

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа производственной практики

Преддипломная практика

по направлению подготовки / специальности

24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

Баллистика ракетно-ствольных систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

К.С. Рогаев

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

1. Цель практики

Целью производственной (преддипломной) практики является выполнение выпускной квалификационной работы, направленной на формирование следующих компетенций:

- УК-1 – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- УК-2 – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- УК-6 – Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;
- ОПК-1 – Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;
- ОПК-2 – Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий;
- ОПК-3 – Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы;
- ОПК-4 – Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов;
- ОПК-5 – Способен осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;
- ОПК-6 – Способен разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров;
- ОПК-7 – Способен анализировать и обобщать результаты физического и численного моделирования, обоснованно выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов;
- ПК-1 – Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований;
- ПК-2 – Способен применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата;
- ПК-3 – Способен разрабатывать методики исследования динамических характеристик при моделировании движения летательных аппаратов;
- ПК-4 – Способен к проведению научных исследований в целях поиска методик решения баллистических задач создания новых объектов и систем.

2. Задачи практики

- развитие у студентов четкого представления об основных подходах к решению профессиональных задач в выбранном направлении;
- развитие профессионального научно-исследовательского мышления магистрантов, формирование навыков проведения экспериментальных исследований в выбранном направлении научно-исследовательской работы, в том числе в производственных условиях;
- развитие навыков проведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий;
- совершенствование умения обработки и интерпретации полученных экспериментальных данных с привлечением современных информационных технологий;
- умение обосновывать математические модели профессиональных задач, развивать способы их решения, анализировать физический смысл полученного математического результата.

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

Четвертый семестр, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения практики

Для успешного освоения практики требуются результаты обучения по базовым и элективным дисциплинам учебного плана, формирующим профессиональные компетенции.

6. Способы и формы проведения практики

Практика проводится на базе ТГУ, НИИ ПММ ТГУ или на базе профильной организации (Ракетно-космическая корпорация «Энергия» (Королёв), АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва» (Красноярск), Космодром «Восточный» (Циолковский), Сибирский НИИ авиации (Новосибирск), АО «Уральский завод гражданской авиации (Екатеринбург), НПК «КБ Машиностроение» (Коломна), Федеральный центр двойных технологий «Союз» (Дзержинск), Институт проблем химической физики РАН (Черноголовка), Всероссийский научно-исследовательский институт теоретической (экспериментальной) физики (Екатеринбург, Нижний Новгород), БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова (Санкт-Петербург)). 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 21 зачётная единица, 756 часов, из которых:

- практические занятия: 8 ч.;
- иная контактная работа: 44 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

Практика проводится в форме практической подготовки.

Продолжительность практики составляет 14 недель.

8. Планируемые результаты практики

Результатами прохождения практики являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИУК-1.1 – Выявляет проблемную ситуацию, на основе системного подхода осуществляет её многофакторный анализ и диагностику;
- ИУК-1.2 – Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации;
- ИУК-1.3 – Предлагает и обосновывает стратегию действий с учетом ограничений, рисков и возможных последствий;
- 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;
- ИУК-6.1 – Разрабатывает стратегию личностного и профессионального развития на основе соотнесения собственных целей и возможностей с развитием избранной сферы профессиональной деятельности;
- ИУК-6.2 – Реализует и корректирует стратегию личностного и профессионального развития с учетом конъюнктуры и перспектив развития рынка труда;
- ИУК-6.3 – Оценивает результаты реализации стратегии личностного и профессионального развития на основе анализа (рефлексии) своей деятельности и внешних суждений;
- ИОПК-1.1 – Знать основные положения математики, естественных и социально-экономических наук;
- ИОПК-1.2 – Уметь развивать полученные знания и применять их для решения нестандартных задач;
- ИОПК-1.3 – Владеть способами адаптации к работе в новой среде;
- ИОПК-2.1 – Знать общие принципы постановки и решения проектных и конструкторских задач;
- ИОПК-2.2 – Уметь ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности в рамках современных информационных технологий;
- ИОПК-2.3 – Владеть навыками использования современных информационных технологий при решении профессиональных задач;
- ИОПК-3.1 – Знать новые научные принципы и методы исследований в области профессиональной деятельности;
- ИОПК-3.2 – Уметь применять на практике новые научные принципы и методы исследований;
- ИОПК-3.3 – Владеть методами поиска и анализа научной и патентной литературы;
- ИОПК-4.1 – Знать методологические основы оценки экономической эффективности технических решений;
- ИОПК-4.2 – Уметь применять критерии и методы технико-экономического обоснования конструктивно-технологических решений;
- ИОПК-4.3 – Владеть навыками анализа себестоимости продукции;
- ИОПК-5.1 – Знать способы генерирования новых идей в профессиональной деятельности;

- ИОПК-5.2 – Уметь разрабатывать и реализовывать новые подходы и методы решения профессиональных задач;
- ИОПК-5.3 – Владеть методологией научного поиска;
- ИОПК-6.1 – Знать передовые методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров;
- ИОПК-6.2 – Уметь разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров;
- ИОПК-6.3 – Владеть навыками анализа влияния аэродинамических и баллистических параметров на характеристики объектов ракетно-космической техники;
- ИОПК-7.1 – Знать способы учета аэродинамических и баллистических параметров ракет и космических аппаратов при физическом и численном моделировании;
- ИОПК-7.2 – Уметь выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов на основе анализа результатов моделирования;
- ИОПК-7.3 – Владеть навыками проведения и анализа результатов физического и численного моделирования;
- ИПК-1.1 – Знает методы анализа научных данных;
- ИПК-1.2 – Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний;
- ИПК-1.3 – Осуществляет организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок;
- ИПК-2.1 – Знает математическое описание законов баллистики и гидроаэродинамики;
- ИПК-2.2 – Умеет составлять математические модели профессиональных задач и находить способы их решения;
- ИПК-2.3 – Осуществляет анализ и интерпретацию результатов математического моделирования;
- ИПК-3.1 – Знает основы теории движения летательных аппаратов;
- ИПК-3.2 – Умеет формулировать аспекты задач исследования, выбирать методы их решения и представлять результаты исследований;
- ИПК-3.3 – Осуществляет моделирование процессов динамики движения, аэродинамики, баллистики и управления полетом летательных аппаратов с учетом сложности систем и на основе современных научных знаний;
- ИПК-4.1 – Знает математические методы разработки алгоритмов моделирования движения летательных аппаратов;
- ИПК-4.2 – Осуществляет разработку алгоритмов решения задач динамики, баллистики и управления полетом объектов.

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: – знакомство с целями, задачами, требованиями к практике и формами отчетности по практике (программой практики); – знакомство с графиком проведения практики; – подготовка дневников практиканта. 2. Инструктаж по технике безопасности при	4 (2)

	переезде к месту прохождения практики (при выезде в другой населенный пункт).	
2. Ознакомительный	1. Знакомство с правилами внутреннего распорядка и иными локальными нормативными актами ТГУ / профильной организации. 2. Ознакомительная экскурсия по профильному предприятию или его подразделению. Вводные лекции сотрудников предприятия. 3. Инструктаж по технике безопасности и охране труда, соблюдению правил противопожарной безопасности, санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов в ТГУ / профильной организации. 4. Формулировка цели и задач преддипломной практики, составление индивидуального плана работы и списка необходимой литературы.	4 (2)
3. Теоретический	1. Изучение современного состояния вопроса по тематике преддипломной практики, работа с литературой. 2. Изучение технологических процессов и регламентов, осуществляемых на рабочем месте обучающегося. 3. Знакомство с современными информационными системами в области баллистики и гидроаэродинамики, применяемыми в профильной организации. 4. Изучение средств автоматизации и автоматизированного технологического оборудования, используемого в профильной организации. 5. Выбор и изучение методов решения поставленных задач. 6. Подготовка отчетных материалов по теоретической части преддипломной практики и обсуждение их с руководителем от организации.	248 (16)
4. Практический	1. Выполнение практических заданий в соответствии с планом преддипломной практики. 2. Анализ полученных результатов. 3. Консультации с руководителем практики от предприятия.	496 (30)
5. Заключительный	1. Подготовка отчета и презентации по результатам преддипломной практики. 2. Защита отчета по итогам практики.	4 (2)
	ИТОГО:	756 (52)

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 с оценкой путем публичной защиты обучающимися индивидуальных отчетов о прохождении практики на итоговом учебном занятии перед комиссией из не менее трех научно-педагогических работников.

11.2 Процедура оценивания результатов обучения

Оценка сформированности результатов обучения осуществляется руководителем практики на основе анализа предоставленных отчетных документов, выступления обучающегося и его ответов на вопросы.

11.3 Критерии оценивания результатов обучения

Результаты прохождения практики в четвертом семестре (форма проведения: зачет с оценкой) определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Оценка «Отлично» - все задания выполнены в полном объеме в соответствии с индивидуальным планом. Представленный материал соответствует предъявляемым требованиям. Обучающийся свободно отвечает на вопросы, связанные с практикой. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, навыки работы в коллективе, организационные способности.

Оценка «Хорошо» - работа выполнена на достаточно высоком профессиональном уровне, но содержит незначительные ошибки или неточности. Обучающийся отвечает на вопросы, связанные с практикой, но недостаточно полно. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи.

Оценка «Удовлетворительно» - уровень недостаточно высок. Допущено много фактических ошибок. Обучающийся может ответить, лишь на некоторые вопросы, заданные по практике. Работа написана несоответствующим стилем, недостаточно полно изложен материал. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется не выполнено полученное задание и не предоставил отчетные документы в требуемом объеме.

12. Учебно-методическое обеспечение

- а) Методические указания по подготовке отчета по практике.
- б) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

13. Перечень рекомендованной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Н.П. Медведева «Экспериментальная баллистика» изд. ТГУ, 2007.
2. П.И. Шкворников, Н.М. Платонов «Экспериментальная баллистика. Приборы и методы баллистических измерений» М.,Оборонгиз.,1953г.
3. Баллистика ствольных систем / РАРАН; В.В. Бурлов и др.; под ред. Л.Н. Лысенко и А.М. Липанова; редкол. серии: В.П. Киреев (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 2006. - 461 с.
4. Серебряков М. Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет: Учебник для втузов / М. Е. Серебряков; Науч. ред. А. Г. Демусяк. - 3-е изд., доп. и перераб. - М. : Оборонгиз, 1962. – 703 с.

5. Русяк И. Г. Внутрикамерные гетерогенные процессы в ствольных системах / И. Г. Русяк, В. М. Ушаков; Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, М-во образования Рос. Федерации. - Екатеринбург : УРО РАН, 2001. - 259 с.: ил.
6. Хоменко Ю. П. Математическое моделирование внутрибаллистических процессов в ствольных системах / Ю. П. Хоменко, А. Н. Ищенко, В. З. Касимов; Томский гос. ун-т, Научно-исслед. ин-т прикладной математики и механики; Под ред. Ю. П. Хоменко. - Новосибирск : Издательство Сибирского отделения Российской академии наук, 1999. - 255
7. Биматов В.И., Савкина Н.В., Тимченко С.В., Фарапонов В.В. Основы экспериментальной внешней баллистики: учеб. пособие / – Томск: STT, 2017. – 122с.
8. Степанов В.П. Внешняя баллистика. Ч.1. Томск: изд. ТГУ, 2011, 738 с.
9. Степанов В. П. Внешняя баллистика. Ч. 2 / В. П. Степанов; Том. гос. ун-т. – Томск: Издательство Том. ун-та, 2011. – 540 с. – URL:
10. Степанов В. П. Внешняя баллистика. Ч. 1,2 / В. П. Степанов; Том. гос. ун-т. – Томск: Издательство Том. ун-та, 2011. – 737 с.
11. Биматов В.И., Савкина Н.В., Тимченко С.В., Фарапонов В.В. Основы экспериментальной внешней баллистики: учеб. пособие / – Томск: STT, 2017. – 122с.
12. Башкин В. А. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики/В. А. Башкин, И. В. Егоров. – М.: Физматлит, 2013. – 331 с.
13. . Бранец В.Н., Севастьянов Н.Н., Федулов Р.В. Лекции по теории систем ориентации, управления движением и навигации//Учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2013. – 310с.
14. Бордовицына Т.В., Авдюшев В.А. Теория движения искусственных спутников Земли. Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. -175с.

б) дополнительная литература:

1. Термогазодинамические основы внутренней баллистики ствольных систем. - Пенза, 1974. - 295 с.
2. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях. - М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1974. - 344 с.
3. Движение ракет: Введение в теорию полета ракет / А. А. Дмитриевский, В. П. Казаковцев, В. Ф. Устинов и др. ; Под ред. А. А. Дмитриевского. – М.: Воениздат, 1968. – 463 с.
4. Гантмахер Ф.Р., Левин Л.М. Теория полета неуправляемых ракет. М: Физматгиз, 1959, 230 с.
5. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Т.1,2. -М.: Высшая школа, 1980. -495с.
6. Абгарян К.А., Рапопорт И.М. Динамика ракет. – М.: Машиностроение 1969.
7. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1,2. – М.: Наука, 1970.
8. Краснов Н. Ф. Аэродинамика: учебник для вузов. Ч. 1. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла / Н. Ф. Краснов. – Изд. 6-е. – Москва: URSS, 2018. 496 с.
9. Краснов Н. Ф. Аэродинамика: учебник для вузов. Ч. 2. Методы аэродинамического расчета / Н. Ф. Краснов. – Москва: URSS, 2021. 412 с.
10. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики: [учебное пособие для вузов] / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – Изд. 5-е, стереотип. – М.: Наука, 1977. – 735 с.
11. Рихтмайер Р. Разностные методы решения краевых задач / Р. Рихтмайер, К. Мортон; под ред. Б. М. Будака, А. Д. Горбунова. – М.: Мир, 1972. – 418с.
12. Мартин Д. Вход в атмосферу. -М.: Мир,1969.

13. Белецкий В.В. Движение ИСЗ относительно центра масс. М.: Наука 1965.

в) ресурсы сети Интернет:

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.
<http://www.consultant.ru>

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 OneNote, 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:

– не требуется

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. В ходе выполнения практики обучающийся может использовать следующее оборудование:

– звуковые аэродинамические трубы кафедры баллистики и гидроаэродинамики (БиГ) ФТФ;

– сверхзвуковая аэродинамическая труба НИИ ПММ ТГУ;

– баллистические стенды кафедры БиГ ФТФ;

– баллистические стенды НИИ ПММ ТГУ;

– измерительно-регистрирующие комплексы кафедры БиГ ФТФ;

– измерительно-регистрирующие комплексы НИИ ПММ ТГУ

– мастерская кафедры БиГ ФТФ.

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

Рогаев Константин Сергеевич, к.ф.-м.н., кафедра баллистики и гидроаэродинамики,
доцент