

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

Физика прочности и экспериментальная механика

по направлению подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) подготовки:

Компьютерный инжиниринг конструкций, биомеханических систем и материалов

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер, инженер-разработчик

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-6 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, аргументировано защищать результаты выполненной работы.

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический и/или естественнонаучный аппарат и современные информационные технологии.

ПК-2 Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

ПК-3 Способен выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок.

ПК-4 Способен выполнять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные информационных технологий для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные информационные технологии

РООПК-6.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы обработки и представления данных, системы стандартизации и сертификации

РООПК-6.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования

РООПК-6.3 Умеет обосновывать техническое решение на основе нормативных документов, регламентирующих НИОКР

РОПК-2.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации

РОПК-2.2 Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы анализа научно-технической информации

РОПК-3.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.

РОПК-3.2 Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов

РОПК-4.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации научных исследований и опытно-конструкторских разработок, методы разработки технической документации, нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию

РОПК-4.2 Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, оформлять проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлять элементы технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить понятийный аппарат и терминологию применительно к процессам деформации и разрушению материалов в условиях активного нагружения, ползучести, релаксации напряжений и усталости.

– Научиться применять теоретические знания о процессах, протекающих в твердых телах при внешних воздействиях механической, термической и электрической природы для решения практических задач в области компьютерного проектирования аппаратов и машин, обеспечивая оптимальные режимы технологического процесса и необходимое качество готовой продукции.

– Научиться правильно подбирать материалы на основе анализа их свойств и структуры для решения практических профессиональной деятельности.

- Научиться использовать навыки интерпретации данных эксперимента в области физики прочности и экспериментальной механики для выявления природы показателей прочности и пластичности и их связи со структурой реальных твердых тел.

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

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам:

1. Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика: основные понятия и методы математического анализа, теории вероятности, статистических методов обработки экспериментальных данных.

2. Физика: физические основы механики, молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; оптика; атомная и ядерная физика.

3. Химия: химический состав материалов, полимеров, резины; процессы коррозии и методы борьбы с ними.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Кристаллическое строение твердых тел. Элементы кристаллографии.

Понятие о кристаллическом строении. Моно- и поликристаллы. Элементы кристаллографии. Индексирование плоскостей и направлений в кубической сингонии.

Тема 2. Природа межчастичной связи и упругости в кристаллах. Закон Гука.

Физическая природа связи в кристаллах. Ионные, ковалентные, молекулярные кристаллы. Металлическая связь. Энергия кристаллической решетки и природа упругих модулей.

Тема 3. Тепловые свойства твердых тел.

Твердое тело как совокупность гармонических осцилляторов. Классическая теория теплоемкости. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Фононы в твердом теле. Теплопроводность твердых тел. Тепловое расширение твердых тел.

Тема 4. Электронные свойства твердых тел.

Одноэлектронное приближение. Элементы зонной теории твердых тел. Статистика электронов в металле. Поверхность Ферми. Физические свойства электронного газа.

Тема 5. Проводимость и сверхпроводимость металлов.

Плотность тока. Природа проводимости металлов. Дрейфовая скорость. Длина свободного пробега. Явление сверхпроводимости. Куперовские электронные пары. Низко- и высокотемпературные сверхпроводники.

Тема 6. Уравнения диффузии.

Диффузионный поток в твердом теле. Коэффициент диффузии. Первое уравнение Фика. Второе уравнение Фика. Оценки диффузионных процессов.

Тема 7. Механизмы диффузии в твердых телах.

Атомные механизмы диффузии. Вычисление коэффициента диффузии. Температурная зависимость коэффициента диффузии. Диффузия в градиентных полях. Ускоренная диффузия.

Тема 8. Классификация дефектов кристаллической решетки.

Классификация дефектов. Вакансии, примесные атомы, комплексы точечных дефектов. Линейные дефекты (дислокации). Поверхностные дефекты. Границы зерен в металлах. Объемные дефекты (включения, поры). Коагуляция точечных дефектов по Пинесу и Френкелю.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, выполнения домашних 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/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в пятом семестре проводится в письменной форме. 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 «iDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22388>

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:

- Зуев Л.Б. Физика прочности и экспериментальная механика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л.Б. Зуев, С.А. Баранникова - Новосибирск: Наука, 2011. – 348 с.

- Шиманский А.Ф. Физика твердого тела: учебное пособие / А.Ф. Шиманский А.Ф., М.М. Симунин - М.: Инфра-М, 2024. - 127 с.

- Попова Л. И. Основы физики прочности и пластичности металлов и сплавов: учебное пособие / Л. И. Попова, Д. А. Болдырев. – М.: Инфра-Инженерия, 2023. - 148 с.

- Хохлов А.Ф. Физика твердого тела: учебник / А.Ф. Хохлов, П.В. Павлов - М.: Ленанд, 2021. - 504 с.

- Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: ГИФМЛ, 1963. 696 с.
2. Физическое металловедение (в 3-х томах). Под ред. Р. Кана. М.: Мир, Т.1. 1967, 333 с., Т.2. 1968, 490 с., Т.3. 1968, 484 с.

- Шьюмон П. Диффузия в твердых телах. М.: Металлургия, 1966, 195 с.

- Фридель Ж. Дислокации. М.: Мир, 1967, 694 с.

- Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела (в 2-х томах) М.: Мир, Т.1. 1979, 422 с., Т.2. 1979, 399 с.

- Ермаков С.С. Физика металлов и дефекты кристаллического строения. Л., ЛГУ, 1989, 272 с.

- Орлов А.Н. Введение в теорию дефектов в кристаллах. М.: Высшая школа, 1983, 144 с.

б) дополнительная литература:

- Елманов Г.Н. Физика твердого тела / Г.Н. Елманов, А.Г. Залужный, В.И. Скрытний, Е.А. Смирнов, В.Н. Яльцев – М.: МИФИ, 2007. – 636 с.

- Чуканов А.Н. Физика конденсированного состояния. Дефекты строения в металлах : учебник / А. Н. Чуканов, Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев [и др.] – М.: Инфра-Инженерия, 2021. - 300 с.

- Чуканов А.Н. Физика конденсированного состояния. Прочность и разрушение материалов: учебник / А. Н. Чуканов, Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев [и др.] – М.: Инфра-Инженерия, 2021. - 260 с.

- Мамонова М.В. Квантово-статистическая теория твердых тел. Учебное пособие / М.В. Мамонова, В.В. Прудников – М.: Лань, 2016. – 448 с.

- Физическое материаловедение: Учебник для вузов / Под общей ред. Б.А. Калина. – М.: МИФИ, 2007.
- Френкель Я.И. Введение в теорию металлов. М.: ГИФФМЛ, 1958. 368 с.
- Хирт Дж., Лоте И. Теория дислокаций. М.: Атомиздат, 1972, 599 с.
- Шульце Г. Металлофизика. М.: Мир, 1971, 503 с.
- Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. М.: Мир, 1972, 408 с.
- Макклиток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение металлов. М.: Мир, 1972, 443 с.

в) ресурсы сети Интернет:

<https://e.lanbook.com/book/106609>

Физика твердого тела: учеб. пособие для вузов / Винтайкин Б. Е. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 358 с.

<https://reader.lanbook.com/book/400142#3>

Физика конденсированного состояния: учебное пособие / Байков Ю. А., Кузнецов В. М. – М.: Лаборатория знаний, 2024. - 296 с.

<https://urait.ru/bcode/539170>

Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов: учебное пособие для вузов / Н. И. Леонюк, Е. В. Копорулина, Е. А. Волкова, В. В. Мальцев. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 152 с.

<https://urait.ru/bcode/544300>

Физика прочности и механика разрушения: учебное пособие для вузов / М. А. Шилов. — М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 175 с.

<https://e.lanbook.com/book/434087>

Кристаллофизика: учебное пособие для вузов / С. Н. Гриняев. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 216 с.

http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=14 Архив выпусков научно-технического журнала «Деформация и разрушение материалов».

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.
<http://www.consultant.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/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий практического 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

Баранникова Светлана Александровна, доктор-физико-математических наук профессор, кафедра механики деформируемого твердого тела ФТФ ТГУ, профессор НИ ТГУ.