

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

"Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Козорез Д.А.

3 июля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000197795)

Технология ЭХО и ЭФО

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

|  |   |
|--|---|
| Направление подготовки                   | Двигатели летательных аппаратов               |
| Квалификация выпускника                  | Бакалавр                                      |
| Профиль подготовки                       | Технология производства авиационных ГТД       |
| Форма обучения                           | очно-заочная<br>(очно, очно-заочное, заочное) |
| Выпускающая кафедра                      | ТПАД  |
| Обеспечивающая кафедра                   | ТПАД  |
| Кафедра-разработчик<br>рабочей программы | ТПАД  |

| Семестр | З.Е. | Трудоемкость,<br>час. | Лекций,<br>час. | Практич.<br>занятий,<br>час. | Лаборат.<br>работ,<br>час. | СРС,<br>час | Экзамен-<br>нов, час. | Форма<br>промежуточног<br>о контроля |
|---------|------|-----------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 9       | 3    | 108                   | 18              | 0                            | 16                         | 74          | 0                     | Зч                                   |
| Итого   | 3    | 108                   | 18              | 0                            | 16                         | 74          | 0                     |                                      |

Москва

2023

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

## Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

---

Авторы программы:

Бабин С.В.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТПАД

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой  
ТПАД

Директор выпускающего филиала СТ

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Технология ЭХО и ЭФО является достижение следующих результатов освоения(РО):

| N | Шифр          | Результат обучения  |
|---|---------------|---|
| 1 | В-2(ДПК-5.3)  | Владеть навыками правильного выбора метода обработки средств технологического оснащения, отвечающих требованиям по качеству и точности в условиях конкретного производственного участка |
| 2 | В-3(ДПК-5.2)  | Владеть навыками построения технологических процессов с использованием ЭХО и ЭФО методов;   |
| 3 | З-1(ДПК-4.2)  | Знать основные требования к уровню основных показателей качества изделий АКТ, в том числе точности, взаимозаменяемости, работоспособности и др  |
| 4 | З-1(ДПК-6.1)  | Знать основы физических явлений происходящих в процессе обработки деталей ДЛА   |
| 5 | У-1(ДПК-4.3)  | Уметь интегрировать имеющиеся и наращивать накопленные знания в области каче-ства изделий авиационного двигателестроения в объеме, необходимом для профессио-нальной деятельности       |
| 6 | У-2(ПКР-20.1) | Уметь выбирать рациональный способ изготовления деталей   |
| 7 | У-3(ПКР-20.1) | Уметь выбирать способы реализации технологических процессов при изготовлении и сборке ДЛА   |

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

| N | Шифр   | Компетенция   |
|---|--------|---|
| 1 | ДПК-4  | Способность осуществлять экспертизу технической документации, надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией оборудования, определять причины появления брака. |
| 2 | ДПК-5  | Способность разрабатывать технологию изготовления, маршрутные и операционные карты технологических процессов изготовления отдельных деталей и узлов для         |
| 3 | ДПК-6  | Способность исследовать и анализировать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению.                            |
| 4 | ПКР-20 | Способен участвовать в работах по проектированию и реализации основных технологических процессов при производстве ДЛА   |

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

| N | Шифр    | Индикатор компетенций   |
|---|---------|---|
| 1 | ДПК-4.2 | Применяет знания методов и средств диагностики технологического оборудования по параметрам точности, жесткости, повторяемости |

|   |          |   |
|---|----------|---|
| 2 | ДПК-4.3  | Формирует обоснованное заключение по эксплуатационной эффективности технологического оборудования и средств технологического оснащения  |
| 3 | ДПК-5.2  | Обладает знаниями принципов разработки оптимальных технологических процессов изготовления элементов аэрокосмической техники   |
| 4 | ДПК-5.3  | Применяет знания методов технологического проектирования для разработки высокоэффективных производственных процессов  |
| 5 | ДПК-6.1  | Демонстрирует знания особенностей технологических процессов в производстве ДЛА, способность анализировать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению |
| 6 | ПКР-20.1 | Принимает участие в работах по выбору рационального технологического процесса изготовления деталей и сборочных единиц ДЛА   |
| 7 | ПКР-20.1 | Принимает участие в работах по выбору рационального технологического процесса изготовления деталей и сборочных единиц ДЛА   |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Технология ЭХО и ЭФО является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

| N | Предшествующие дисциплины   | Последующие дисциплины  |
|---|---|---|
| 1 | Объекты промышленного производства  | Итоговая гос. аттестация  |
| 2 | Метрология, стандартизация и сертификация   | Технология производства АД и ЭУ   |
| 3 | Технологическая практика  | Автоматизированные системы проектирования технологических процессов (PLM-технологии в производстве ДЛА) |
| 4 | Производственная практика   | Преддипломная практика  |
| 5 | Методы обработки деталей, станки и инструмент   | Технологическая оснастка  |
| 6 | Теория резания и режущий инструмент   | Оборудование с ЧПУ (Программно управляемое оборудование для механической обработки)                     |
| 7 | Технология заготовительного производства (Технология заготовительно-штамповочных работ) | Проектирование механосборочных цехов  |
| 8 |   | Автоматизация технологических процессов (Технические средства автоматизации ТП ДЛА)                     |

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 3 зачетных(ые) единицы(ы), 108 часа(ов).

| Модуль               | Раздел  | Лекции    | Практич. занятия | Лаборат. работы | СРС       | Всего часов | Всего с экзаменами и курсовыми |
|----------------------|---|-----------|------------------|-----------------|-----------|-------------|--------------------------------|
| Технология ЭХО и ЭФО | Классификация методов                                     | 2         | 0                | 4               | 10        | 16          | 108                            |
|                      | Технология и оборудование плазменной обработки            | 2         | 0                | 8               | 19        | 29          |                                |
|                      | Технология и оборудование УЗО                             | 2         | 0                | 0               | 2         | 4           |                                |
|                      | Технология и оборудование ЭЭО                             | 2         | 0                | 0               | 3         | 5           |                                |
|                      | Технология и оборудование лазерной обработки              | 2         | 0                | 0               | 4         | 6           |                                |
|                      | Технология и оборудование электронно-лучевой обработки    | 0         | 0                | 4               | 12        | 16          |                                |
|                      | Технология и оборудование ЭХО                             | 2         | 0                | 0               | 4         | 6           |                                |
|                      | Технология и оборудование импульсной плазменной обработки | 0         | 0                | 0               | 4         | 4           |                                |
|                      | Технология и оборудование гидроимпульсной обработки       | 4         | 0                | 0               | 8         | 12          |                                |
|                      | Технология и оборудование детонационных методов обработки | 2         | 0                | 0               | 4         | 6           |                                |
|                      | Комбинированная обработка материалов                      | 0         | 0                | 0               | 4         | 4           |                                |
| <b>Всего</b>         |   | <b>18</b> | <b>0</b>         | <b>16</b>       | <b>74</b> | <b>108</b>  | <b>108</b>                     |

### 3.1. Лекции

| № п/п | Раздел дисциплины                                  | Объем часов | Тема лекции                                    |
|-------|--|-------------|--|
| 1     | 1.1.Классификация методов                          | 2           | Введение.Классификация методов                 |
| 2     | 1.2.Технология и оборудование плазменной обработки | 2           | Технология и оборудование плазменной обработки |
| 3     | 1.3.Технология и оборудование УЗО                  | 2           | Технология и оборудование УЗО                  |

|               |  |           |   |
|---------------|--|-----------|---|
| 4             | 1.4.Технология и оборудование ЭЭО                                | 2         | Технология и оборудо-вание ЭЭО                              |
| 5             | 1.5.Технология и оборудование лазерной обработки                 | 2         | Технология и оборудование лазерной об-работки               |
| 6             | 1.6.Технология и оборудование электронно-лучевой обработки       |           | Технология и оборудование электронно-лучевой обработки      |
| 7             | 1.7.Технология и оборудование ЭХО                                | 2         | Технология и оборудо-вание ЭХО                              |
| 8             | 1.8.Технология и оборудование импульсной плазменной обработки    |           | Технология и оборудование импульсной плазменной обработки   |
| 9             | 1.9.Технология и оборудование гидроимпульс-ной обработки         | 2         | Технология и оборудо-вание гидроимпульс-ной обработки       |
| 10            | 1.9.Технология и оборудование гидроимпульс-ной обработки         | 2         | Технология гидроабразивной обработки                        |
| 11            | 1.10.Технология и оборудование детонацион-ных методов обработ-ки | 2         | Технология и оборудование детонацион-ных методов обработ-ки |
| 12            | 1.11.Комбинированная обработка материалов                        |           | Комбинированная об-работка материалов                       |
| <b>Итого:</b> |  | <b>18</b> |   |

### 3.2. Содержание лекций

#### 1.1.1. Введение.Классификация методов (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Развитие принципиально новых электрохимических(ЭХ) и элек-трофизических (ЭФ) технологий. Основные способы ЭХО и ЭФО, сведения из истории их развития. Понятие об общих основных методах обработки материалов.  
Обзор ЭХО иЭФО методов. Классификация методов по физическим принципам воздействия на обрабатываемый материал.

#### 1.2.1. Технология и оборудование плазменной обработки (АЗ: 2, СРС: 3)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Типы технологических плазмотронов, используемых при плазменном напылении, резке, формовании деталей. Рабочие плазмообразующие газы. Нагревание газа при взаимодействии с его электрическим разрядом. К.п.д. технологических плазмотронов. Технологические возможности и режимы плазменного напыления покрытий, плазменной наплавки, формовки, резки материалов. Схемы ввода порошков в поток плазмы.

#### **1.3.1. Технология и оборудование УЗО (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Схема ультразвукового генератора. Виды концентраторов. Точность ультразвуковой обработки. Качество поверхности ультразвуковой обработки. Технологические возможности металла.

#### **1.4.1. Технология и оборудование ЭЭО (АЗ: 2, СРС: 3)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Принципиальная схема генератора импульсов. Типы оборудования и источников питания. Инструменты для ЭЭО, виды деталей, обрабатываемых ЭЭ методом. Многоинструментальная обработка.

#### **1.5.1. Технология и оборудование лазерной обработки (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Технология лазерной обработки: сварки, резки, прошивки отверстий, упрочнение поверхностей, закалка и аморфизация поверхностного слоя металлов и деталей. Выбор режимов. Технологические возможности лазерной размерной обработки.

#### **1.6.1. Технология и оборудование электронно-лучевой обработки (АЗ: 0, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Самостоятельная работа

**Описание:** Технология электроннолучевой обработки: сварка, резка, прошивка отверстий. Влияние характеристик электронного луча и теплофизических свойств материалов на качество обработанной поверхности. Точность обработки.

#### **1.7.1. Технология и оборудование ЭХО (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Технологические характеристики ЭХО. Обработка в потоке электролита с неподвижным и подвижным катодом-инструментом: обработка и доводка отверстий, обработка внутренних и наружных фасонных поверхностей, удаление заусенцев и притупление острых кромок, разрезка материалов и маркировка деталей. Оборудование для ЭХО размерной обработки, его возможности и общая характеристика. Техника безопасности и охрана окружающей среды.

**1.8.1. Технология и оборудование импульсной плазменной обработки (АЗ: 0, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Самостоятельная работа

**Описание:** Типы импульсных плазменных ускорителей, используемых при импульсной обработке. Принцип работы коаксиального и рельсового ускорителя. Нагревание газа при взаимодействии с его электрическим разрядом. Техно-логические возможности и режимы импульсной плазменной обработки.

**1.9.1. Технология и оборудование гидроимпульсной обработки (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Формообразование под действием электрического разряда в жидкости. Штамповка. Нанесение покрытий электрическим взрывом проводника.

**1.9.2. Технология гидроабразивной обработки (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Методы раскроя заготовок гидроабразивной струей. 2ч - 5ти координатная обработка. Современное оборудование для ГОО.

**1.10.1. Технология и оборудование детонационных методов обработки (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Оборудование для детонационных методов обработки. Флигматизирующие газы, горючие смеси. Принцип метода упрочнения и нанесения покрытий.

**1.11.1. Комбинированная обработка материалов (АЗ: 0, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Самостоятельная работа

**Описание:** Интенсификация обработки при совместном использовании нескольких методов одновременно: плазменно-механическая обработка, механическая, электро-эрозионная и электрохимическая с наложением ультразвука.

**3.3. Практические занятия**

Не предусмотрено учебным планом.



### 3.4. Лабораторные работы

| №<br>п/п | Раздел дисциплины  | Объем<br>часов | Наименование<br>лабораторной работы  | Наименование<br>лаборатории                            |
|----------|--|----------------|--|--|
| 1        | 1.1.Классификация методов                                  | 4              | Изучение оборудования и способов формирования газотермических покрытий (газопламенный метод) | Электрофизическое и электрохимическое методы обработки |
| 2        | 1.2.Технология и оборудование плазменной обработки         | 4              | Изучение оборудования и способов формирования газотермических покрытий (плазменный метод)    | Электрофизическое и электрохимическое методы обработки |
| 3        | 1.2.Технология и оборудование плазменной обработки         | 4              | Изучение конструкции плазменной установки упу-3д   | Электрофизическое и электрохимическое методы обработки |
| 4        | 1.6.Технология и оборудование электронно-лучевой обработки | 4              | Изучение конструкции электронно-лучевой установки УЭЛС – 902М                                | Электрофизическое и электрохимическое методы обработки |
| Итого:   |  | 16             |  |  |

### 3.5.Содержание лабораторных работ

- 1.1.1. Изучение оборудования и способов формирования газотермических покрытий (газопламенный метод) (АЗ: 4, СРС: 8)**  
**Форма организации:** Лабораторная работа
- 1.2.1. Изучение оборудования и способов формирования газотермических покрытий (плазменный метод) (АЗ: 4, СРС: 8)**  
**Форма организации:** Лабораторная работа
- 1.2.2. Изучение конструкции плазменной установки упу-3д (АЗ: 4, СРС: 8)**  
**Форма организации:** Лабораторная работа
- 1.6.1. Изучение конструкции электронно-лучевой установки УЭЛС – 902М (АЗ: 4, СРС: 8)**  
**Форма организации:** Лабораторная работа

### 3.6. Курсовые работы и проекты по дисциплине

### 3.7. Промежуточная аттестация

1. Зачет (9 семестр)  
**Прикрепленные файлы:** Вопросы для тестирования.pdf, Зачет (9 семестр).pdf

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

#### **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

| 100-балльная шкала | Результат освоения        |
|--------------------|---------------------------|
| менее 40           | Критерий не сформирован   |
| 41-70              | Критерий четко не выражен |
| 71-100             | Критерий выражен четко    |

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

| 100-балльная шкала | Результат освоения  |
|--------------------|---|
| менее 30           | обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании  |
| 31-50              | обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено |
| 51-80              | задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи        |

|        |   |
|--------|---|
| 81-100 | задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу |
|--------|---|

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

| N | Шифр   | Компетенция   | Этапы формирования компетенции   |
|---|--------|---|--|
| 1 | ДПК-4  | Способность осуществлять экспертизу технической документации, надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией оборудования, определять причины появления брака. | Знать основные требования к уровню основных показателей качества изделий АКТ, в том числе точности, взаимозаменяемости, работоспособности и др<br>Уметь интегрировать имеющиеся и наращивать накопленные знания в области качества изделий авиационного двигателестроения в объеме, необходимом для профессиональной деятельности<br>Семестр - 9 |
| 2 | ДПК-5  | Способность разрабатывать технологию изготовления, маршрутные и операционные карты технологических процессов изготовления отдельных деталей и узлов для         | Владеть навыками правильного выбора метода обработки средств технологического оснащения, отвечающих требованиям по качеству и точности в условиях конкретного производственного участка<br>Владеть навыками построения технологических процессов с использованием ЭХО и ЭФО методов; Семестр - 9   |
| 3 | ДПК-6  | Способность исследовать и анализировать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению.                            | Знать основы физических явлений происходящих в процессе обработки деталей ДЛА Семестр - 9  |
| 4 | ПКР-20 | Способен участвовать в работах по проектированию и реализации основных технологических процессов при производстве ДЛА   | Уметь выбирать рациональный способ изготовления деталей<br>Уметь выбирать способы реализации технологических процессов при изготовлении и сборке ДЛА Семестр - 9   |

## Вопросы к промежуточной аттестации

"Технология ЭХО и ЭФО"

### 1. Зачет (9 семестр)

Прикрепленные файлы: Вопросы для тестирования.pdf, Зачет (9 семестр).pdf

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### *а) Основная литература:*

- 1. С.Н. Григорьев и др. Технология обработки концентрированными потоками энергии. Старый оскол: Изд-во "ТНТ", 2015 г. 280 с.
2. В.А. Носенко, М.В. Даниленко Физико-химические методы обработки материалов, Старый оскол: Изд-во "ТНТ", 2015. - 196 с.
3. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в авиадвигателестроении. Уч. Пособие 2006 г. . под ред. В.Ф. Безъязычного
4. Бобров Г В Теория и технология формирования неорганических покрытий: Монография / Г.В. Бобров, А.А. Ильин, В.С. Спектор. - М.: Альфа-М, 2014. - 928 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=471414>
5. Ильин А. А. Вакуумная ионно-плазменная обработка: Учебное пособие / А.А. Ильин, В.В. Плихунов, Л.М. Петров и др. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 160 с <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=426490>
6. Киселев М. Г. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: Учебное пособие / М.Г. Киселев и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 389 с. <http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=441209>
7. И.Б. Бойцов Технологические методы повышения прочности и долговечности: Учебное пособие для студентов. 2005 г. 128 с.
8. Петренко, В. Р. Химико-термическая, электрофизическая обработка металлов, сплавов и гальванических покрытий [Электронный ресурс] : Монография / В. Н. Гадалов, В. Р. Петренко, В. В. Пешков, С. В. Сафонов. - М. : АРГАМАК - МЕДИА , 2013. - 320 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=429021>  
обработки материалов: учеб. пособие / Т.Р. Абляз, А.М. Ханов, О.Г. Хурматуллин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 121 (Электронный ресурс – доступ сервер кафедры ТПАД).
10. Богданов А.В., Мисюров А.И., Смирнова Н.А. Теоретические основы лазерной обработки: Методические указания к лабораторным работам / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 23 с (Электронный ресурс – доступ сервер кафедры ТПАД).
11. Соснин Н.А., Ермаков С.А., Тополянский П.А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров. СПб: Изд-во Политехи, ун-та, 2013. 406 с. (Электронный ресурс – доступ сервер кафедры ТПАД). (Электронный ресурс – доступ сервер кафедры ТПАД).
12. А.В. Аверьянова, Клепиков В.В. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: Учебное пособие. М.: Форум. -2008 304 с. (Электронный ресурс – доступ сервер кафедры ТПАД).
13. Боровский В.Г. Современные технологии обработки материалов –М.: Машино-строение 2015 г. – 304 с. (Электронный ресурс – доступ сервер кафедры ТПАД).

**б) Дополнительная литература:**

- 1.Елисеев Ю.С., Крымов В.В., и др., Физико-химические методы в производстве газотурбинных двигателей. Под редакцией профессора Б.П. Саушкина., Москва, 2002.
- 2.Бобров Г.В. , Ильин А.А. Нанесение неорганических покрытий М.: Интермет Инжиниринг, 2004г.
- 3.Артамонов Б.А., Волков Ю.С., Дрожалова В. И.. Электрофизические и электро-химические методы обработки материалов. М. «Высшая школа» 1983.
- 4.Каундас С.П., Ланин В. Л., и др. Ультразвуковые процессы в производстве изделий электронной техники. Минск Беспрнт 2002.
- 5. Богданов А.В., Мисюров А.И., Смирнова Н.А. Теоретические основы лазерной обработки: Методические указания к лабораторным работам / Под ред. А.Г. Григорьев-янца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 23 с
- 6. Бабин С.В., Егоров Е.Н. Изучение оборудования и способов формирования газо-термических покрытий (газопламенный метод): Методические указания к лабораторным работам – М.: МАТИ, 2009. – 21 с
- 7. Бабин С.В., Егоров Е.Н. Изучение оборудования и способов формирования газо-термических покрытий (плазменный метод): Методические указания к лабораторным работам – М.: МАТИ, 2009. – 16 с
- 8. Бабин С.В., Егоров Е.Н. Изучение конструкции плазменной установки УПУ-3Д: Методические указания к лабораторным работам – М.: МАТИ, 2008. – 16 с
- 9. Бабин С.В., Егоров Е.Н. Определение теплового коэффициента полезного действия плазмотрона: методические указания к лабораторной работе по дисциплине : Методические указания к лабораторным работам – М.: МАТИ, 2008. – 20 с

**7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ  
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ  
«ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

| Наименование ресурса   | Интернет-ссылка на ресурс                               |
|--|---|
| <b>"ZNANIUM.COM"</b>   |   |
| Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г | <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>     |
| Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г      | <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a> |
| Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г      |   |

| <b>ООО "Издательство Лань"</b>  |  |
|---|--|
| Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г   | e.lanbook.com  |
| Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022  |  |
| Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15»_09. 2021г. по « 14» 09.2024  |  |
| Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г   |  |
| Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023  |  |
| <b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>   |  |
| Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"   | <a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> ,<br><a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a> |
| Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021   | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  |
| Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г  | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  |
| Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г   | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  |
| Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО  | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  |
| Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г   |  |
| Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО   |  |
| <b>Электронная библиотека МАИ</b>   |  |
| Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ) | <a href="https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web">https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web</a>  |
| <b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>  |  |
| Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно       |  |

| <b>Библиотека РФФИ</b>  |   |
|---|---|
| Библиотека РФФИ   | <a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>   |
| <b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>   |   |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам  | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>   |
| <b>Polpred.com</b>  |   |
| Polpred.com. Обзор СМИ  | <a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>   |
| <b>ООО "РУНЭБ"</b>  |   |
| Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028   | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>   |
| Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039   |   |
| Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030   |   |
| <b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"</b>  |   |
| Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г  | <a href="http://text.rucont.ru/">http://text.rucont.ru/</a>   |
| Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г   | <a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>   |
| Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г   | <a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>   |
| <b>ФГБУ "РГБ"</b>   |   |
| Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023  | <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>   |
| <b>НП НЭИКОН</b>  |   |
| Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением<br>Национальная подписка на-2021 г с РФФИ<br>Государственного задания № 075-00011-20-00<br>Web Of Science- <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a><br>Scopus- <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a><br>Elsevier- <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> ,<br><a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a> | <a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a><br><br><a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a><br><a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a><br><a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> ,<br><a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a> |
|   | <a href="http://rd.springer.com">http://rd.springer.com</a> ,<br><a href="http://www.springerprotocols.com">http://www.springerprotocols.com</a>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Математическая база данных zbMATH:<br/> <a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a></p> <p>American Chemical Society (ACS)-<br/> <a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>American Institute of Physics (AIP)-<br/> <a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a></p> <p>American Physical Society- <a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a></p> <p>EBSCO Publishing (База CASC)-<br/> <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a></p> <p>Cambridge University Press (CUP)-<br/> <a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a></p> <p>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p>INSPEC компании EBSCO- INSPEC</p> <p>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing-<br/> <a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a></p> <p>MathSciNet American Mathematical Society-<br/> <a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a></p> <p>Optical Society of America (OSA)-<br/> <a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a></p> <p>Oxford University Press-<br/> <a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a></p> <p>ProQuest Dissertations &amp; Theses Global-<br/> <a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a></p> <p>ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL-<br/> <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p>SAGE Publication- <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p>Annual Reviews Science Collection (AR)-<br/> <a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a></p> <p>JSTOR- <a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a></p> <p>Wiley. John Wiley &amp; Sons.-<br/> <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p><b>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ<br/>Государственного задания</b></p> | <p><a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a></p> <p><a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p><a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a></p> <p><a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a></p> <p><a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a></p> <p><a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a></p> <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p><a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a></p> <p><a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a></p> <p><a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a></p> <p><a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a></p> <p><a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a></p> <p><a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p><a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p><a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a></p> <p><a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a></p> <p><a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a></p> |
| <p><b>Springer Nature:</b></p> <p>1. eBoock Collection: журналы, книги -<br/> <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p>2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><b>Begell House Inc.</b><br/> <a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><b>China Academic Journals</b>   (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: <a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><b>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</b></p>   | <p><a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/</a></p>   |
| <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>;<br/> <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p>   | <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/home.jsp">home.jsp</a>;<br/> <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p>  |



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>EBSCO.</b>   | <a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a> | <a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a> |
| <b>INSPEC:</b>  |   |   |
| 1. База данных Academic Search Premier                      |   |   |
| 2. База данных eBook Academic Collection                    |   |   |
| 3. eBook EngineeringCore Collection                         |   |   |
| <b>ORBIT Intelligence</b>   - база данных QUESTEL:          |   | <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>                       |
| <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a> |   |   |
| <b>SAGE</b>   | <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>         | <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>         |
| <b>Publication:</b>   |   |   |
| <b>Wiley:</b>   | <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>   | <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>   |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

*Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:*

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

стол и стул для преподавателя;  
комплект аудиторный 3-х местный;  
Ноутбук Sony Vaio;  
Проектор Acer XXI6I;  
Экран настенный проекторный;  
Установка плазменного напыления УПУ-3Д;  
Установка плазменного напыления УПНКС-2;  
Электронно-лучевая установка УЛС-902М;  
Установка ультразвуковой очистки UZM-10

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина "Технология ЭХО и ЭФО" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.03.05 "Двигатели летательных аппаратов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационный институт (национальный исследовательский университет)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ДПК-4, ДПК-5, ДПК-6, ПКР-20.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: изучением студентами теоретических основ современных перспективных электрофизических и электрохимических методов обработки материалов, используемых в производстве авиационных двигателей и их агрегатов, воздушных винтов и винтовентиляторов

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Самостоятельная работа, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (9 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (74 часов) самостоятельной работы студента.