



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	Прочностной анализ в CAE Fidesys
Форма обучения	очно-заочная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	
Центр ДО	Кафедра "Робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин", Центр подготовки и переподготовки "Механика, энергетика и машиностроение"

Зам. директора ИДДО  
(должность, ученая степень, ученое звание)

	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, ученая степень, ученое звание)

	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, ученая степень, ученое звание)

	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 каф.  
РМДиПМ, ЦПП МЭМ  
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой  
(расшифровка подписи)

Москва

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)



Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦП МЭИ	
Владелец	Цой В.Э.
Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка  
подписи)

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

**Цель** – повышение квалификации слушателей путем совершенствования имеющихся и формирования новых профессиональных компетенций, необходимых для выполнения задач профессиональной деятельности в области обеспечения механической надежности и безопасности конструкций технических объектов на стадии проектирования и жизненного цикла..

### **Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утвержденным приказом Минобрнауки от 09.08.2021 г. № 73107.09.2021 г. № 64911.

- с Профессиональным стандартом 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденным приказом Минтруда 04.03.2014 г. № 121н, зарегистрированным в Минюсте России 21.03.2014 г. № 31692, уровень квалификации 7.

**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** – высшее или среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца..

**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-12: Способен создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации	Знать: - основы метода конечных элементов; - принципы разработки цифровых моделей конструкций с применением МКЭ.
	Уметь: - создавать цифровые модели конструкций в САЕ Fidesys; - проводить прочностной анализ в САЕ Fidesys.
	Владеть:

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

7.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	
ПК-32/А/01.5/1 способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Трудовые действия: - Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов.
	Умения: - Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
	Знания: - Цели и задачи проводимых исследований и разработок.

ПК-32/В/02.6/1 способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Трудовые действия: - Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.
	Умения: - Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
	Знания: - Методы анализа научных данных.

## 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.

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 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	Знакомство с САЕ Fidesys	1 4	8	8				6			Нет		
1.1.	Обзор САЕ Fidesys	4	2	2				2					
1.2.	Основные этапы конечноэлементног	6	4	4				2					

	о анализа											
1.3.	Пример расчета	4	2	2				2				
2	Создание геометрических и конечноэлементных моделей	14	10	10				4			Нет	
2.1.	Работа с геометрическими моделями	6	4	4				2				
2.2.	Работа с КЭ моделями	6	4	4				2				
2.3.	Лабораторная работа № 1	2	2	2								
3	Стандартные возможности CAE Fidesys	16	12	10	2	0		4			Нет	
3.1.	Статический расчет на прочность	5	3	3		0		2				
3.2.	Динамические расчеты, расчеты на устойчивость	7	5	3	2			2				
3.3.	Лабораторная работа № 2	4	4	4								
4	Расширенные возможности CAE Fidesys	26	18	12	2	4		8			Нет	
4.1.	Физическая и геометрическая нелинейность	5	3	3				2				
4.2.	Расчет эффективных свойств композитов	5	3	3				2				
4.3.	Использование спектральных элементов	2	2			2						
4.4.	Статические и динамические задачи теплопроводности и термоупругости	4	2		2			2				
4.5.	Лабораторная работа № 3	3	3	3								
4.6.	Построение геометрии и генерация сеток с помощью языка команд	4	2			2		2				
4.7.	Лабораторная работа № 4	3	3	3								
5	Итоговая аттестация	2	2				2					Итоговый экзамен
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>22</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.	Знакомство с CAE Fidesys	
1.1.	Обзор CAE Fidesys	Структура пакета CAE Fidesys. Виды расчетов, выполняемых в рамках анализа прочности. Модели поведения материалов и элементов конструкций. Физическая и геометрическая нелинейности, анизотропия, контакты, композиты, теплопроводность, термоупругость
1.2.	Основные этапы конечноэлементного анализа	Применяемые типы конечных элементов. Импорт и создание геометрии. Построение сетки. Задание материала. Задание начальных и граничных условий
1.3.	Пример расчета	Визуализация, обработка и анализ результатов расчета
2.	Создание геометрических и конечноэлементных моделей	
2.1.	Работа с геометрическими моделями	Создание, импорт и обработка геометрических моделей. Преобразование CAD-модели в CAE-модель. Построение расчетной модели. Анализ и исправление геометрии. Обеспечение совместимости формы деталей сборок
2.2.	Работа с КЭ моделями	Виды КЭ сеток и процесс их построения. Регулярные и нерегулярные сетки; автоматизация построения. Схемы построения КЭ сеток. Разновидности схем для случаев 1D, 2D и 3D. Мастер построения сеток. Подготовка к генерации гексаэдрической сетки - декомпозиция геометрии. Управление качеством сеток. Определение КЭ модели: задание свойств элементов, граничных условий и нагрузок
2.3.	Лабораторная работа № 1	Создание геометрии и построение сеток
3.	Стандартные возможности CAE Fidesys	
3.1.	Статический расчет на прочность	Теории прочности. Балки пластины и оболочки. Обработка и анализ результатов расчета
3.2.	Динамические расчеты, расчеты на устойчивость	Собственные частоты и формы колебаний. Собственные частоты и формы колебаний напряженной конструкции. Определение критических сил и форм потери устойчивости. Динамический временной анализ по явной схеме
3.3.	Лабораторная работа № 2	Пластина с отверстием: плоское напряжение и плоская деформация. Консольная балка: балочное и объемное моделирование
4.	Расширенные возможности CAE Fidesys	

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
4.1.	Физическая и геометрическая нелинейность	Основные теоретические положения. Динамический временной анализ по неявной схеме. Контактное взаимодействие (контактные задачи деталей/узлов и механизмов). Примеры расчетов
4.2.	Расчет эффективных свойств композитов	Основные теоретические положения. Пример расчета
4.3.	Использование спектральных элементов	Основные теоретические положения. Пример расчета
4.4.	Статические и динамические задачи теплопроводности и термоупругости	Статические задачи теплопроводности. Динамические задачи теплопроводности. Статические задачи термоупругости. Динамические задачи термоупругости. Задачи термоупругой устойчивости
4.5.	Лабораторная работа № 3	Задача Ламе. Расчет собственных частот (сравнение элементов, включая спектральные элементы)
4.6.	Построение геометрии и генерация сеток с помощью языка команд	Представление языка команд, параметризация моделей. Автоматизация расчетов с помощью сценариев, интерфейсы. Описание и примеры скриптов, интерфейсы с другими САД-системами
4.7.	Лабораторная работа № 4	Построение модели с помощью скрипта

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
Лабораторная работа	Используются традиционные и дистанционные образовательные технологии
Семинар	Используются традиционные и дистанционные образовательные технологии

#### 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 *-итоговый экзамен*. 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. Бате, К.-Ю. Методы конечных элементов : пер. с англ. / К.-Ю. Бате . – М. : Физматлит, 2010 . – 1024 с. - ISBN 978-5-9221-1181-2 .

2. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева . – 3-е изд . – М. : Эдиториал УРСС, 2009 . – 272 с. - ISBN 978-5-397-00564-7 .

б) литература ЭБС и БД:

1. О. Зенкевич- "Метод конечных элементов в технике", Издательство: "Мир", Москва, 1975 - (542 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457096>.

в) используемые ЭБС:

### **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, ученая степень, ученое звание)

	
Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Цой В.Э.
Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка подписи)