

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теория и технология покрытий
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Машиностроение (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование теоретических знаний, умения и навыков рационального выбора технологии, материалов и оборудования применительно к нанесению защитных и восстанавливающих покрытий.

Задачи учебной дисциплины

- изучение методов исследования функциональных и структурных свойств покрытий, материалов для нанесения покрытий, технологических способов нанесения защитных покрытий;
- формирование умения управлять основными параметрами техно-логического процесса нанесения покрытий с целью формирования покрытий с заданными свойствами;
- формирование умения определять функциональные свойства покрытий;
- формирование навыков работы с технической литературой с целью обоснованного выбора материалов, оборудования и технологии нанесения покрытия.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- детали, подлежащие упрочнению или восстановлению;
- способы технологического изменения свойств поверхности;
- оборудование для нанесения покрытий;
- технологические процессы упрочнения и восстановления.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Принципы подготовки информационных обзоров с целью выбора современных технологий, оборудования и материалов для нанесения покрытий	Знает принципы подготовки информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Проводить работы по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов НИР, связанных с оценкой физико-механических свойств покрытий	Умеет проводить работы по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	– Навыками разработки программ проведения элементов НИР и ОКР, использующих базы данных для разработки технологических карт процесса нанесения покрытий, оптимизации процессов нанесения покрытий	Владеет навыками разработки проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	8	8	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	35	35	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Способы формирования покрытий	8	4	10	21
<p>Тема 1. Классификация способов восстановления и упрочнения деталей. Модифицирование поверхности без приращения номинального размера детали. Механическое, термическое воздействие на поверхность, воздействие высокоэнергетическими потоками.</p> <p>Тема 2. Металлические покрытия. Модифицирование свойств рабочих поверхностей деталей с целью повышения их эксплуатационной надежности и долговечности. Нанесение покрытий методами напыления и наплавки.</p> <p>Тема 3. Критерии выбора технологии нанесения покрытий. Технологическая схема нанесения покрытий. Выбор типа покрытия, способа формирования и технологических параметров процесса.</p> <p>Тема 4. Газотермическое напыление покрытий. Технологические особенности газотермических способов нанесения покрытий. Электродуговая металлизация, газопламенное напыление, плазменное напыление, детонационно-газовое напыление.</p> <p>Тема 5. Вакуумно-конденсационные методы нанесения покрытий. Технологические особенности вакуумных методов нанесения покрытий. Методы резистивного испарения, взрывного испарения-распыления, ионного распыления.</p> <p>Тема 6. Способы формирования молекулярных покрытий. Химическое осаждение из газовой фазы. Сравнение методов CVD и PVD.</p>				
Материалы для нанесения и типы покрытий	2	0	8	8
<p>Тема 7. Материалы для нанесения покрытий. Особенности формирования покрытий из сплавов, оксидов, металлоидов и металлидов.</p> <p>Тема 8. Армированные покрытия. Способы формирования армированных покрытий. Физико-механические свойства армированных покрытий, области их применения.</p> <p>Тема 9. Композиционные покрытия. Способы формирования композиционных покрытий, области их применения.</p>				
Физико-механические свойства покрытий	4	0	10	16
<p>Тема 10. Физико-механические свойства покрытий. Твердость и микротвердость; прочность сцепления с основой; пористость; толщина; остаточные напряжения.</p> <p>Тема 11. Микроструктурные исследования покрытий. Металлографический анализ. Растровая</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
микроскопия. Тема 12. Адгезионная прочность вакуумных пленок. Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Специальные методики.				
Функциональные свойства покрытий	4	4	7	36
Тема 13. Износостойкость покрытий. Виды изнашивания покрытий, требования к структуре покрытий. Тема 14. Способы повышения качества покрытий. Перспективные разработки в области повышения эксплуатационных свойств материалов и конструкций.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	8	35	81
ИТОГО по дисциплине	18	8	35	81

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Классификация способов восстановления и упрочнения деталей
2	Критерии выбора технологии нанесения покрытий
3	Микроструктурные исследования покрытий
4	Способы повышения качества покрытий

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Электроискровое легирование поверхности
2	Нанесение покрытий методами газопламенной наплавки
3	Определение твердости и микротвердости покрытий
4	Определение износостойкости покрытий

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Теория и технология покрытий. Вакуумное конденсационное напыление покрытий : учебное пособие для вузов / В.Н. Анциферов [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	40
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Григорьев С. Н. Технологии нанобработки : учебное пособие для вузов / С. Н. Григорьев, А. А. Грибков, С. В. Алешин. - Старый Оскол: ТНТ, 2008.	10
2.2. Периодические издания		
1	Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия : журнал / Московский государственный институт стали и сплавов; Калвис. - Москва: Калвис, 2007 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Григорьев С. Н. Технологии нанобработки : учебное пособие для вузов / С. Н. Григорьев, А. А. Грибков, С. В. Алешин. - Старый Оскол: ТНТ, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks134287	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Теория и технология покрытий. Вакуумное конденсационное напыление покрытий : учебное пособие для вузов / В.Н. Анциферов [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2570	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Машина СМЦ-2	1
Лабораторная работа	Установка Элитрон-22	1
Лекция	Компьютер и проектор	1
Практическое занятие	Маркерная доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория и технология покрытий»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.03.01 – «Машиностроение»

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Автоматизированное оборудование и
инструмент бережливых производств
машиностроения

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Инновационные технологии машиностроения

Форма обучения: Очная

Курс: 4 **Семестр:** 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Виды промежуточного контроля:

Дифференциальный зачет: 7 семестр

Пермь 2020

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Теория и технология покрытий» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины «Теория и технология покрытий», утвержденной «25» ноября 2020 г.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.В.10 «Теория и технология покрытий» участвует в формировании компетенции ПК-1.1. В рамках учебного плана образовательной программы в 7-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенции:

ПК-1.1. Б1.В.10 Способен подготавливать элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра базового учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР		
Усвоенные знания				
3.1 знать современные технологии изменения физико-механических свойств рабочих поверхностей деталей машиностроения;		ОЛР 1	РКР 1	ТВ

З.2 знать материалы для нанесения покрытий;			РКР 2	
З.3 знать методы оценки физико-механических свойств покрытий.		ОЛР 4	РКР 3,4	
Освоенные умения				
У.1 уметь выбирать материалы, оборудование и технологии рационального нанесения покрытий;	ПЗ 2		РКР 4	ПЗ
У.2 уметь использовать стандартные методики определения физико-механических свойств покрытий.	ПЗ 3	ОЛР 4		
Приобретенные владения				
В.1 владеть навыками проведения исследований физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий;	ПЗ 1-4		ИКЗ	ПЗ
В.2 владеть навыками использования баз данных для разработки технологических карт процесса нанесения покрытий, оптимизации процессов нанесения покрытий.	ПЗ 1-4		ИКЗ	

ОЛР – отчет по лабораторной работе

РКР – рубежная контрольная работа

ИКЗ – индивидуальное комплексное задание

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторные работы. Темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов.

2.2.2. Защита практических работ

Всего запланировано 9 практических занятий. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Способы формирования покрытий», вторая КР по модулю 2 «Материалы для нанесения и типы покрытий», третья КР по модулю 3 «Физико-механические свойства покрытий», четвертая КР по модулю 4 «Функциональные свойства покрытий».

Типовые вопросы первой КР:

1. Классификация способов восстановления и упрочнения деталей.
2. Критерии выбора технологии нанесения покрытий. Выбор типа покрытия, способа формирования и технологических параметров процесса.
3. Газотермическое напыление покрытий. Технологические особенности газотермических способов нанесения покрытий. Электродуговая металллизация.
4. Вакуумно-конденсационные методы нанесения покрытий. Технологические особенности вакуумных методов нанесения покрытий. Методы резистивного испарения.

Типовые вопросы второй КР:

1. Материалы для нанесения покрытий. Особенности формирования покрытий из сплавов, оксидов, металлоидов и металлидов.
2. Армированные покрытия. Способы формирования армированных покрытий. Физико-механические свойства армированных покрытий, области их применения.

Типовые вопросы третьей КР:

1. Физико-механические свойства покрытий. Твердость и микротвердость; прочность сцепления с основой; пористость; толщина; остаточные напряжения.
2. Микроструктурные исследования покрытий. Металлографический анализ. Растровая микроскопия.

Типовые вопросы четвертой КР:

1. Износостойкость покрытий. Виды изнашивания покрытий, требования к структуре покрытий.
2. Способы повышения качества покрытий. Перспективные разработки в области повышения эксплуатационных свойств материалов и конструкций.

2.3. Выполнение индивидуального комплексного задания на самостоятельную работу.

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется комплексное задание.

Примеры тем индивидуальных комплексных заданий приведены в приложении к ФОС.

Результаты защиты индивидуального комплексного задания по 4-балльной шкале оценивания умений и владений заносятся в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференциального зачета по дисциплине устно по индивидуальному заданию. Индивидуальное задание содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, и комплексные задания (КЗ) для проверки усвоенных умений и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

2.4.1. Типовые вопросы и задания для диф. зачета по дисциплине Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Модифицирование поверхности без приращения номинального размера

- детали.
2. Нанесение покрытий методами газотермического напыления: плазменное напыление.
 3. Нанесение покрытий методами наплавки.
 4. Нанесение покрытий методами вакуумного напыления: ионное распыление.
 5. Способы оценки механических свойств покрытий: прочность на изгиб.
 6. Способы оценки адгезионной прочности пленочных покрытий.

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений представлены в приложении к ФОС.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1 Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках контроля выполнения индивидуального задания при проведении дифференцированного зачета считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в процессе собеседования дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

3.2 Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференциального зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы бакалавриата.