

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа учебной практики

**Научно-исследовательская работа**  
**(получение первичных навыков научно-исследовательской работы)**

по направлению подготовки

**16.03.01 Техническая физика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Э.Р. Шрагер

Ю.Н. Рыжих

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

## 1. Цель практики

Целью учебной практики является получение обучающимися первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, направленное на формирование следующих компетенций:

- 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 аппарат и современные компьютерные технологии;
- ОПК-3 – Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально-правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов профессиональной деятельности и процессов на основе оценки их эффективности и результатов;
- ОПК-4 – Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- ОПК-5 – Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности;
- ОПК-6 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, аргументировано защищать результаты выполненной работы;
- ОПК-7 – Способен нести ответственность за принятие решений по части или всем сложным видам инженерной деятельности;
- ОПК-8 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач;
- БК-1 – Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности;
- БК-2 – Способен использовать этические принципы в профессиональной деятельности;
- БК-3 – Способен использовать принципы и средства профессиональной коммуникации для эффективного взаимодействия.

## 2. Задачи практики

- углубление и расширение теоретических знаний, умений и навыков, полученных студентами в процессе теоретического обучения по общим и профессиональным дисциплинам (ОПК-1, ОПК-2);
- применение на практике знаний, умений и навыков, приобретенных в процессе обучения (ОПК-2);
- получение опыта самостоятельной профессиональной деятельности, овладение умениями и навыками самостоятельного решения поставленных научным руководителем задач (ОПК-6, ОПК-7);
- поиск, систематизация и изучение учебной, научной и специальной литературы, сбор и обработка материалов, необходимых для составления отчета по практике (ОПК-4);
- приобретение новых и развитие имеющихся навыков в работе с современными информационными технологиями в области технической физики (ОПК-2, ОПК-5, ОПК-8, БК-1);
- формирование представления о будущей профессии (ОПК-3, ОПК-5, ОПК-7);
- совершенствование и дальнейшее развитие навыков работы в коллективе (БК – 2, БК-3).

– развитие навыков оформления отчетных материалов по итогам практики и защиты отчета (ОПК-6).

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

Практика относится к Блоку 2 «Практика».

Практика относится к обязательной части образовательной программы.

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

Третий семестр, зачет;

Четвертый семестр, зачет;

Пятый семестр, зачет.

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

Научно-исследовательская работа базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных во время прохождения Ознакомительной практики, а также при изучении всех дисциплин, освоенных на момент прохождения практики.

### **6. Способы и формы проведения практики**

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (ФГУП «ФЦДТ «Союз», НИИ ПММ, НИ ТГУ, РФЯЦ – ВНИИТФ, ВНИИЭФ, ИПХЭТ СОРАН, ФНПЦ «Алтай», ТНЦ СО РАН, АО «ТомскНИПИнефть» и др.

Способы проведения: стационарная, выездная в указанных выше организациях.

Форма проведения: непрерывно в соответствии с календарным графиком и учебным планом.

### **7. Объем и продолжительность практики**

Объем практики составляет 9 зачётных единицы, 324 часов, из которых:

– практические занятия: 72 ч.;

– иная контактная работа: 132 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

Практика проводится в форме практической подготовки.

Продолжительность практики составляет 6 недель.

### **8. Планируемые результаты практики**

Результатами прохождения практики 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 компьютерных 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 компьютерные технологии;

– РООПК-3.1 – Знает принципы планирования, разработки текущих и перспективных планов развития профессиональной сферы;

– РООПК-3.2 – Умеет выбирать средства и технологии, в том числе с учетом последствий в профессиональной сфере, определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования;

- РООПК-4.1 – Знает принципы построения технического задания;
- РООПК-4.2 – Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно конструкторской документации; оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами;
- РООПК-5.1 – Знает методику учета современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности;
- РООПК-5.2 – Умеет учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности;
- 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-7.1 – Знает оценки эффективности результатов профессиональной деятельности;
- РООПК-7.2 – Умеет выбирать средства и технологии, в том числе с учетом последствий их применения в профессиональной сфере, определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования;
- РООПК-8.1 – Знает методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации;
- РООПК-8.2 – Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации;
- РОБК-1.1 – Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности;
- РОБК-1.2 – Умеет применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы;
- РОБК-2.1 – Знает основы и принципы профессиональной этики в соответствующей области профессиональной деятельности;
- РОБК-2.2 – Умеет проектировать решение профессиональных задач с учетом принципов профессиональной этики;
- РОБК-3.1 – Знает средства, функции и принципы профессиональной коммуникации;
- РОБК-3.2 – Умеет выстраивать профессиональную коммуникацию; представлять результаты своей работы с учетом норм и правил принятых в профессиональном сообществе.

## 9. Содержание практики

Этапы практики	Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью	Часы всего (в т.ч. контактные)
1. Организационный	1. Проведение собрания по организации практики: <ul style="list-style-type: none"> <li>– знакомство с целями, задачами, требованиями к практике и формами отчетности по практике (программой практики);</li> <li>– знакомство с графиком проведения практики;</li> <li>– подготовка дневников практиканта.</li> </ul> (РОБК-2.1, РОБК-2.2) 2. Инструктаж по технике безопасности при переезде к месту прохождения практики (при выезде в другой населенный пункт).	4 (2)

2. Ознакомительный	1. Знакомство с правилами внутреннего распорядка и иными локальными нормативными актами ТГУ / профильной организации. 2. Инструктаж по технике безопасности и охране труда, соблюдению правил противопожарной безопасности, санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов в ТГУ / профильной организации. 3. Формулировка цели и задач учебной практики, составление индивидуального плана работы и списка необходимой литературы (РООПК-2.1, РООПК-2.2, РООПК-3.1).	4 (2)
3. Теоретический	1. Изучение современного состояния вопроса по тематике учебной практики, работа с литературой (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-8.1, РООПК-8.2). 2. Выбор и изучение методов решения поставленных задач (РООПК-2.1, РООПК-2.2, РООПК-3.2). 3. Знакомство с современными информационными системами в области технической физики (РООПК-5.1, РООПК-5.2, РООПК-7.2, РОБК-1.1, РОБК-1.2). 4. Подготовка отчетных материалов по теоретической части учебной практики и обсуждение их на семинарах или с научным руководителем (РООПК-4.1, РООПК-4.2, РООПК-7.1).	108 (72)
4. Практический	1. Выполнение практических заданий в соответствии с планом учебной практики (РООПК-6.1, РООПК-6.2). 2. Анализ полученных результатов (РООПК-2.1, РООПК-2.2). 3. Консультации с научным руководителем учебной практики (РОБК-2.1, РОБК-2.2, РОБК-3.1, РОБК-3.2).	204 (150)
5. Заключительный	1. Подготовка отчета и презентации по результатам учебной практики (РООПК-4.1, РООПК-4.2). 2. Защита отчета по итогам практики (РОБК-3.1, РОБК-3.2).	4 (2)
	ИТОГО:	324 (204)

### 10. Формы отчетности по практике

По итогам прохождения практики обучающиеся в срок до завершения периода практики по календарному графику предоставляют руководителю практики от ТГУ. По завершению практики обучающийся должен предоставить:

- заполненный дневник практики;
- отчет о прохождении практики, оформленный в соответствии с требованиями к НИР <https://www.lib.tsu.ru/ru/oformlenie-rabot-i-spiskov-literatury> ;  
<https://tsu.ru/upload/medialibrary/9ff/metodicheskie-ukazaniya-k-oformleniyu-rabot-obuchayushchikhsya-ni-tgu.pdf>

– презентацию по результатам практики.

## **11. Организация промежуточной аттестации обучающихся**

### **11.1 Порядок и форма проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета путем публичной защиты обучающимися индивидуальных отчетов о прохождении практики на итоговом учебном занятии перед комиссией из не менее трех научно-педагогических работников, включая руководителя практики от ТГУ.

### **11.2 Процедура оценивания результатов обучения**

Оценка сформированности результатов обучения осуществляется руководителем практики и комиссией на основе анализа предоставленных отчетных документов, выступления обучающегося и его ответов на вопросы. Оценка руководителя практики от профильной организации носит рекомендательный характер. При необходимости организуется закрытое заседание комиссии для обсуждения итоговой оценки.

### **11.3 Критерии оценивания результатов обучения**

Результаты прохождения практики определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «Зачтено» выставляется, если индивидуальное задание выполнено в полном объеме, обучающийся проявил высокий уровень самостоятельности и творческий подход к его выполнению; освоены компетенции по производственной практике; отчетные документы обучающийся подготовил в соответствии с требованиями и продемонстрировал необходимый уровень знаний при устной защите отчета и ответах на вопросы.

Оценка «Не зачтено» - задание выполнено лишь частично, имеются многочисленные замечания по оформлению собранного материала, компетенции не освоены.

## **12. Учебно-методическое обеспечение**

а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по практике.

б) Методические указания по подготовке отчета по практике.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## **13. Перечень рекомендованной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Франк-Каменецкий Д.А. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. Долгопрудный: 2008. 408с.;

2. Буркина Р.С., Прокофьев В.Г. Основы химической кинетики: учебное пособие. – Томск: Издательский дом Томского государственного университета. 2016. -112 с.

3. Коробейничев О.П. Физика и химия горения: Учеб. пособие. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2011, 250 с.

4. Ассовский И.Г. Физика горения и внутренняя баллистика. – М., «Наука», 2005, 357 с.

5. Штейнберг А.С. Быстрые реакции в энергоемких системах. – М.: «Физматлит», 2006, 208 с.

6. Вилюнов В.Н. Теория зажигания конденсированных веществ. - Новосибирск, "Наука", 1984, 187 с.

7. Высоцкий Л.И., Коперник Г.Р., Высоцкий И.С. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости.- Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 64 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44842)

8. Научные статьи из журналов «Физика горения и взрыва», «Теплофизика и аэромеханика», «Инженерно-физический журнал».

9. Миньков, Л. Л., Шрагер, Э. Р. Численные методы решения одномерных нестационарных уравнений газовой динамики / Л. Л. Миньков, Э. Р. Шрагер. – Томск : Изд-во Томского государственного университета, 2016.

10. Флетчер, К. Вычислительные методы в динамике жидкостей : в 2 т. / К. Флетчер; пер. с англ. – Москва : Мир, 1991.

11. Роуч, П. Вычислительная гидродинамика / П. Роуч ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1980.

12. Численное решение многомерных задач газовой динамики / под ред. С. К. Годунова. – Москва : Наука, 1976.

13. Андерсон, Д., Таннехилл, Дж., Плетчер, Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен / Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1990. – 328 с.

14. Самарский, А. А., Вабищевич, П. Н. Аддитивные схемы для задач математической физики / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич. – Москва : Наука, 2001. – 319 с.

15. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики / Г. И. Марчук. – Москва : Наука, 1989. – 536 с.

16. Берковский, Б. М., Ноготов, Е. Ф. Разностные методы исследования задач теплообмена / Б. М. Берковский, Е. Ф. Ноготов. – Минск : Наука и техника, 1976. – 144 с.

17. Арутюнов, В. А., Капитанов, В. А., Левицкий, И. А., Шибалов, С. Н. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей. Лабораторный практикум / В. А. Арутюнов, В. А. Капитанов, И. А. Левицкий, С. Н. Шибалов. – Москва : МИСиС, 2007. – 136 с.

18. Луканин, В. Н., Шатров, М. Г. и др. Теплотехника : учебник / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров и др. – Москва : Высшая школа, 2009. – 671 с.

19. Самарский, А. А., Николаев, Е. С. Методы решения сеточных уравнений / А. А. Самарский, Е. С. Николаев. – Москва : Наука, 1978. – 592 с.

20. Пасконов, В. М., Полежаев, В. И., Чудов, Л. А. Численное моделирование процессов тепло-массообмена / В. М. Пасконов, В. И. Полежаев, Л. А. Чудов. – Москва : Наука, 1984. – 288 с.

21. Липанов, А. М. Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред / А. М. Липанов. – Москва : Наука, 2011. – 543 с.

22. Райзер, Ю. П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков / Ю. П. Райзер. – Москва : Инфра-М, 2011. – 432 с.

23. Данилов, Н. Н. Математическое моделирование : учебное пособие / Н. Н. Данилов. – Кемерово : Издательство КемГУ, 2014. – 98 с.

24. Горлач, Б. А., Шахов, В. Г. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 292 с.

25. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики / В. С. Владимиров. – Москва : Наука, 2003. – 500 с.

26. Тихонов, А. Н., Самарский, А. А. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – Москва : Наука, 1977. – 735 с.

б) дополнительная литература:

1. Зельдович, Я. Б., Баренблатт, Г. И., Либрович, В. Б., Махвиладзе, Г. И. Математическая теория горения и взрыва / Я. Б. Зельдович, Г. И. Баренблатт, В. Б. Либрович, Г. И. Махвиладзе. – Москва : Наука, 1980. – 478 с.

2. Зельдович, Я. Б. Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика / Я. Б. Зельдович. – Москва : Наука, 1984. – 374 с.

3. Худяев, С. И. Пороговые явления в нелинейных уравнениях / С. И. Худяев. – Москва : Физматлит, 2003. – 272 с.
4. Коробейничев, О. П. Химическая физика горения / О. П. Коробейничев. – Новосибирск : Новосиб. гос. ун-т, 2003. – 163 с.
5. Штиллер, В. Уравнение Аррениуса и неравновесная кинетика / В. Штиллер ; пер. с англ. – Москва : Мир, 2000. – 176 с.
6. Теория горения и взрыва / под ред. Ю. В. Фролова. – Москва : Наука, 1981. – 412 с.
7. Теория горения порохов и взрывчатых веществ / под ред. О. И. Лейпунского, Ю. В. Фролова. – Москва : Наука, 1982. – 336 с.
8. Зельдович, Я. Б. Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика / Я. Б. Зельдович. – Москва : Наука, 1984. – 374 с.
9. Нигматулин, Р. И. Динамика многофазных сред. Ч. 1 / Р. И. Нигматулин. – Москва : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 464 с.
10. Нигматулин, Р. И. Динамика многофазных сред. Ч. 2 / Р. И. Нигматулин. – Москва : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 360 с.
11. Барилевич, В. А. Основы термогазодинамики двухфазных потоков и их численное решение / В. А. Барилевич. – 2-е изд. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 472 с.
12. Лабунцов, Д. А., Ягов, В. В. Механика двухфазных систем : учебное пособие для вузов / Д. А. Лабунцов, В. В. Ягов. – Москва : Издательство МЭИ, 2000. – 374 с.
13. Пирумов, У. Г., Росляков, Г. С. Численные методы газовой динамики / У. Г. Пирумов, Г. С. Росляков. – Москва : Высшая школа, 1987.
14. Самарский, А. А. Введение в теорию разностных схем / А. А. Самарский. – Москва : Наука, 1971.
15. Рождественский, Б. Л., Яненко, Н. Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике / Б. Л. Рождественский, Н. Н. Яненко. – Москва : Наука, 1978. – 668 с.
16. Миньков, Л. Л., Шрагер, Э. Р. Компьютерное моделирование нестационарных газодинамических процессов / Л. Л. Миньков, Э. Р. Шрагер. – Томск, 2009. – Электронное учебное пособие.
17. Годунов, С. К. Уравнения математической физики / С. К. Годунов. – Москва : Наука, 1974. – 416 с.
18. Курант, Р., Гильберт, Д. Уравнения математической физики / Р. Курант, Д. Гильберт. – Москва : ОГИЗ, 1945. – 620 с.
19. Шварц, Л. Математические методы для физических наук / Л. Шварц ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1965. – 412 с.
20. Рихтмайер, Р. Принципы современной математической физики / Р. Рихтмайер ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1982. – 486 с.
21. Курант, Р., Фридрихс, К. Сверхзвуковые течения и ударные волны / Р. Курант, К. Фридрихс ; пер. с англ. – Москва : Изд-во Ин. лит., 1958. – 560 с.
22. Юдаев, Б. Н. Теплопередача / Б. Н. Юдаев. – Москва : Высшая школа, 1981. – 319 с.
23. Петухов, Б. С. Вопросы теплообмена / Б. С. Петухов. – Москва : Наука, 1987. – 280 с.
24. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – Москва : Высшая школа, 1967. – 600 с.
25. Кутателадзе, С. С., Накоряков, Е. Н. Тепломассообмен и волны в газожидкостных системах / С. С. Кутателадзе, Е. Н. Накоряков. – Новосибирск : Наука, 1984. – 302 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Аналитические отчеты ИЦ НТИ: <https://experts.nti.work/analytical-reports>



#### **14. 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/>

#### **15. Материально-техническая база проведения практики**

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.

Материально-техническая база университета, включающая учебные и научные лаборатории физико-технического факультета (лаборатория нанотехнологий металлургии, научно-исследовательская лаборатория высокоэнергетических и специальных материалов и др.).

Материально-техническая база профильной организации, включая перечень помещений, предоставленных профильной организацией в соответствии с приложением 2 к договору о практической подготовке обучающихся.

#### **16. Информация о разработчиках**

Крайнов Алексей Юрьевич, д.ф.м.н., проф., кафедра математической физики, заведующий кафедрой