

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Физико-  
технический  
факультет

 Ю.Н. Рыжих

06 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Современные технологии структурного дизайна ч.І и ч.ІІ**

по направлению подготовки

**15.04.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки :

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

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

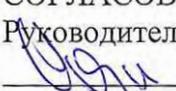
Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.04

СОГЛАСОВАНО:

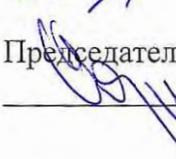
Руководитель ОПОП

 В.А. Скрипняк

Руководитель ОПОП

 Е.С. Марченко

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2023

## 1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-2 – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- ОПК-1 – Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;
- ОПК-2 – Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности;
- ОПК-3 – Способен организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов;
- ПК-1 – Способен критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;
- 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:

- ИУК-2.1 Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость
- ИУК-2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений
- ИУК-2.3 Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами
- 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-2.1 Знать основные нормативные документы и термины, правила и порядок проведения экспертизы технической документации
- ИОПК-2.2 Уметь осуществлять экспертизу технической документации
- ИОПК-2.3 Владеть методикой проведения экспертизы технической документации
- ИОПК-3.1 Знать порядок организации и выполнения работ в подразделении по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов
- ИОПК-3.2 Уметь организовывать работу по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов
- ИОПК-3.3 Владеть методикой организации в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов
- ИПК 1.1 Знать перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных материалов, соединений, композитов на их основе и изделий из них.

ИПК 1.2 Знать: современные проблемы прикладной механики, методы планирования научно-исследовательской работы, способы решения научных задач механики, обработки и анализа полученных данных, представления результатов.

ИПК 1.3 Уметь осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий.

ИПК 1.4 Уметь ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач.

ИПК 1.5 Уметь анализировать, интерпретировать, оценивать, представлять результаты собственных исследований в профессиональном сообществе и защищать результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями.

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**

– Знакомство студентов с современными направлениями в создании материалов с превосходными эксплуатационными характеристиками, с технологическими решениями и инженерными подходами эффективного управления структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов

– Формирование у обучающихся представлений об актуальных подходах к структурному дизайну функциональных материалов на различных масштабных уровнях: макрогеометрия, микроструктура и параметры тонкой кристаллической структуры материалов, и их влияние на эффективный адаптационный отклик материалов на внешнее воздействие;

– Освоить практические навыки оценки и управления эксплуатационными характеристиками материалов с помощью приложения современных принципов структурного дизайна.

– Познакомить студентов с возможной модификацией промышленных технологий, обеспечивающих получение материалов с улучшенными характеристиками.

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

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 3, зачет

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Материаловедение и технология материалов», «Материалы медицинского назначения», «Современные технологии структурного дизайна материалов ч. I».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 18 ч.;

– практические занятия: 0 ч.;

-лабораторные: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Технология углеродных материалов.

Способы получения алмазов. Получение фуллеренов и фуллеритов. Углеродные нанотрубки. Производство многослойных и однослойных нанотрубок. Методы очистки нанотрубок. Выравнивание нанотрубных образцов. Технология графена. Основы строения и свойства материалов.

Тема 2. Технология керамических материалов.

Элементы технологии керамических материалов (подготовка исходных компонентов, перемешивание, формование изделий, спекание). Получение порошков. Технологические характеристики исходных керамических масс.

Технология керамик медицинского назначения (биоинертная керамика, стеклокерамические материалы, биокерамика на основе фосфатов кальция).

Регулируемая кристаллизация ситталов. Основы строения и свойства материалов.

Тема 3. Технология полимерных материалов.

Методы получения синтетических полимеров. Полимеризация. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Координационно-ионная (стереоспецифическая) полимеризация. Ступенчатая полимеризация. Сополимеризация. Технические способы проведения гомо-и сополимеризации. Поликонденсация. Блочная полимеризация. Очистка полимеров. Технология переработки полимерных материалов. Каландрование. Литье в форме. Ротационное литье. Отливка пленок. Прямое прессование. Литье под давлением. Пневмоформование. Экструзия. Вспенивание. Армирование. Технологии полимерных композиционных материалов. Технологии полимерных мембран. Синтез дендримеров. Технологические приемы получения нанопористых материалов (темплатов). Основы строения и свойства материалов.

Тема 4. Технология металлических материалов.

Технологические свойства металлов и их сплавов.

Основы порошковой металлургии. Металлические нанокластеры. Газофазный синтез металлических нанокластеров. Метод СВС получения интерметаллидов. Свойство литейных сплавов, классификация способов литья. Технология обработки металлов давлением. Повышение качества металлических материалов. Легирование, дополнительные технологические процессы.

Осаждение из коллоидных растворов.

Получение металлических наноматериалов методами интенсивной пластической деформации. Технологии металлических материалов для медицины. Основы строения и свойства материалов

Тема 5. Технология гибридных материалов.

Интеркаляционный метод. Темплатный синтез. Золь-гель процесс. Модификация минеральной поверхности органическими соединениями. Блок-сополимеризация полимеров различной природы. Композиты ГАП–коллаген. Композиционные материалы

на металлической и керамической основе, а также керметы для функциональных применений в области биомедицины

#### Тема 6. Методы исследования в материаловедении

Статистическая обработка результатов наблюдений. Основные статистические характеристики. Графическое представление распределений случайных величин и взаимосвязи между ними. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Регрессионный анализ. Металлография. Систематизация структуры с геометрической точки зрения. Основные методы количественной металлографии. Фрактальный анализ в материаловедении.

### 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, путем контроля выполнения лабораторных работ и отчетов по лабораторным работам 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

Промежуточная аттестация в третьем семестре проводится в виде письменного зачета и отчетов по лабораторным работам. Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из двух вопросов из разных разделов курса.

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» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22420>

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

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

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

а) основная литература:

– Фетисов Г. П. Материаловедение и технология материалов. В 2 ч. Часть 2 : Учебник Для СПО / под ред. Фетисова Г.П.. - Москва : Юрайт, 2022. - 389 с - ( Профессиональное образование ) . URL: <https://urait.ru/bcode/495057>. URL: <https://urait.ru/book/cover/E67DEA83-38EE-476C-9FAA-AC044D222962>

– Кушнир А. П. Технология металлов и сплавов : Учебное пособие Для СПО / отв. ред. Кушнир А. П., Лившиц В. Б.. - Москва : Юрайт, 2020. - 310 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/455806>. URL: <https://urait.ru/book/cover/2064EF41-97FA-4071-9E65-14B56C8E191E>

– Верещагин В.И. Аддитивные технологии: Учебное пособие / Верещагин В.И., Хабас Т.А., Кулинич Е.А., Игнатов В.П. – Томск: Издательство ТПУ, 2011. – 148 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25758967>

б) дополнительная литература:

– Материаловедение: Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. И доп. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007, - 784 с.: ил.

- Кондратов Л. П. Технология материалов и покрытий / Л. П. Кондратов, Н. Н. Божко. М. : МГУП, 2008. 226 с.
- Материаловедение: учебник для вузов / Под ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 528 с.
- Материаловедение и технология металлов : учебное пособие для вузов по машиностроительным специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др. ; под ред. Г. П. Фетисова. - Изд. 3-е, испр. и доп.. - М. : Высшая школа, 2005. - 861, [1] с.: ил.. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000209322/000209322.pdf>.
- Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А. и др. Введение в физику поверхности. – М.: Наука, 2006. – 490 с.
- Горелик С. С., Добаткин С. В., Капуткина Л. М. Рекристаллизация металлов и сплавов. – М.: Изд-во МИСИС, 2005. – 432 с.
- Пейсхаков А.М., Кучер А.М. Материаловедение технология конструкционных материалов. Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2005. – 416 с.
- Химико-термическая обработка металлов и сплавов : справочник / Г. В. Борисенко, Л. А. Васильев, Л. Г. Ворошнин [и др.]. М. : Metallurgia, 1981. 424 с.
- Защитные покрытия : учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардолина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
- Кришталл М. А. Многокомпонентная диффузия в металлах / М. А. Кришталл, А.И. Волков. М. : Metallurgia, 1985. 176 с.
- Методологические особенности деформационного поведения металлических медицинских материалов и имплантатов: Методическое пособие. / В.Э. Гюнтер. - Томск: Изд-во МИЦ, 2013. –32 с.
- Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: В 14 томах / Под ред. В.Э. Гюнтера. Медицинские материалы с памятью формы. Т.1 / В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко, Т.Л.Чекалкин, В.Н. Олесова и др. - Томск: Изд-во МИЦ, 2011. –534 с.
- Современные композиционные строительные материалы / И.Ю. Шитова – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2015. – 136 с.
- Мальцева Л. А. Жидкофазные технологии получения композиционных материалов. Матрицы. Упрочнители : [учебное пособие] / Л. А. Мальцева, В. А. Шарапова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-1033-3.

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)
- Сервис индексации и поиска научных изданий – [scholar.google.ru](http://scholar.google.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.

Лаборатории, оборудованные соответствующим оборудованием, включающие лабораторные помещения центра коллективного пользования «НАНОТЕХ» на базе Томского государственного университета, лабораторные помещения Лаборатории физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН с использованием комплекса технологического оборудования для порошковых технологий получения материалов, а также аналитического оборудования для изучения структуры и эксплуатационных характеристик материалов.

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

Буюков Алесь Сергеевич, кандидат физико-математических наук, ассистент кафедры прочности и проектирования Физико-технического факультета.