



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ  
ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ ПОТОКАМИ ЭНЕРГИИ***

Направление подготовки (специальность)  
15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Технология размерной формообразующей обработки

Уровень высшего образования - магистратура  
Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки  
15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ (уровень магистратуры) (приказ  
Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1485)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и  
технологии обработки давлением и машиностроения  
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  Е.Ю. Звягина

Рецензент:  
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  И.В. Макарова

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Научные основы обработки высококонцентрированными потоками энергии» являются получения знаний об использовании высококонцентрированных потоков энергии для размерной и упрочняющей видов обработки деталей, о методах их интенсификации, об оборудовании, инструментах и режимах обработки.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Научные основы обработки высококонцентрированными потоками энергии входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Машиностроительные материалы  
Метрология, стандартизация и сертификация

Производство заготовок

Процессы и операции формообразования

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Интенсификация процессов резания технологическими средами

Современное высокотехнологичное оборудование для обработки материалов резанием

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Научные основы обработки высококонцентрированными потоками энергии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-15 способностью осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования современных научных методов исследования, ориентироваться в постановке задач и определять пути поиска и средства их решения, применять знания о современных методах исследования, ставить и решать прикладные исследовательские задачи
Знать	Научные аспекты методов обработки поверхностей с использованием различных видов энергии и их оборудование, и режимы обработки
Уметь	Применять методы обработки поверхностей с использованием различной энергии и их оборудование, и режимы обработки для формоизменения деталей. Использовать современные научные методы исследования процессов воздействия потоками энергии.
Владеть	Навыками применения методов обработки поверхностей с использованием различной энергии и их оборудования, и режимов обработки для формоизменения деталей. навыками решения прикладных исследовательских задач.

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 38,3 академических часов;
- аудиторная – 36 академических часов;
- внеаудиторная – 2,3 академических часов
- самостоятельная работа – 70 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Область применения высококонцентрированных потоков энергии. Виды высококонцентрированных источников энергии: энергия высокоскоростного трения, тепловая, электрическая, электромагнитная, электрохимическая энергия сжатой дуги, акустическая, ультразвуковая, лучевая, гидродинамическая энергия взрыва, комбинированная.	1		6		10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию	Устный опрос. Защита лабораторной работы.	ПК-15
Итого по разделу			6		10			
2.								
2.1 Применение высококонцентрированных потоков энергии в машиностроительных технологиях.	1		10/2И			Лабораторная работа	Защита лабораторной работы	ПК-15
Итого по разделу			10/2И					
3.								
3.1 Сущность и технологические операции обработки деталей высокоскоростным трением. Оборудование, инструменты и режимы обработки. Интенсификация процесса обработки высокоскоростным трением за счет ввода в зону обработки электрической энергией.	1				10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос	ПК-15
Итого по разделу					10			
4.								

4.1 Электроконтактная и воздушнодуговая обработка деталей. Физика процессов. Оборудование, инструменты и режимы обработки. Электроэрозионная обработка деталей. Области использования. Технология электроэрозионной обработки деталей. Размерная обработка, текстурирование поверхности. Оборудование, инструменты, режимы обработки и технико-экономические показатели электро-эрозионной обработки. Магнитоимпульсная обработка деталей. Сущность процесса. Технологические особенности использования магнитоимпульсной обработки.	1		12/4И		15	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ПК-15
Итого по разделу			12/4И		15			
5.								
5.1 Механическая обработка с наложением ультразвука.	1		8/6И			лабораторная работа	защита лабораторной работы.	ПК-15
Итого по разделу			8/6И					
6.								
6.1 Сущность и преимущества обработки деталей лучевыми методами. Размерная обработка деталей, упрочнение и текстурирование. Технологии и особенности обработки деталей лазерным лучом. Физические основы электронно-лучевой обработки деталей. Технологии электронно-лучевой обработки. Ионно-лучевая обработка деталей. Оборудование для обработки деталей лучевыми методами.	1				15	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы.	Устный опрос	ПК-15
Итого по разделу					15			
7.								

7.1 Обработка деталей энергией взрыва. Технологии размерной обработки и упрочнения. Сварка взрывом. Обработка деталей струей воды высокого давления. Сущность гидродинамического воздействия струи воды на обрабатываемую поверхность детали. Интенсификация гидродинамического воздействия за счет ввода в зону обработки электрохимической энергии.	1			20	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к аттестации	Устный опрос. перечень контрольных вопросов.	ПК-15
Итого по разделу				20			
Итого за семестр		36/12И		70		экзамен	
Итого по дисциплине		36/12И		70		экзамен	ПК-15

## 5 Образовательные технологии

В ходе реализации видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании данной дисциплины используются:

### 1. Традиционные образовательные технологии

- обзорные лекции для ознакомления с основными научными положениями обработки деталей высококонцентрированными потоками энергии;
- информационные - для ознакомления с различными видами обработки деталей по темам дисциплины;
- проблемная - для развития навыков по постановке и решению задач по данной дисциплине.

### 2. Интерактивные технологии

- вариативный опрос;
- дискуссии;
- устный опрос;
- совместная работа в малых группа (подгруппах).

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов: учебное пособие / Ю.С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 396 с. — ISBN 978-5-8114-2174-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75505>

2. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении / В.Ф. Безъязычный, В.Н. Крылов, Ю.К. Чарковский, Е.В. Шилков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-2118-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93688>

**б) Дополнительная литература:**

1. Галимов, Э.Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения : учебное пособие / Э.Р. Галимов, А.Л. Абдуллин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-4578-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122184>

2. Должиков, В.П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учебное пособие / В.П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2393-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/81559>

**в) Методические указания:**

1. Платов С.И. Современные методы пластического формоизменения и изменения свойств заготовок при помощи теормомеханического воздействия: учеб. пособие / С.И. Платов, А.В. Ярославцев, Р.Р. Дема, В.А. Русанов, К.К. Ярославцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 59 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам. Лабораторное оборудование.

Учебная аудитория для проведения механических испытаний 1. Машины универсальные испытательные на растяжение.

2. Мерительный инструмент.

3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4. Микротвердомер.

5. Печи термические.

Учебная аудитория для проведения металлографических исследований Микроскопы МИМ-6, МИМ-7

Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.



Примерные контрольные работы:  
ТЕСТЫ

по курсу «Научные основы обработки высококонцентрированными потоками энергии»

Студент гр. \_\_\_\_\_

**1. Ультразвуковые преобразователи применяют в качестве основного элемента:**

А – при ЭХО; В – при ЭЭО; С – при УЗО; Д – при ЭЛО.

**2. Механизм съема при лазерной обработке:**

А – анодное растворение; В – тепловое воздействие; С – механическое разрушение.

**3. В каких средах осуществляется электроэрозионная обработка:**

А – вакуум; В – смесь углеводородов; С – электролиты; Д – электролитно-абразивные суспензии.

**4. ЭЭО применяют для обработки:**

А – металлов; В – керамики; С – твердых сплавов и стекол.

**5. Принцип действия пьезоэлектрического преобразователя основан на изменении геометрических размеров его рабочего элемента под действием:**

А – гравитации; В – переменного электрического поля; С – магнитного поля.

**6. Возникновение элементарного канала разряда при ЭЭО происходит между ближайшими местными неровностями противоположных электродов:**

А – лункой и впадиной; В – выступом и впадиной; С – выступами.

**. Давление в канале разряда при ЭЭО при максимальном значении тока в импульсе:**

А – 0,1 МПа; В – 10 МПа; С – 1000 МПа

**. Рассчитать электрохимический эквивалент стали (г/А.мин), если в электролите соотношение ионов  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  составляет два к одному:**

А – 0,015; В – 0,027; С – 0,12.

**9. В состав электролитов для размерной ЭХО в качестве основного компонента входят:**

А – кислоты; В – основания; С – растворимые соли щелочных металлов.

**10. Оцените отжимающее усилие, которое возникает при ЭХО, если давление электролита составляет 0,5 МПа, а площадь обработки 100 см<sup>2</sup>:**

А – 5000 Н; В – 500 Н; С – 50 Н.

**11. Определить силу тока при ЭХО, если производится обработка цилиндрическим электродом, диаметром 10 см, а рекомендуемая плотность тока составляет 30 А/см<sup>2</sup>:**

А – 2280; В – 300; С – 942.

**12. Предложите эффективный метод физико-химической обработки для прошивания микроотверстий в листовых металлах и неметаллах:**

А – ЭХО; В – ЭЭО; С – УЗО; Д – СЛО.

**13. Износ рабочего инструмента отсутствует при использовании следующих физико-химических методов обработки:**

А – ЭХО и ЭЭО; В – ЭХО и СЛО; С – ЭЭО и ЭЛО; Д – СЛО и УЗО.

**14. На операциях ЭХ прошивания для максимального повышения производительности обработки следует использовать схему обработки:**

А – с постоянной скоростью перемещения ЭИ; В – дискретную; С – импульсно-циклическую.

**15. В рабочей зоне абразивного электроэрозионного шлифования не наблюдается:**

А – механического диспергирования материала и тепловыделения;

В – растворения и образования анодных пленок; С – электрического тока.

**16. Для снижения износа инструмента при УЗО желательно изготавливать его из:**

А – керамики; В – закаленных инструментальных сталей; С – латуни.

**17. Масштаб распространения ЭХО в промышленности по сравнению с ЭЭО:**

А – низкий; В – высокий; С – равновеликий.

**18. При ЭХО на обрабатываемой поверхности возможно образование:**

А – оксидных пленок; В – измененных поверхностных слоев;  
– заусенцев и микротрещин; Д – всех перечисленных дефектов.

**19. К недостаткам ЭХО можно отнести:**

– низкую производительность; В – невысокую стойкость ЭИ;  
– высокую энергоемкость; Е – высокую шероховатость обработки.

**20. При введении в зону действия луча ОКГ струи кислорода производительность СЛЮ стали:**

А – не изменится; В – возрастет; С – снизится.

Перечень вопросов к экзамену:

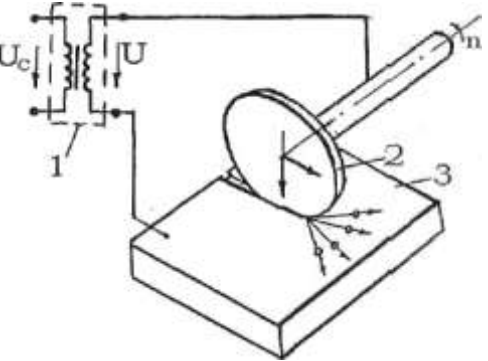
1. Область применения высококонцентрированных потоков энергии. Виды высококонцентрированных источников энергии: энергия высокоскоростного трения, тепловая, электрическая, электромагнитная, электрохимическая энергия сжатой дуги, акустическая, ультразвуковая, лучевая, гидродинамическая энергия взрыва, комбинированная.
2. Применение высококонцентрированных потоков энергии в машиностроительных технологиях.
3. Сущность и технологические операции обработки деталей высокоскоростным трением. Оборудование, инструменты и режимы обработки. Интенсификация процесса обработки высокоскоростным трением за счет ввода в зону обработки электрической энергией
4. Электроконтактная и воздушнодуговая обработка деталей. Физика процессов. Оборудование, инструменты и режимы обработки. Магнитоимпульсная обработка деталей. Сущность процесса. Технологические особенности использования магнитоимпульсной обработки
5. Размерная обработка, текстурирование поверхности. Оборудование, инструменты, режимы обработки и технико-экономические показатели электроэрозионной обработки.
6. Электроэрозионная обработка деталей. Области использования. Технология электроэрозионной обработки деталей.
7. Сущность и технологические возможности сжатой дуги. Технология сварки, резки и упрочнения деталей сжатой дугой. Микроплазменная обработка деталей. Напыление износостойких покрытий в струе плазмы.
8. Акустический и ультразвуковой методы обработки деталей. Области использования технологии размерной обработки и упрочнения деталей
9. Сущность и преимущества обработки деталей лучевыми методами. Размерная обработка деталей, упрочнение и текстурирование. Технологии и особенности обработки деталей лазерным лучом. Физические основы электронно-лучевой обработки деталей.
10. Технологии электронно-лучевой обработки. Ионно-лучевая обработка деталей. Оборудование для обработки деталей лучевыми методами
11. Обработка деталей энергией взрыва. Технологии размерной обработки и упрочнения. Сварка взрывом. Обработка деталей струей воды высокого давления.
12. Комбинированные методы обработки деталей высококонцентрированными потоками энергии: термогазоструйная, плазменно-механическая, обработка плазмой с ионной бомбардировкой и др.
13. Применение высококонцентрированных потоков энергии в нанотехнологиях.
14. Сущность гидродинамического воздействия струи воды на обрабатываемую поверхность детали. Интенсификация гидродинамического воздействия за счет ввода в зону обработки электрохимической энергии

## «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

## а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	
ПК-15	способностью осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования современных научных методов исследования, ориентироваться в постановке задач и определять пути поиска и средства их решения, применять знания о современных методах исследования, ставить и решать прикладные исследовательские задачи	
Знать	Научные аспекты методов обработки поверхностей с использованием различных видов энергии и их оборудование, и режимы обработки	<p>Перечень вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Область применения высококонцентрированных потоков энергии. Виды высококонцентрированных источников энергии: энергия высокоскоростного трения, тепловая, электрическая, электромагнитная, электрохимическая энергия сжатой дуги, акустическая, ультразвуковая, лучевая, гидродинамическая энергия взрыва, комбинированная.</li> <li>2. Применение высококонцентрированных потоков энергии в машиностроительных технологиях.</li> <li>3. Сущность и технологические операции обработки деталей высокоскоростным трением. Оборудование, инструменты и режимы обработки. Интенсификация процесса обработки высокоскоростным трением за счет ввода в зону обработки электрической энергией</li> <li>4. Электроконтактная и воздушнодуговая обработка деталей. Физика процессов. Оборудование, инструменты и режимы обработки. Магнитоимпульсная обработка деталей. Сущность процесса. Технологические особенности использования магнитоимпульсной обработки</li> <li>5. Размерная обработка, текстурирование поверхности. Оборудование, инструменты, режимы обработки и технико-экономические показатели электроэрозионной обработки.</li> <li>6. Электроэрозионная обработка деталей. Области использования. Технология электроэрозионной обработки деталей.</li> <li>7. Сущность и технологические возможности сжатой дуги. Технология сварки, резки и</li> </ol>



Владеть	Навыками применения методов обработки поверхностей с использованием различной энергии и их оборудования, и режимов обработки для формоизменения деталей. навыками решения прикладных исследовательских задач.	<p>По схеме раскрыть сущность метода. Перечислить достоинства и недостатки метода.</p> 
---------	---	---

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Научные основы обработки высококонцентрированными потоками энергии» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, умений и владений, и проводится в форме экзамена с учетом выполнения и защиты лабораторных работ.

**Показатели и критерии оценивания:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно отвечает по проделанным лабораторным работам, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

