



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
профессиональной переподготовки

Наименование программы	Основы применения технологии реверс-инжиниринга в машиностроении
Форма обучения	заочная
Выдаваемый документ	диплом о профессиональной переподготовке
Новая квалификация	специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам
Центр ДО	Инжиниринговый центр "Энергетика больших мощностей нового поколения"

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 ИЦ ЭБМ
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов С.К.
	Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

(подпись)

С.К. Осипов
(расшифровка подписи)

Москва

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)



Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦП МЭИ	
Владелец	Осипов С.К.
Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

(подпись)

С.К. Осипов

(расшифровка
подписи)

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель – повышение квалификации путем формирования у слушателей компетенций, необходимых для выполнения трудовых функций нового вида профессиональной деятельности по направлению энергетического машиностроения.

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 14522.03.2018 г. № 50468.

- 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 – 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, должны иметь высшее образование или получать высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается диплом о профессиональной переподготовке 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-4: способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	Знать: - теоретические основы механики жидкости и газов; - теоретические основы механики твердого тела.
	Уметь: - проводить численное моделирование течений в типовых каналах энергетического оборудования; - проводить численное моделирование напряженно-деформируемого состояния типовых элементов энергетического оборудования.
	Владеть: - навыком анализа результатов моделирования течений в каналах энергетического оборудования; - навыком анализа результатов моделирования напряженно-деформируемого состояния деталей энергетического оборудования.
ОПК-3: способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знать: - способы получения трехмерной модели детали и ее конструкторской документации с применением технологии реверс-инжиниринга; - методы моделирования физических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования; - методы определения материала детали по образцу, способы изготовления деталей; - способы защиты результатов, полученных с помощью технологии реверс-инжиниринга.
	Уметь: - анализировать и обрабатывать информацию, полученную из различных источников, при решении профессиональных задач.
	Владеть: - навыками использования полученных знаний при решении профессиональных задач.

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

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/02.5/1 способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	Трудовые действия: - Составление отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов; - Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов; - Проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями; - Внедрение результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями.
	Умения: - Применять методы проведения экспериментов; - Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; - Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний.
	Знания: - Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; - Методы и средства планирования и организации исследований и разработок; - Отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований; - Цели и задачи проводимых исследований и разработок.

2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

В результате освоения дополнительной образовательной программы «*Основы применения технологии реверс-инжиниринга в машиностроении*» слушатель должен быть готов к области профессиональной деятельности, объектам и задачам.

Область/сферы профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки включает:

- 01 Образование и наука (в сфере научных исследований).
- 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере разработки и эксплуатации энергетического оборудования для газотранспортных систем).
- 20 Электроэнергетика (в сфере энергетического машиностроения).
- Наука.
- Промышленность.

Объектами профессиональной деятельности являются:

- Газотурбинные установки.

- Паротурбинные установки.
- Вспомогательное оборудование, обеспечивающее функционирование энергетических установок..

Выпускник программы должен уметь решать профессиональные *задачи* по видам профдеятельности:

научно-исследовательский:

- 1. Определение геометрических параметров деталей оборудования с применением технологии 3D сканирования. 2. Выполнение численного моделирования физических процессов, протекающих в деталях оборудования. 3. Подбор состава материала и определение физико-механических свойств будущего изделия по представленному образцу. 4. Определение технологии изготовления деталей оборудования, разработанных с применением технологии реверс-инжиниринга. 5. Определение стоимости и способов интеллектуальной защиты деталей оборудования, разработанных с применением технологии реверс-инжиниринга..

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать способностями к выполнению **нового вида деятельности** соответствующего присваиваемой **квалификации специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам.**

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

3.1. Трудоемкость программы

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

- **7,4** зачетных единиц;
266 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	ак	Контактная работа, ак. ч	○	○	Форма аттестации
---	--------------	----	--------------------------	---	---	------------------

	дисциплин (модулей)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
			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	Ключевые этапы изготовления изделий методом реверс-инжиниринга	3 3	4			4		29			Зачет	
1.1.	Ключевые этапы изготовления изделий методом реверс-инжиниринга	3 3	4			4		29				
2	Подготовка цифровой модели и конструкторской документации	4 0	4			4		36			Зачет	
2.1.	Подготовка цифровой модели и конструкторской документации	4 0	4			4		36				
3	Методы численного моделирования физических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования	4 0	8			8		32			Зачет	
3.1.	Методы численного моделирования физических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования	4 0	8			8		32				
4	Подбор материалов по представленному образцу	1 1 5	20			20		95			Зачет	
4.1.	Подбор материалов по	1 1	20			20		95				

	представленному образцу	5									
5	Технологии изготовления деталей энергетического оборудования	2 6	4			4		22			Зачет
5.1.	Технологии изготовления деталей энергетического оборудования	2 6	4			4		22			
6	Экономико-правовые основы реверс-инжиниринга	8	1			1		7			Зачет
6.1.	Экономико-правовые основы реверс-инжиниринга	8	1			1		7			
7	Итоговая аттестация	4	4			4					Итоговый аттестационный экзамен
	ИТОГО:	2 6 6	45	0	0	45	0	22 1	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.	Ключевые этапы изготовления изделий методом реверс-инжиниринга	
1.1.	Ключевые этапы изготовления изделий методом реверс-инжиниринга	1. Техническое обслуживание, продление ресурса оборудования. 2. Проектирование и изготовление запасных частей и комплектующих 3. Функциональная замена агрегатов и усовершенствование оборудования. 4. Функциональный и конструктивно-технологический анализ оборудования. 5. Формирование геометрических моделей деталей и узлов и разработка конструкторской документации. 6. Определение методов изготовления и разработка технологической документации
2.	Подготовка цифровой модели и конструкторской документации	
2.1.	Подготовка цифровой модели и конструкторской документации	1. Предельные отклонения и допуски. Измерительные инструменты и приборы, контрольные приспособления и калибры. 2. Основы использования 3D сканеров и КИМ. 3. Работа в системах автоматизации проектных работ

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
3.	Методы численного моделирования физических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования	
3.1.	Методы численного моделирования физических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования	1. Методы решения задач динамики жидкости и газа. 2. Основы моделирования течения в каналах энергетического оборудования методом конечно-элементного анализа. 3. Методы решения задач напряженно-деформируемого состояния элементов энергетического оборудования. 4. Основы моделирования прочностного состояния элементов энергетического оборудования методом конечно-элементного анализа
4.	Подбор материалов по представленному образцу	
4.1.	Подбор материалов по представленному образцу	1. Методы сканирующей электронной микроскопии. Анализ микроструктуры и элементного состава материала. 2. Методы рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа. Работа с базами данных порошковой рентгеновской дифракции 3. Вакуумная выплавка металлов. 4. Защитные покрытия, исследования состава, структуры и физико-механических свойств защитных покрытий. 5. Электрохимическое осаждение металлов и сплавов. 6. Физико-механические испытания металлов и сплавов. 7. Коррозионная стойкость металлов. 8. Защитные и функциональные покрытия металлов и сплавов
5.	Технологии изготовления деталей энергетического оборудования	
5.1.	Технологии изготовления деталей энергетического оборудования	1. Технологическая подготовка производства. Исходные данные, основные этапы и последовательность разработки операционной технологии изготовления детали. 2. Инновационные технологии получения заготовок. 3. Технологии механической обработки деталей. Особенности обработки деталей на оборудовании с ЧПУ. 4. Инновационные технологии физико-химической обработки и поверхностного упрочнения деталей. 5. Аддитивные технологии в производстве наукоемких изделий
6.	Экономико-правовые основы реверс-инжиниринга	
6.1.	Экономико-правовые основы реверс-инжиниринга	1. Формирование сметной стоимости изделия. 2. Экономическое обоснование для выбора варианта изготовления. 3. Интеллектуальная собственность, авторские права. 4. Действующие нормативные акты в РФ. 5. Реверс-инжиниринг без нарушения прав патентообладателей.

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
Отчет	Оформление отчетов, содержащих описание результатов, полученных в процессе реверс-инжиниринга деталей энергетического оборудования.

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 аттестационный 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. Автоматизация технологических процессов и подготовки производства в машиностроении : учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / П. М. Кузнецов, [и др.] ; ред. П. М. Кузнецов . – Старый Оскол : ТНТ, 2013 . – 512 с. - ISBN 978-5-94178-369-4 .

2. Амосов, А. А. Вычислительные методы решения инженерных задач : Приближение функций, численное интегрирование, минимизация функций : Учебное пособие по курсу "Основы математического моделирования" / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова ; Ред. Ю. А. Дубинский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1992 . – 191 с. : 5.00 .

3. Башкин, В. А. Численное моделирование динамики вязкого совершенного газа / В. А. Башкин, И. В. Егоров . – М. : Физматлит, 2012 . – 372 с. - ISBN 978-5-9221-1265-9 .

4. Бешенковский, В. Л. Экономическое обоснование научно-технической деятельности: Инновационный аспект / В. Л. Бешенковский, Е. А. Турлак, М. А. Юрлова . – М. : Академия, 1999 . – 96 с. - ISBN 5-87444-100-X : 16.90 .

5. Бромберг, Г. В. Интеллектуальная собственность: Действительность переходного периода и рыночные перспективы / Г. В. Бромберг, Б. С. Розов . – 2-е изд., испр . – М. : Информационно-издательский центр Роспатента, 2000 . – 208 с.

6. Гибсон, Я. Технологии аддитивного производства : [трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство] : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер . – Москва : Техносфера, 2020 . – 648 с. – (Мир станкостроения) . - ISBN 978-5-94836-447-6 .

7. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения. Принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Н. Ковшов, и др. – М. : АКАДЕМИЯ, 2007 . – 304 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-3003-6 .

8. Испытание материалов и элементов конструкций : учебное пособие / Ю. В. Глявин, и др., Горьковск. политех. ин-т им. А.А. Жданова ; отв. ред. А. Н. Успенская . – Горький : Горьковский политех. ин-т им. А. А. Жданова (ГПИ), 1979 . – 94 с.

9. Основы конструирования машин: [в 2 ч.] : сборник задач по курсам "Детали машин и основы конструирования", "Прикладная механика", "Механика" по направлениям "Энергетическое машиностроение", "Машиностроение", "Теплоэнергетика и теплотехника", "Мехатроника и робототехника", "Электроэнергетика и электротехника", "Ядерная энергетика и теплофизика", "Прикладная механика" / К. Г. Гаджиев, С. А. Стародубцева, А. А. Сахаров, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . - ISBN 978-5-7046-2247-5 .

10. Попова, Г. Н. Условные обозначения в чертежах и схемах по ЕСКД : справочное пособие / Г. Н. Попова, Б. А. Иванов ; Ред. Б. Я. Мирошниченко . – Л. : Машиностроение, 1976 . – 208 с.

б) литература ЭБС и БД:

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 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	06.10.2022

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов С.К.
	Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

(подпись)

С.К. Осипов

(расшифровка
подписи)