

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергетика предприятий и водородные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.11
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	8 семестр - 14 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 73,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

С.К. Осипов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: освоение методов, используемых при решении задач, возникающих в процессе обратного проектирования конструктивных элементов оборудования систем энергообеспечения..

Задачи дисциплины

- формирование знаний об основных этапах обратного проектирования конструктивных элементов оборудования;
- приобретение навыков определения геометрических размеров изделий с помощью измерительных инструментов и 3D сканирования;
- приобретение навыков разработки 3D моделей с помощью 3D сканирования изделий;
- приобретение навыков определения состава материала изделий методом электронной и атомно-силовой микроскопии.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств и систем	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств и систем	знать: - методы, используемые при определении геометрических параметров и состава материала конструктивных элементов оборудования. уметь: - определять состав материала конструктивных элементов оборудования; - определять геометрические параметры конструктивных элементов оборудования с помощью средств 3D сканирования; - определять геометрические параметры конструктивных элементов оборудования с помощью измерительных инструментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетика предприятий и водородные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Введение в обратное проектирование изделий. Определение геометрических параметров конструктивных элементов оборудования	66	8	14	6	16	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить описание лабораторной работы и инструкцию работы с оборудованием. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Определение геометрических параметров конструктивных элементов оборудования" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Введение в обратное проектирование изделий. Определение геометрических параметров конструктивных элементов оборудования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 112-117 [2], 89-92 [3], 5-9
1.1	Этапы жизненного цикла оборудования. Основные этапы разработки конструкторской документации изделия с применением методов обратного проектирования.	24		6	2	6	-	-	-	-	-	10	-	
1.2	Определение размеров изделий с помощью измерительных инструментов.	22		4	2	6	-	-	-	-	-	10	-	
1.3	Определение геометрических параметров изделия с помощью 3D сканирования.	20		4	2	4	-	-	-	-	-	10	-	
2	Определение состава	60		14	8	12	-	-	-	-	-	26	-	

	материала конструктивных элементов оборудования.													Повторение материала по разделу "Определение состава материала конструктивных элементов оборудования". <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить описание лабораторной работы и инструкцию работы с оборудованием.
2.1	Обзор методов анализа материалов. Основы электронной микроскопии.	28		8	4	6	-	-	-	-	-	10	-	выполнения заданий по лабораторной работе
2.2	Основы атомно-силовой микроскопии.	32		6	4	6	-	-	-	-	-	16	-	необходимо предварительно изучить описание лабораторной работы и инструкцию работы с оборудованием. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Определение состава материала конструктивных элементов оборудования." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 218-228 [2], 103-108 [3], 26-31
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0		28	14	28	-	-	-	-	0.3	56	17.7	
	Итого за семестр	144.0		28	14	28	-		-		0.3	73.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение в обратное проектирование изделий. Определение геометрических параметров конструктивных элементов оборудования

1.1. Этапы жизненного цикла оборудования. Основные этапы разработки конструкторской документации изделия с применением методов обратного проектирования.

Понятие жизненного цикла оборудования. Основные этапы и стадии жизненного цикла оборудования. Отличие прямого и обратного проектирования конструктивных элементов оборудования..

1.2. Определение размеров изделий с помощью измерительных инструментов.

Основные методы измерения допусков и посадок соединений узлов оборудования. Основные методы измерения отклонения формы расположения поверхностей и осей узлов оборудования..

1.3. Определение геометрических параметров изделия с помощью 3D сканирования.

Принципы работы 3D-сканера. Виды сканеров, технологии и методы сканирования. Облако точек 3D сканирования. Разработка 3D модели на основе облака точек..

2. Определение состава материала конструктивных элементов оборудования.

2.1. Обзор методов анализа материалов. Основы электронной микроскопии.

Классификация методов определения состава материала конструктивных элементов оборудования. Электронная микроскопия – метод и его особенности. Основы работы электронного микроскопа..

2.2. Основы атомно-силовой микроскопии.

Атомно-силовая микроскопия – метод и его особенности. Основы работы атомно-силового микроскопа..

3.3. Темы практических занятий

1. Анализ результатов электронной и атомно-силовой микроскопии деталей оборудования;
2. Разработка 3D модели изделия на основе облака точек, полученного путем 3D сканирования;
3. Определение отклонения формы и расположения поверхностей деталей оборудования;
4. Определение допусков и посадок соединений узлов оборудования.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение и контроль отклонений формы и расположения поверхностей и осей;
2. Получение геометрии объекта с помощью метода активного сканирования;
3. Измерение и контроль сопряженных цилиндрических поверхностей;
4. Атомно-силовая микроскопия поверхности твердых тел;
5. Сканирующая электронная микроскопия твердых тел.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Определение состава материала конструктивных элементов оборудования."

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение в обратное проектирование изделий. Определение геометрических параметров конструктивных элементов оборудования"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Определение состава материала конструктивных элементов оборудования."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
Знать:				
методы, используемые при определении геометрических параметров и состава материала конструктивных элементов оборудования	ИД-2 _{ПК-2}	+	+	Контрольная работа/КМ-6. Методы, используемые в процессе обратного проектирования деталей оборудования
Уметь:				
определять геометрические параметры конструктивных элементов оборудования с помощью измерительных инструментов	ИД-2 _{ПК-2}	+		Лабораторная работа/КМ-1. Измерение и контроль сопряженных цилиндрических поверхностей Лабораторная работа/КМ-2. Измерение и контроль отклонений формы и расположения
определять геометрические параметры конструктивных элементов оборудования с помощью средств 3D сканирования	ИД-2 _{ПК-2}	+		Лабораторная работа/КМ-3. Получение геометрии объекта с помощью 3D сканирования
определять состав материала конструктивных элементов оборудования	ИД-2 _{ПК-2}		+	Лабораторная работа/КМ-4. Исследование состава материала электронной микроскопией Лабораторная работа/КМ-5. Исследование поверхности материала атомно-силовой

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-1. Измерение и контроль сопряженных цилиндрических поверхностей (Лабораторная работа)
2. КМ-2. Измерение и контроль отклонений формы и расположения (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-6. Методы, используемые в процессе обратного проектирования деталей оборудования (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-3. Получение геометрии объекта с помощью 3D сканирования (Лабораторная работа)
2. КМ-4. Исследование состава материала электронной микроскопией (Лабораторная работа)
3. КМ-5. Исследование поверхности материала атомно-силовой (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. В. Э. Завистовский, С. Э. Завистовский- "Допуски, посадки и технические измерения", (2-е изд., испр.), Издательство: "РИПО", Минск, 2016 - (278 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463347>;
2. Власов, А. И. Электронная микроскопия : учебное пособие для вузов по направлению 152200 "Наноинженерия" / А. И. Власов, К. А. Елсуков, И. А. Косолапов ; Ред. В. А. Шахнов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 168 с. – (Б-ка "Наноинженерия": в 17 кн. ; Кн.11). – ISBN 978-5-7038-3502-9.;
3. Карпухин С. Д., Быков Ю. А.- "Атомно-силовая микроскопия", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2012 - (38 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52243.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Помещения для	НТБ-303,	стол компьютерный, стул, стол письменный,

самостоятельной работы	Лекционная аудитория	вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107/2, Склад учебного инвентаря Ш-107/2	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обратное проектирование

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Измерение и контроль сопряженных цилиндрических поверхностей (Лабораторная работа)
- КМ-2 КМ-2. Измерение и контроль отклонений формы и расположения (Лабораторная работа)
- КМ-3 КМ-3. Получение геометрии объекта с помощью 3D сканирования (Лабораторная работа)
- КМ-4 КМ-4. Исследование состава материала электронной микроскопией (Лабораторная работа)
- КМ-5 КМ-5. Исследование поверхности материала атомно-силовой (Лабораторная работа)
- КМ-6 КМ-6. Методы, используемые в процессе обратного проектирования деталей оборудования (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	4	8	12	12	14
1	Введение в обратное проектирование изделий. Определение геометрических параметров конструктивных элементов оборудования							
1.1	Этапы жизненного цикла оборудования. Основные этапы разработки конструкторской документации изделия с применением методов обратного проектирования.		+	+	+			+
1.2	Определение размеров изделий с помощью измерительных инструментов.		+	+	+			+
1.3	Определение геометрических параметров изделия с помощью 3D сканирования.		+	+	+			+
2	Определение состава материала конструктивных элементов оборудования.							
2.1	Обзор методов анализа материалов. Основы электронной микроскопии.					+	+	+
2.2	Основы атомно-силовой микроскопии.					+	+	+
Вес КМ, %:			15	15	20	15	15	20