

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

« 28 »

06

2024 г.

**Аннотация к рабочим программам дисциплин (модулей) и практик**

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

**2024**

### **Б1.О.01 Иностранный язык**

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
практические занятия: 64 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Базовые понятия и принципы изучаемой специальности

Тема 2. Инженерное образование. Деловая коммуникация

Тема 3. Научно-исследовательская деятельность

### **Б1.О.02 Системное и критическое мышление в научном познании**

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:  
лекции: 12 ч.

практические занятия: 22 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Развитие науки: изменение парадигм и научных картин мира

Тема 2. Постнеклассическая парадигма науки и сложносистемное мышление: от аналитического мышления и механистического мировидения к сложносистемному мышлению

Тема 3. Наука в меняющемся мире: технонаука, социотехнические системы, проблема объективности научного исследования

Тема 4. Проблема и ее место в процессе познания

Тема 5. Наука как коммуникация. Этнос науки и поворот к коммуникативной рациональности

Тема 6. Новые форматы научной коммуникации. Командная работа как средство генерации научного знания

### **Б1.О.03 Теория нелинейных динамических систем**

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Второй семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 22 ч.

практические занятия: 32 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1 Введение. Что такое нелинейная динамика?

Тема 2. Общие принципы и законы эволюции нелинейных динамических систем

Тема 3. Самоорганизация в нелинейных динамических системах

Тема 4. Хаос и порядок

Тема 5. Фрактальная геометрия природы Бенуа Мандельброта

Тема 6. Теория режимов с обострением

Тема 7. Принципы многомасштабности и иерархичности в структурной организации твердых тел

Тема 8. Нелинейные волны

### **Б1.О.04 Современные технологии структурного дизайна ч.І и ч.ІІ**

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, зачет

Язык реализации – русский.

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

лекции: 18 ч.

практические занятия: 18 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Технология углеродных материалов

Тема 2. Технология керамических материалов

Тема 3. Технология полимерных материалов

Тема 4. Технология металлических материалов

Тема 5. Технология гибридных материалов

Тема 6. Методы исследования в материаловедении

### **Б1.О.05 Критерии прочности и разрушения**

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Критерии сопротивления хрупкому, квазихрупкому и вязкому разрушению

Тема 2. Предельные состояния, виды и критерии разрушения

Тема 3. Диаграмма деформирования и характеристики разрушения

Тема 4. Аппроксимация диаграмм статического деформирования

Тема 5. Напряженно-деформированные состояния в зонах концентрации

Тема 6. Деформации, напряжения и перемещения в зонах трещин в упругой и упруго-пластической области

Тема 7. Силовые критерии разрушения

Тема 8. Деформационные критерии разрушения

Тема 9. Энергетические критерии разрушения

Тема 10. Экспериментальные методы определения критериев разрушения

Тема 11. Расчеты на прочность при статическом нагружении

Тема 12. Расчеты на прочность при циклическом нагружении

### **Б1.О.06 Конструкционная прочность и ее физические основы**

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 20 ч.

лабораторные: 20 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Конструкционная прочность материалов

Тема 2. Классификация методов механических испытаний материалов

Тема 3. Физические механизмы пластической деформации металлов

Тема 4. Современные подходы и методы оценки прочности, долговечности и надежности машин и конструкций

Тема 5. Экспресс методы определения прочности материалов. Твердость металлов

Тема 6. Усталостные испытания материалов  
Тема 7. Численное решение задач теории пластичности средствами пакета WB ANSYS  
Тема 8. Критерии малоциклового разрушения  
Тема 9. Прочность полимерных материалов  
Тема 10. Конструктивные и технологические мероприятия, направленные на повышение прочности конструкций

### **Б1.О.07 Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг**

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 24 ч.

лабораторные: 24 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Методологические аспекты исследовательской деятельности и современные информационные технологии моделирования в механике

Тема 2. Основы технологии вычислительного эксперимента

Тема 3. Современные принципы построения информационных технологий и технология вычислительного эксперимента в прикладной механике

Тема 4. Разработка, развитие и применение эффективных вычислительных методов и алгоритмов решения задач механики; разработка и усовершенствование программного обеспечения

Тема 5. Применение современных CAD/CAE технологий для выполнения автоматизированных научных и расчетных исследований в прикладной механике

Тема 6. Применение CAD/FEA/CFD/CAE/CAM/PDM/PLM технологий как основы цифрового производства, реализующего концепцию "от идеи до изделия"

### **Б1.О.08 Цифровые двойники материалов для новой техники и медицины**

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 14 ч.

лабораторные: 20 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Понятие определяющего уравнения в задачах вычислительной механики при создании цифровых двойников материалов в континуальном приближении. Исходные данные для адекватного выбора определяющих уравнений и определения их параметров.

Тема 2. Подходы к описанию упругопластического деформационного поведения металлов и сплавов, изотропное и кинематическое упрочнение.

Тема 3. Гиперупругое поведение конструкционных полимерных материалов и их описание.

Тема 4. Особенности моделирования термомеханических эффектов памяти формы и сверхэластичности материалов в приложениях техники и медицины.

Тема 5. Комбинации определяющих уравнений в задачах создания цифровых двойников композиционных материалов с явным учетом характера их внутренней структуры: дисперсно-наполненные, волокнистые, метаматериалы.

### **Б1.В.01 Дискретные методы в механике деформируемого твердого тела и физике твердого тела**

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 10 ч.

лабораторные: 18 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Основные понятия

Тема 2. Метод молекулярной динамики

Тема 3. Методы мезочастиц

Тема 4. Метод клеточных автоматов

Тема 5. Метод подвижных клеточных автоматов

Тема 6. Бессеточные методы континуальной механики

### **Б1.В.02 Механика контактного взаимодействия и разрушения**

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 16 ч.

лабораторные: 30 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Основные положения механики контактного взаимодействия, классические контактные задачи теории упругости

Тема 2. Теория Герца

Тема 3. Плоские контактные задачи теории упругости

Тема 4. Численное моделирование контактных задач

Тема 5. Введение в механику разрушения

Тема 6. Линейная механика разрушения

Тема 7. Нелинейная механика разрушения

Тема 8. Численные методы в механике разрушения

### **Б1.В.03 Механика композитов и композитных систем**

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 16 ч.

лабораторные: 16 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Введение в дисциплину

Тема 2. Локальные и эффективные свойства композитов

Тема 3. Основные подходы к моделированию механических свойств композитов

Тема 4. Использование современных компьютерных технологий при решении задач механики композитов

### **Б1.В.04 Теория дефектов**

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 16 ч.

лабораторные: 16 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Межатомные взаимодействия в твердом теле, классификация дефектов решетки

Тема 2. Междоузельные атомы: энергия образования, миграции

Тема 3. Комплексы точечных дефектов, равновесная концентрация, энергия связи комплексов, мобильность комплексов

Тема 4. Экспериментальные исследования точечных дефектов

Тема 5. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации

Тема 6. Скольжение дислокаций

Тема 7. Упругие свойства дислокаций

Тема 8. Дислокационные реакции

Тема 9. Дефекты упаковки

Тема 10. Экспериментальное исследование линейных и двумерных дефектов

**Б1.В.05 Теория пластичности и ползучести**

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 14 ч.

практические занятия: 28 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Экспериментальные и физические основы неупругого деформирования

Тема 2. Определяющие уравнения пластического материала

Тема 3. Простейшие задачи теории пластичности

Тема 4. Задачи теории пластичности

Тема 5. Экстремальные принципы теории пластичности

Тема 6. Основы теории ползучести

Тема 7. Численное решение задач теории пластичности средствами пакета WB ANSYS

**Б1.В.06 Материаловедение и технология материалов**

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 138 часов, из которых:  
лекции: 28 ч.

лабораторные: 28 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов

Тема 2. Структура сплавов. Диаграмма состояния

Тема 3. Физика прочности и разрушения материалов

Тема 4. Кристаллохимия фаз и механизмы фазовых превращений в сплавах

Тема 5. Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения

Тема 6. Введение. Типы биоматериалов

Тема 7. Физико-механические и химические свойства биоматериалов

Тема 8. Износ материалов при эксплуатации

Тема 9. Реакция организма на материалы

**Б1.В.07 Основы порошковой металлургии**

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:  
лекции: 8 ч.

лабораторные: 14 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Кристаллическое строение металлов

Тема 2. Структура, деформация и разрушение металлов

Тема 3. Методы получения порошков

Тема 4. Свойства порошковых материалов

Тема 5. Методы формования порошков

Тема 6. Основные процессы спекания порошков

Тема 7. Структура и свойства спеченных материалов

Тема 8. Пористые материалы

Тема 9. Спеченные материалы на основе металлических порошков

Тема 10. Керамические материалы на основе оксидов металлов

Тема 11. Безкислородные керамики

Тема 12. Металлокерамические композиты

Тема 13. Композиционные материалы на основе различных порошков

### **Б1.В.08 Экспериментальные методы исследования материалов**

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:  
лекции: 14 ч.

лабораторные: 20 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Методы исследования механических свойств материалов в условиях динамических воздействий. Методы регистрации давлений при интенсивных динамических воздействиях.

Тема 2. Методы исследования механических свойств материалов с использованием сервогидравлических высокоскоростных стенов INSTRON, Zwick/Roell. Испытания на высокоскоростное растяжение, высокоскоростное продавливание листового проката индентором, изгибе призматических тела с надрезами.

Тема 3. Лазерные измерители скорости движения свободных и контактных поверхностей. Лазерный дифференциальный интерферометр. Интерферометр Фабри-Перо. Лазерный интерферометр «VISAR». Лазерный измеритель скорости «ORVIS».

Тема 4. Откольное разрушение. Методы измерения откольной прочности твердых тел.

### **Б1.В.09 Компьютерное моделирование процессов создания материалов по аддитивным технологиям**

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:  
лекции: 16 ч.

практические занятия: 16 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Основы аддитивных технологий. Классификация методов аддитивного производства и используемое оборудование.

Тема 2. Особенности подготовки компьютерных геометрических моделей для приложений аддитивного производства. Основы реверсивного инжиниринга в аддитивном производстве.

Тема 3. Компьютерное моделирование в задачах топологической оптимизации на стадии проектирования формы изделий из аддитивных материалов.

Тема 4. Современные подходы в задачах компьютерного моделирования процессов изготовления материалов с использованием аддитивных технологий.

### **Б1.В.ДВ.01.01.01 Устойчивость деформируемых систем**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 16 ч.

лабораторные: 20 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Понятие устойчивости, Точки бифуркации, предельные точки

Тема 2. Исследование устойчивости деформируемых систем с начальными несовершенствами

Тема 3. Устойчивость упругих стержней под действием сжимающей консервативной нагрузки

Тема 4. Влияние граничных условий на устойчивость деформируемых систем

Тема 5. Устойчивость трехопорного стержня (индивидуальное задание)

Тема 6. Устойчивость стержня под действием следящей нагрузки

Тема 7. Устойчивость стержня на упругом основании. Задачи термоустойчивости

Тема 8. Устойчивость за пределами упругости

Тема 9. Устойчивость при комбинированном нагружении

Тема 10. Устойчивость пластин и оболочек

Тема 11. Устойчивость при нагрузках, величины которых зависят от перемещений

### **Б1.В.ДВ.01.01.02 Динамические задачи прикладной механики**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

Второй семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

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

лабораторные: 16 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1. Полная система уравнений, выражающая законы сохранения. Проблема замыкания динамических уравнений. Уравнения состояния упругопластических сред

Тема 2. Калорические и термические уравнения состояния для заданной функции давления

Тема 3. Релаксационная форма определяющих уравнений. Способы задания пластической составляющей полной скорости деформаций. Построение динамических диаграмм напряжение-деформация с дислокационной кинетикой пластических сдвигов

Тема 4. Понятие ударной адиабаты. Методы расчета распада произвольного разрыва.

Тема 5. Методы расчетов отражения падающих упругопластических волн от контактных границ и свободных поверхностей



Тема 6. Методы расчета взаимодействий ударных упругопластических волн и волн разгрузки в среде с релаксацией

Тема 7. Эйлеровы и Лагранжевы подходы к описанию течения сред. Их сильные и слабые стороны. Методы выделения особенностей и сквозные методы численного решения уравнений

Тема 8. Явные и неявные схемы для описания динамических процессов в упругопластических средах

Тема 9. Метод псевдовязкости Неймана-Рихтмайера. Метод распада произвольного разрыва С.К. Годунова. Разностная схема Лакса-Вендроффа и схема Лакса

### **Б1.В.ДВ.01.01.03 Информационные технологии в науке и образовании**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

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

лекции: 10 ч.

лабораторные: 20 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1 Информационные технологии. Основные понятия

Тема 2. Технологии подготовки научных документов

Тема 3. Редакторы графической информации

Тема 4. Системы управления базами данных

Тема 5. Электронные коммуникации

Тема 6. Системы электронного обучения и поиска научной информации

### **Б1.В.ДВ.01.01.04 Численное моделирование высокоскоростных ударных явлений**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

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

лекции: 10 ч.

лабораторные: 20 ч.

#### **Тематический план:**

Тема 1 Система основных уравнений и соотношения метода конечных элементов для численного решения проблем высокоскоростного удара

Тема 2. Имитационная модель разрушения эрозионного типа в задачах высокоскоростного взаимодействия деформируемых твердых тел

Тема 3. Разрушение керамических преград при взаимодействии с ударником и группой тел в диапазоне скоростей встречи до 4000 м/с

Тема 4. Численное моделирование в трехмерной постановке удара группы высокоскоростных частиц по преграде

Тема 5. Современные программные пакеты для визуализации результатов численных расчетов

### **Б1.В.ДВ.01.01.05 Динамическое разрушение твердых тел**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

Третий семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лабораторные: 32 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Основные понятия экспериментальной физики ударных волн

Тема 2. Методы генерации ударных волн и регистрации параметров ударно-сжатых материалов

Тема 3. Основные понятия откольного разрушения твердых тел

Тема 4. Методы измерений откольной прочности

Тема 5. Полный анализ волнового профиля при отколе

Тема 6. Определяющие факторы откольного разрушения металлов

Тема 7. Хрупкое разрушение твердых тел в ударных волнах

Тема 8. Критерии и модели откольного разрушения

**Б1.В.ДВ.01.02.01 Методы компьютерного моделирования структуры и свойств материалов**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Механика биокomпозитов, получение и моделирование их структуры и свойств».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 18 ч.

лабораторные: 22 ч.

**Тематический план:**

Тема 1 Разные масштабные уровни и проблемы моделирования на них

Тема 2. Методы и программы для квантово-механических расчетов

Тема 3. Метод и программы молекулярной динамики

Тема 4. Дискретные методы моделирования в механике

Тема 5. Методы континуальной механики и их применение для задач моделирования на разных масштабных уровнях

Тема 6. Примеры расчётов по моделированию механического поведения материалов

**Б1.В.ДВ.01.02.02 Материалы медицинского назначения**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Механика биокomпозитов, получение и моделирование их структуры и свойств».

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
лекции: 12 ч.

практические занятия: 22 ч.

**Тематический план:**

Тема 1 Клинические потребности и понятие о регенерации тканей

Тема 2. Понятие о живых и неживых материалах

Тема 3. Строение мягких и твердых живых материалов

Тема 4. Практическое использование естественных и искусственных материалов в медицине

Тема 5. Инжиниринг тканей

Тема 6. Социальные и этические вопросы

**Б1.В.ДВ.01.02.03 Экспериментальные методы исследования биомеханических систем**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Механика биокomпозитов, получение и моделирование их структуры и свойств».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

лабораторные: 28 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Рентгеноструктурный анализ

Тема 2. Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов

Тема 3. Нейтронография

Тема 4. Рентгеноспектральный анализ

Тема 5. Электронная микроскопия

Тема 6. Ядерная гамма-резонансная спектроскопия кристаллов

#### **Б1.В.ДВ.01.02.04 Моделирование в биомеханике**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Механика биокompозитов, получение и моделирование их структуры и свойств».

Третий семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

лекции: 12 ч.

практические занятия: 26 ч.

**Тематический план:**

Тема 1 Понятие модели и моделирования. Основные методы численного моделирования, применяемые в физике и механике твёрдого тела

Тема 2. Метод молекулярной динамики

Тема 3. Методы мезочастиц

Тема 4. Метод клеточных автоматов

Тема 5. Метод подвижных клеточных автоматов

Тема 6. Бессеточные методы континуальной механики

#### **Б1.В.ДВ.01.02.05 Анатомия человека**

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Механика биокompозитов, получение и моделирование их структуры и свойств».

Первый семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 12 ч.

практические занятия: 22 ч.

**Тематический план:**

Тема 1. Организм и его составные элементы

Тема 2. Анатомическая терминология

Тема 3. Общая артрология

Тема 4. Позвоночный столб

Тема 5. Грудная клетка

Тема 6. Верхние конечности

Тема 7. Нижние конечности

Тема 8. Мышцы

Тема 9. Пищеварительная система

Тема 10. Валеология

#### **Б2.О.01.01(У) Ознакомительная практика**

Вид: учебная.

Тип: Ознакомительная практика.

Практика обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (Лаборатории ТГУ, ИФПМ СО РАН, СФТИ). Способы проведения: стационарная или выездная.

Форма проведения: путем чередования с реализацией иных компонентов ОПОП в соответствии с календарным графиком и учебным планом.

Общая трудоемкость практики составляет 3 з.е., 108 ч.

Продолжительность практики составляет 2 нед.

### **Б2.О.01.02(У) Научно-исследовательская работа**

Вид: учебная.

Тип: Научно-исследовательская работа.

Практика обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (Лаборатории ТГУ, Институт Физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск), Лаборатория медицинских материалов и имплантатов с памятью формы СФТИ (г. Томск), ЦНИИ КМ "Прометей« (г. Санкт-Петербург), ООО НПП «Миц» (г. Томск, г. Новокузнецк), ООО «Нанокерамика» (г. Томск), ООО «Мое керамик-имплантате (г. Томск), Кировоградский завод твердых сплавов, ООО «Конмет» (г. Москва, г. Хабаровск, г. Новосибирск, г. Екатеринбург, г. Краснодар, г. Санкт-Петербург, г. Владивосток) и др.).

Способы проведения: стационарная или выездная (планируемые места проведения: Лаборатории ТГУ, Институт Физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск), Лаборатория медицинских материалов и имплантатов с памятью формы СФТИ (г. Томск), ЦНИИ КМ "Прометей« (г. Санкт-Петербург), ООО НПП «Миц» (г. Томск, г. Новокузнецк), ООО «Нанокерамика» (г. Томск), ООО «Мое керамик-имплантате (г. Томск), Кировоградский завод твердых сплавов, ООО «Конмет» (г. Москва, г. Хабаровск, г. Новосибирск, г. Екатеринбург, г. Краснодар, г. Санкт-Петербург, г. Владивосток) и др.).

Форма проведения: путем чередования с реализацией иных компонентов ОПОП в соответствии с календарным графиком и учебным планом.

Общая трудоемкость практики составляет 3 з.е., 108 ч.

Продолжительность практики составляет 2 нед.

### **Б2.О.02.01(П) Научно-исследовательская работа**

Вид: производственная.

Тип: Научно-исследовательская работа.

Практика обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет

Третий семестр, зачет с оценкой

Четвертый семестр, зачет с оценкой

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (Лаборатории ТГУ, Институт Физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск), Лаборатория медицинских материалов и имплантатов с памятью формы СФТИ (г. Томск), ЦНИИ КМ "Прометей« (г. Санкт-Петербург), ООО НПП «Миц» (г. Томск, г. Новокузнецк), ООО «Нанокерамика» (г. Томск), ООО «Мое керамик-имплантате (г. Томск), Кировоградский завод твердых сплавов, ООО «Конмет» (г. Москва, г. Хабаровск, г. Новосибирск, г. Екатеринбург, г. Краснодар, г. Санкт-Петербург, г. Владивосток) и др.).

Способы проведения: стационарная или выездная (планируемые места проведения: Лаборатории ТГУ, Институт Физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск), Лаборатория медицинских материалов и имплантатов с памятью формы СФТИ (г. Томск),

ЦНИИ КМ "Прометей« (г. Санкт-Петербург), ООО НПП «Миц» (г. Томск, г. Новокузнецк), ООО «Нанокерамика» (г. Томск), ООО «Мойе керамик-имплантате (г. Томск), Кировоградский завод твердых сплавов, ООО «Конмет» (г. Москва, г. Хабаровск, г. Новосибирск, г. Екатеринбург, г. Краснодар, г. Санкт-Петербург, г. Владивосток) и др).  
Форма проведения: путем чередования с реализацией иных компонентов ОПОП в соответствии с календарным графиком и учебным планом.  
Общая трудоемкость практики составляет 25 з.е., 900 ч.  
Продолжительность практики составляет 16 нед. 4 дня