

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Физика и техника низких температур

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: очная

**Рабочая программа практики**

**Производственная практика: научно-исследовательская работа**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 2 «Практики»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>Индекс практики по учебному плану:</b>	<b>Б2.О.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	семестр 1 - 6 семестр 2 - 9 семестр 3 - 8 семестр 4 - 12 всего - 35
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>1260</b>
<b>Контактная работа по практике</b>	семестр 1 - 2,5 часа семестр 2 - 4 часа семестр 3 - 3,5 часа семестр 4 - 5,5 часа всего - 15,5 часа
<b>Иные формы работы по практике</b>	семестр 1 - 213 часов семестр 2 - 319,5 часа семестр 3 - 284 часа семестр 4 - 426 часов всего - 1242,5 часа
<b>Промежуточная аттестация</b> <i>Зачет с оценкой</i> <i>Зачет с оценкой</i> <i>Зачет с оценкой</i> <i>Зачет с оценкой</i>	семестр 1 - 0,5 часа семестр 2 - 0,5 часа семестр 3 - 0,5 часа семестр 4 - 0,5 часа всего - 2 часа

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Алексеев Т.А.
	Идентификатор	Rb6b311cc-AlexeevTA-7434fce7

Т.А. Алексеев

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крюков А.П.
	Идентификатор	R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed

А.П.  
Крюков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

Ю.Ю.  
Пузина

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

**Цель практики** – приобретение навыков самостоятельной научной деятельности в области низкотемпературной техники.

**Задачи практики:**

- Расширение и углубление теоретических знаний, получаемых в процессе обучения;
- Формирование навыков проведения отдельных этапов научно-исследовательской работы.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по практике, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	знать: - Методику решения задач, возникающих при расчете параметров работы низкотемпературных установок.  уметь: - Использовать выбранные методы к конкретным расчетным задачам низкотемпературной техники.
	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики	знать: - Возможности используемых в отрасли программных средств.  уметь: - Применять используемые в отрасли программные средства.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Применяет математический аппарат для решения теплофизических задач атомной энергетики	знать: - Математические модели описания различных процессов отрасли.  уметь: - Применять математический аппарат для решения теплофизических задач ядерной

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		энергетики.
	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики.</li> </ul>
ОПК-3 Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Способен формулировать результаты научных исследований	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Набор средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации.</li> </ul>
	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Применяет компьютерные технологии для представления результатов научно-исследовательской деятельности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Набор компьютерных средств для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять компьютерные средства для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Практика относится к части - "Обязательная", блока - "Практики", основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) магистратуры «Физика и техника низких температур» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

## 3. МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Практика проводится в 1, 2, 3 и 4 семестрах.

По способу проведения практика может относиться к стационарной и (или) выездной, что определяется местом ее прохождения.

Практика проводится в организации, осуществляющей деятельность по направленности (профилю) образовательной программы (далее – профильная организация), и (или) непосредственно в структурном подразделении ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» (далее – МЭИ).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов место прохождения практики учитывает особенности их психофизического развития, индивидуальные возможности, состояние здоровья и требования по доступности.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость производственной практики составляет 35 зачетных единиц, 1260 академических часов.

Практика реализуется в форме практической подготовки.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Трудоемкость, ак. часов	
		Контактная работа	Иная форма работы
<b>Семестр 1</b>			
<b>1</b>	<b>Этап 1</b>	<b>2,5</b>	<b>212,5</b>
1.1	Выбор и обоснование тематики исследования	2,5	105
1.2	Подготовка промежуточного отчета	-	107
1.3	Промежуточная аттестация по практике	-	0,5
<b>2</b>	<b>Формы контроля</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
2.1	Зачет с оценкой	0,5	0,5
	<b>Итого за 1 семестр:</b>	<b>3</b>	<b>213</b>
<b>Семестр 2</b>			
<b>3</b>	<b>Этап 2</b>	<b>4</b>	<b>319</b>
3.1	Проведение исследования, анализ результатов	4	168,5
3.2	Подготовка отчета и презентации к защите	-	150
3.3	Промежуточная аттестация по практике	-	0,5

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Трудоемкость, ак. часов	
		Контактная работа	Иная форма работы
<b>4</b>	<b>Формы контроля</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
4.1	Зачет с оценкой	0,5	0,5
	<b>Итого за 2 семестр:</b>	<b>4,5</b>	<b>319,5</b>
<b>Семестр 3</b>			
<b>5</b>	<b>Этап 3</b>	<b>3,5</b>	<b>283,5</b>
5.1	Проведение исследования, анализ результатов	3,5	143
5.2	Подготовка отчета и презентации к защите	-	140
5.3	Промежуточная аттестация по практике	-	0,5
<b>6</b>	<b>Формы контроля</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
6.1	Зачет с оценкой	0,5	0,5
	<b>Итого за 3 семестр:</b>	<b>4</b>	<b>284</b>
<b>Семестр 4</b>			
<b>7</b>	<b>Этап 4</b>	<b>5,5</b>	<b>425,5</b>
7.1	Проведение исследования, анализ результатов	3,5	225
7.2	Подготовка отчета и презентации к защите	2	200
7.3	Промежуточная аттестация по практике	-	0,5
<b>8</b>	<b>Формы контроля</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
8.1	Зачет с оценкой	0,5	0,5
	<b>Итого за 4 семестр:</b>	<b>6</b>	<b>426</b>
	<b>Всего:</b>	<b>17,5</b>	<b>1242,5</b>

## 5. ТИПОВОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИКУ

1. Охлаждение рентгеновской трубки.
2. Теплофизические проблемы охлаждения донорских органов.
3. Снижение выбросов парниковых газов при эксплуатации криогенных газозаправочных станций сжиженного природного газа.
4. Режимы кипения гелия-II в пористой структуре на цилиндре.
5. Азотно-метановый цикл получения СПГ.

6. Испарение в парогазовую среду: расчёты и анализ экспериментальных данных.
7. Обработка данных экспериментов по кипению He-II на поверхности цилиндрического нагревателя.
8. Применение метода прямого численного решения кинетического уравнения Больцмана для исследования процессов теплообмена в криогенных системах.
9. Динамика границы раздела фаз при кипении гелия-II в различных условиях на базе двухскоростной модели.
10. Малотоннажная установка для получения жидкого водорода с предварительным смесевым и гелиевым контуром.
11. Численное моделирование теплообменных аппаратов с использованием метода конечных объемов.
12. Анализ технологических схем по производству СПГ для ракетных установок.
13. Экспериментальная установка для исследования теплофизических проблем получения монодисперсных ледяных гранул.

Отчет должен содержать конкретные сведения о работе, проделанной в период практики, и отражать результаты выполнения заданий, предусмотренных программой практики.

## **6. ФОРМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ПРАКТИКЕ**

### **Форма промежуточной аттестации в 1 семестре: зачет с оценкой**

По результатам практики выставляется:

- оценка 5 («отлично») - Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений;
- оценка 4 («хорошо») - Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки;
- оценка 3 («удовлетворительно») - Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.;
- оценка 2 («неудовлетворительно») - Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно.

### **Форма промежуточной аттестации в 2 семестре: зачет с оценкой**

По результатам практики выставляется:

- оценка 5 («отлично») - Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений;
- оценка 4 («хорошо») - Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки;
- оценка 3 («удовлетворительно») - Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.;
- оценка 2 («неудовлетворительно») - Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно.

### **Форма промежуточной аттестации в 3 семестре: зачет с оценкой**

По результатам практики выставляется:

- оценка 5 («отлично») - Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений;
- оценка 4 («хорошо») - Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки;
- оценка 3 («удовлетворительно») - Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.;
- оценка 2 («неудовлетворительно») - Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно.

#### **Форма промежуточной аттестации в 4 семестре: зачет с оценкой**

Зачет с оценкой в форме защиты отчета с представлением отчета и презентации на бумажном носителе и/или в электронном виде.

К защите отчета допускаются обучающиеся, получившие положительную оценку по каждому пункту текущего контроля по практике.

На защите отчета по результатам прохождения практики обучающемуся задаются вопросы по представленному отчету и презентации.

По результатам практики выставляется:

- оценка 5 («отлично») - Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений;
- оценка 4 («хорошо») - Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки;
- оценка 3 («удовлетворительно») - Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.;
- оценка 2 («неудовлетворительно») - Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 4 семестр.

**Примечание:** оценочные материалы по практике приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

Архив и научно-техническая библиотека профильной организации.

Материалы, полученные во время прохождения практики.

При прохождении практики в МЭИ – НТБ МЭИ и электронные библиотечные системы.

### **7.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ
2. Windows / Операционная система семейства Linux

### **7.2 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>



3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

Профильная организация и (или) структурное подразделение МЭИ.

Плановые характеристики помещений указаны в таблице.

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"; М-422/4, Учебная лаборатория криофизики; М-412, Учебная аудитория; Ж-120, Машинный зал ИВЦ	светильник потолочный с люминесцентными лампами, стол, стол преподавателя, мультимедийный проектор, доска меловая, стол, стул, светильник потолочный с люминесцентными лампами, мультимедийный проектор, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, стеллаж для хранения книг, светильник потолочный с люминесцентными лампами, сервер, кондиционер, коммутатор
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	светильник потолочный с люминесцентными лампами, стол, мультимедийный проектор, доска меловая, компьютер персональный, стул
Помещения для консультирования	М-402, Аудитория каф. "НТ"	светильник потолочный с люминесцентными лампами, стол письменный, стул, стеллаж для хранения книг
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, инвентарь специализированный, светильник потолочный с люминесцентными лампами, стеллаж для хранения книг

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ПРАКТИКИ**  
**Производственная практика: научно-исследовательская работа**

**1 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости:**

- КМ-1 Получение задания
- КМ-2 Подготовка промежуточного отчета
- КМ-3 Промежуточная аттестация по практике

**Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой**

Трудоемкость практики - 6 з.е.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	2	15	16
Текущий контроль прохождения практики		+	+	+
	Вес КМ:	10	40	50

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости:**

- КМ-4 Получение задания
- КМ-5 Подготовка промежуточного отчета
- КМ-6 Промежуточная аттестация по практике

**Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой**

Трудоемкость практики - 9 з.е.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	2	15	16
Текущий контроль прохождения практики		+	+	+
	Вес КМ:	10	40	50

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости:**

- КМ-7 Получение задания
- КМ-8 Подготовка промежуточного отчета
- КМ-9 Промежуточная аттестация по практике

**Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой**

Трудоемкость практики - 8 з.е.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	2	15	16
Текущий контроль прохождения практики		+	+	+

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	2	15	16
Вес КМ:		10	40	50

#### 4 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости:

- КМ-10 Получение задания
- КМ-11 Подготовка промежуточного отчета
- КМ-12 Промежуточная аттестация по практике

Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой

Трудоемкость практики - 12 з.е.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-10	КМ-11	КМ-12
	Срок КМ:	2	15	16
Текущий контроль прохождения практики		+	+	+
Вес КМ:		10	40	50