

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Наукоемкие технологии и управление инновациями в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.04</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 97,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Милюков И.А.
	Идентификатор	R4a280e9c-MiliukovIA-621c67c1

И.А. Милюков


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурмакина А.В.
	Идентификатор	Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda

А.В. Бурмакина

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:** является изучение комплекса инновационных технологий изготовления высокотехнологичных изделий современного наукоемкого машиностроительного производства

### Задачи дисциплины

- изучение приоритетных и перспективных направлений развития инновационных технологий машиностроения;
- изучение современных инновационных технологий производства наукоемких высокотехнологичных объектов;
- приобретение умения выполнять анализ и обоснованный выбор технологий для изготовления объектов теплоэнергетики;
- приобретение умения применять инновационные технологии для изготовления наукоемких объектов теплоэнергетики.

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-1 Способен формировать требования к наукоемким изделиям и разрабатывать мероприятия, направленные на их создание, на всех стадиях жизненного цикла	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Проводит анализ экономической эффективности организации производства наукоемкой продукции	знать: - приоритетные и перспективные направления развития инновационных технологий машиностроения.
ПК-2 Способен применять информационные технологии на всех стадиях жизненного цикла наукоемкой продукции	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает проектно-конструкторские и технологические решения с применением современных средств компьютерного моделирования	знать: - особенности и возможности инновационных технологий и технологического оборудования для механической обработки материалов; - особенности и возможности инновационных технологий и технологического оборудования аддитивного производства; - особенности и возможности инновационных технологий и технологического оборудования для физико-химической обработки материалов.  уметь: - применять инновационные технологии машиностроения для изготовления объектов теплоэнергетики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Наукоемкие технологии и управление инновациями в теплоэнергетике (далее – ОПОП),

направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Технологии машиностроительного производства	34	2	10	-	10	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Технологии машиностроительного производства"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 18-45, 573-585, 598-606, 699-714 [2], 10-91, 100-121, 158-205, 344-345</p>
1.1	Классификация технологий машиностроительного производства	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Ключевые технологии машиностроительного производства	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Инновационные технологии получения заготовок	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
2	Инновационные технологии механической обработки деталей	32		8	4	8	-	-	-	-	-	12	-	
2.1	Механическая обработка резанием	16	4	2	4	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Инновационные технологии механической обработки деталей"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 15-19, 60-95, 162, 194-200, 259-263, 360-362</p>	
2.2	Механическая обработка на станках с числовым программным управлением	16	4	2	4	-	-	-	-	-	6	-		
3	Аддитивные технологии в производстве наукоемких изделий	42		8	8	8	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аддитивные технологии в производстве"</p>

3.1	Аддитивные технологии: основные понятия, определения и особенности	22	4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	научномы изделий" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 6-55, 93-127, 142-153
3.2	Материалы и оборудование для аддитивных технологий	20	4	4	4	-	-	-	-	-	8	-	
4	Инновационные технологии физико-химической обработки материалов	36	6	4	6	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Инновационные технологии физико-химической обработки материалов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 404-449
4.1	Электроэрозсионная обработка	18	4	2	4	-	-	-	-	-	8	-	
4.2	Электрохимическая обработка	18	2	2	2	-	-	-	-	-	12	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>64</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>97.5</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Технологии машиностроительного производства

#### 1.1. Классификация технологий машиностроительного производства

Основные понятия технологии машиностроительного производства, качества и технологичности изделия. Классификация промышленных технологий по различным признакам. Основные составляющие производственного и общего технологического процесса изготовления сложных технических изделий.

#### 1.2. Ключевые технологии машиностроительного производства

Обзор ключевых технологий машиностроительного производства: технологии получения новых материалов; технологии заготовительного производства; технологии механической, электрофизической, электрохимической обработки; технологии нанесения защитных покрытий; технологии обработки на многооперационном оборудовании с числовым программным управлением; технологии непосредственного получения трехмерных объектов.

#### 1.3. Инновационные технологии получения заготовок

Факторы, влияющие на выбор способа получения заготовок. Процессы получения литых заготовок. Процессы получения заготовок методами пластической деформации. Процессы раскроя и резки листовых заготовок. Особенности, преимущества и основные дефекты заготовок, получаемых различными способами.

### 2. Инновационные технологии механической обработки деталей

#### 2.1. Механическая обработка резанием

Основные понятия. Физико-механическая основа процесса резания. Лезвийная обработка: точение, фрезерование, сверление, протягивание, строгание, нарезание резьбы. Абразивная обработка: шлифование, хонингование, притирка, полирование. Технологическое оборудование, инструмент и технические возможности процессов.

#### 2.2. Механическая обработка на станках с числовым программным управлением

Технологические возможности многооперационных станков с числовым программным управлением. Особенности разработки технологического процесса обработки деталей на станках с числовым программным управлением.

### 3. Аддитивные технологии в производстве наукоемких изделий

#### 3.1. Аддитивные технологии: основные понятия, определения и особенности

История появления аддитивных технологий. Основные понятия и определения. Отличие аддитивных технологий от традиционных технологий машиностроения. Основные разновидности и классификация аддитивных технологий. Методы формирования детали при использовании аддитивных технологий, их особенности и технологические возможности.

#### 3.2. Материалы и оборудование для аддитивных технологий

Металлопорошковые материалы и оборудование для реализации аддитивных технологий в промышленности. Особенности разработки программного обеспечения для аддитивного производства. Факторы, влияющие на качество изделий, изготовленных с применением аддитивных технологий. Области использования, преимущества и недостатки аддитивных технологий.

#### 4. Инновационные технологии физико-химической обработки материалов

##### 4.1. Электроэрозионная обработка

Электрофизическая основа процесса электроэрозионной обработки. Основные технологические параметры, влияющие на процесс электроэрозии. Виды электроэрозионной обработки: электроэрозионная прошивка, проволочная резка, электроэрозионное фрезерование, обработка глубоких отверстий малого диаметра. Достоинства и недостатки электроэрозионной обработки. Технологическое оборудование и инструмент для электроэрозионной обработки. Технологические возможности и области применения электроэрозионной обработки.

##### 4.2. Электрохимическая обработка

Электрохимическая основа процесса электрохимической обработки. Основные технологические параметры, влияющие на протекание процесса анодного растворения материала. Виды электрохимической обработки: размерная обработка сложнофасонных поверхностей, протягивание, шлифование, полирование, удаление заусенцев. Достоинства и недостатки электрохимической обработки. Технологическое оборудование и инструмент для электрохимической обработки. Технологические возможности и области применения электрохимической обработки.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Подготовка управляющей программы;
2. Изготовления модели детали.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Изготовление модели детали на аддитивном оборудовании;
2. Изготовление детали на станке плазменной резки с числовым программным управлением;
3. Подготовка управляющей программы для изготовления модели детали на аддитивном оборудовании;
4. Подготовка управляющей программы для изготовления модели детали на станке плазменной резки с числовым программным управлением.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технологии машиностроительного производства"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Инновационные технологии механической обработки деталей"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аддитивные технологии в производстве наукоемких изделий"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Инновационные технологии физико-химической обработки материалов"

### 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	3	4	
<b>Знать:</b>						
приоритетные и перспективные направления развития инновационных технологий машиностроения	ИД-2ПК-1	+				Контрольная работа/КМ-1. Инновационные технологии машиностроения
особенности и возможности инновационных технологий и технологического оборудования для физико-химической обработки материалов	ИД-2ПК-2				+	Контрольная работа/КМ-4. Физико-химическая обработка материалов
особенности и возможности инновационных технологий и технологического оборудования аддитивного производства	ИД-2ПК-2			+		Контрольная работа/КМ-3. Аддитивные технологии и оборудование
особенности и возможности инновационных технологий и технологического оборудования для механической обработки материалов	ИД-2ПК-2		+			Контрольная работа/КМ-2. Механическая обработка материалов
<b>Уметь:</b>						
применять инновационные технологии машиностроения для изготовления объектов теплоэнергетики	ИД-2ПК-2		+	+		Лабораторная работа/КМ-5. Защита лабораторных работ

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-5. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Инновационные технологии машиностроения (Контрольная работа)
2. КМ-2. Механическая обработка материалов (Контрольная работа)
3. КМ-3. Аддитивные технологии и оборудование (Контрольная работа)
4. КМ-4. Физико-химическая обработка материалов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №2)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Базров Б. М.- "Основы технологии машиностроения", (2-е изд.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2007 - (736 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=720](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=720);
2. Богодухов С. И., Схиртладзе А. Г., Сулейманов Р. М., Козик Е. С.- "Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении", Издательство: "Машиностроение", Москва, 2009 - (432 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=749](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=749);
3. Железнов, Г. С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов : учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Г. С. Железнов, А. Г. Схиртладзе . – Старый Оскол : ТНТ, 2013 . – 456 с. - ISBN 978-5-94178-253-6 .;
4. С. В. Каменев, К. С. Романенко- "Технологии аддитивного производства", Издательство: "Оренбургский государственный университет", Оренбург, 2017 - (145 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769>.

### **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).

### 5.3 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
20. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	3-312, Учебная аудитория каф. ВМСС	стол преподавателя, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для	Ш-205,	

проведения промежуточной аттестации	Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	З-318, Помещение не существует	стеллаж для хранения инвентаря, стол, стул, шкаф

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Инновационные технологии машиностроения**

(название дисциплины)

**2 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 КМ-1. Инновационные технологии машиностроения (Контрольная работа)  
 КМ-2 КМ-2. Механическая обработка материалов (Контрольная работа)  
 КМ-3 КМ-3. Аддитивные технологии и оборудование (Контрольная работа)  
 КМ-4 КМ-4. Физико-химическая обработка материалов (Контрольная работа)  
 КМ-5 КМ-5. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Технологии машиностроительного производства						
1.1	Классификация технологий машиностроительного производства		+				
1.2	Ключевые технологии машиностроительного производства		+				
1.3	Инновационные технологии получения заготовок		+				
2	Инновационные технологии механической обработки деталей						
2.1	Механическая обработка резанием			+			+
2.2	Механическая обработка на станках с числовым программным управлением			+			+
3	Аддитивные технологии в производстве наукоемких изделий						
3.1	Аддитивные технологии: основные понятия, определения и особенности				+		+
3.2	Материалы и оборудование для аддитивных технологий				+		+
4	Инновационные технологии физико-химической обработки материалов						
4.1	Электроэрозионная обработка					+	
4.2	Электрохимическая обработка					+	
Вес КМ, %:			20	20	25	25	10