

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 | 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов |
| Квалификация выпускника | Бакалавр |
| Профиль подготовки | Технология производства авиационных ГТД |
| Форма обучения | очно-заочная (очно, очно-заочное, заочное) |
| Выпускающая кафедра | ТПАД |
| Обеспечивающая кафедра | ТПАД |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | ТПАД |

| Семестр | З.Е. | Трудоемкость, час. | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час | Экзамен- нов, час. | Форма промежуточног 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 | У-2(ПКР-20.1) | Уметь выбирать рациональный способ изготовления деталей |
| 2 | У-3(ПКР-20.1) | Уметь выбирать способы реализации технологических процессов при изготовлении и сборке ДЛА |
| 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 | 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 |
| 5 | В-3(ДПК-5.2) | Владеть навыками построения технологических процессов с использованием ЭХО и ЭФО методов; |
| 6 | 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 |
| 7 | З-1(ДПК-6.1) | Знать основы физических явлений происходящих в процессе обработки деталей 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-5.2 | Обладает знаниями принципов разработки оптимальных технологических процессов изготовления элементов аэрокосмической техники |

| | | |
|---|----------|---|
| 2 | ДПК-4.2 | Применяет знания методов и средств диагностики технологического оборудования по параметрам точности, жесткости, повторяемости |
| 3 | ДПК-4.3 | Формирует обоснованное заключение по эксплуатационной эффективности технологического оборудования и средств технологического оснащения |
| 4 | ПКР-20.1 | Принимает участие в работах по выбору рационального технологического процесса изготовления деталей и сборочных единиц ДЛА |
| 5 | ДПК-5.3 | Применяет знания методов технологического проектирования для разработки высокоэффективных производственных процессов |
| 6 | 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 |
| 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 | |
| Всего | | 18 | 0 | 16 | 74 | 108 | 108 |

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 |
| Итого: | | 18 | |

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

| № п/п | Раздел дисциплины | Объем часов | Наименование лабораторной работы | Наименование 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, Билеты Технология ЭХО и ЭФО.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 Уметь интегрировать имеющиеся и наращивать накопленные знания в области качества изделий авиационного двигателестроения в объеме, необходимом для профессиональной деятельности Семестр - 9 |
| 2 | ДПК-5 | Способность разрабатывать технологию изготовления, маршрутные и операционные карты технологических процессов изготовления отдельных деталей и узлов для | Владеть навыками построения технологических процессов с использованием ЭХО и ЭФО методов; Владеть навыками правильного выбора метода обработки средств технологического оснащения, отвечающих требованиям по качеству и точности в условиях конкретного производственного участка 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 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, Билеты Технология ЭХО и ЭФО.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. Григорьянца. – 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 |
|--|---|
| "ZNANIUM.COM" | |
| Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г | http://znanium.com |
| Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г | https://znanium.com/ |
| Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г | |

| ООО "Издательство Лань" | |
|---|--|
| 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 | |
| ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" | |
| Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги" | http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary |
| Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 | https://urait.ru/ |
| Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г | https://urait.ru/ |
| Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г | https://urait.ru/ |
| Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО | https://urait.ru/ |
| 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 | |
| Электронная библиотека МАИ | |
| 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) | https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web |
| Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России | |
| 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 | |

| Библиотека РФФИ | |
|---|---|
| Библиотека РФФИ | http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам | |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам | http://window.edu.ru/ |
| Polpred.com | |
| Polpred.com. Обзор СМИ | http://polpred.com |
| ООО "РУНЭБ" | |
| Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028 | http://elibrary.ru |
| 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 | |
| ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" | |
| 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 | http://text.rucont.ru/ |
| 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 | https://text.rucont.ru/ |
| 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 | https://text.rucont.ru/ |
| ФГБУ "РГБ" | |
| 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 | http://нэб.рф |
| НП НЭИКОН | |
| Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com Scopus- http://scopus.com Elsevier- http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections | http://archive.neicon.ru https://apps.webofknowledge.com http://scopus.com http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections |
| | http://rd.springer.com , http://www.springerprotocols.com |

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

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

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 осознано 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

1. Аудитория оборудованная компьютером, видеопроектором и экраном.
2. Компьютерный класс, объединенный сетью и имеющий выход в интернет.
3. Лаборатория «Электрохимические и электрофизические методы обработки»
4. Установка плазменного напыления УПУ-ЗД
5. Установка плазменного напыления УПНКС-2
6. Электронно-лучевая установка УЛС-902М
7. Плазменный скальпель
8. 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 авиационного института (национального исследовательского университета)" 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.


Приложение 2
к рабочей программе дисциплины
«Технология ЭХО и ЭФО»


Прикрепленные файлы


Билеты Технология ЭХО и ЭФО.pdf


Вопросы для тестирования.pdf

| | | |
|---|--|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 1 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Ультразвуковая обработка.</p> <p>2. Лазерная обработка.</p> | | |


| | | |
|---|--|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 2 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Плазменная обработка.</p> <p>2. Детонационная обработка.</p> | | |

| | | |
|---|--|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 3 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Импульсно-плазменная обработка.</p> <p>2. Электронно-лучевая обработка.</p> | | |


| | | |
|---|--|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 4 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Электрохимическая обработка</p> <p>2. Комбинированная обработка</p> | | |

| | | |
|---|---|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N5 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
|---|---|---|


| | | |
|--|--|--|
| | | |
| 1. Ультразвуковая обработка. 2. Плазменная обработка. | | |

| | | |
|---|--|---|
|  «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» | Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО" | УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой " ____ " ____ |
|---|--|---|


| | | |
|--|--|--|
| 1. Лазерная обработка. 2. Электроэрозионная обработка | | |
|--|--|--|

| | | |
|---|--|---|
|  «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» | Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО" | УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой " ____ " ____ |
|---|--|---|


| | | |
|--|--|--|
| 1. Импульсно-плазменная обработка. 2. Электронно-лучевая обработка. | | |
|--|--|--|

| | | |
|---|--|---|
|  «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» | Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО" | УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой " ____ " ____ |
|---|--|---|


| | | |
|---|--|--|
| 1. Методы ЭФ и ЭХ обработки 2. Плазменная обработка. | | |
|---|--|--|


| | | |
|---|--|---|
|  «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» | Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО" | УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой " ____ " ____ |
|---|--|---|


| | | |
|--|--|--|
| 1. Ультразвуковая обработка. 2. Электрохимическая обработка | | |
|--|--|--|

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" | УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой |
|---|---|----------------------------|

| | | |
|---|--|------------------------------------|
| <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N10 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Импульсно-плазменная обработка. 2. Преимущества методов ЭФ ЭХ обработки</p> | | |

| | | |
|---|---|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N11 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Лазерная обработка. 2. Методы ЭФ и ЭХ обработки</p> | | |

| | | |
|---|---|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N12 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Электронно-лучевая обработка. 2. Электроэрозионная обработка</p> | | |

| | | |
|---|---|---|
|  <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N13 по дисциплине "ТЕХНОЛОГИЯ ЭФО ЭХО"</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой</p> <p>_____</p> <p>" ____ " _____</p> |
| <p>1. Плазменная обработка. 2. Электрохимическая обработка</p> | | |

| тема | вопросы |
|---|---|
| Классификация методов | <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы ЭХО и ЭФО методов 2. Классификация инструмента для ЭХО и ЭФО методов 3. Преимущества ЭХО и ЭФО методов по сравнению с традиционными методами 4. Недостатки ЭХО и ЭФО 5. Классификация ЭХО и ЭФО методов |
| Технология и оборудование плазменной обработки | <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы плазменной обработки 2. Принципиальная конструкция плазмотрона 3. Плазменная резка 4. Плазменное напыление покрытий (метод проволоки) 5. Плазменное напыление покрытий (метод порошка) 6. Плазменное напыление покрытий (метод шнуров) 7. Основные параметры покрытия сформированного из отдельных частиц |
| Технология и оборудование УЗО | <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы УЗО 2. Принципиальная схема УЗО 3. Виды концентраторов 4. УЗАО свободными зёрнами 5. УЗАО алмазным и абразивным инструментом 6. Ультразвуковое удаление заусенцев 7. Ультразвуковое сверление 8. Ультразвуковое прошивание 9. Ультразвуковая отрезка 10. Ультразвуковая механическая обработка резаньем |
| Технология и оборудование ЭЭО | <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы ЭЭО 2. Классификация методов ЭЭО 3. Электроэрозионная отрезка 4. Электроэрозионное прошивание 5. Электроэрозионное объемное копирование (одноконтурная схема) 6. Электроэрозионное объемное копирование (многоконтурная схема) 7. Электроэрозионное вырезание |
| Технология и оборудование лазерной обработки | <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы лазерной обработки 2. Классификация лазерной обработки 3. Свет, Понятие монохроматичность 4. Твердотельный лазер 5. Газовый лазер 6. Жидкостный лазер |
| Технология и оборудование электроннолучевой обработки | <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы процесса 2. Принцип работы «электронной пушки» 3. Классификация электроннолучевой обработки 4. Взаимодействие потока электронов с веществом 5. Электронная эмиссия 6. Вторичная электронная эмиссия |
| Технология и оборудование ЭХО | <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы ЭХО 2. Классификация методов ЭХО 3. Электрохимическая отрезка 4. Электрохимическое прошивание 5. Электрохимическое объемное копирование (внутреннее) |

| | |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> 7. Электрохимическое объемное копирование (наружное) 8. Электрохимическое удаление заусенцев 9. Электрохимическая резка |
| Технология и оборудование импульсной плазменной обработки | <ul style="list-style-type: none"> 1. Физические основы импульсной плазменной обработки 2. Коаксиальный плазменный ускоритель 3. Рельсовый лазерный ускоритель 4. Ионоплазменная обработка 5. Покрытия получаемые плазмохимическими реакциями |
| Технология и оборудование гидроимпульсной обработки | <ul style="list-style-type: none"> 1. Физические основы гидроимпульсной обработки 2. Рабочий цикл 3. Электрический разряд в жидкости 4. Гидроимпульсная штамповка |
| Технология и оборудование детонационных методов обработки | <ul style="list-style-type: none"> 1. Физические основы детонационной обработки 2. Рабочий цикл 3. Параметры детонационного фронта горения |
| Комбинированная обработка материалов | <ul style="list-style-type: none"> 1. Ультразвуковая механическая обработка резаньем 2. Ультразвуковая обработка давлением 3. Плазменно-механическая обработка 4. Электрохимическая абразивная обработка 5. Электрохимическая ультразвуковая обработка |