



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	Rd0ad64b2-5hindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

<b>Наименование программы</b>	Диагностика структуры и свойств кристаллических материалов с использованием акустических, оптических и рентгеновских методов
<b>Форма обучения</b>	очно-заочная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	не присваивается
<b>Центр ДО</b>	Кафедра "Диагностических информационных технологий"

Зам. директора ИДДО

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

Н.В.  
Усманова

Начальник ОДПО

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

А.Г. Крохин

Руководитель ДИТ

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d

А.А.  
Хвостов

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мачихин А.С.
	Идентификатор	Rd9a80683-MachikhinAS-3b5e1bf6

А.С.  
Мачихин

Москва

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** повышение квалификации слушателей путем приобретения знаний о возможностях диагностики структуры и свойств кристаллических материалов с использованием акустических, оптических и рентгеновских методов.

**Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденным приказом Минобрнауки от 19.09.2017 г. № 94505.10.2017 г. № 48437.

- с Профессиональным стандартом 40.108 «Специалист по неразрушающему контролю», утвержденным приказом Минтруда 03.12.2015 г. № 976н, зарегистрированным в Минюсте России 31.12.2015 г. № 40443, уровень квалификации 6.

**Форма реализации:** обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

**Форма обучения:** очно-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 образовательную программу повышения квалификации должны иметь высшее 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): 5.

## 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-3: Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	Знать: - физические основы, ограничения и области применения акустических, оптических и рентгеновских методов диагностики структуры и свойств кристаллических материалов.
	Уметь: - выбирать оптимальный метод диагностики структуры и свойств кристаллических материалов в зависимости от поставленной задачи.
	Владеть:

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

Уровень квалификации 3.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
40.108 «Специалист по неразрушающему контролю»	
ПК-658/А/10.3/1 способен осуществлять выполнение акустико-эмиссионного контроля контролируемого объекта	Трудовые действия: - Определение и настройка параметров контроля; - Подготовка средств контроля для акустико-эмиссионного контроля; - Определение уровня акустического шума на контролируемом объекте; - Определение скорости распространения ультразвуковых волн в контролируемом объекте; - Установка преобразователя акустической эмиссии в соответствие с заданной схемой; - Проведение калибровки акустико-эмиссионной системы; - Контроль соблюдение схемы нагружения контролируемого объекта; - Определение положения выявленных источников акустической эмиссии; - Регистрация результатов акустико-эмиссионного контроля.

	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определять и настраивать параметры контроля;</li> <li>- Производить поиск источников акустической эмиссии в соответствии с их признаками;</li> <li>- Определять значения основных характеристик выявленных источников с применением средств контроля;</li> <li>- Регистрировать результаты акустико-эмиссионного контроля.</li> </ul> <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Физические основы и терминология, применяемые в акустико-эмиссионном контроле;</li> <li>- Средства акустико-эмиссионного контроля;</li> <li>- Технология проведения акустико-эмиссионного контроля;</li> <li>- Методы проверки (определения) основных параметров акустико-эмиссионного контроля;</li> <li>- Последовательность операций по поиску источников при проведении акустико-эмиссионного контроля;</li> <li>- Признаки обнаружения источников по результатам акустико-эмиссионного контроля;</li> <li>- Измеряемые характеристики источников, правила проведения измерений;</li> <li>- Требования к регистрации и оформлению результатов контроля;</li> <li>- Нормы оценки степени опасности дефектов на основе акустико-эмиссионных данных;</li> <li>- Требования охраны труда при проведении акустико-эмиссионного контроля.</li> </ul>
--	--

## **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:

- 2 зачетных единиц;

72 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.

### 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 ДОТ	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	Кристаллография и ее роль в современном мире	5	2			2		3			Нет		
1.1.	Кристаллография и ее роль в современном мире	5	2			2		3					
2	Методы акустической эмиссии для диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	2 1	12			12		9			Нет		
2.1.	Методы акустической эмиссии для диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	2 1	12			12		9		Проблемная лекция			
3	Оптические методы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	2 1	12			12		9			Нет		
3.1.	Оптические методы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	2 1	12			12		9					
4	Рентгеновские методы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	2 1	12			12		9			Нет		
4.1.	Рентгеновские методы диагностики и	2 1	12			12		9					

	дефектоскопии кристаллических материалов											
5	Итоговая аттестация	4	4				4					Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>7</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>4</b>	<b>30</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.	Кристаллография и ее роль в современном мире	
1.1.	Кристаллография и ее роль в современном мире	Кристаллические материалы. Классификация кристаллов. Области применения кристаллов. Проблемы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов. Источники рентгеновского излучения.
2.	Методы акустической эмиссии для диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	
2.1.	Методы акустической эмиссии для диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	Физические основы метода акустической эмиссии. Особенности применения при хрупком разрушении материалов. Методы и алгоритмы локации источников акустической эмиссии. Информационные аспекты метода акустической эмиссии, подходы к обработке диагностических данных. Критерии оценивания дефектности материалов методом акустической эмиссии: фундаментальный, эмпирический и статистический подходы. Применение метода эмиссии для выявления дефектов в процессе кристаллизации. Современные достижения. Применение метода акустической эмиссии для выявления дефектов оптических кристаллов при различных видах нагружения. Современные достижения.
3.	Оптические методы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	
3.1.	Оптические методы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	Физические основы оптических методов технической диагностики. Классификация оптических методов. Первичные информативные параметры. Схемы контроля. Контролируемые параметры. Основные типы и характеристики оптических систем. Формирование изображения оптическими системами. Методы оптической микроскопии для дефектоскопии кристаллов. Поляризационные методы диагностики кристаллов. Интерференционные методы диагностики кристаллов. Акустооптические методы диагностики

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		кристаллов.
4.	Рентгеновские методы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	
4.1.	Рентгеновские методы диагностики и дефектоскопии кристаллических материалов	Возможности исследования кристаллических материалов рентгеновскими методами. Рентгеновская дифрактометрия и рентгеновская топография. Рентгеновская спектроскопия, рефлектометрия и другие методы. Рентгеновские исследования кристаллических материалов в условиях внешних воздействий. Пути развития современных рентгеновских методов, эксперименты с временным разрешением. Комплексные подходы к изучению структуры кристаллических веществ с использованием рентгеновского излучения.

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
Реферат	На основе полученных знаний, умений и навыков слушатели должны сдать реферат по тематике курса и ответить на вопросы по реферату.

#### 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 *итогового зачета*. 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. Барат, В. А. Информационные аспекты акустико-эмиссионного контроля : учебное пособие по курсу "Информационные технологии в приборостроении" / В. А. Барат, В. И. Иванов, Д. В. Чернов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-1780-8 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=9184>;

2. Келли, А. Кристаллография и дефекты в кристаллах = Crystallography and crystal defects : пер. с англ. / А. Келли, Г. Гровс ; ред. М. П. Шаскольская . – М. : Мир, 1974 . – 496 с.;

3. Ярив, А. Оптические волны в кристаллах : пер. с англ. / А. Ярив, П. Юх ; ред. И. Н. Сисакян . – М. : Мир, 1987 . – 616 с..

б) литература ЭБС и БД:

1. В. И. Аникина, А. С. Сапарова- "Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2011 - (146 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229366>.

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 приложение Е.

### 6.3. Финансовое обеспечение

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение 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
1	Программа согласована	19.09.2022

Руководитель  
образовательной  
программы

		Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
		Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец		Мачихин А.С.	
Идентификатор		Rd9a80683-MachikhinAS-3b5e1bfg	

А.С.  
Мачихин