Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.07.2025 11:28:04
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«27» _февраля_ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии нанесения покрытий и термической обработки»

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение»

Профиль
«Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2025

Разработчик:

д.т.н., профессор_____ Е.А. Чекалова

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроения»,
к.т.н., доцент /А.В. Александров/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 6
3. Структура и содержание дисциплины ... 7
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 7
3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 7
3.3. Содержание дисциплины ... 8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 9
4.2. Основная литература ... 9
4.3. Дополнительная литература ... 10
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 10
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
6. Методические рекомендации ... 12
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 12
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7. Фонд оценочных средств ... 14
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 17
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 17
7.3. Оценочные средства ... 19

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «**Технологии нанесения покрытий и термической обработки**»:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению;
- формирование новейших знаний и умений по данному направлению;
- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Технологии нанесения покрытий и термической обработки**» относиться:

– самостоятельно пользоваться специальной справочной, нормативной и другой профильной литературой, при разработке технологии нанесения покрытия на режущий инструмент и детали;

- правильно выбирать методы и способы нанесения нанопокрытия; выбирать режимы нанесения покрытия на режущий инструмент и детали;

- грамотно подбирать физико-химические процессы синтеза покрытия.

Следует отметить, что изучение курса **«Технологии нанесения покрытий и термической обработки»** способствует расширению научного кругозора и дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых сформируется четкое представление осовременных инструментальных технологиях для изготовления инструментов общегоназначения для производства. Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (в соответствии с матрицей компетенций образовательной программы):

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-7. Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	ИОПК-7.1. Знает теоретические основы применения экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИОПК-7.2. Умеет применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИОПК-7.3. Владеет умениями применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
ОПК-12. Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения	ИОПК-12.1. Знает основные методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления, контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения ИОПК-12.2. Умеет применять стандартные методы обеспечения технологичности

	изделий и процессов их изготовления, контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения ИОПК-12.3. Владеет умением обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства	ИПК-1. Определяет тип производства машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-2. Проводит технологический контроль рабочей КД машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-3. Анализирует технические требования, предъявляемые к машиностроительным изделиям средней сложности серийного (массового) производства ИПК-4. Проводит выбор метода изготовления исходных заготовок для машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства ИПК-5. Проводит разработку технических заданий на проектирование исходных заготовок для машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства ИПК-6. Выбирает схемы установки заготовок машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства ИПК-7. Выбирает средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-8. Составляет технические задания на разработку средств технологического оснащения второй очереди для изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства

	ИПК-9. Разрабатывает технологические операции изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-10. Назначает технологические режимы технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-11. Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-12. Проводит анализ реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства с целью проверки обеспечения заданных технических требований ИПК-13. Проводит корректировку технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Технологии нанесения покрытий и термической обработки»** к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2) основной образовательнойпрограммы бакалавриата и входит в образовательную программу подготовки бакалавра понаправлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, профиль подготовки **«Высокоэффективные технологические процессы и оборудование».**

«Технологии нанесения покрытий и термической обработки» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Надежность, диагностика и обслуживание оборудования;
- Технологическая оснастка для механической обработки деталей;
- Оборудование машиностроительных производств;
- Технологии электрофизикохимической обработки;
- Техническая подготовка производства и цифровая интеграция с этапами жизненного цикла изделия;
- Технология машиностроения;
- Инструменты и инструментальная оснастка для обработки резанием.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часа). Изучается на 6 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7 семестр
1	**Аудиторные занятия**	72	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	54	54
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	72	72
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ		
2.2	Самостоятельное изучение	72	72
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе. Пример оформления Приложения 1 прилагается.

3.2.1. Очная форма обучения

	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Введение, применение специальных инструментальных материалов повышенной производительности.		2				6
2	Тема 2. Физико-механические свойства инструментальных и обрабатываемых		4				6

	материалов в зависимости от условий обработки. Влияние нагрева на строение и свойства металла.						
3	Тема 3. Методы нанесения покрытий на режущий инструмент и детали, общие понятия, классификация методов и их определения.		4		4		6
4	Тема 4. Классификация типов покрытия. Требования, предъявляемые к материалу покрытия исходя из его взаимодействия с обрабатываемым материалом.		4		2		6
5	Тема 5. Метод химического осаждения покрытий, классификация и определения.		4				6
6	Тема 6. Методы физического осаждения покрытия, классификация и определения.		8		4		6
	Тема 7. Химико-термическая обработка		4		4		6
	Тема 8. Ионная имплантация. Детонационные и плазменные покрытия.		4				6
	Тема 9. Электронно-лучевое упрочнение. Лазерное термоупрочнение. Лазерное напыление покрытий.		4				6
	Тема 10. Электроискровое упрочнение. Ультразвуковое упрочнение.		4				6
	Тема 11. Диффузионное дискретное нанесение покрытия.		6		4		6
	Тема 12. Основные виды термической обработки стали. Основные структуры фазовых превращений. Термомеханическая обработка.		6				6
	Итого		**54**		**18**		**72**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение, применение специальных инструментальных материалов повышенной производительности.

Тема 2. Физико-механические свойства инструментальных и обрабатываемых материалов в зависимости от условий обработки. Физико-механическое состояние поверхностного слоя. Классификация современных инструментальных материалов по их основным свойствам.

Тема 3. Методы нанесения покрытий на режущий инструмент и детали, общие понятия, классификация методов и их определения. Специфика протекания процессов.

Тема 4. Классификация типов покрытия. Требования, предъявляемые к материалу покрытия исходя из его взаимодействия с обрабатываемым материалом. Главные причины разрушения покрытия.

Тема 5. Метод химического осаждения покрытий, классификация и определения. Химические процессы при синтезе наружного слоя износостойкого комплекса. Структура и технология процесса осаждения покрытия. Оборудование для нанесения покрытия.

Тема 6. Методы физического осаждения покрытия, классификация и определения.

Ионное плакирование. Магнетронно-ионное распыление. Конденсация вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой. Физическая модель воздействия ионов на поверхность инструмента. Первая стадия. Вторая стадия. Третья стадия. Методика

комбинированной поверхностной ионно-плазменной обработки. Технология нанесения покрытия. Оборудования для нанесения покрытия. Методика комбинированной поверхностной ионно-плазменной обработки.

Тема 7. Химико-термическая обработка.

Методика формирования износостойкого комплекса. Физико-химические процессы при синтезе наружного слоя износостойкого комплекса. Влияние состава газовой среды на свойства покрытия. Структура и технология процесса осаждения покрытия. Термодинамический критерий. Азотирование.

Тема 8. Ионная имплантация. Детонационные и плазменные покрытия. Электроискровое упрочнение инструмента. Метод химического осаждения покрытий из парогазовой фазы на режущую керамику.

Тема 9. Электронно-лучевое упрочнение. Лазерное термоупрочнение. Лазерное напыление покрытий. Принцип работы, основы, свойства лазерного излучения. Получение и свойства когерентного излучения. Оборудование для нанесения покрытия.

Тема 10. Электроискровое упрочнение. Ультразвуковое упрочнение. Оборудование для нанесения покрытия.

Тема 11. Диффузионное дискретное нанесение покрытия. Физико-химические процессы при синтезе формирования оксидов. Влияние состава газовой среды на свойства покрытия. Структура и технология процесса осаждения покрытия. Оборудование для нанесения покрытия.

Тема 12. Термическая обработка. Основные виды термической обработки стали. Основные структуры фазовых превращений. Термомеханическая обработка. Влияние нагрева на строение и свойства металла.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Выполнение семинарских/практических занятий не предусматривается.

3.4.2. Выполнение лабораторных работ.

Лабораторная работа 1. Методы нанесения покрытий на режущий инструмент и детали. Анализ кинетики изнашивания режущего инструмента с покрытием. - 4 часа

Лабораторная работа 2. Требования, предъявляемые к материалу покрытия исходя из его взаимодействия с обрабатываемым материалом. – 2 часа

Лабораторная работа 3. Изучение метода физического осаждения покрытия на режущий инструмент и детали для повышения его износостойкости. - 4 часа

Лабораторная работа 4. Химико-термическая обработка- 4 часа

Лабораторная работа 5. Изучение метода диффузионного дискретного нанесение покрытия на режущий инструмент и детали для повышения его износостойкости де -4 часа

3.4.3. Выполнение курсового проекта не предусматривается.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Отсутствуют

4.2 Основная литература

. Чекалова, Е. А. Интенсификация обработки: учебное пособие / Е. А. Чекалова. – М.: Изд-во ГОУ ВПО МГТУ «Станкин», 2007. – 127 п. с. Допущено Учебно-методическим

объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений.
2. Чекалова, Е.А. Технологические процессы электрофизических и электрохимических методов обработки: учебное пособие / Е.А. Чекалова. – М.: Изд-во ГОУ ВПО МГТУ «Станкин», 2007. – 204 п.с. Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений.
3. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения: учебное пособие / Г. Готтштайн. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 400 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Лахтин, Ю.М. Химико-термическая обработка металлов: учебное пособие для вузов / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. – М.: Высшая школа, 1985. – 256 с.

2. Арзамасов, Б.Н. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Б.Н. Арзамасов, А.Г. Братухин, Ю.С. Елисеев, Т.А. Панайоти. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 400 с.

3. Верещака, А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993. – 330 с.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

www.mami.ru/kaf/assi; www.canelatools.com; www.iskar.com; www.smw-autoblok.ru; www.yamasa.com.tr; www.sandvik.com.

4. 4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО) по всем разделам программы:

Название	Ссылка
Технология нанесения покрытия и термическая обработка	

Данный ЭОР находиться в стадии разработки.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

www.mami.ru/kaf/assi – лекции
www.smw-autoblok.ru - интерактивное пособие

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			

	Каталог по инструменту	www.iskar.com;	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Каталог по инструменту	www.sandvik.com.	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	Комплексные процессы обработки.	https://search.rsl.ru/ru/record/01011190712	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus»	http://www/scopus.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий и лабораторных необходимы аудитории кафедры «ТиОМ» (АВ2109, АВ2104, АВ2411, АВ1103), оснащенные мультимедийными проекторами и экранами. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить практические занятия, а также заниматься с участием студентов исследованиями в области научно-исследовательской деятельности и профессиональной деятельности.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «**Технология нанесения покрытия и термическая обработка**» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и вне аудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, практические работы;

– вне аудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к практическим работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «ТиОМ» электронных образовательных ресурсов (ЭОР).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватель, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке к семинарскому занятию и лабораторным занятиям по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе практических работ во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.
6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.
Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.
6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.
6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.
6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, практическая и лабораторная. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и вне аудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Технологическая подготовка производства и цифровая интеграция с этапами жизненного цикла изделия» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категории.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности лабораторных занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и лабораторного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается Экзаменом.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Приложение 2

Раздел 7 РПД - ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Технологии нанесения покрытий и термической обработки»
Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение»
Образовательная программа (профиль подготовки)
«Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: защита практических работ, экзамен.
Обучение по дисциплине «Технология нанесения покрытия и термическая обработка» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-7. Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	ИОПК-7.1. Знает теоретические основы применения экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИОПК-7.2. Умеет применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИОПК-7.3. Владеет умениями применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
ОПК-12. Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения	ИОПК-12.1. Знает основные методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления, контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения ИОПК-12.2. Умеет применять стандартные методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления, контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения ИОПК-12.3. Владеет умением обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения

ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства	ИПК-1. Определяет тип производства машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-2. Проводит технологический контроль рабочей КД машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-3. Анализирует технические требования, предъявляемые к машиностроительным изделиям средней сложности серийного (массового) производства ИПК-4. Проводит выбор метода изготовления исходных заготовок для машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства ИПК-5. Проводит разработку технических заданий на проектирование исходных заготовок для машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства ИПК-6. Выбирает схемы установки заготовок машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства ИПК-7. Выбирает средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-8. Составляет технические задания на разработку средств технологического оснащения второй очереди для изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-9. Разрабатывает технологические операции изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-10. Назначает технологические режимы технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства ИПК-11. Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового)

	производства ИПК-12. Проводит анализ реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства с целью проверки обеспечения заданных технических требований ИПК-13. Проводит корректировку технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения при выполнении текущего контроля

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (УО – экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень вопросов
2	Лабораторные работы ЛР	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью инструментальных средств.	Задания для защиты лабораторных работ, отчёт по лабораторной работе

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: экзамен.
Обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице:

П.п	Вид учебной работы *	Форма отчётности
1	Лабораторные работы Перечень работ дан в п. 3.4.2	Отчёт о выполнении лабораторной работы с отметкой преподавателя о защите работы.
2	Тестирование промежуточное	Ответы по тестированию для прохода на экзамен составляет 60%

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить **неудовлетворительную оценку на промежуточной аттестации.*

Промежуточная аттестация - **(экзамен)** проводится по билетам в устной форме.

Регламент проведения аттестации:
- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Билет состоит из двух теоретических вопросов.
Перечень вопросов к экзамену приведены в приложении 2 к рабочей программе.

Примеры вопросов теста приведены в приложении 2 к рабочей программе.

Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом: (ответить на контрольные вопросы в форме бланкового тестирования по разделам дисциплины).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль выполняется в форме защиты отчётов по лабораторным работам и проводится в течении семестра до зачётно-экзаменационной сессии. Также текущий контроль выполняется с применением текстовых вопросов по практической работе. Примеры вопросов представлены ниже.

Тестовый вопрос №1

Какой метод не применяют в качестве нанесения покрытия на быстрорежущий инструмент?

Варианты ответов:

а). Метод физического осаждения покрытия;
б). Метод детонационный и плазменный;
в). Метод химического осаждения покрытия.

Тестовый вопрос №2

В чем основано отличие физического осаждения покрытия от химического осаждения покрытия ***на*** режущий инструмент?

Варианты ответов:

а). Химическое осаждение покрытия основано на химических реакциях в газовой среде, а физическое осаждение покрытия основано на испарении реакционного газа в вакуумном пространстве камеры.
б). Химическое осаждение покрытия основано на химических реагентах, а физическое осаждение покрытия основано на термообработке.
в). Химическое осаждение покрытия основано на гетерогенных химических реакциях в парогазовой среде, а физическое осаждение покрытия основано на испарении вещества в вакуумном пространстве камеры.

Тестовый вопрос №3

Что включает в себя выходной контроль покрытия на образце?

Варианты ответов:

а). Проверка на микродуги, капельную фазу, неравномерность покрытия на образце.
б). Геометрические параметры образца, вес образца.
в). Физико-химический анализ образца.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 6 семестре обучения в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов, представленных выше перечня.

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается (2) вопроса из разных разделов дисциплины.
2. Перечень вопросов содержит вопросы по изученным темам на лекционных и практических занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (экзамен) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Перечень вопросов для подготовки к экзамену и составления экзаменационных билетов для (6 семестр):

1. Электроискровое упрочнение инструмента.
2. Физико-механическое состояние поверхностного слоя.
3. Ионная имплантация.
4. Влияние нагрева на строение и свойства металла. Процесс кристаллизации.
5. Метод ионного плакирования.
6. Влияние нагрева на строение и свойства металла. Образование новых зерен или рекристаллизация.
7. Классификация типов покрытия. Выбор покрытия. Требования к покрытию. Причины разрушения покрытия.
8. Газотермическое и термодиффузионное насыщение. Преимущество и недостатки.
9. Механизм и виды изнашивания режущего инструмента.
10. Основные виды термической обработки.
11. Метод физического осаждения покрытия. Классификация метода ФОП.
12. Термомеханическая обработка.
13. Однослойные и композиционные покрытия методом ХОП.
14. Классификация труднообрабатываемого материала.
15. Требования, предъявляемые к материалу покрытия исходя из его взаимодействия с обрабатываемым материалом.
16. Лазерное напыление покрытий.
17. Магнетронное распыление
18. Метод химического осаждения покрытия. Классификация метода ХОП.
19. Метод ХОП. Классификация этого метода. Преимущество и недостатки.
20. Метод КИБ. Преимущество и недостатки.
21. Метод КИПО. Преимущества и недостатки.
22. Физическая модель воздействия ионов на поверхность инструмента.
23. Электронно-лучевое упрочнение.
24. Факторы, влияющие на покрытие. Важнейшие требования к слоям покрытия (АП, ИП, ДТС).
25. Азотирование. Виды азотирования. Преимущество и недостатки.
26. Лазерное термоупрочнение.
27. Метод формирования термостабильного слоя.
28. Классификация типов покрытия. Выбор покрытия. Требования к покрытию. Причины разрушения покрытия.
29. Химико-термическая обработка.
30. Метод ионного плакирования.
31. Диффузионное сетчатое нанесение покрытия.
32. Ультразвуковое упрочнение.
33. Метод диффузионного дискретного оксидирования.
34. Метод формирования диффузионного дискретного оксидирования.
35. Оборудование для формирования диффузионного дискретного оксидирования.
36. Основные физические закономерности.

Приложение 1

Тематический план содержания дисциплины
«Технологии нанесения покрытий и термической обработки» по направлению подготовки
15.03.01 "Машиностроение"
Профиль подготовки
«Высокоэффективные технологические процессы и оборудование»
Форма обучения: очная
Год набора: 2025/2026
(Бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	Тема 1. Введение, применение специальных инструментальных материалов повышенной производительности.	6	1	2			6								
2	Тема 2. Физико-механические свойства инструментальных и обрабатываемых материалов в зависимости от условий обработки. Влияние нагрева на строение и свойства металла.	6	2	4			6								
3	Тема 3. Методы нанесения покрытий на режущий инструмент и детали, общие понятия, классификация методов и их определения.	6	3-4	4		4	6								
4	Тема 4. Классификация типов покрытия. Требования, предъявляемые к материалу покрытия исходя из его	6	5-6	4		2	6								

	взаимодействия с обрабатываемым материалом.														
5	Тема 5. Метод химического осаждения покрытий, классификация и определения.	6	7	4			6								
6	Тема 6. Методы физического осаждения покрытия, классификация и определения.	6	8-9	8		4	6								
	Тема 7. Химико-термическая обработка	6	10	4		4	6								
	Тема 8. Ионная имплантация. Детонационные и плазменные покрытия.	6	11	4			6								
	Тема 9. Электронно-лучевое упрочнение. Лазерное термоупрочнение. Лазерное напыление покрытий.	6	12	4			6								
	Тема 10. Электроискровое упрочнение. Ультразвуковое упрочнение.	6	13	4			6								
	Тема 11. Диффузионное дискретное нанесение покрытия.	6	14-16	6		4	6								
	Тема 12. Основные виды термической обработки стали. Основные структуры фазовых превращений. Термомеханическая обработка.	6	17-18	6			6								
	Итого		**18**	**54**		**18**	**72**							**Э**	