

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Уральский энергетический институт

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке

А.В. Германенко

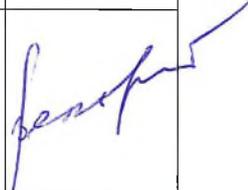
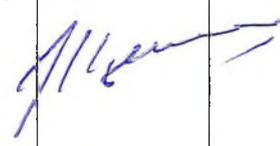
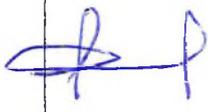
2022 г.

ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Перечень сведений о программе практик	четные данные
Программа аспирантуры	Код ПА
Энергетические системы и комплексы	2.4.5
Группа специальностей	Код
Энергетика и электротехника	2.4
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург  
2022 г.

Программа научно-исследовательской деятельности и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Велькин Владимир Иванович	Доктор технических наук, доцент	профессор	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии	
2	Щеклеин Сергей Евгеньевич	Доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии	
3	Рыжков Александр Филиппович	Доктор технических наук, профессор.	Профессор	Кафедра Тепловых электрических станций	
4	Богатова Татьяна Феоктистовна	Кандидат технических наук, доцент	Зав. кафедрой	Кафедра тепловых электрических станций	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Председатель учебно-методического совета  
УралЭНИН



Н.В. Гредасова

Протокол № 3 от 16.05.22 г.

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАКТИКИ

### 1.1. Аннотация практики

Модуль «Практика» относится к вариативной части образовательной программы и представляет собой форму организации учебного процесса, непосредственно ориентированную на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Модуль включает в себя

- научно-педагогическую практику

Целью научно-педагогической практики является формирование у аспирантов готовности к научно-педагогической деятельности в области энергетических систем и комплексов, подготовка к самостоятельной научно-педагогической деятельности, основным результатом которой является написание и успешная защита научно-квалификационной работы (диссертации).

В период прохождения практики аспиранты приобретают навыки научно-педагогической и исследовательской работы, знакомятся с современными методиками и технологиями педагогической и исследовательской деятельности, учатся обрабатывать результаты исследований.

Умения и навыки, полученные в результате освоения модуля, необходимы для научно-педагогической и исследовательской деятельности и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

### 1.2. Планируемые результаты обучения при прохождении практики

В результате прохождения практики аспирант должен освоить и демонстрировать профессиональные практические умения и навыки, опыт деятельности, а именно:

№ п/п	Вид практики	Результаты обучения
1.	<i>Научно-Педагогическая практика</i>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– выбирать методики исследований и испытаний, необходимых для решения поставленных задач;</li><li>– производить литературный поиск необходимых научно-технических материалов по тематике исследований;</li><li>– пользоваться сертифицированными программными кодами в области профессиональной деятельности для проведения расчетных исследований;</li><li>– пользоваться современными измерительными приборами для проведения экспериментальных исследований;</li><li>– применять современные математические и графические методы обработки расчетных и экспериментальных результатов;</li><li>– производить оценку погрешностей получаемых результатов и анализировать причины их возникновения.</li></ul> <p><b>Демонстрировать навыки и опыт деятельности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– подготовки исходных данных для моделирования в специализированных программных пакетах физических процессов в агрегатах и установках энергетических систем и комплексов, проведения расчетов и выгрузки полученных результатов;</li><li>– проведения экспериментальных измерений на установках и стендах;</li><li>– подготовки отчета и написания научных публикаций по проведенным исследованиям.</li></ul>

### 1.3. Структура практик, их сроки и продолжительность

№ п/п	Вид практики	Номер учебного семестра	Объем практики	
			в неделях	в з.е.
1.	Научно- педагогическая практика	2	2	3
Итого			2	3

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИК

№ п/п	Вид практики	Этапы (разделы) Практики	Содержание учебных, практических, самостоятельных работ
1.	Научно- педагогическая практика	1. Подготовительный	1. Собеседование с руководителем. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Ознакомление с лабораторной базой кафедры АСиВИЭ или Тепловых электрических станций. 3. Составление индивидуального плана практики.
		2. Основной этап	1. Изучение теоретических основ педагогической деятельности и задач теоретического исследования по выбранной тематике. 2. Проведение занятий со студентами старших курсов по предметам и дисциплинам возобновляемой энергетики. 3. Проведение лабораторных работ 4. Выполнение расчетного задания для студентов (задания индивидуального плана). 5. Сравнение расчетных и экспериментальных данных. Проверка результатов.
		3. Подготовка отчета	1. Систематизация материала. 2. Оформление документации. 3. Составление и защита отчета.

## 3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ПРАКТИКАМ

**Научно-исследовательская практика:**

**Примерный перечень контрольных вопросов:**

1. Сформулировать цель, задачи и описать объект научного исследования.
2. Сформулировать научную проблему исследования.

3. Представить научные источники по разрабатываемой теме исследования.
4. Выбрать необходимые экспериментальные и расчетно-теоретические методы для проведения исследования.
5. Обосновать выбор методики обработки и интерпретации экспериментальных результатов.
6. Сравнить полученные результаты исследования объекта с имеющимися отечественными / зарубежными аналогами.
7. Обосновать выбор расчетных кодов для решения поставленной задачи.
8. Провести сравнение расчетных и экспериментальных данных.

*Примерный перечень самостоятельных работ:*

1. Подготовить библиографический обзор основных научных результатов по теме исследования в виде реферата.
2. Подготовить презентацию по результатам научно-педагогической деятельности в ВУЗе.
3. Подготовить рекомендации по практическому использованию полученных результатов научно-педагогической деятельности.
4. Разработать выводы и предложения по включению материалов научно-педагогической деятельности в научно-квалификационную работу.

*Примерный перечень исследовательских заданий:*

1. Экспериментальное исследование гидродинамики в оборудовании энергетических систем и комплексов.
2. Экспериментальное исследование теплообмена в оборудовании энергетических систем и комплексов.
3. Экспериментальное исследование массообмена при протекании химических реакций в оборудовании энергетических систем и комплексов.
4. Численное моделирование гидродинамики в оборудовании энергетических систем и комплексов.
5. Численное моделирование теплообмена в оборудовании энергетических систем и комплексов.
6. Численное моделирование массообмена при протекании химических реакций в оборудовании энергетических систем и комплексов.
7. Термодинамический расчет технологической схемы энергетического комплекса.

*Примерная тематика расчетных работ:*

1. Расчет гидравлических потерь в оборудовании энергетических систем и комплексов.
2. Расчет коэффициентов теплоотдачи в оборудовании энергетических систем и комплексов.
3. Расчет радиационного теплообмена в оборудовании энергетических систем и комплексов.
4. Расчет скорости химических реакций в оборудовании энергетических систем и комплексов.
5. Расчет и сравнительный анализ тепловых схем парогазовых установок.
6. Энергетический и эксергетический анализ энергоустановок на основе ВИЭ.

#### **4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИК**

*Научно-исследовательская практика*

**Основная литература**

1. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник. / В.И. Велькин, Я.М. Щелоков, С.Е. Щеклеин. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 312 стр.
2. Анализ работы парогазовых установок с внутрицикловой газификацией угля : учебное пособие. / А.Ф. Рыжков, П. С. Филиппов, Т.Ф. Богатова. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 168 стр.
3. Анализ технологических решений для ПГУ с внутрицикловой газификацией : монография. / под редакцией А.Ф. Рыжкова. – Екатеринбург : ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», 2016. – 607 стр.
4. Газогенераторные технологии в энергетике. Монография / А.В. Зайцев, А.Ф. Рыжков, В.Е. Силин и др.; под редакцией А.Ф. Рыжкова. — Екатеринбург: типография ООО «ИРА УТК», 2010. — 611 с.
5. Алхасов. А.Б. Возобновляемая энергетика. М.: Физматлит, 2010.
6. Попов, Александр Ильич. Основы изобретательской деятельности (в области использования атомной энергии) : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 - Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг / А. И. Попов, О. Л. Ташлыков ; науч. ред. С. Е. Щеклеин ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2021 .— 203 с. : ил. — (Учебник УрФУ / редкол.: Е. В. Вострецова, Н. В. Гредасова, И. Ю. Плотникова (отв. ред.)) .— Библиогр.: с. 198-202, библиогр. в подстроч. примеч. — ISBN 978-5-7996-3264-9 (5 экз.).
7. Кравченко, Н. С. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме : учебное пособие / Н. С. Кравченко, О. Г. Ревинская. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-4387-0779-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84019.html> (дата обращения: 31.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
8. Кулагина, Т. А. Планирование и техника эксперимента : учебное пособие / Т. А. Кулагина, О. П. Стебелева. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 56 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84298.html> (дата обращения: 31.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
9. Микрюкова, Т. Ю. Методология и методы организации научного исследования: электронное учебное пособие (тексто-графические учебные материалы) : учебное пособие / Т. Ю. Микрюкова ; Кемеровский государственный университет ; Кафедра общей психологии и психологии развития .— Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015 .— 233 с. — Библиогр.: с. 210-220. — Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация .— ISBN 978-5-8353-1784-4 .— <URL:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481576>>.

#### **Дополнительная литература**

1. Афанасьев, В. Н. Статистическая методология в научных исследованиях : учебное пособие для аспирантов / В. Н. Афанасьев, Н. С. Еремеева, Т. В. Лебедева. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 246 с. — ISBN 978-5-7410-1703-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78841.html> (дата обращения: 31.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. Методы и средства научных исследований : учебное пособие / Ю. Н. Колмогоров, А. П. Сергеев, Д. А. Тарасов, С. П. Арапова ; под редакцией А. Г. Тягунова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-7996-2256-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/107057.html> (дата обращения: 31.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Соболев, И. М. Численные методы Монте-Карло / И. М. Соболев ; ред. Г. Я. Пирогова. — Москва : Наука, 1973. — 312 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457076> (дата обращения: 31.05.2022). — Текст : электронный.

4. Соболевский, Н. М. Метод Монте-Карло в задачах о взаимодействии частиц с веществом : учебное пособие / Н. М. Соболевский. — Москва : Физматлит, 2017. — 204 с. : граф., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485499> (дата обращения: 31.05.2022). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-9221-1723-4. — Текст : электронный.

5. Титков, В. В. Компьютерные технологии: Comsol Multiphysics в задачах энергетики : учебное пособие / В. В. Титков, Э. И. Янчус ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. — Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2012. — 184 с. : схем., табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362998> (дата обращения: 31.05.2022). — Библиогр.: с. 173-174. — ISBN 978-5-7422-3684-9. — Текст : электронный.

6. Новиков, А. М. Методология научного исследования : учебно-методическое пособие / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — Москва : Либроком, 2010. — 284 с. — Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. — ISBN 978-5-397-00849-5. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82773>

7. Лёвкина, (Вылегжанина) А. О. Организационный инструментарий управления проектом : учебное пособие / А. О. Лёвкина (Вылегжанина). — Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2015. — 312 с. : ил., схем., табл. — Библиогр. в кн. — Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. — ISBN 978-5-4475-3935-1. — <URL:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275276>>. — <URL:<https://doi.org/10.23681/275276>>.

8. Райзберг, Борис Абрамович. Диссертация и ученая степень : пособие для соискателей / Б. А. Райзберг. — Изд. 7-е, доп. и испр. — Москва : ИНФРА-М, 2007. — 480 с. ; 22 см. — Крат. терминолог. словарь: с. 226-233. — Библиогр.: с. 224-225 (28 назв.). — ISBN 978-5-16-002952-8. (1 экз.)

### **Методические разработки**

Не используются

### **Программное обеспечение**

1. Comsol Multiphysics (Информационные системы для решения специфических отраслевых задач)
2. SolidWorks Educational Edition (Информационные системы для решения специфических отраслевых задач)
3. Mathcad
4. Matlab
5. Viz Pro RES

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.google.ru> и другие.
2. Официальный интернет-сайт Министерства энергетики РФ: <http://minenergo.gov.ru>
3. Официальный интернет-сайт ОАО «Газпром»: <http://www.gazprom.ru>
4. Официальные интернет-сайты ОГК и ТГК: <http://www.ogk1.com>; <http://www.ogk2.ru>; <http://www.tgc-8.ru>; <http://www.mosenergo.ru>.

5. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>.

### **Электронные образовательные ресурсы**

Не используются.

## **5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

Научно-исследовательская практика проводится в исследовательских и научных лабораториях кафедры тепловых электрических станций и кафедры атомных станций и возобновляемых источников энергии, оснащение которых соответствует уровню научно-технического прогресса:

- Прибор синхронного термического анализа с высокотемпературной печью до 2000<sup>0</sup>С.
- Прибор синхронного термического анализа с возможностью работы в паро-воздушной, паро-углекислотной и воздушной среде.
- Масс-спектрометрическая система с возможностью регистрации сигналов в диапазоне 1-300 а.е.м.
- Газоаналитическая система с непрерывной регистрацией исследуемых газов по компонентам O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>.
- Высокотемпературный поточный реактор проходного типа.
- Анализатор влажности MX-50 A&D;
- Чашечный истиратель;
- Вибропривод с таймером и набором лабораторных сит;
- Аналитические весы ЛВ210-А;
- Печь муфельная SNOL 7,2/1100;
- Сушильный шкаф.
- Многофункциональный стенд для исследования одно- и двухфазных потоков с использованием PIV-технологий
- Многофункциональный гидродинамический стенд для ультразвуковых исследований.

Для проведения расчетных исследований и компьютерного эксперимента используется многопроцессорный персональный компьютер повышенной производительности (процессор: Intel® Core™ i7-3930 CPU @ 3.20 GHz 3.80 GHz - 12 шт, установленная память (ОЗУ): 32 ГБ) со следующим специализированным программным обеспечением: ANSYS, Thermoflow, SigmaFlow, Thermokinetics, а также персональные компьютеры со специализированным программным обеспечением.