

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)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«26» \_\_\_\_\_ июня 2024 г.

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

**Специальность:** 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

**Специализация:** Проектирование инструментальных комплексов в  
машиностроении

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**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 вариативному циклу, обязательная дисциплина учебного плана, изучается на 5 курсе, в 9 семестре. Дисциплина «Электрофизические и электрохимические методы обработки» непосредственно связана с циклом физики,

химии, электротехники, деталей машин, материаловедения, а также знании основ технологии машиностроения, технологического оборудования и инструментов и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Материалы данной дисциплины используются при дипломном проектировании, 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 обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий (ОПК-7);

##### **профессиональные (ПК):**

– Способен выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения (ПК-3);

– Способен проектировать технологические процессы обработки резанием и физико-химической обработки (ПСК-5.8);

##### **универсальные естественно-научные (УКЕ):**

– Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1).

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- практические приемы и методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; основные виды обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; способы формирования обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления;
- практические приемы и методы реализации основных технологических процессов; основные виды реализации основных технологических процессов; способы реализации основных технологических процессов;
- физико-химическую сущность процессов, протекающих при снятии слоя материала с обрабатываемой поверхности при обработке заготовок деталей машин;
- основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

**уметь:**

- формулировать задачи обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; выбирать методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; работать со справочной и специальной литературой обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления;
- формулировать задачи реализации основных технологических процессов; выбирать методы реализации основных технологических процессов; работать со справочной и специальной литературой реализации основных технологических процессов;
- применять новые конструкционные материалы и методы повышения качества обработки деталей;
- использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи.

**Владеть:**

- опытом построения обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; опытом обеспечения надежности обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления;
- опытом реализации основных технологических процессов; опытом обеспечения надежности реализации основных технологических процессов;
- методами совершенствования и разработки новых технологических методов обработки заготовок деталей машин;
- методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.

### 3.3 Воспитательная работа

| Направление/<br>цели                   | Создание условий,<br>обеспечивающих   | Использование воспитательного<br>потенциала учебных дисциплин   |
|--|---|---|
| <b>Профессиональный модуль</b>         |   |   |
| <b>Профессиональное<br/>воспитание</b> | - формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</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.<br>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  | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b></p>  | <p>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 3 зачетных единиц , 108 часов.

| № 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 9        |                           |        |  |                        |                |   |                                    |                      |
| 1                | Раздел 1                  | 1-4    | 6  | 6                      | 12             | КЛ1–3   | КР1–4                              | 10                   |
| 2                | Раздел 2                  | 5-9    | 8  | 8                      | 15             | КЛ2–7   | КР2–9                              | 15                   |
| 3                | Раздел 3                  | 10-14  | 8  | 6                      | 15             | КЛ3–12  | КР3–14                             | 15                   |
| 4                | Раздел 4                  | 15-18  | 4  | 8                      | 12             | КЛ4–17  | КР4–18                             | 10                   |
| Итого            |                           |        | 26   | 28                     | 54             |   |                                    | 50                   |
| Зачет с оценкой  |                           |        |  |                        | 50             |   |                                    | 50                   |
| Итого за семестр |                           |        |  |                        |                |   |                                    | 100                  |

## 4.1 Содержание лекций

### Семестр 9

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

#### Электрохимическая обработка. Электроэрозионная обработка и электрогидроимпульсная 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.

#### 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).
2. Достоинства и недостатки электрохимической обработки.
3. Физико-химические процессы обработки. Классификация процессов обработки. Технологические характеристики и типовые схемы обработки.
4. Схемы установок для ЭХО. Электролиты. Электроды-инструменты.
5. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудования для подачи и очистки рабочей жидкости.
6. Физическая сущность метода электроэрозионной обработки (ЭЭО).
7. Достоинства и недостатки электроэрозионной обработки.
8. Электроды-инструменты.
9. Средства технологического оснащения: станки, источники питания, оборудования для подачи и очистки рабочей жидкости.
10. Типовые операции: объемное копирование, прошивка отверстий, клеймение, шлифование, извлечение сломанных инструментов (сверл, метчиков и т.п.).
11. Физическая сущность электрогидроимпульсной обработки (ЭГИО).
12. Теоретические основы индукционного нагрева (ИН).
13. Физическая сущность электронно-лучевой обработки (ЭЛО).
14. Установки ЭЛО. Выбор и управление режимами обработки.
15. Физическая сущность лазерной обработки (ЛО).

16. Плазмотроны. Плазмообразующие газы. Оборудование для ПО.
17. Физическая сущность магнитно-абразивной обработки (МАО).
18. Процессы МАО: шлифование, полирование, хонингование, очистка, удаление заусенцев и окалины.
19. Магнито-абразивные порошки. Магнитные индукторы. Оборудование для МАО. Выбор и управление режимами обработки.
20. Физическая сущность магнитоимпульсной обработки (МИО).
21. Физические основы и классификация разновидностей ультразвуковой обработки (УЗО). Концентраторы и источники питания. Технологическое оборудование и режимы обработки.
22. Сочетание различных методов электрофизической и электрохимической обработки друг с другом и с механической обработкой резанием и давлением.
23. Перспективы развития методов технической физики и их использование в машиностроении.

### **4.3 Самостоятельная работа студентов**

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 18 часов. Самостоятельная работа состоит из трех частей.

1. Самостоятельное изучение теоретического курса – 6 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 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», 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.

Интерактивные формы представлены в таблице.

| Семестр | Вид занятия<br>(Л, ПР, ЛР,<br>ТК) | Используемые интерактивные образовательные<br>технологии | Количе-<br>ство<br>часов |
|---------|-----------------------------------|--|--------------------------|
| 9       | Л                                 | Мультимедийные технологии                                | 12                       |
|         | ПР                                | Тестирование   | 12                       |
| Итого:  |                                   |  | 24                       |

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>