



Министерство науки  
и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
Институт дистанционного  
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-ShindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

<b>Наименование программы</b>	Оптическая термометрия высокотемпературных процессов
<b>Форма обучения</b>	заочная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	не присваивается
<b>Центр ДО</b>	ОДПО, Центр дополнительного образования студентов "Открытое образование"

Зам. директора ИДДО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

(подпись)

Н.В.  
Усманова  
(расшифровка подписи)

Начальник ОДПО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

(подпись)

А.Г. Крохин  
(расшифровка подписи)

Начальник ФДО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

(подпись)

Н.В. Малич  
(расшифровка подписи)

Руководитель ОДПО,  
ЦДО ОО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов Д.Н.
	Идентификатор	Ra5495398-GerasimovDN-6b58615

(подпись)

Д.Н.  
Герасимов  
(расшифровка подписи)

Москва

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов Д.Н.
	Идентификатор	Ⓜa5495398-GerasimovDN-6b58615

(подпись)

Д.Н.  
Герасимов

(расшифровка  
подписи)

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** подготовка базы знаний для работы с современными средствами бесконтактного измерения температуры.

**Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 14822.03.2018 г. № 50478.

- с Профессиональным стандартом 24.078 «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий», утвержденным приказом Минтруда 16.03.2018 г. № 149н, зарегистрированным в Минюсте России 09.04.2018 г. № 50681, уровень квалификации 7.

- с Профессиональным стандартом 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетике», утвержденным приказом Минтруда 12.03.2015 г. № 159н, зарегистрированным в Минюсте России 02.04.2015 г. № 36691, уровень квалификации 7.

**Форма реализации:** обучение с использованием исключительно дистанционных образовательных технологий.

**Форма обучения:** заочная.

**Режим занятий:**

При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды внеаудиторной и самостоятельной учебной работы слушателя.

**Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы:** среднее специальное или среднее образование.

**Выдаваемый документ:** при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

**Срок действия итоговых документов**

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
ОПК-1: способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать: - законы излучения реальных тел; - правила построения международной температурной шкалы.
	Уметь: - оценивать действительную температуру объектов исходя из выбранного метода измерений.
	Владеть: - навыками выбора оптимального варианта измерений температур объектов методами оптической термометрии.

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации б.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
24.078 «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»	
ПК-1132/А/02.6/1 способен осуществлять проведение расчетных исследований и измерений физических характеристик на экспериментальных стендах и установках	Трудовые действия: - Сопоставление расчетных и экспериментальных данных; - Проведение экспериментальных измерений на установках и стендах; - Оценка погрешностей результатов измерений.
	Умения: - Анализировать причины возникающих погрешностей в расчетных и экспериментальных данных.
	Знания: - Способы оценки научно-технического уровня достигнутых результатов.



1	Основы оптической термометрии	36	21	0	14	0	7	15	0		Нет	
1.1.	Температура. Методы измерения температуры. Средства измерения температуры.	5	3	0	2	0	1	2	0	Тестирование		
1.2.	Термодинамическая температура. Термодинамическое равновесие. Температурные шкалы.	5	3	0	2	0	1	2	0	Тестирование		
1.3.	Потоки лучистой энергии. Методы описания и определения основных характеристик потоков лучистой энергии.	5	3	0	2	0	1	2	0	Тестирование		
1.4.	Излучение тел. Законы излучения.	6	3	0	2	0	1	3	0	Тестирование		
1.5.	Термины и определения. История развития терминологии термометрии излучением.	5	3	0	2	0	1	2	0	Тестирование		
1.6.	Абсолютно черное тело.	5	3	0	2	0	1	2	0	Тестирование		
1.7.	Излучение реальных тел. Серое тело. Не серые тела.	5	3	0	2	0	1	2	0	Тестирование		
2	Методы оптической термометрии	34	22	0	18	0	4	12	0		Нет	
2.1.	Виды и типы пирометров. Основные схемы пирометров.	9	6	0	5	0	1	3	0	Тестирование		
2.2.	Температура реального объекта в пирометрии: термины и определения.	8	5	0	4	0	1	3	0	Тестирование		
2.3.	Метрологическое обеспечение пирометров.	9	6	0	5	0	1	3	0	Тестирование		
2.4.	Оценка погрешности измерения	8	5	0	4	0	1	3	0	Тестирование		

	температуры пирометрами.											
3	Итоговый зачет	2	1	0	0	0	1	1	0			Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>7</b> <b>2</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>0</b>			

### 3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Основы оптической термометрии	
1.1.	Температура. Методы измерения температуры. Средства измерения температуры.	Общие сведения о температуре. Классификация приборов для измерения температуры. Термометры расширения. Терморезисторы. Термоэлектрические термометры. Пирометры излучения.
1.2.	Термодинамическая температура. Термодинамическое равновесие. Температурные шкалы.	Эмпирическая температура. Эмпирическая температурная шкала. Шкала идеально-газового термометра. Законы термодинамики. Цикл Карно и термодинамическая температура. Термодинамическая шкала температур. Реперные точки. Международная шкала температур.
1.3.	Потоки лучистой энергии. Методы описания и определения основных характеристик потоков лучистой энергии.	Поверхностная плотность излучения. Телесный угол. Элементарная площадка. Интенсивность (яркость) излучения. Связь интенсивности с поверхностной плотностью. Векторное описание процессов переноса энергии.
1.4.	Излучение тел. Законы излучения.	Оптическое излучение. Тепловое излучение. Равновесное тепловое излучение. Закон Ламберта. Закон смещения Вина. Закон излучения Стефана-Больцмана
1.5.	Термины и определения. История развития терминологии термометрии излучением.	Монохроматическое излучение. Квазимонохроматическое излучение. Эффективная длина волны. Энергетическая светимость (излучательность). Энергетическая яркость (лучистость). Спектральная энергетическая яркость. Полная (интегральная) энергетическая яркость. Полный коэффициент излучения (интегральная степень черноты). Коэффициент поглощения.
1.6.	Абсолютно черное тело.	Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Планка. частные случаи формулы Планка. Формула Вина. Формула Рэлея-Джинса. Формула Стефана-Больцмана.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.7.	Излучение реальных тел. Серое тело. Не серые тела.	Излучательная способность реальных тел. Собственное излучение. Эффективное излучение. Зеркальное и диффузное отражение. Основные радиационные свойства поверхностей. Соотношения между излучательной, поглощательной, отражательной и пропускательной способностью. Закон Кирхгофа.
2.	Методы оптической термометрии	
2.1.	Виды и типы пирометров. Основные схемы пирометров.	Монохроматические пирометры. Пирометры полного излучения. Пирометры спектрального отношения.
2.2.	Температура реального объекта в пирометрии: термины и определения.	Действительная температура. Условная температура. Яркостная температура. Цветовая температура. Радиационная температура. Связь условных температур м термодинамической (истинной) температурой непрозрачного тела.
2.3.	Метрологическое обеспечение пирометров.	Основные понятия метрологии. Первичный эталон, рабочие эталоны, поверочные схемы. Эталонные излучатели. Практическая реализация полостей черного тела.
2.4.	Оценка погрешности измерения температуры пирометрами.	Источники погрешности измерения температуры пирометрами. Ошибки измерения, связанные с неопределенностью коэффициента излучения. Поле зрения пирометра и минимальный размер измеряемого объекта. Зависимость результатов измерений от расстояния до измеряемого объекта. Влияние защитных стекол и сеток перед объектом.

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

#### Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
<i>Не предусмотрено</i>	

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

### **5.1. Текущий контроль**

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

### **5.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

### **5.3. Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *зачет*. Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

### **5.4. Независимый контроль качества обучения**

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

## **6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) литература НТБ МЭИ:

1. Гордов, А. Н. Основы пирометрии / А. Н. Гордов . – 2-е изд., доп. и перераб . – М. : Металлургия, 1971 . – 448 с.;

2. Енюшин, В. Н. Инфракрасные пирометры для диагностики теплотехнических характеристик конструкций: 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий : автореферат диссертации кандидата технических наук / В. Н. Енюшин, Казан. гос. энерг. ун-т . – 2006 . – 15 с.;

3. Куритнык, И. П. Материалы высокотемпературной термометрии / И. П. Куритнык, Г. С. Бурханов, Б. И. Стаднык . – М. : Металлургия, 1986 . – 207 с..

б) литература ЭБС и БД:

1. Вихарева Н. А.- "Метрологическое обеспечение теплотехнических измерений. Основы термометрии", Издательство: "СГУГиТ", Новосибирск, 2020 - (51 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/222356>;

2. Стриженов Е. М., Шакуров А. В., Кротов А. С., Пушкарев А. В.- "Практические основы термометрии", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2020 - (76 с.)

<https://e.lanbook.com/book/205694>.

в) используемые ЭБС:

*Не предусмотрено*

### **6.2. Кадровое обеспечение**

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложении Е.

### **6.3. Финансовое обеспечение**

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложении Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

### **6.4. Материально-техническое обеспечение**

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении З.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

## **ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)**

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
-------	-------------------------------------	----------------------------

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность)

	
Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Герасимов Д.Н.
Идентификатор	Ra5495398-GerasimovDN-6b58615

(подпись)

Д.Н.  
Герасимов

(расшифровка  
подписи)