

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан



Ю.Н. Рыжих

« 06 » 2024 г.

Аннотация к рабочим программам дисциплин (модулей) и практик

по направлению подготовки

16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки:

Компьютерный инжиниринг высокоэнергетических систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2024

Б1.О.01 Математическое моделирование в физических процессах

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

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

лекции: 8 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Уравнения математической технической физики. Система уравнений Навье-Стокса. Система уравнений газовой динамики. Система уравнений низкотемпературной плазмы. Уравнения теплофизики.

Тема 2. Постановка задач для уравнений Навье-Стокса. Уравнения Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса. Постановка типичных задач. Теоремы единственности.

Тема 3. Постановка задач для уравнений газовой динамики. Характеристики одномерных нестационарных уравнений. Постановка задач для одномерных нестационарных уравнений газовой динамики. Характеристики двухмерных стационарных уравнений. Постановка двухмерных стационарных задач.

Тема 4. Постановка задач для уравнений теплопроводности и диффузии многокомпонентных сред. Теоремы единственности для решения задач теплопроводности и диффузии. Особенности постановки задач теплообмена в средах с разрывом параметров. Постановка граничных условий при диффузии многокомпонентных сред.

Тема 5. Постановка задач для течений газа и жидкости с частицами. Уравнения движения и теплообмена частиц в жидкости и газе. Система уравнений двухфазного течения газа с частицами и ее характеристические свойства. Постановки задач для этой системы.

Тема 6. Численные методы решения задач математической физики и постановки задач. Понятие корректно поставленной задачи. Аппроксимация и устойчивость численного решения. Теорема Лакса. Ошибки аппроксимации и их роль в сходимости численного решения к точному решению поставленной задачи. Связь требований корректности поставленной задачи с ее численным решением.

Б1.О.02 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.03 Физико-химическая гидродинамика

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

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

лекции: 12 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Общие сведения классической гидродинамики.

- Тема 2. Конвективная диффузия в жидкостях.
Тема 3. Капиллярное движение.
Тема 4. Волны на поверхности жидкости.
Тема 5. Движение жидкости в тонких пленках.

Б1.О.04 Пакеты прикладных программ

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

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

лекции: 24 ч.

практические занятия: 24 ч.

Тематический план:

Тема 1. Настройка окружения.

Тема 2. Salome Geometry.

Тема 3. Salome Mesh.

Тема 4. icoFoam OpenFOAM.

Тема 5. damBreak OpenFOAM и Salome.

Тема 6. hopper OpenFOAM.

Тема 7. blockMesh OpenFOAM дорожка Кармана.

Тема 8. rhoPimpleFoam OpenFOAM сопло и струя.

Тема 9. motorBike OpenFOAM simpleFoam.

Тема 10. snappyHexMesh OpenFOAM.

Б1.О.05 Процессы теплопередачи в технических устройствах

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

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

лекции: 10 ч.

практические занятия: 18 ч.

Тематический план:

Тема 1. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Турбулентный перенос тепла. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах, при свободном движении жидкости, при течении газа с большой скоростью.

Тема 2. Теплоотдача при фазовых и химических превращениях. Теплообмен при конденсации пара. Теплообмен при кипении жидкости.

Тема 3. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена. Тепло- и массоотдача. Критерии подобия. Тройная аналогия. Теплообмен излучением между твердыми телами, расположенными в прозрачной среде. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах.

Тема 4. Теплообменные аппараты. Холодильные машины. Конденсаторы. Испарители. Градирни. Теплообменные устройства. Воздухоохлаждаемые теплообменники. Тепловые трубы. Топки и камеры сгорания. Сушильные установки. Теплообмен в РДТТ, в ЖРД, в ДВС, в АУ, в котлах.

Б1.О.06 Введение в аддитивные технологии

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

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

практические занятия: 20 ч.

Тематический план:

Тема 1. Понятие аддитивных технологий. Ресурсоемкость и экологичность аддитивных технологий.

Тема 2. Виды аддитивных технологий. Перспективы дальнейшего развития аддитивных технологий.

Тема 3. Методы построения твердотельных моделей деталей в САПР Компас – 3D.

Тема 4. Создание 3D модели технологического устройства.

Б1.О.07 Лаборатория по теплопередаче

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лабораторные: 28 ч.

Тематический план:

Тема 1. Конвективный теплообмен

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения».

Лабораторная работа «Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от схемы движения теплоносителей».

Лабораторная работа «Определение передаваемой тепловой мощности кожухотрубного теплообменника в зависимости от схемы движения теплоносителей».

Лабораторная работа «Определение характеристик воздушно-водяного теплообменника».

Тема 2. Свободная и вынужденная конвекция.

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплоотдачи цилиндра при стационарной конвекции».

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплоотдачи пластины при стационарной конвекции».

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплоотдачи шара при стационарной конвекции».

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплоотдачи цилиндра при обдуве».

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплоотдачи пластины при обдуве».

Лабораторная работа «Определение коэффициента теплоотдачи шара при обдуве».

Б1.О.08 Теория тепло-и массообмена

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

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

лабораторные: 20 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Теория теплопроводности.

Тема 2. Конвективный теплообмен.

- Тема 3. Теплоотдача при фазовых и химических превращениях.
Тема 4. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах.
Тема 5. Теплообмен излучением.
Тема 6. Численные методы решения задач тепломассопереноса.

Б1.О.09 Основы порошковой металлургии

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, экзамен

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.О.10 Вычислительные технологии и численные методы решения задач тепломассопереноса

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

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

лекции: 14 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Численные методы решения задач теплопроводности. Способы задания неравномерных сеток.

Тема 2. Численные методы решения многомерных задач теплопроводности. Метод покоординатного расщепления. Метод продольно-поперечной прогонки. Разностные схемы для решения трехмерных задач.

Тема 3. Численные методы решения задач кондуктивно- конвективного теплопереноса. Построение схем второго порядка точности по пространству.

Тема 4. Обзор методов решения сопряженных задач гидро-газодинамики, макрокинетики, теплофизики.

Тема 5. Современные пакеты прикладных программ для решения задач тепло и массопереноса. Численное моделирование тепловых процессов в высокоэнергетических устройствах. Численное моделирование тепловых процессов в теплообменных аппаратах.

Б1.О.11 Процессы и аппараты в порошковой и химической технологии

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Основы гидравлики. Перемещение жидкостей. Насосы.

Тема 2. Разделение неоднородных систем. Отстаивание. Фильтрование. Центрифугирование.

Тема 3. Основы теплопередачи в химической аппаратуре.

Тема 4. Нагревание. Охлаждение. Конденсация.

Тема 5. Измельчение твердых материалов.

Тема 6. Сепарация и фракционная классификация мелкодисперсных порошков.

Тема 7. Дозирование, смешение и сушка сыпучих материалов.

Тема 8. Основы массопередачи.

Тема 9. Адсорбция. Абсорбция. Десорбция.

Тема 10. Перегонка жидкостей. Дистилляция. Ректификация.

Б1.О.12 Вычислительная гидродинамика

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Основные понятия теории разностных схем.

Тема 2. Основные приёмы построения разностных схем.

Тема 3. Методы исследования устойчивости разностных схем.

Тема 4. Разностные схемы для расчета обобщенных решений.

Тема 5. Методы расчёта течений без ударных волн.

Тема 6. Двухшаговые схемы типа Лакса-Вендроффа для нестационарных уравнений газовой динамики.

Тема 7. Метод Годунова для решения задач газовой динамики.

Тема 8. Методы расщепления.

Б1.О.13 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.В.ДВ.01.01.01 Химическая физика теплового взрыва, зажигания и горения высокоэнергетических веществ

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль **Название модуля 1**.

Первый семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 20 ч.

Тематический план:

Тема 1. Стационарная теория теплового взрыва Н.Н. Семенова.

Тема 2. Стационарная теория теплового взрыва Д.А. Франк-Каменецкого.

Тема 3. Нестационарная теория теплового взрыва.

Тема 4. Теория зажигания высокоэнергетических веществ (ВВ) накаленной поверхностью.

Тема 5. Теория зажигания ВВ лучистым потоком.

Тема 6. Теория ламинарного распространения пламени в газах.

Б1.В.ДВ.01.01.02 Методы экспериментального исследования характеристик высокоэнергетических материалов

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Макрокинетика горения высокоэнергетических материалов».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

лабораторные: 12 ч.

практические занятия: 12 ч.

Тематический план:

Тема 1. Введение в курс. Современные методы экспериментального исследования физико-кинетических характеристик высокоэнергетических материалов (ВЭМ). Компоненты ВЭМ.

Тема 2. Методы исследования дисперсного состава компонентов ВЭМ. Определение гранулометрического состава. Определение удельной поверхности порошков методом БЭТ. Определение физико-химических характеристик порошка алюминия. Исследование характеристик термического разложения компонентов ВЭМ.

Тема 3. Методы зажигания ВЭМ: кондуктивный метод, лучистое зажигание, лазерное зажигание.

Тема 4. Методы определения стационарной скорости горения в широком диапазоне давлений.

Тема 5. Определение законов горения ВЭМ.

Тема 6. Диагностика дисперсности и химического состава продуктов сгорания ВЭМ.

Тема 7. Методика расчета компонентного состава ВЭМ.

Тема 8. Методика термодинамического расчета энергетических характеристик ВЭМ.

Тема 9. Программный комплекс "TERRA".

Б1.В.ДВ.01.01.03 Газодинамические основы внутрикамерных процессов

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Макрокинетика горения высокоэнергетических материалов».

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 18 ч.

Тематический план:

Тема 1. Цели и задачи изучения курса. Основные процессы артиллерийского выстрела.

Тема 2. Современные проблемы и задачи внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 3. Основы теории горения порохов.

Тема 4. Решение основной задачи внутренней баллистики на основе классической модели.

Тема 5. Газодинамические модели внутренней баллистики.

Тема 6. Задача Лагранжа.

Тема 7. Модель выстрела на основе односкоростной газопороховой смеси.

Тема 8. Численные методы внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 9. Схема интегрирования системы уравнений для модели односкоростной газопороховой смеси.

Тема 10. Численное решение сопряженных задач внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 11. Модель выстрела на основе двухскоростной газопороховой смеси.

Тема 12. Модель выстрела с полидисперсным пороховым зарядом и диспергирующимися моноблоками.

Б1.В.ДВ.01.01.04 Основы динамики двухфазных потоков

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Макрокинетика горения высокоэнергетических материалов».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Общие понятия и определения.

Тема 2. Двухфазные потоки в изобарических условиях.

Тема 3. Двухфазные потоки в неизобарических условиях.

Тема 4. Моделирование двухфазных течений в энергетических устройствах с использованием коммерческого прикладного пакета Ansys Fluent.

Б1.В.ДВ.01.01.05 Нестационарные режимы горения конденсированных систем

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Макрокинетика горения высокоэнергетических материалов».

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Классификация нестационарных режимов горения конденсированных систем.

Тема 2. Стационарный режим горения конденсированных систем.

- Тема 3. Феноменологическая теория нестационарного горения конденсированных систем.
Тема 4. Экспериментальные методы исследования нестационарной скорости горения.
Тема 5. Процессы гашения конденсированных систем.
Тема 6. Горение конденсированных систем в условиях обдувающего потока.
Тема 7. Неустойчивые режимы горения конденсированных систем.
Тема 8. Горение конденсированных систем в поле перегрузок.
Тема 9. Регулируемые РДТТ.
Тема 10. Современные подходы к моделированию нестационарного горения конденсированных систем.

Б1.В.ДВ.01.02.01 Математическое моделирование в задачах аддитивных технологий

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Аддитивные технологии и компьютерное моделирование в технической физике».

Первый семестр, зачет

Язык реализации – русский.

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

лекции: 10 ч.

практические занятия: 20 ч.

Тематический план:

Тема 1. Теоретические основы моделирования. Инженерные методы расчетов, их точность и достоверность. Математическая постановка задач аддитивных технологий. Математическое моделирование процессов аддитивных газофазных технологий.

Тема 2. Практические примеры математического моделирования. Основные принципы математического моделирования гидродинамических процессов. Тепловые и массообменные процессы, их моделирование и интенсификация. Моделирование химико-технологических процессов, используемых в аддитивных технологиях.

Б1.В.ДВ.01.02.02 Механика неньютоновской жидкости

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Аддитивные технологии и компьютерное моделирование в технической физике».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

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

лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Классификация неньютоновских жидкостей.

Тема 2. Одномерные модели вязкоупругих жидкостей.

Тема 3. Неньютоновские жидкости с реологическими характеристиками, независящими от времени.

Тема 4. Неньютоновские жидкости, реологические характеристики которых зависят от времени.

Тема 5. Ламинарное течение неньютоновских жидкостей в трубах и каналах.

Тема 6. Турбулентное течение реологически стационарных жидкостей.

Тема 7. Теплообмен при ламинарном течении неньютоновской жидкости.

Тема 8. Теплообмен при турбулентном течении в трубе.

Б1.В.ДВ.01.02.03 Основы аддитивных технологий

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Аддитивные технологии и компьютерное моделирование в технической физике».

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 18 ч.

Тематический план:

Тема 1. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.

Тема 2. Терминология и классификация аддитивных технологий, характеристика рынка.

Тема 3. Технологии и машины для выращивания металлических изделий.

Тема 4. Аддитивные технологии в литейном производстве.

Тема 5. Аддитивные технологии в порошковой металлургии.

Тема 5. Освоение технологии 3D-печати изделий из полимерных материалов.

Тема 6. Изучение механического поведения изделий, связанных с особенностями 3D-печати.

Б1.В.ДВ.01.02.04 Проблемы турбулентности в аддитивной газовой технологии

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Аддитивные технологии и компьютерное моделирование в технической физике».

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Основы моделирования турбулентности.

Энергетический спектр турбулентности. Трудности прямого численного моделирования.

Модели турбулентности: достоинства и недостатки.

Тема 2. Метод моделирования крупных вихрей.

Проблемы фильтрации уравнений. Выбор подсеточной модели турбулентности.

Гибридные методы. Метод отсоединенных вихрей. Проблемы пристеночной области течения.

Тема 3. Новые гибридные методы моделирования турбулентности.

Вопросы согласования границы областей с разными моделями расчета турбулентных течений.

Б1.В.ДВ.01.02.05 Численные методы в механике сплошной среды

Элективная дисциплина. Дисциплина входит в модуль «Аддитивные технологии и компьютерное моделирование в технической физике».

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Обобщенные криволинейные координаты.

Тема 2. Построение криволинейной системы координат.

Тема 3. Построение КСК при помощи алгебраического отображения.

Тема 4. Построение КСК на основе решения уравнения в частных производных.

Тема 5. Методы решений уравнений Эйлера.

Тема 6. Приемы и методы решений уравнений пограничного слоя.

Тема 7. Приемы и методы решений уравнений сжимаемого вязкого газа.

Тема 8. Приемы и методы решений уравнений несжимаемого вязкого газа.

Б2.О.01.01(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Вид: учебная.

Тип: Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Практика обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр двойных технологий «Союз» (ФГУП «ФЦДТ «Союз», НИИ ПММ, НИ ТГУ, РФЯЦ – ВНИИТФ, ВНИИЭФ, ИПХЭТ СОРАН, ФНПЦ «Алтай», ТНЦ СО РАН, АО "ТомскНИПИнефть"). Способы проведения: стационарная или выездная (указать планируемые места проведения: Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр двойных технологий «Союз» (ФГУП «ФЦДТ «Союз», НИИ ПММ, НИ ТГУ, РФЯЦ – ВНИИТФ, ВНИИЭФ, ИПХЭТ СОРАН, ФНПЦ «Алтай», ТНЦ СО РАН, АО "ТомскНИПИнефть").

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 с оценкой

Третий семестр, зачет с оценкой

Четвертый семестр, зачет с оценкой

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр двойных технологий «Союз» (ФГУП «ФЦДТ «Союз», НИИ ПММ, НИ ТГУ, РФЯЦ – ВНИИТФ, ВНИИЭФ, ИПХЭТ СОРАН, ФНПЦ «Алтай», ТНЦ СО РАН, АО "ТомскНИПИнефть"). Способы проведения: стационарная или выездная (планируемые места проведения: Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр двойных технологий «Союз» (ФГУП «ФЦДТ «Союз», НИИ ПММ, НИ ТГУ, РФЯЦ – ВНИИТФ, ВНИИЭФ, ИПХЭТ СОРАН, ФНПЦ «Алтай», ТНЦ СО РАН, АО "ТомскНИПИнефть" и др.).

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

Общая трудоемкость практики составляет 48 з.е., 1 728 ч.

Продолжительность практики составляет: 32 нед.