



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                                      | Rd0ad64b2-5hindaTA-e12224c9 |

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

|                        |  |
|------------------------|--|
| Наименование программы | Метрология и информационно-измерительная техника   |
| Форма обучения         | заочная  |
| Выдаваемый документ    | удостоверение о повышении квалификации   |
| Новая квалификация     | не присваивается   |
| Центр ДО               | ОДПО, Центр профессиональной переподготовки преподавателей "Управление в высшем образовании" |

Зам. начальника  
ОДПО

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Селиверстов Н.Д.                |
|  | Идентификатор                                      | Rf19596d9-SeliverstovND-39ee0b7 |

Н.Д.  
Селиверстов

Начальник ОДПО

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Селиверстов Н.Д.                |
|  | Идентификатор                                      | Rf19596d9-SeliverstovND-39ee0b7 |

Н.Д.  
Селиверстов

Начальник ФДО

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

Н.В. Малич

Руководитель ОДПО,  
ЦПП УВО

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Орельяна Урсуа М.И.             |
|  | Идентификатор                                      | Rbdeb1209-OrelyanaursMI-e22f7ed |

М.И.  
Орельяна  
Урсуа

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Долгачева Е.А.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rb642c74eb-DolgachevaYA-3415edf |

Е.А.  
Долгачева

Москва



## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** повышение квалификации слушателей в области метрологии и электроизмерительной техники для последующего применения в практической деятельности.

**Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 143, зарегистрированным в Минюсте России 22.03.2018 г. № 50480.

- с Профессиональным стандартом 40.185 «Специалист по метрологии в наноиндустрии», утвержденным приказом Минтруда 08.09.2017 г. № 664н, зарегистрированным в Минюсте России 21.09.2017 г. № 48275, уровень квалификации 7.

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

**Форма обучения:** заочная.

**Режим занятий:**

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

**Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы:** лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь или получать высшее образование или иметь среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, при этом удостоверение о повышении квалификации выдается после предоставления соответствующего подтверждающего документа о получении соответствующего уровня образования..

**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): 3.

## 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 понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение основ метрологии, методов оценки погрешностей измерений;</li> <li>- знакомство с наиболее используемыми средствами измерений, их сравнительную оценку, достоинства и недостатки;</li> <li>- освоение средств измерений с оптимальными метрологическими характеристиками при решении конкретных технических задач.</li> </ul>   |
|  | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств;</li> <li>- погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений;</li> <li>- основные положения государственной системы обеспечения единства измерений, стандартизации и сертификации;</li> <li>- методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин.</li> </ul> |
|  | <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыком эксплуатации средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками;</li> <li>- применять средства измерений для измерения основных параметров режимов работы электрических сетей;</li> <li>- оценивать погрешности результатов измерений;</li> <li>- производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин.</li> </ul>  |

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

Уровень квалификации 5.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

| Трудовые функции                                  | Требования к результатам |
|---|--------------------------|
| 40.185 «Специалист по метрологии в наноиндустрии» |                          |

|  |   |
|--|---|
| ПК-1083/А/01.5/1<br>способен осуществлять поверку и калибровку средств измерений, применяемых для контроля характеристик инновационной продукции наноиндустрии | Трудовые действия:<br>- Подготовка к проведению поверки и/или калибровки средств измерений, применяемых для определения значений контролируемых параметров продукции наноиндустрии;<br>- Выполнение операций поверки и/или калибровки средств измерений в соответствии с действующими методиками поверки и/или калибровки;<br>- Обработка результатов поверки и/или калибровки средств измерений;<br>- Оформление результатов поверки и/или калибровки средств измерений.   |
|  | Умения:<br>- Применять эталонное оборудование, используемое при проведении поверки и/или калибровки;<br>- Применять методики поверки и/или калибровки средств измерений, применяемых в области нанотехнологий;<br>- Рассчитывать погрешности и/или неопределенности результатов измерений;<br>- Оформлять результаты поверки в соответствии с нормативными требованиями.  |
|  | Знания:<br>- Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы поверки и/или калибровки средств измерений;<br>- Термины и определения в области обеспечения единства измерений, правила эксплуатации рабочих эталонов и поверяемых и/или калибруемых средств измерений;<br>- Государственные и локальные поверочные методы выбора рабочих эталонов для поверки и/или калибровки средств измерений;<br>- Методы обработки результатов измерений при поверке и/или калибровке;<br>- Требования охраны труда при поверке и/или калибровке средств измерений;<br>- Порядок оформления документации по результатам поверки и/или калибровки средств измерений;<br>- Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений. |

**2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации**  
 Не предусмотрено

### **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))**

### 3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- **0,5** зачетных единиц;

- **18** ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

| №    | Наименование дисциплин (модулей)                      | всего  | Контактная работа, ак. ч |                    |                      |                |          | Самостоятельная работа, ак. ч | Стажировка, ак. ч | Форма аттестации                     |   |   |
|------|---|--------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------|----------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|---|
|      |   |        | всего                    | аудиторные занятия | электронное обучение | обучение с ДОГ | контроль |                               |                   | текущий контроль (тест, опрос и пр.) | промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке) | итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа) |
| 1    | 2   | 3      | 4                        | 5                  | 6                    | 7              | 8        | 9                             | 11                | 12                                   | 13  | 14  |
| 1    | Метрология и информационно-измерительная техника      | 1<br>6 | 4                        |                    |                      | 4              |          | 12                            |                   |                                      | Нет   |   |
| 1.1. | Общие понятия метрологии. Термины и определения       | 3      | 1                        |                    |                      | 1              |          | 2                             |                   | Тести<br>рован<br>ие                 |   |   |
| 1.2. | Погрешности измерений                                 | 3      | 1                        |                    |                      | 1              |          | 2                             |                   |                                      |   |   |
| 1.3. | Измерения электрических физических величин            | 3      | 1                        |                    |                      | 1              |          | 2                             |                   | Тести<br>рован<br>ие                 |   |   |
| 1.4. | Методы измерений неэлектрических величин, часть 1     | 3      | 1                        |                    |                      | 1              |          | 2                             |                   | Контр<br>ольна<br>я<br>работ<br>а    |   |   |
| 1.5. | Измерение неэлектрических физических величин, часть 2 | 4      | 0                        |                    |                      |                |          | 4                             |                   | Контр<br>ольна<br>я<br>работ<br>а    |   |   |
| 2    | Итоговая  | 2.     | 0.                       |                    |                      |                | 03       | 1.7                           |                   |                                      |   | Итоговый зачет  |

|               |            |           |          |          |          |           |            |          |  |  |  |  |
|---------------|------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|------------|----------|--|--|--|--|
| аттестация    | 0          | 3         |          |          |          |           |            |          |  |  |  |  |
| <b>ИТОГО:</b> | <b>180</b> | <b>43</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>03</b> | <b>137</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.   | Метрология и информационно-измерительная техника |  |
| 1.1. | Общие понятия метрологии. Термины и определения  | Информационно-измерительная техника как одна из ветвей информационной техники. Метрология – научная основа информационно-измерительной техники. Физическая величина. Единица физической величины. Значение физической величины. Измерение. Истинное и действительное значения физической величины. Точность измерения. Абсолютная и относительная погрешности измерения. Результат измерения. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Достоверность измерений. Возникновение и развитие единиц физических величин. Системы единиц. Система СИ. Дольные и кратные единицы физических величин. Относительные и логарифмические величины и единицы  |
| 1.2. | Погрешности измерений                            | Виды измерений: прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения. Методы измерений. Примеры методов измерений: нулевой метод, дифференциальный метод, метод замещения. Виды средств измерений: мера, измерительный преобразователь, измерительный прибор, измерительная установка, измерительная система. Классификация погрешностей по форме выражения: абсолютная и относительная погрешности. Классификация погрешностей по характеру проявления: систематическая, случайная (во времени или на множестве) и грубая погрешности. Примеры. Классификация погрешностей по причине возникновения: погрешность метода, погрешность взаимодействия, инструментальная погрешность, погрешность отсчитывания. Примеры. Классификация погрешностей меры, измерительного преобразователя и измерительного прибора по форме выражения: абсолютная, относительная и приведённая погрешности. Погрешности измерительного преобразователя по входу |

| №    | Наименование дисциплин (модулей)           | Содержание дисциплин (модулей)  |
|------|--|---|
|      |  | <p>и по выходу. Примеры. Классификация погрешностей средств измерений по условиям эксплуатации: основная и дополнительные погрешности. Примеры.</p> <p>Классификация погрешностей средств измерений по виду зависимости от значения измеряемой величины: аддитивная погрешность, мультипликативная погрешность, погрешность линейности. Примеры.</p> <p>Классификация погрешностей средств измерений по виду зависимости от скорости изменения измеряемой величины: статическая и динамическая погрешности. Примеры. Характеристики погрешности как непрерывной случайной величины. Функция распределения. Функция плотности вероятности. Математическое ожидание. Дисперсия.</p> <p>Среднеквадратическое отклонение. Примеры законов распределения случайных погрешностей: закон равномерной плотности, закон Симпсона, закон Гаусса. Использование закона распределения случайной погрешности для определения доверительных интервалов и доверительных вероятностей.</p> <p>Суммирование независимых случайных величин. Понятие о центральной предельной теореме теории вероятностей. Назначение метрологических характеристик средств измерений. Классификация нормируемых метрологических характеристик.</p> <p>Метрологические характеристики для определения значения измеряемой величины: номинальное значение меры, номинальная функция преобразования измерительного преобразователя, цена деления или ступень квантования измерительного прибора. Примеры</p> |
| 1.3. | Измерения электрических физических величин | <p>Отличительный признак аналоговых измерительных устройств. Классификация измерительных преобразователей. Классификация измерительных приборов. Измерительные преобразователи для электрических измерений: токовые шунты, делители напряжения, измерительные трансформаторы, усилители напряжения, преобразователи тока в напряжение на основе операционных усилителей, преобразователи переменного напряжения в постоянное на основе операционных усилителей, выпрямительные преобразователи, амплитудные детекторы, измерительные механизмы, аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей. Структурные</p>  |

| №    | Наименование дисциплин (модулей)                             | Содержание дисциплин (модулей)   |
|------|--|--|
|      |  | <p>схемы аналоговых и цифровых электроизмерительных приборов. Приборы для измерения постоянного напряжения: аналоговые (магнитоэлектрические и электронные) и цифровые. Приборы для измерения переменного тока: аналоговые (выпрямительные, электромагнитные, электродинамические) и цифровые (в том числе с токовыми клещами). Измерение параметров цепей переменного тока. Последовательные и параллельные эквивалентные схемы объектов измерения. Использование мостов переменного тока и цифровых RLC-измерителей. Измерение активной и реактивной мощности и энергии. Исследование формы сигналов. Осциллографы</p>   |
| 1.4. | <p>Методы измерений неэлектрических величин, часть 1</p>     | <p>Измерительные преобразователи (ИП) неэлектрических величин. Преобразователи перемещения в сопротивление. Реостатные ИП, принцип действия и устройство. Емкостные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Дифференциальные емкостные ИП, принцип действия и устройство, преобразователи емкости в напряжение, фазочувствительные выпрямители Индуктивные ИП, принцип действия и устройство. Дифференциальные индуктивные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Магнитоупругие ИП, принцип действия и устройство. Трансформаторные ИП, дифференциально-трансформаторные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Индукционные ИП, принцип действия и устройство. Индукционные датчики расхода. Тензорезисторные ИП, принцип действия, устройство</p> |
| 1.5. | <p>Измерение неэлектрических физических величин, часть 2</p> | <p>Характеристики, измерительные цепи, тарировка. Мостовые схемы, расположение на объекте и включение, линейность и чувствительность. Измерители веса, давления, силы. Пьезоэлектрические и пьезорезонансные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики, измерительные цепи, вторичные преобразователи. Измерители вибраций и акселерометры. Терморезистивные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Двухпроводные усилители. Термоэлектрические ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Компенсация холодных концов, нормирование</p>   |

| № | Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей)  |
|---|----------------------------------|---|
|   |                                  | параметров. Измерения расхода, скорости и уровня жидкости. Тахометрические, электромагнитные, ультразвуковые и вихревые расходомеры |

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 . 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. Аналоговый осциллограф и его применение. Лабораторная работа №6а : практикум по курсу "Метрология, стандартизация и сертификация" по направлению "Электроэнергетика", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и др. / И. Н. Желбаков, В. Ю. Кончаловский, И. В. Сапелкин, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2016. – 16 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8158>;

2. Макарычев, П. К. Учебное пособие по курсу "Цифровые измерительные приборы": Применение интегральных ЦАП и АЦП в измерительной технике / П. К. Макарычев, В. А. Панфилов, В. Ф. Семенов ; Ред. В. Н. Малиновский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ). – М. : Изд-во МЭИ, 1988. – 52 с..

б) литература ЭБС и БД:

1. Ю. А. Богомоллов, Н. Я. Медовикова- "Оценивание погрешностей измерений", Издательство: "Академия стандартизации, метрологии и сертификации", Москва, 2013 - (51 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275580>.

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 3.

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

|   |                                |
|---|--------------------------------|
|  |                                |
| Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»                                |                                |
| Сведения о владельце ЦЭП МЭИ  |                                |
| Владелец  | Долгачева Е.А.                 |
| Идентификатор   | R642c74eb-DolgachevaYA-3415ed6 |

Е.А.  
Долгачева