

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

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан физического факультета  
С. Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

**Композиционные материалы**

по направлению подготовки

**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Фундаментальная физика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-1 –Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости;

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить понятийный аппарат и инструментарий получения и анализа научных и экспериментальных данных о композиционных материалах.

– Научиться применять понятийный аппарат научного исследования и анализа данных для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) 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**

Семестр 1, зачет.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Кристаллография, Физика твердого тела, Дефекты в твердых телах, Теория пластичности, Теория дислокаций, Структурные фазовые переходы. Знать основы современных методов исследования структуры, элементного и фазового состава (рентгеноструктурный анализ, растровая и просвечивающая электронная микроскопия), физических и механических свойств.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 12 ч.;

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Основные типы и классификации композиционных материалов.

Введение. Место композиционных материалов (КМ) в современном материаловедении. Определение КМ. Классификации КМ (примеры и основные свойства): по геометрии наполнителя, по схеме расположения, по природе компонентов, по методам

получения, по структуре наполнителя. Волокнистые и дисперсно-упрочненные КМ. Преимущества и недостатки КМ.

Тема 2. Связи на поверхности раздела КМ

Типы связей (примеры и основные свойства): механическая, реакционная, оксидная, адгезионная, смешанная.

Тема 3. Общие понятия о разрушении КМ.

Зарождение трещин с позиции теории дислокаций. Классификация типов разрушения. Разрешение хрупкой матрицы, расчет теоретической прочности по Оровану. Структура и принципы упрочнения КМ. Физические основы торможения разрушения в волокнистых КМ.

Тема 4. Структура и принципы упрочнения КМ.

Принципы упрочнения в дисперсно-упрочненных КМ: «пластичная матрица - хрупкий наполнитель», «хрупкая матрица-пластичный наполнитель», «хрупкая матрица - хрупкий наполнитель». Свойства и получение дисперсно-упрочненных КМ. Принципы упрочнения волокнистых КМ.

Тема 5. Упругие свойства волокнистых КМ.

Упругие свойства в волокнистых КМ. Модуль упругости однонаправленного КМ при различных видах нагружения. Правило смесей. Механика композитов. Классическая задача Эшелби. Упругие свойства дисперсно-упрочненных КМ.

Тема 6. Методы получения и применение КМ.

Получение КМ методами порошковой металлургии. Направленная кристаллизация эвтектических сплавов. Примеры применения КМ. КМ с новыми функциональными свойствами.

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

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости 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 проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность зачета 1,5 часа.

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=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Л.Н. Тялина, А.М. Минаев, В.А. Пручкин. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. – Тамбов, 2011. – 80 с.
2. С.Л. Баженов. Механика и технология композиционных материалов. Научное издание. – М.: Интеллект, 2014.
3. А.Г. Кобелев, М.А. Шаронов, О.А. Кобелев, В.П. Шаронова. Материаловедение. Технология композиционных материалов. – М.: КноРус, 2016.

4. Б.М. Матвеев. Современные композиционные материалы. Учебное пособие. – Palmarium Academic Publishing, 2013.

б) дополнительная литература:

5. Иванов Д.А., Ситников А.И., Шляпин С.Д. Дисперсноупрочненные, волокнистые и слоистые неорганические композиционные материалы: учеб. пособие / МАТИ-РГТУ Им. К.Э.Циолковского. - Москва, 2009. - 305 С.
6. Современные композиционные материалы. Под редакцией Л. Браутмона и Р. Крока. М.: Из-во Мир, 1970, С. 13-157, 249-262, 286-303.
7. Г.С. Хомистер, К. Томак. Материалы, упрочненные волокнами. М.: Из-во Metallurgia, 1969. С. 18-117.
8. D. Hull, T.W. Clyne. An introduction to composite materials. Second edition, Cambridge University Press. 1996. P. 1-8, 60-77, 121-131.
9. А. Келли. Высокопрочные материалы. М.: Из-во Мир, 1976. С. 8-242.
10. В. Кристенсен. Введение в механику композитов. М.: Из-во Мир, 1982. С. 25-35.
11. Сплавы с эффектом памяти формы. Под редакцией Фунакубо Х. М. М.: Из-во Metallurgia, 1990. С. 24-41.
12. Ф. Макклиптон, А. Аргон. Деформация и разрушение материалов. М.: Из-во Мир, 1970. С. 255-309.
13. Физика прочности и пластичности. Под редакцией А.Аргуна. М.: Из-во Metallurgia, 1972. С. 294-303.
14. К.А. Малышев, В.В. Сагарадзе и др. Фазовый наклеп аустенитных сплавов на основе железо-никелевой основе. М.: Из-во Наука. 1982. С. 166-204.
15. Сплавы никелида титана с памятью формы. Часть I. Структура, фазовые превращения и свойства. Под редакцией В.Г. Пушина. Из-во Екатеринбург, 2006. С.169-248, 356-413.
16. Углеродные волокна и углекомпозиты: Пер. с англ. / Под ред. Э. Фитцера. М.: Мир, 1988. 336 с.
17. Справочник по композиционным материалам: В 2 кн.: Пер. с англ.: / Под ред. Дж. Любина. М.: Машиностроение, 1988. Кн. 1. 448 с.; Кн. 2. 584 с.
18. Достижения в области композиционных материалов: Пер. с англ. / Под. ред. Дж. Пиатти. М.: Metallurgia, 1982. 304 с.
19. Цирлин Н.К. Непрерывные неорганические волокна для композиционных материалов. М.: Metallurgia, 1992. 206 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справ. правовая система. – Электрон. дан. – М., 1992- . – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
3. Гарант [Электронный ресурс] : информ.-правовое обеспечение / НПП «Гарант-Сервис». – Электрон. дан. – М., 2016. – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
4. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
5. SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/>
6. ProQuest Ebook Central [Electronic resource] / ProQuest LLC. – Electronic data. – Ann Arbor, MI, USA, [s. n.]. – URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tomskuniv-ebooks/home.action>
7. <http://www.krugosvet.ru/node/37970> Энциклопедия Кругосвет. Композиционные материалы.

8. [pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/770.htm](http://pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/770.htm) М.Л. Кербер. Композиционные материалы.
9. <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/541/76541/57778> Л.Н. Тялина, А.М. Минаев, В.А. Пручкин. Новые композиционные материалы. Учебное пособие.

### 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 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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

### 15. Информация о разработчиках

Остапенко Марина Геннадьевна, к.ф.-м.н., НИ ТГУ ФФ кафедра физики металлов, доцент