



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
общеразвивающей подготовки для детей и взрослых

Наименование программы	Метод конечных элементов в курсе "Динамика и прочность машин"
Форма обучения	очно-заочная
Выдаваемый документ	сертификат
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Кафедра "Робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин"

Зам. начальника
ОДПО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Борченко И.Д.
	Идентификатор	R78f3a961-BorchenkoID-e2a246f5

И.Д. Борченко

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
РМДиПМ

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

В.Э. Цой

Руководитель
образовательной
программы

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

В.Э. Цой

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: формирование у слушателей компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области расчетов на прочность элементов конструкций теплоэнергетического оборудования с применением метода конечных элементов.

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 28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства», утвержденным приказом Минтруда 27.04.2023 г. № 371н, зарегистрированным в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73446, уровень квалификации 8.

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: требований к уровню образования не предъявляется.

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается сертификат 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-5: Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	Знать: - Основные понятия и определения метода конечных элементов; - Основные понятия, определения и положения теории прочности, жесткости и устойчивости при расчетах элементов конструкций теплотехнического оборудования.
	Уметь: - Рассчитывать элементы конструкций теплотехнического оборудования на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.
	Владеть:

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

Уровень квалификации 7.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства»	

<p>ПК-995/А/01.7/1 способен осуществлять сопровождение жизненного цикла и реновация продукции машиностроения</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Организация взаимосвязи стадий жизненного цикла продукции машиностроения; - Управление жизненным циклом продукции машиностроения на этапе эксплуатации; - Управление реновационными технологиями производства продукции машиностроения; - Управлением жизненным циклом продукции машиностроения на этапе разработки конструкторской и технологической документации; - Управление жизненным циклом продукции машиностроения на этапе проектирования; - Контроль процесса подготовки продукции машиностроения к постановке на производство; - Организация сервисной поддержки продукции машиностроения; - Управление жизненным циклом продукции машиностроения на этапе производства; - Организация внутрипроизводственной логистики; - Контроль процесса утилизации продукции машиностроения.
--	---

	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- Оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области разработки электронной модели продукции машиностроения с использованием систем автоматизированного проектирования;- Оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных о продукции машиностроения, используя системы управления данными;- Организовывать сервисное обслуживание и ремонт продукции машиностроения;- Разрабатывать модели жизненного цикла продукции машиностроения;- Использовать электронные справочные системы и библиотеки, электронные архивы для выявления перспективных и устаревших изделий, конструкций, технологических процессов;- Обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных производственных задач;- Проводить мероприятия по продлению жизненного цикла продукции машиностроения;- Проводить мероприятия, направленные на повышение качества изготавливаемой продукции машиностроения;- Разрабатывать предложения по установлению и корректировке гарантийных сроков эксплуатации продукции машиностроения;- Проводить мероприятия по реновации продукции машиностроения;- Планировать и контролировать проведение испытаний продукции машиностроения, в том числе с использованием прикладных программ статистического анализа;- Корректировать конструкторскую и технологическую документацию;- Читать конструкторскую и технологическую документацию, в том числе используя системы автоматизированного проектирования и системы автоматизированной технологической подготовки производства;- Разрабатывать техническое задание на конструкторскую документацию;- Разрабатывать техническое задание на производство продукции машиностроения;- Использовать программные продукты по обеспечению жизненного цикла продукции машиностроения;- Вести электронный документооборот;- Обосновывать процесс утилизации продукции машиностроения.
--	---

Знания:

- Основные этапы жизненного цикла продукции машиностроения;
- Прикладной инструментарий твердотельного моделирования;
- Порядок работы с электронным архивом технической документации;
- Электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности и порядок работы в них;
- Автоматизированная система управления взаимоотношениями с клиентами: наименования, возможности и порядок работы в них;
- Автоматизированные системы инженерных расчетов: наименования, возможности и порядок работы в них;
- Автоматизированные системы проектирования и управления данными: наименования, возможности и порядок работы в них;
- Автоматизированные системы управления жизненным циклом продукции: наименования, возможности и порядок работы в них;
- Автоматизированные системы управления организацией: возможности и порядок работы в них;
- Автоматизированные системы создания электронных библиотек: наименования, возможности и порядок работы с ними;
- Системы автоматизированного проектирования: наименования, возможности и порядок работы в них;
- Единая система технологической подготовки производства;
- Международные стандарты системы управления качеством продукции Международной организацией по стандартизации;
- Единая система технологической документации;
- Единая система конструкторской документации;
- Термическая обработка материалов;
- Основы маркетинга;
- Методы упрочнения материалов, нанесения покрытий;
- Виды технологического оборудования, технологической оснастки и их назначения;
- Технологическое оборудование, используемое на производстве, рабочие характеристики, принцип работы;
- Правила оформления конструкторской и технологической документации;
- Этапы разработки технического задания на производство продукции машиностроения;
- Номенклатура продукции машиностроения, выпускаемой организацией;
- Производственная и организационная структура организации;
- Основы нормирования труда на производстве;
- Основы организации производства;
- Производственная логистика;
- Передовые отечественные и зарубежные технологии в

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	Метод конечных элементов в курсе "Динамика и прочность машин"	70	34	24		10		36			Нет		
1.1.	Теоретические основы метода конечных элементов (МКЭ).	6	2	2				4		Тестирование			
1.2.	Применение МКЭ в расчетах на растяжение (сжатие)	12	6	4		2		6					
1.3.	Применение МКЭ в расчетах при кручении	8	4	2		2		4					
1.4.	Применение МКЭ в	1	8	6		2		8					

	расчетах при изгибе	6									
1.5.	Применение МКЭ в расчетах при сложном нагружении	1 6	8	6		2		8			
1.6.	Расчеты на прочность элементов конструкций теплотехнического оборудования.	1 2	6	4		2		6			
2	Итоговая аттестация	2 0	0. 3				03	17			Итоговый зачет
	ИТОГО:	7 2 0	34 3	24	0	10	03	37. 7	0		

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.	Метод конечных элементов в курсе "Динамика и прочность машин"	
1.1.	Теоретические основы метода конечных элементов (МКЭ).	Виды нагружения и типы конечных элементов. Конечно-элементная модель. Выбор основных узловых неизвестных. Аппроксимация искомого решения. Основная система разрешающих уравнений МКЭ. Учет граничных условий.
1.2.	Применение МКЭ в расчетах на растяжение (сжатие)	Внутренние силовые факторы. Основная система разрешающих уравнений МКЭ. Выбор неизвестных, матрица жесткости, вектор узловых нагрузок. Расчеты на прочность и жесткость.
1.3.	Применение МКЭ в расчетах при кручении	Внутренние силовые факторы. Основная система разрешающих уравнений МКЭ. Выбор неизвестных, матрица жесткости, вектор узловых нагрузок. Расчеты на прочность и жесткость.
1.4.	Применение МКЭ в расчетах при изгибе	Внутренние силовые факторы. Основная система разрешающих уравнений МКЭ. Выбор неизвестных, матрица жесткости, вектор узловых нагрузок. Расчеты на прочность и жесткость.
1.5.	Применение МКЭ в расчетах при сложном нагружении	Внутренние силовые факторы. Основная система разрешающих уравнений МКЭ. Выбор неизвестных, матрица жесткости, вектор узловых нагрузок. Расчеты на прочность и жесткость.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.6.	Расчеты на прочность элементов конструкций теплотехнического оборудования.	Расчеты при растяжении-сжатии, кручении, изгибе и сложном нагружении элементов конструкций.

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
Контрольная работа	Используются традиционные образовательные технологии
Семинар	Используются традиционные 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 *итогового экзамена*. 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. Мишенков Г. В., Самогин Ю. Н., Чирков В. П.- "Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2015 - (472 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71992;

2. 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:

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
1	Программа утверждена	22.10.2024

Руководитель
образовательной
программы

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

В.Э. Цой