

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:** 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Профиль подготовки:** Технология машиностроения

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

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:

##### **профессиональные (ПК):**

– Способен участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации, выборе технологий (ПК-4);

– Способен использовать различные методы испытаний физико-механических свойств, контроля технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий (ПК-6).

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### **знать:**

- принципы организации производственных процессов по разработке и изготовлению изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации; структуру основных, вспомогательных цехов и служб предприятия; современные методы организации и управления машиностроительными производствами;
- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т.д.), их влияние на структуру, а структуры – на свойства современных металлических и неметаллических

материалов; основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженнодеформированного состояния в элементах конструкций; методы проектных и проверочных расчетов; основные виды изнашивания и методы борьбы с ними; методы стандартных испытаний по определению физикомеханических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования.

**уметь:**

- анализировать состояние производственных процессов и находить организационно-управленческие решения в профессиональной деятельности, направленные на разработку и изготовление изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации;
- оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств, обеспечивающих надежность продукции; выбирать способы восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей машин; методы стандартных испытаний по определению физикомеханических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования.

**владеть:**

- навыками выполнения расчетов и обоснований при выборе форм и методов организации производства; выполнения плановых расчетов; организации управления; методикой расчета и анализа продолжительности производственных циклов простых и сложных производственных процессов; методом сетевого планирования;
- навыками выбора методов стандартных испытаний по определению физикомеханических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий.

### 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>(B17)</b>	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. 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.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b>	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.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных

		<p>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>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</li> <li>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</li> <li>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></li> </ul>	<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>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></li> </ul>	<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</b> <b>«Машиностроение»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование творческого инженерного мышления</li> </ul>	<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</li> </ul>

	<p>и стремления к постоянному самосовершенствованию (В31);</p> <p>- формирование культуры решения изобретательских задач (В32)</p>	<p>профессиональной среде через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании и создании конкурентноспособной машиностроительной продукции;</p> <p>- 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 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 3 зачетные единицы, 108 часа

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Практ. занятия/семинары	Самост. работа			
Семестр 7								
1	Раздел 1	1-4	12	16	13	КЛ1–3	КР1–4	10
2	Раздел 2	5-8	12	16	12	КЛ2–6	КР2–8	15
Итого			24	32	25			50
Экзамен			27					50

КЛ - коллоквиум

КР – контрольная работа

### 4.1 Содержание лекций

**Раздел 1 Методы обработки, связанные с процессами прохождения тока. Электрохимическая обработка. Электроэрозионная обработка и электрогидроимпульсная обработка. Лазерная обработка и плазменная обработка.**

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.

### 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 2 Индукционный нагрев. Лучевые методы обработки. Электронно-лучевая обработка. Магнитная обработка. Магнитно-абразивная обработка и Магнитоимпульсная обработка. Ультразвуковая обработка. Комбинированные методы обработки.**

### 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.

### 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.Магнито-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 25 часов. Самостоятельная работа состоит из двух частей.

1.Самостоятельное изучение теоретического курса – 13 часов. Самостоятельное изучение теоретического курса включает самостоятельную проработку студентами некоторых тем разделов. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы к зачету.

2. Выполнение контрольной работы по теме: «Электрохимическая обработка внутренних поверхностей» – 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 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных 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», 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 включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

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

### **7.1 Основная литература**

1. Архипова, Н.А. Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей [Электронный ресурс]/ Архипова Н.А., Блинова Т.А.— Электрон.текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2024.— 305 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28423>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Серебrenицкий, П. П. Современные электроэрозионные технологии и оборудование : учебное пособие для вузов / П. П. Серебrenицкий . – 2-е изд., доп. и перераб . – СПб. : Лань, 2024 . – 352 с. – (Учебные пособия для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1423-9. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8875](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8875) - ЭБС «Лань»

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Берлин, Е.В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей [Электронный ресурс]/ Берлин Е.В., Коваль Н.Н.,

Сейдман Л.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>