МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрофизические методы обработки и процессы формообразования деталей подвижного состава

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Технология производства и ремонта подвижного состава

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 87771
Подписал: заведующий кафедрой Куликов Михаил Юрьевич
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью дисциплины является формирование у студентов системы научных и профессиональных знаний и навыков в области электрофизических и электрохимических методов обработки деталей в транспортном машиностроении на примере подвижного состава.

Задачи дисциплины:

- изучение достижений науки и техники в области технологий обработки деталей, моделирования технологических процессов, технологической подготовки производства;

- освоение прогрессивных приемов и эффективных методов производства и ремонта подвижного состава, основ теории изнашивания и восстановления элементов транспортно-технологических машин; теоретических основ технологии производства и ремонта транспортно-технологических машин и восстановления их элементов;

- изучение нормативно-технических документов в области производства и ремонта транспортно-технологических машин.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-2 - Способен к расчёту режимов и параметров технологических процессов производства и ремонта подвижного состава.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

физические основы электрофизических и электрохимических методов обработки деталей подвижного состава и методы расчёта основанных на них технологических процессов, применяемых при ремонте и изготовлении деталей;

физическую сущность явлений происходящих в процессе механической и физико-технической обработки;

основные законы и закономерности различных процессов обработки материалов резанием;

требования к основным видам режущих инструментов из различных инструментальных материалов для различных производственных условий предприятий по изготовлению и ремонту деталей подвижного состава;

методику экспериментальных исследований на лабораторных стендах кафедры измерению деформаций, сил, температур и вибраций возникающих в процессе резания, их анализа и обобщения.

Уметь:

анализировать и устанавливать закономерность взаимодействия и взаимозависимости явлений, протекающих в процессе обработки материалов резанием;

проектировать процессы и операции механической обработки для предприятий по изготовлению и ремонту подвижного состава;

правильно выбирать технологические режимы обработки для соответствующего станочного оборудования и режущего инструмента при изготовлении и ремонте деталей подвижного состава;

рассчитывать основные параметры технологических процессов формообразования с применением электрофизических и электрохимических методов обработки деталей.

Владеть:

Навыками разработки и построения процессов, основанных на электрофизических и электрохимических методах обработки деталей;

базовыми навыками расчёта режимов и параметров технологических процессов при изготовлении и ремонте деталей подвижного состава в различных производственных условиях.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№4	№5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	160	96	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	32	16
Занятия семинарского типа	112	64	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 128 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение. Основные понятия дисциплины. Рассматриваемые вопросы: - история возникновения технологии; - принципы методов формообразования; - систематизация методов электрофизических и электрохимичекских способов обработки.
2	Методы обработки, связанные с прохождением электрического тока Рассматриваемые вопросы: - общая классификация методов по критериям точности; - классификация методов по критериям производительности; - классификация методов по критериям качества поверхности.
3	Лучевые методы обработки. Рассматриваемые вопросы: - светолучевая обработка. Определения. - электронно-лучевая обработка. Определения. - операции лазерной технологии обработки.
4	Ультразвуковая обработка Рассматриваемые вопросы: - УЗ-колебания. Физическая суть процесса. - аккустические коллебательные системы. - УЗ-очистка.
5	Тема 5. Комбинированные методы обработки. Рассматриваемые вопросы: - основные виды процессов накладываемого взаимодействия; - физическая суть анодно-механической обработки. - электрохимикомеханическая обработка.
6	Электроэрозионная обработка. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- производительность ЭЭО; - точность ЭЭО; - качество поверхноти ЭЭО.
7	Электрохимическая обработка. Рассматриваемые вопросы: - механизм анодного растворения; - физико-химические особенности удаления металла при ЭХО; - пассивация поверхности металла при ЭХО.
8	Анодно-абразивная обработка. Рассматриваемые вопросы: - станки для ААО; - конструкция инструмента для ААО; - режимы ААО и качество поверхности.
9	Общие вопросы обработки материалов резанием. Рассматриваемые вопросы:: - цель, основные задачи и содержание курса; - классификация видов обработки материалов резанием; - исторические аспекты, тенденции и основные этапы развития науки о резании материалов в России и за рубежом; - основные понятия и термины.
10	Общие вопросы кинематики процесса механической обработки резанием. Рассматриваемые вопросы: - виды обработки материалов резанием; - кинематические процессы формообразования поверхностей деталей при обработке резанием; - определение обрабатываемых поверхностей деталей; - определение рабочих поверхностей инструмента; - элементы режима резания и геометрические параметры сечения срезаемого слоя при различных методах обработки резанием.
11	Процесс резания метериалов. Рассматриваемые вопросы: - физические основы процесса резания; - основные элементы деформирования при резании материалов; - усадка стружки; - факторы вляиющие на деформацию в процессе резания материалов; - процесс стружкообразования. - методы экспериментального изучения стружкообразования; - типы и разновидности стружек; - понятие о стружколомании и стружкодроблении; - методы управления стружкодроблением в различных производственных условиях.
12	Наростообразование при резании. Рассматриваемые вопросы: - наростообразование в процессе резания материалов; - отрицательное и благоприятное влияние нароста; - условия возникновения и удержания нароста; - влияние различных факторов на величину нароста; - методы управления наростообразованием в различных производственных условиях.
13	Сила, работа и мощность резания. Рассматриваемые вопросы: - динамика процесса при различных методах обработки резанием; - система сил в процессе обработки резанием;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- методы определения сил резания; - влияние различных факторов на силы резания; - обобщенная формула силы резания при точении и ее анализ; - определение мощности, потребной на резание.
14	Колебания в процессе резания. Рассматриваемые вопросы: - виды колебаний в процессе резания; - влияние колебаний при резании на состояние элементов технологической системы механической обработки; - вибрации и автоколебания; - методы определения колебаний в процессе резания; - влияние различных факторов на колебания при резании; - методы управления вибрациями при обработке резанием.
15	Тепловые явления в процессе резания. Рассматриваемые вопросы: - источники теплообразование при резании материалов; - тепловые потоки и распределение температур в процессе механической обработки; - тепловой баланс при резании материалов; - способы определения температуры в зоне резания; - влияние различных факторов на температуру в зоне резания; - обобщенная формула температуры резания при точении и ее анализ; - методы управления теплообразованием в различных производственных условиях.
16	Износ и стойкость режущего инструмента. Рассматриваемые вопросы: - основные виды износа инструмента; - механизы изнашивания режущих инструментов; - внешняя картина износа режущих инструментов; - износ режущего инструмента во времени; - период стойкости режущего инструмента; - влияние различных факторов на стойкость режущего инструмента; - критерии затупления режущих инструментов; - обобщенная формула скорости резания при точении и ее анализ; - методы повышения износостойкоти режущих инструментов в различных производственных условиях.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Электроэрозионное полирование. Рассматриваемые вопросы: - применяемые инструментыпри обработке; - качество поверхности после обработки; - влияние режимов на качество формообразования.
2	Процесс формообразования при ЭХО. Рассматриваемые вопросы: - режимы ЭХО; - типы движений при формообразовании; - инструмент, применяемый при ЭХО.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
3	Исследование качества поверхности при проведении электроэрозионной обработки. Рассматриваемые вопросы: - режимы ЭЭО; - типы движений при формообразовании; - инструмент, применяемый при ЭЭО.
4	Оборудование для ЭХО. Рассматриваемые вопросы: - структура оборудования; - системы регулирования зазора при формообразовании; - система подачи, хранения и очистки электролита при ЭХО.
5	Пассивация поверхности. Рассматриваемые вопросы: - условия пассивации при ЭХО; - возникновение перепассивации; - устойчивость пассивного состояния. Лабораторная работа № 6. Анодно-абразивная обработка. Рассматриваемые вопросы: - станки для ААО; - конструкция инструмента для ААО; - режимы ААО и качество поверхности.
6	Абразивная обработка. Рассматриваемые вопросы: - режимы обработки; - кинематика процесса и качество поверхности; - инструмент, применяемый при абразивной обработке.
7	Операции ультразвуковой обработки. Рассматриваемые вопросы: - режимы обработки; - типы движений при формообразовании; - инструмент, применяемый УЗ-обработке.
8	Влияние режимов резания и геометрии режущего инструмента на шероховатость поверхности при токарной обработке. Рассматриваемые вопросы: - формирование шероховатости поверхности при различных видах механической обработки; - параметры оценки шероховатости поверхности; - факторы влияющие на шероховатость обработанной поверхности деталей; - изучение методов измерения шероховатости поверхности в лабораторных и производственных условиях; - изучение влияние режимов обработки и геометрии инструмента на шероховатость обработанной поверхности.
9	Изучение деформации срезаемого слоя в процессе резания. Рассматриваемые вопросы: - продольная и поперечная усадка стружки; - факторы влияющие на деформацию срезаемого слоя в процессе резания; - изучение методов измерения деформации срезаемого слоя в процессе резания; - изучение влияние режимов обработки и геометрии инструмента на деформацию срезаемого слоя в процессе резания.
10	Измерение сил резания при токарной обработке. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- ситема составляющих равнодействующей силы резания; - факторы влияющие на силы в процессе резания; - изучение методов измерения составляющих силы резания; - изучение влияние режимов обработки на силу резания.
11	Измерение температуры резания при токарной обработке. Рассматриваемые вопросы: - теплообразование и температура в процессе резания; - факторы влияющие на температуру в процессе резания; - изучение методов измерения температуры в процессе резания; - изучение влияние режимов обработки на температуру резания.
12	Влияние режимов резания на интенсивность и частоту вибраций при токарной обработке. Рассматриваемые вопросы: - вибрации и автоколебания в технологической системе; - факторы влияющие на колебания в процессе резания; - изучение методов измерения интенсивности вибраций в процессе резания; - изучение влияние режимов обработки на колебания в процессе резания.
13	Стойкость инструмента при токарной обработке. Рассматриваемые вопросы: - стойкость и критерии затупления режущего инструмента; - интенсивность износа режущего инструмента во времени; - факторы влияющие на стойкость инструмента в процессе резания; - изучение методов определения стойкости инструмента в процессе резания; - изучение влияние режимов обработки на стойкость инструмента в процессе резания.
14	Виды износа режущего инструмента при токарной обработке. Рассматриваемые вопросы: - механизмы изнашивания режущего инструмента; - внешняя картина износа режущего инструмента при токарной обработке; - измерение износа токарного инструмента по передней и задней поверхности; - изучение видов износа твердосплавного инструмента; - определением направлений повышения износостойкости твердосплавного режущего инструмента.
15	Влияние геометрии режущего инструмента и режимов резания на эффективность стружкодробления Рассматриваемые вопросы: - типы стружек при обработке резанием различных материалов; - благоприятные и неблагоприятные типы стружек; - факторы влияющие на стружкодробление в процессе резания; - изучение методов оценки эффективности стружкодробления в процессе резания; - определением направлений повышения эффективности стружкодробления.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Электроэрозионное шлифование. Рассматриваемые вопросы: - кинематика процесса; - межэлектродный зазор при формообразовании; - инструмент, применяемый при ЭЭШ.
2	Обработка ЭЭО непрофилированным электродом-инструментом. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- кинематика процесса; - характеристика процесса при формообразовании; - инструмент и материалы.
3	Электроэрозионная обработка на воздухе. Рассматриваемые вопросы: - влиянмие режимов на скорость резания; - расчёт режимов обработки; - качество поверхности.
4	Анодно-абразивная обработка. Рассматриваемые вопросы: - влияние скорости резания на качество поверхности при ААО; - расчёт режимов обработки; - проектирование процесса формообразования с применением ААО.
5	Исследование качества поверхности при проведении электроэрозионной обработки. Рассматриваемые вопросы: - влияние скорости обработки на качество поверхности при ЭЭО; - расчёт режимов обработки; - проектирование процесса формообразования с применением ЭЭО.
6	Исследование качества поверхности при проведении электрохимической обработки. Рассматриваемые вопросы: - влияние скорости обработки на качество поверхности при ЭХО; - расчёт режимов обработки; - проектирование процесса формообразования с применением ЭХО.
7	Исследование качества поверхности при ультразвуковой обработке. Рассматриваемые вопросы: - влияние скорости обработки на качество поверхности; - расчёт режимов обработки; - проектирование процесса формообразования.
8	Лазерная обработка. Рассматриваемые вопросы: - формирование светового пучка; - оборудование для лазерной обработки; - проектирование процессов лазерной резки.
9	Методика выбора рациональных геометрических параметров режущего инструмента. Рассматриваемые вопросы: - методика выбора режущего инструмента; - выявление факторов влияющих на выбор режущего инструмента; - выбор инструментального материала; - выбор геометрических параметров режущей части инструмента; - выбор различных типов токарных резцов; - выбор сверл, зенкеров и разверток; - выбор различных типов фрез; - выбор резьбонарезного инструмента; - выбор зуборезного инструмента; - выбор инструмента для абразивной обработки.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
10	Методика определения режимов резания при различных видах механической обработки. Рассматриваемые вопросы: - определение режимов резания при токарной обработке; - определение режимов резания при обработке отверстий сверлением и рассверливанием; - определение режимов резания при обработке отверстий зенкерованием; - определение режимов резания при обработке отверстий развертыванием; - определение режимов резания при цилиндрическом фрезеровании; - определение режимов резания при торцовом фрезеровании; - определение режимов резания при резьбонарезании; - определение режимов резания при зубонарезании; - определение режимов резания при различных видах абразивной обработки.
11	Методика определения сил в процессе резания. Рассматриваемые вопросы: - определение силы резания при токарной обработке; - определение силы резания и крутящего момента при обработке отверстий сверлением и рассверливанием; - определение силы резания и крутящего момента при обработке отверстий зенкерованием; - определение силы резания и крутящего момента при обработке отверстий развертыванием; - определение силы резания при цилиндрическом фрезеровании; - определение силы резания при торцовом фрезеровании.
12	Методика определения мощности в процессе резания. Рассматриваемые вопросы: - определение мощности резания при токарной обработке; - определение мощности резания при обработке отверстий сверлением и рассверливанием; - определение мощности резания при обработке отверстий зенкерованием; - определение мощности резания при обработке отверстий развертыванием; - определение мощности резания при цилиндрическом фрезеровании; - определение мощности резания при торцовом фрезеровании; - определение мощности резания при резьбонарезании; - определение мощности резания при зубонарезании; - определение мощности резания при различных видах абразивной обработки.
13	Методика определения основного технологического времени на обработку резанием. Рассматриваемые вопросы: - определение основного технологического времени при токарной обработке; - определение основного технологического времени при обработке отверстий сверлением и рассверливанием; - определение основного технологического времени при обработке отверстий зенкерованием; - определение основного технологического времени при обработке отверстий развертыванием; - определение основного технологического времени при цилиндрическом фрезеровании; - определение основного технологического времени при торцовом фрезеровании; - определение основного технологического времени при резьбонарезании; - определение основного технологического времени при зубонарезании; - определение основного технологического времени при различных видах абразивной обработки.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Самостоятельная подготовка к практическим и лабораторным занятиям
2	Выполнение курсового проекта.
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем видов работ

1. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Расчёт процесса электроэрозионной обработки.

2. Расчёт режимов обработки электрофизическими методами.

3. Расчёт процесса электроэрозионной обработки.

4. Электроискровое легирование.

5. Установка для электроискрового легирования.

6. Область применения электроискрового легирования.

7. Установка для электронно-лучевой обработки.

8. Расчёт процессов лазерной обработки.

9. Моделирование процесса электрофизической обработки.

10. Расчёт электрода-инструмента для обработки пазов методом ЭХО.

2. Примерный перечень тем курсовых работ

1 Определить режимы механической обработки детали - Петля большой двери.

2 Определить режимы механической обработки детали - Шайба-замок.

3 Определить режимы механической обработки детали - Бобышка сальника.

4 Определить режимы механической обработки детали - Ушко подвески.

5 Определить режимы механической обработки детали - Подкладка под опорный болт.

6 Определить режимы механической обработки детали - Корпус подшипника.

7 Определить режимы механической обработки детали - Плита.

8 Определить режимы механической обработки детали - Щеколда.

9 Определить режимы механической обработки детали - Гайка специальная.

10 Определить режимы механической обработки детали - Гайка золотника.

11 Определить режимы механической обработки детали - Гайка круглая.

12 Определить режимы механической обработки детали - Диск диафрагмы.

13 Определить режимы механической обработки детали - Внутреннее кольцо подшипника.

14 Определить режимы механической обработки детали - Упорный фланец клапана.

15 Определить режимы механической обработки детали - Зубчатое колесо.

16 Определить режимы механической обработки детали - Кольцо проставочное.

17 Определить режимы механической обработки детали - Ролик.

18 Определить режимы механической обработки детали - Ось для вращающихся ручек.

19 Определить режимы механической обработки детали - Сердечник ротора.

20 Определить режимы механической обработки детали - Болт специальный.

21 Определить режимы механической обработки детали - Ось хвостовика.

22 Определить режимы механической обработки детали - Переходник трубопровода.

23 Определить режимы механической обработки детали - Пробка сливная.

24 Определить режимы механической обработки детали - Заглушка трубопровода.

25 Определить режимы механической обработки детали - Переходной фланец.

26 Определить режимы механической обработки детали - Штуцер трубопровода.

27 Определить режимы механической обработки детали - Рычаг.

28 Определить режимы механической обработки детали - Втулка.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Основы резания материалов и режущий инструмент Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков. Учебник Санкт-Петербург: Лань, — 228с. — ISBN 978-5-8114-4012-2. , 2022	https://e.lanbook.com/book/207107 (дата обращения: 20.04.2023). Текст электронный.
2	Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н.В. Юрасова Учебное пособие 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, — 216с. — ISBN 978-5-8114-8965-7 , 2022	https://e.lanbook.com/book/185960 (дата обращения: 20.04.2023). Текст электронный.
3	Процессы обработки и инструмент для формообразования поверхностей деталей Ю.М. Зубарев, В.П. Максименко Учебник 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, — 152с. — ISBN 978-5-8114-8890-2. , 2021	https://e.lanbook.com/book/183093 (дата обращения: 20.04.2023). Текст электронный.
4	Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении В.Ф. Безъязычный, В.Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е.В. Шилков Учебное пособие 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, — 432с. — ISBN 978-5-8114-2118-3. , 2022	https://e.lanbook.com/book/209900 (дата обращения: 20.04.2023). Текст электронный.
5	Электрофизические и электрохимические методы обработки в машиностроении М. М. Радкевич Учебник Вологда : Инфра-Инженерия, 532 с. — ISBN 978-5-9729-0955-1. , 2022	https://e.lanbook.com/book/281564 (дата обращения: 17.04.2023). Текст: электронный.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. http://library.miit.ru/ - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2. http://www.library.ru/ - информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры на рабочих местах в компьютерном классе должны быть обеспечены стандартными программными продуктами Microsoft

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного/практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.
Курсовая работа в 4 семестре.
Курсовой проект в 5 семестре.
Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» В.Е. Иноземцев

доцент, к.н. кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» А.Ю. Попов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТМиРПС М.Ю. Куликов

Председатель учебно-методической комиссии Н.А. Андриянова