

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

Научно-исследовательская работа

по направлению подготовки / специальности

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Э.Р. Шрагер

А.В. Шваб

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель практики

Целью производственной практики является получение обучающимися профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности / работы, направленное на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- ОПК-2 – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ход профессиональной деятельности;
- ОПК-3 – Способен самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;
- ОПК-4 – Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции;
- ОПК-5 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
- ОПК-6 – Способен самостоятельно работать в средах современных операционных систем, наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики;
- ОПК-7 – Способен работать с распределенными базами данных, с информацией в глобальных компьютерных сетях, применяя современные информационные технологии;
- ПК-1 – Способен использовать методы математического моделирования тепловых процессов, формулировать задачи компьютерных исследований процессов теплообмена при разработке изделий РКТ;
- ПК-2 – Способен проводить исследования по аэрогидродинамике и процессам теплообмена изделий РКТ с использованием высокопроизводительной компьютерной техники;
- ПК-3 – Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера при разработке новых материалов, технологий и устройств.

2. Задачи практики

- углубление и расширение теоретических знаний, умений и навыков, полученных студентами в процессе теоретического обучения по общим и профессиональным дисциплинам;
- применение на практике знаний, умений и навыков, приобретенных в процессе обучения;
- получение опыта самостоятельной профессиональной деятельности, овладение умениями и навыками самостоятельного решения поставленных научным руководителем задач;
- 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;
- формирование представления о будущей профессии, адаптация к условиям профессиональной деятельности и закрепление интереса к выбранной профессии;
- совершенствование и дальнейшее развитие навыков работы в коллективе.
- развитие навыков оформления отчетных материалов по итогам практики и защиты отчета;

– непосредственное участие в процессе производственной деятельности, ознакомление студентов с условиями и особенностями будущей профессиональной деятельности, расширение профессионального кругозора;

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

Седьмой семестр, зачет с оценкой;

Восьмой семестр, зачет.

5. Входные требования для освоения практики

Производственная практика (Научно-исследовательская работа) базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных во время прохождения учебной 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 ТГУ, 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: 18 ч.;

– иная контактная работа: 88 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:

– ИОПК-1.1 – Знать фундаментальные законы природы, основные законы и понятия естественно-научных и инженерных дисциплин;

– ИОПК-1.2 – Уметь на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин формировать собственные суждения при решении конкретных задач теоретического и прикладного характера;

– ИОПК-1.3 – Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в различных областях технической физики;

– ИОПК-2.1 – Знать современные методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения профессиональных задач в различных областях технической физики;

– ИОПК-2.2 – Уметь использовать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для моделирования процессов в различных областях технической физики;

- ИОПК-2.3 – Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики используемых для решения профессиональных задач в различных областях технической физики;
- ИОПК-3.1 – Знать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения, ее возможности для решения конкретных задач в различных областях технической физики;
- ИОПК-3.2 – Уметь самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;
- ИОПК-3.3 – Владеть навыками самостоятельного освоения современной физической аналитической и технологической аппаратуры, различного назначения, используемых для решения конкретных задач в различных областях технической физики;
- ИОПК-4.1 – Знать современные теоретические и экспериментальные методы исследований, позволяющие решать конкретные задачи в различных областях технической физики, основные приемы обработки и представления полученных данных;
- ИОПК-4.2 – Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности;
- ИОПК-4.3 – Владеть современными теоретическими и экспериментальными методами исследования в избранной области технической физики, основными приемами обработки и представления полученных данных с учетом;
- ИОПК-5.1 – Знать основы информационной и библиографической культуры и методы решения стандартных задач профессиональной деятельности на их основе;
- ИОПК-5.2 – Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных информационно - коммуникационных технологий;
- ИОПК-5.3 – Владеть методикой решения стандартных профессиональной деятельности задач с применением современных информационно - коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- ИОПК-6.1 – Знать основные возможности современных операционных систем, наиболее распространенных прикладных программ применительно к решению конкретных профессиональных задач в области технической физики;
- ИОПК-6.2 – Уметь работать в средах современных операционных систем, наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики;
- ИОПК-6.3 – Владеть методиками получения информации в глобальных компьютерных сетях, необходимой для решения конкретной решаемой задачи;
- ИОПК-7.1 – Знать основные возможности современных образовательных и информационных технологий;
- ИОПК-7.2 – Уметь использовать современные образовательные и информационные технологии при работе с распределенными базами данных, и информацией в глобальных компьютерных сетях при решении конкретных задач технической физики;
- ИОПК-7.3 – Владеть современными образовательными и информационными технологиями получения необходимой информации в глобальных компьютерных сетях;
- ИПК-1.1 – Знает модели математического описания процессов теплообмена;
- ИПК-1.2 – Умеет использовать стандартные методики и разрабатывать новые подходы математического моделирования;
- ИПК-1.3 – Владеет теоретическими и численными методами исследований процессов теплообмена;
- ИПК-2.1 – Знает основы разработки численных методов решения прикладных задач;

- ИПК-2.2 – Умеет использовать пакеты прикладных программ и разрабатывать оригинальные программы реализации моделей;
- ИПК-2.3 – Владеет навыками представления и анализа полученных численных результатов;
- ИПК-3.1 – Знает фундаментальные законы в области теплофизики и механики сплошных сред;
- ИПК-3.2 – Умеет проводить компьютерный эксперимент в области теплофизики и аэрогидродинамики;
- ИПК-3.3 – Умеет оформлять презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненных исследований.

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 переезде к месту прохождения практики (при выезде в другой населенный пункт).	8 (4)
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 производственной практики, составление индивидуального плана работы и списка необходимой литературы.	8 (4)
3. Теоретический	1. Изучение современного состояния вопроса по тематики производственной практики, работа с литературой. 2. Изучение технологических процессов и регламентов, осуществляемых на рабочем месте обучающегося. 3. Знакомство с современными информационными системами в области технической физики, применяемыми в профильной организации. 4. Изучение средств измерения и/или технологического оборудования, используемого в профильной организации. 5. Выбор и изучение методов решения	96 (24)

	поставленных задач. 6. Подготовка отчетных материалов по теоретической части производственной практики и обсуждение их на руководителем от организации.	
4. Практический	1. Выполнение практических заданий в соответствии с планом производственной практики. 2. Анализ полученных результатов. 3. Консультации с руководителем практики от предприятия.	204 (70)
5. Заключительный	1. Подготовка отчета и презентации по результатам производственной практики. 2. Защита отчета по итогам практики.	8 (4)
	ИТОГО:	324 (106)

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 / 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, 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 производственной практики в седьмом семестре определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Оценка «Отлично» - все задания выполнены в полном объеме в соответствие 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.

Результаты прохождения производственной практики в восьмом семестре 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) Методические указания по подготовке отчета по практике.

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

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. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование : учебное пособие / Н.Н.Данилов. – Кемерово : Издательство КемГУ, 2014. – 98 с.
23. 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.
24. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики / В.С.Владимиров. – Москва : Наука, 2003. – 500 с.
25. 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