

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт-**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА  
ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ  
\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина  
«26» \_\_\_\_\_ июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ОБРАБОТКИ»**

**Направление подготовки:** 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

**Профиль подготовки:** Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

Трехгорный  
2024

# **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обострение конкуренции на рынке машиностроительной продукции вызывает насущную необходимость применения наиболее эффективных и экономичных методов для изготовления заготовок и деталей, как из обычных, так и из высокопрочных и труднообрабатываемых металлических и неметаллических материалов.

## **1.1 Цели дисциплины**

Цели дисциплины «Электрофизические и электрохимические методы обработки» – формирование у студентов знаний по современным методам и технологиям обработки материалов, целесообразном их сочетании и комбинировании с традиционными (особенно, при обработке материалов со специальными свойствами – высокопрочных, труднообрабатываемых, хрупких и т.п.). Полученные знания позволят осуществлять правильный выбор и рационально использовать современные электрофизические методы обработки для высокопроизводительного изготовления деталей.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Задачами дисциплины «Электрофизические и электрохимические методы обработки» является формирование базовых компетенций по методам обработки материалов, использующими в тех или иных видах физические процессы, сопровождающие прохождение электрического тока: электрохимические и электроэрозионные; силовые воздействия импульсных магнитных полей и электрогидравлических явлений; тепловые явления, возникающие под воздействием потока электронов, сфокусированного излучения, потока плазмы; акустические явления и др.; с их технологическими возможностями, средствами технологического оснащения, режимами обработки.

# **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Электрофизические и электрохимические методы обработки» относится к дисциплинам по выбору вариативного цикла дисциплин учебного плана, изучается на 4 курсе, в 7 семестре. Дисциплина «Электрофизические и электрохимические методы обработки» непосредственно связана дисциплинами

физики, химии, электротехники, материаловедения и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Материалы данной дисциплины используются при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей практической деятельности после окончания института.

### **3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Перечень компетенций**

Изучение дисциплины «Электрофизические и электрохимические методы обработки» направлено на формирование элементов следующих компетенций:

##### **общефессиональные (ОПК):**

- Способен применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении (ОПК-7);

##### **профессиональные (ПК):**

- Способен участвовать в разработке практических мероприятий по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее жизненным циклом и качеством, производственный контроль их выполнения (ПК-4).

#### **3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### **знать:**

- современные методы малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий (3-ОПК-7);
- современные средства автоматизации и управления (3-ПК-4);

##### **уметь:**

- применять современные методы малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий для защиты от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов (У-ОПК-7);
- проводить мероприятия по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления (У-ПК-4);

**владеть:**

- современными методами малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий для защиты от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов (В-ОПК-7);
- навыками проведения практических мероприятий по совершенствованию систем, а также проведение производственного контроля (В-ПК-4).

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</b>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>

	<p>- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
	<p>- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b></p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>

	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</li> </ul>
	<p>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>
	<p><b>УГНС 15.00.00 «Машиностроение»:</b></p> <p>- формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию <b>(B31)</b>;</p> <p>- формирование культуры решения изобретательских задач <b>(B32)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля и всех видов практик для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования творческого инженерного мышления и готовности к работе в профессиональной среде через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании и создании конкурентноспособной машиностроительной продукции;</li> <li>- формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам в области создания новых современных образцов технологических машин и комплексов с</li> </ul>

		<p>применением современных компьютерных CAD/CAM/CAE-,PDM- и PLM- систем через содержание дисциплин и практик, акцентирование учебных заданий, групповое решение практических задач, учебных проектов, прохождение практик на конкретных рабочих местах, ознакомление с современными технологиями промышленного производства.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Теория решения изобретательских задач", "Решение инженерных задач на ПЭВМ", "Компьютерные технологии в инженерном деле" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу.</p>
--	--	--

## 4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Практ. занятия/семинары	Самост. работа			
Семестр 7								
1	Раздел 1	1	2	2	7	КЛ1–3	КР1–4	10
		2	2					
		3	2	2				
		4		2				
2	Раздел 2	5	2	2	7	КЛ2–6	КР2–8	15
		6	2					
		7	2	2				
		8		2				
3	Раздел 3	9	2	2	7	КЛ3–10	КР3–12	15
		10	2					
		11	2	2				
		12		2				
4	Раздел 4	13	2	2	5	КЛ4–14	КР4–15	10
		14		2				
		15	2	2				
Итого			22	24	26			50
Зачет с оценкой			-					50

КЛ - коллоквиум

КР – контрольная работа

### 4.1 Содержание лекций

**Раздел 1 Методы обработки, связанные с процессами прохождения тока.**

#### Электрохимическая обработка

Принцип электрохимической обработки (ЭХО). Достоинства и недостатки электрохимической обработки. Физико-химические процессы обработки. Классификация процессов обработки. Технологические характеристики и типовые схемы обработки.

Схемы установок для ЭХО. Электролиты. Электроды-инструменты.

Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудования для подачи и очистки рабочей жидкости.

Типовые операции: объемное копирование, калибрование, маркирование, шлифование, заточка, суперфиниширование, хонингование, отделка.

### Электроэрозионная обработка и электрогидроимпульсная обработка

Физическая сущность метода электроэрозионной обработки (ЭЭО). Достоинства и недостатки электроэрозионной обработки. Классификация разновидностей метода: электроискровая, электроимпульсная, высокочастотная и электроконтактная.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки. Рабочие жидкости, используемые при ЭЭО. Электроды-инструменты. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудования для подачи и очистки рабочей жидкости.

Типовые операции: объемное копирование, прошивка отверстий, клеймение, шлифование, извлечение сломанных инструментов (сверл, метчиков и т.п.).

Физическая сущность электрогидроимпульсной обработки (ЭГИО).

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки. Рабочие жидкости, используемые при ЭГИО. Разрядные камеры. Средства технологического оснащения: станки, источники питания.

Типовые операции: штамповка, вырубка.

## **Раздел 2 Индукционный нагрев**

Теоретические основы индукционного нагрева (ИН).

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки. Индукторы. Источники питания.

Типовые операции: нагрев, термообработка, пайка.

### Лучевые методы обработки. Электронно-лучевая обработка

Физическая сущность электронно-лучевой обработки (ЭЛО).

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.

Установки ЭЛО. Выбор и управление режимами обработки.

Типовые операции: сварка, пайка, вырезание, прошивание, нанесение покрытий.

## **Раздел 3 Лазерная обработка и плазменная обработка**

Физическая сущность лазерной обработки (ЛО).

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.

Виды оптических квантовых генераторов. Установки ЛО. Выбор и управление режимами обработки.

Типовые операции ЛО: резка, сварка, пайка.

Физическая сущность плазменной обработки (ПО).

Плазмотроны. Плазмообразующие газы. Оборудование для ПО.

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.

Выбор и управление режимами обработки.

Процессы ПО: плавление и рафинирование металлов, резка, строгание, полирование, изменение свойств поверхности заготовки, нанесение покрытий, наплавка.

#### Раздел 4 Магнитная обработка. Магнитно-абразивная обработка и Магнитоимпульсная обработка

Физическая сущность магнитно-абразивной обработки (МАО).

Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики.

Магнитно-абразивные порошки. Магнитные индукторы. Оборудование для МАО.

Выбор и управление режимами обработки.

Процессы МАО: шлифование, полирование, хонингование, очистка, удаление заусенцев и окалины.

Физическая сущность магнитоимпульсной обработки (МИО).

Оборудование для МИО. Типовые схемы обработки и основные технологические характеристики. Выбор и управление режимами обработки.

Процессы МИО: обжим, раздача, штамповка.

#### Ультразвуковая обработка

Физические основы и классификация разновидностей ультразвуковой обработки (УЗО). Концентраторы и источники питания. Технологическое оборудование и режимы обработки.

Технологические особенности разновидностей процессов: абразивной обработки свободными зёрнами и абразивным инструментом; резания, давления, сварки, очистки.

#### Комбинированные методы обработки

Сочетание различных методов электрофизической и электрохимической обработки друг с другом и с механической обработкой резанием и давлением.

Перспективы развития методов технической физики и их использование в машиностроении.

## 4.2 Содержание практических работ

1. Принцип электрохимической обработки (ЭХО). Достоинства и недостатки электрохимической обработки.
2. Физико-химические процессы обработки. Классификация процессов обработки. Технологические характеристики и типовые схемы обработки. Схемы установок для ЭХО. Электролиты. Электроды-инструменты.
3. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудования для подачи и очистки рабочей жидкости. Физическая сущность метода электроэрозионной обработки (ЭЭО).
4. Достоинства и недостатки электроэрозионной обработки. Электроды-инструменты.
5. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудования для подачи и очистки рабочей жидкости.
6. Типовые операции: объемное копирование, прошивка отверстий, клеймение, шлифование, извлечение сломанных инструментов (сверл, метчиков и т.п.).
7. Физическая сущность электрогидроимпульсной обработки (ЭГИО). Теоретические основы индукционного нагрева (ИН).
8. Физическая сущность электронно-лучевой обработки (ЭЛО). Установки ЭЛО. Выбор и управление режимами обработки.
9. Физическая сущность лазерной обработки (ЛО). Плазмотроны. Плазмообразующие газы. Оборудование для ПО.
10. Физическая сущность магнитно-абразивной обработки (МАО). Процессы МАО: шлифование, полирование, хонингование, очистка, удаление заусенцев и окалины.
11. Магнитно-абразивные порошки. Магнитные индукторы. Оборудование для МАО. Выбор и управление режимами обработки. Физическая сущность магнитоимпульсной обработки (МИО).
12. Физические основы и классификация разновидностей ультразвуковой обработки (УЗО). Концентраторы и источники питания. Технологическое оборудование и режимы обработки. Сочетание различных методов

электрофизической и электрохимической обработки друг с другом и с механической обработкой резанием и давлением.

#### **4.3 Самостоятельная работа студентов**

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 26 часов. Самостоятельная работа состоит из двух частей.

1. Самостоятельное изучение теоретического курса – 14 часов. Самостоятельное изучение теоретического курса включает самостоятельную проработку студентами некоторых тем разделов. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы к зачету с оценкой.

2. Подготовка к контрольным работам – 12 часов.

### **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по специальности 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», реализация подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях с применением мультимедийного проектора в виде мультимедиа-лекций. Учебные материалы предъявляются студентам для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия могут проводиться в лекционных, компьютерных лабораториях, с разделением группы на подгруппы из 10 человек (для соблюдения принципа каждому студенту свое рабочее место), и в лабораториях цехов и отделов ФГУП «Приборостроительный завод имени К.А. Володина», имеющих специальное электрофизическое и электрохимическое оборудование и установки.

## **6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине «Электрофизические и электрохимические методы обработки» включает:

- 6.1 Контрольная работа (по вариантам).
- 6.2 Вопросы для итоговой аттестации (зачет с оценкой).
- 6.3 Тестовые материалы по разделам.
- 6.4 Материалы для оценки остаточных знаний.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Тотай, А. В. Детали машин. Современные средства и прогрессивные методы обработки : учебник для вузов / А. В. Тотай, М. Н. Нагоркин, В. П. Федоров ; под общей редакцией А. В. Тотая. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 288 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01389-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/513297>
2. Физические методы нанесения нанопокровтий : учебное пособие для вузов / В. С. Мухин [и др.] ; под редакцией В. С. Мухина, С. Р. Шехтмана. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13807-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/517127>

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Берлин, Е.В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей [Электронный ресурс]/ Берлин Е.В., Коваль Н.Н., СейдманЛ.А.— Электрон.текстовые данные.— М.: Техносфера, 2024.— 464 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26900>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Туманов, Ю.Н.Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-металлургических процессах [Электронный ресурс]/

Туманов Ю.Н.— Электрон.текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2024.— 968 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17391>.— ЭБС «IPRbooks»

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>