

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 25.09.2023 18:18:21

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Полиграфического института

/И.В. Нагорнова/



2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Технология, структура и свойства функциональных покрытий»

Направление подготовки

**22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

Профиль:

**«Многофункциональные материалы»**

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2022 г.

Программа дисциплины «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки " Многофункциональные материалы "

**Программу составили:**

проф., д.т.н.




/Овчинников В.В./

Программа дисциплины «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждена на заседании кафедры «Материаловедение».

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой «Материаловедение»

проф., д.т.н.



/Овчинников В.В./

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Многофункциональные материалы»

\_\_\_\_\_



/Кондратов А.П./

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## **1. Цели освоения дисциплины.**

К **основным целям** освоения дисциплины «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» следует отнести:

- формирование знаний о современных методах создания функциональных покрытий;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов производства и обработки функциональных покрытий.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» следует отнести:

- освоение способов производства функциональных покрытий, технологических приемов обработки функциональных покрытий и исследование их структуры и свойств.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.**

Дисциплина «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» относится к числу учебных дисциплин элективной части основной образовательной программы магистратуры.

«Технология, структура и свойства функциональных покрытий» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Инновационные технологии обработки функциональных материалов;
- Трибология функциональных материалов.
- Материаловедение и технологии многофункциональных материалов (металловедение).

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	Способен определять соответствие готового изделия заявленным эксплуатационным характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	<p>ИПК-4.1 Знает закономерности влияния технологических факторов производства и обработки деталей и инструментов на химический и фазовый состав, а также эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов.</p> <p>ИПК-4.2 Умеет производить измерения эксплуатационных свойств деталей и инструментов и устанавливать причины отклонений эксплуатационных свойств деталей и инструмента от заданных параметров и принимать меры к их устранению</p> <p>ИПК-4.3 Владеет навыками разработки рекомендаций по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных, полимерных и иных материалов с целью достижения заданного уровня свойств в материале</p>
ПК-5	Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы	<p>ИПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства и обработки многофункциональных материалов.</p> <p>ИПК-5.2 Умеет разрабатывать и внедрять инновационные, технологические процессы многофункциональных материалов</p> <p>ИПК-5.3 Владеет методиками проектирования инновационных технологических процессов</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часов(из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» изучаются на втором курсе.

**Четвертый семестр:** лекции– 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 2 час в неделю (36 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» по срокам и видам работы отражены в Приложении 3.

## **Содержание разделов дисциплины.**

### **Введение**

Научно-технический прогресс и требования к функциональным покрытиям и технологиям их производства. Самоорганизация диссипативных структур. Теория катастроф. Физико-химические принципы конструирования функциональных покрытий.

### **1. Классификация покрытий по функциональным признакам.**

Классификация покрытий по назначению и способам нанесения. Основные примеры. Классификация покрытий по природе материала, толщине и прочностных характеристиках.

### **2. Свойства покрытий.**

Физико-механические свойства покрытий. Физические свойства покрытий. Физико-химические свойства. Санитарно-гигиенические свойства. Эксплуатационные характеристики. Технологические свойства. Декоративные свойства покрытий. Защитные свойства покрытий.

### **3. Подготовка поверхности деталей к нанесению покрытий.**

Формирование поверхности твердого тела. Свободная поверхностная энергия. Строение и свойства поверхностного слоя. Физическая и химическая адсорбция. Подготовка поверхности к нанесению покрытия. Контроль состояния подготовленной поверхности.

### **4. Химические и электрохимические методы нанесения покрытий.**

Классификация химических и электрохимических покрытий. Сущность метода химического нанесения покрытий. Технология нанесения покрытий химическим восстановлением. Образование и рост кристаллов при электрокристаллизации. Влияние режима электролиза на структуру и свойства электролитических осадков. Основные параметры электрохимического процесса. Технология нанесения металлических покрытий электрохимическим осаждением из растворов.

## **5. Вакуумное конденсационное нанесение покрытий.**

Обобщенная схема вакуумного конденсационного нанесения покрытий. Механизм и кинетика формирования вакуумных конденсационных покрытий. Вакуумное конденсационное нанесение покрытий термическим испарением. Вакуумное конденсационное нанесение покрытий взрывным испарением-распылением материала покрытия. Технологические особенности вакуумного конденсационного нанесения покрытий ионным распылением.

## **6. Химическое осаждение из паровой фазы.**

Общая характеристика технологического процесса химического осаждения из паровой фазы. Реакторная установка. Подготовка подложки. Нагрев подложки и ее расположение.

## **7. Диффузионные методы нанесения покрытий.**

Виды диффузионных покрытий и их классификация. Процессы, протекающие при получении покрытий диффузионным методом. Технологические параметры процесса диффузионного нанесения покрытий. Технология методы нанесения из засыпок. Общая схема формирования покрытий из расплавленного состояния. Смачивание и растекание расплава. Нанесение покрытий погружением в расплавленные среды. Получение покрытий насыщением неметаллами. Цементация. Азотирование.

## **8. Контактные методы нанесения покрытий.**

Нанесение покрытий наплавкой концентрированными потоками энергии. Наплавка и области ее применения. Нанесение покрытий плакированием. Газотермическое напыление покрытий. Формирование покрытий при газотермическом напылении. Плазменное и газопламенное напыление покрытий. Детонационно-газовое напыление покрытий.

## **9. Контроль качества покрытий.**

Основные показатели качества покрытий. Прочность покрытий на границе раздела. Прочность материала покрытия. Остаточные напряжения. Несплошность покрытия. Определение толщины и равномерности покрытия. Методы оценки функциональных свойств покрытия.

## **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Технология, структура и свойства функциональных покрытий» и реализация компетентностного подхода в

изложении и восприятию материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка, представление и обсуждение рефератов на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

### **6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.**

#### **6.1.1. Формы проведения контроля.**

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: рефераты, коллоквиумы.

#### **6.1.2. Содержание текущего контроля.**

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

#### **6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов.**

Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

### **6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.**

#### **6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации**

Форма, предусмотренная учебным планом - зачет.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные

утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Коллоквиум (темы для коллоквиумов в приложении 1)	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы коллоквиума.
Реферат (темы рефератов в приложении 1)	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии.

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

## **6.2.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.**

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. 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.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. 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.

## **6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации**



Промежуточная аттестация - (зачет) 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.

Содержание зачетного задания: билет состоит из трех теоритических вопросов. Перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине и из которых формируются экзаменационные билеты изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

*Приложение 1 к  
рабочей программе*

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

Направление подготовки: 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ  
МАТЕРИАЛОВ  
ОП (профиль): «Многофункциональные материалы»  
Форма обучения: очная

Кафедра: «Материаловедение»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Технология, структура и свойства функциональных покрытий**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств:

**А. Темы рефератов  
Б. Вопросы к зачету  
В. Темы коллоквиума**

**Составитель:**

**профессор, д.т.н. Овчинников В.В.**

Москва, 2022 год

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ****ИНЖЕНЕРИЯ БИОПОВЕРХНОСТЕЙ**

ФГОС ВО 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирования компетенций</b>	<b>Форма оценочного средства**</b>	<b>Степени уровней освоения компетенций</b>
<b>ИН-ДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВ- КА</b>				

ПК-4	Способен определять соответствие готового изделия заявленным эксплуатационным характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	ИПК-4.1 Знает закономерности влияния технологических факторов производства и обработки деталей и инструментов на химический и фазовый состав, а также эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов. ИПК-4.2 Умеет производить измерения эксплуатационных свойств деталей и инструментов и устанавливать причины отклонений эксплуатационных свойств деталей и инструмента от заданных параметров и принимать меры к их устранению ИПК-4.3 Владеет навыками разработки рекомендаций по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных, полимерных и иных материалов с целью достижения заданного уровня свойств в материале	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	Р, З К	<p><b>Базовый уровень</b> - способен определять соответствие готового изделия заявленным эксплуатационным характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале в стандартных учебных ситуациях</p> <p><b>Повышенный уровень</b> - способен определять соответствие готового изделия заявленным эксплуатационным характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале с учетом особенностей работы готового изделия в различных отраслях промышленности</p>
------	--	---	---	--------------	--

ПК-5	Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы	<p>ИПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства и обработки многофункциональных материалов.</p> <p>ИПК-5.2 Умеет разрабатывать и внедрять инновационные, технологические процессы многофункциональных материалов</p> <p>ИПК-5.3 Владеет методиками проектирования инновационных технологических процессов</p>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	Р, З К	<p><b>Базовый уровень</b> - способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в стандартных учебных ситуациях</p> <p><b>Повышенный уровень</b> - способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы с учетом особенностей работы готового изделия в различных отраслях промышленности</p>
------	--	--	---	--------------	--

\*\*Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

*Приложение 2  
к рабочей программе*

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Технология, структура и свойства функциональных покрытий»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
2	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Темы коллоквиума
3	Устный опрос (З– зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень вопросов к зачету

## Темы рефератов (ПК-4, ПК-5)

по дисциплине «Технология, структура и свойства функциональных покрытий»  
(наименование дисциплины)

1. Внутренние и внешние покрытия.
2. Адсорбированные вещества на поверхности металлических материалов.
3. Строение и свойства поверхностного слоя металла.
4. Физическая и химическая адсорбция.
5. Способы подготовки поверхности перед нанесением покрытий.
6. Методы контроля состояния поверхности перед нанесением покрытия.
7. Технология нанесения металлических покрытий химическим восстановлением.
8. Химическое меднение.
9. Химическое никелирование.
10. Количественные зависимости электрохимического процесса.
11. Технологии нанесения металлических покрытий электрохимическим осаждением из растворов.
12. Оборудование для нанесения электрохимических покрытий из водных растворов.
13. Электрохимические покрытия благородными металлами.
14. Методы получения композиционных электролитических покрытий.
15. Электроосаждение из солевых растворов.
16. Механизм и кинетика формирования вакуумных конденсационных покрытий.
17. Реакторная установка для получения покрытий химическим осаждением из паровой фазы.
18. Технология алитирования.
19. Технология шликерного нанесения покрытий.
20. Особенности нанесения и классификация покрытий из расплавленного состояния.

### Перечень вопросов к зачету (ПК-4, ПК-5)

1. По каким признакам различают защитные покрытия?
2. В чем причины широкого распространения лакокрасочных покрытий?
3. Какие полимерные материалы используются для нанесения полимерных покрытий?
4. Какими преимуществами обладают полимерные покрытия?
5. Как подразделяются металлические покрытия по механизму защиты?



6. Назовите примеры неметаллических неорганических покрытий.
7. Где целесообразно применять неметаллические неорганические покрытия?
8. Назовите примеры композиционных комбинированных покрытий.
9. В чем преимущества комбинированных покрытий?
10. На какие виды делят защитные покрытия по способу получения?
11. Как получают химические защитные покрытия? Назовите их примеры.
12. Как получают электрохимические защитные покрытия?
13. Приведите примеры гальванических и анодно-окисных защитных покрытий.
14. Как получают металлизационные покрытия?
15. Из каких металлов получают металлизационные защитные покрытия?
16. Какие факторы необходимо учитывать при выборе вида защитного покрытия?
17. Классификация покрытий по назначению.
18. Особенности анодных и катодных покрытий.
19. Краевые эффекты при хромировании.
20. Расположение детали и анода в хромовой ванне.
21. Виды дефектов хромового покрытия, причины возникновения и способы устранения.
22. Корректировка ванны гальванического никелирования.
23. Гальваническое изготовление абразивных инструментов.
24. Химическое никелирование в проточном регенерируемом кислом растворе.
25. Химическое никелирование в непроточном корректируемом щелочном растворе.
26. Схема детонационного напыления.
27. Описание процесса детонационного напыления.
28. Схема плазменного напыления.
29. Схема плазменной наплавки.
30. Химические методы нанесения защитных покрытий.
31. Жидкофазные методы нанесения защитных покрытий.
32. Плазменные методы нанесения защитных покрытий.
33. Плазмотрон с электрической дугой.
34. Плазмотрон, стабилизированный газом электродуговой плазмы.
35. Плазмотрон индукционного нагрева.
36. Принцип плазменного напыления.
37. Диффузные методы нанесения защитных покрытий.
38. Жидкофазные методы нанесения защитных покрытий.
39. Схема процесса осаждения из газовой фазы.
40. Химические реакции осаждения из газовой фазы молибдена, вольфрама.

## Вопросы для коллоквиумов (ПК-4, ПК-5)

по дисциплине «Технология, структура и свойства функциональных покрытий»  
(наименование дисциплины)

1. Ударные взаимодействия частиц с подложкой при газотермическом напылении.
2. Формирование однослойных и многослойных газотермических покрытий.
3. Плазменная струя как источник нагрева и распыления металлических частиц.
4. Порошковые и проволочные способы плазменного напыления.
5. Параметры плазменной струи и потока распыляемых частиц.
6. Технологические особенности газопламенного напыления.
7. Установки для газопламенного напыления.
8. Основные параметры режима детонационного напыления.
9. Дуговая наплавка покрытий.
10. Лазерно-порошковая наплавка покрытий
11. Нанесение покрытий прокаткой и экструзией.
12. Взрывная обработка металлов.
13. Диффузионная сварка.
14. Горячее изостатическое прессование.
15. Электромагнитная обработка.
16. Термическая обработка после цементации и азотирования.
17. Методы совместного насыщения азотом и углеродом.
18. Смачивание и растекание расплава.
19. Формирование диффузионного слоя в системах с образованием промежуточных фаз.
20. Ионная имплантация.

### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

#### а) основная литература:

1. Технология, структура и свойства функциональных покрытий: учебное пособие /В.В. Овчинников, Е.В. Лукьяненко, Ф.Ю. Федотов, А.Г. Сбитнев. – Москва: Московский Политех, 2022 – 1 CDR. ISBN 978-5-2760-2715-9.
2. Пузряков, А. Ф.; Теоретические основы технологии плазменного напыления : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Машины и технология высокоэффективных процессов обраб. материалов" направления подгот. дипломир. специалистов

"Машиностроит. технологии и оборудование".; Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва; 2003.

3. Лахтин, Ю. М.; Химико-термическая обработка металлов : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1985.

4. Пантелеенко, Ф. И., Лялякин, В. П., Иванов, В. Н., Константинов, В. М.; Восстановление деталей машин : Справочник.; Машиностроение, Москва; 2003.

5. Поветкин, В. В.; Структура электролитических покрытий; Металлургия, Москва; 1989

#### **б) дополнительная литература:**

6. Бобров, Г.В. Нанесение неорганических покрытий (теория, технология, оборудование) [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. / Г.В. Бобров, А.А. Ильин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2004. – 624 с.

7. Газотермическое напыление: учеб. пособие / кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.

8. Защитные покрытия: учеб. пособие / М.Л. Лобанов, Н.И. Кардонина, Н.Г. Россина, А.С. Юровских. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.

9. Павлов А.Ю., Овчинников В.В., Шляпин А.Д. Основы газотермического напыления защитных покрытий. Учебное пособие / А.Ю. Павлов, В.В. Овчинников, А.Д. Шляпин. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 300 с.

10. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления / А. Ф. Пузряков. – М.: Издательство: МГТУ им. Баумана, 2008. – 360 с.

11. Румянцева К.Е. Физические и технологические свойства покрытий: учебное пособие / ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-техн. ун-т. – Иваново, 2007. – 80 с.

12. Тюрин Ю.Н. Плазменные упрочняющие технологии / Ю.Н. Тюрин, М.Л. Жадкевич. Киев: Наукова думка, 2008. – 216 с.

13. Хокинг М. Металлические и керамические покрытия [Текст] / М. Хокинг, В. Васантасри, П. Сидки. – М.: Мир, 2000. – 516 с.

#### **Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран

#### **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы. Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае вы не учитесь мыслить и анализировать услышанное и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную

информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д. Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Зачет – форма итоговой проверки и оценки полноты и прочности знаний студентов, а также сформированности умений и навыков; проводится в виде собеседования по важнейшим вопросам каждого раздела изученного курса или по курсу в целом в индивидуальном порядке. Основная цель подготовки к экзамену — достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности. К примеру, если у вас зрительный тип памяти, тогда следует уделить особое внимание внешней форме вашего краткого конспекта — недопустим небрежный, неразборчивый, мелкий почерк. Важные понятия должны быть выделены из текста, чтобы «бросаться в глаза» сразу. Конечно, аккуратный конспект потребует несколько большего времени, но в итоге время на заучивание сократится, и вы эффективнее подготовитесь к экзамену или зачету. Если у вас слуховой тип памяти, следует проговаривать наиболее важную часть материала, возможно даже использовать магнитофон для подготовки. Если же преобладающим у вас является моторный тип памяти, то конспект нужно переписать несколько раз, причем каждый раз надо вычеркивать то, что вы уже выучили достаточно хорошо, оставляя для переписывания только самое необходимое для запоминания.

## **9. Методические рекомендации для преподавателя**

### **Методические указания по чтению лекций.**

Наименование тем лекций и их содержание приведено в разделе 4 рабочей программы по курсу. В приложении указано распределение времени по темам курса.

В начале лекции называется: тема лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, а также указывается литература, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

В условиях информатизации всех сфер деятельности человека чтение лекций у доски с мелом становится не эффективным. Предлагается использовать в помощь лектору, созданные средствами Microsoft Office Power Point. Демонстрация слайдов должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации и пояснениями лектора. Значительную часть слайдов должны занимать иллюстрации. В процессе изложения материала

такой лекции необходимо акцентировать внимание слушателей на ключевых понятиях ее темы.

Если требуется к ним возвращаться, то для этого целесообразно прокручивать материал (слайды) назад. При этом следует активизировать внимание студентов вопросами, которые, как правило, касаются весьма простых, но ключевых понятий. Одновременно следует давать студентам время для пометок и записей в своих конспектах.

Изложенный вариант даёт более высокий эффект, если во время лекции на руках у студентов будет раздаточный материал (тезисы или полный конспект лекций, слайды презентации).

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными. Задания по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием программного обеспечения, имеющегося на кафедре.

**Структура и содержание дисциплины «Технологические процессы производства и обработки функциональных материалов» по направлению подготовки  
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»  
(магистр)**

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
	<b>Второй семестр</b>														
<b>1.1</b>	<b>Введение.</b> Научно-технический прогресс и требования к функциональным покрытиям и технологиям их производства. Самоорганизация диссипативных структур. Теория катастроф. Физико-химические принципы конструирования функциональных покрытий.	4	<b>1-2</b>	2											
	<i>Семинарское занятие «Физико-химические принципы конструирования функциональных покрытий»</i>	4	1-2		4		10								
<b>1.2</b>	<b>Классификация покрытий по функциональным признакам.</b> Классификация покрытий по назначению и способам нанесения.	4	<b>3-6</b>	2								+			

	Основные примеры. Классификация покрытий по природе материала, толщине и прочностных характеристиках.														
	<i>Семинарское занятие «Классификация покрытий по физическим и механическим свойствам»</i>	4	3-6		4		10								
<b>1.3</b>	<b>Свойства покрытий.</b> Физико-механические свойства покрытий. Физические свойства покрытий. Физико-химические свойства. Санитарно-гигиенические свойства. Эксплуатационные характеристики. Технологические свойства. Декоративные свойства покрытий. Защитные свойства покрытий.	4	<b>7-8</b>	2								+			
	<i>Семинарское занятие «Основы технологий азотирования и цементации изделий»</i>	4	7-8		4		10								
<b>1.4</b>	<b>Подготовка поверхности деталей к нанесению покрытий.</b> Формирование поверхности твердого тела. Свободная поверхностная энергия. Строение и свойства поверхностного слоя. Физическая и химическая адсорбция. Подготовка поверхности к нанесению покрытия. Контроль состояния подготовленной поверхности.	4	<b>9-12</b>	2									+		



	<i>Семинарское занятие «Применение изделий с диффузионными покрытиями»</i>	4	9-12		4		10								
<b>1.5</b>	<b>Химические и электрохимические методы нанесения покрытий.</b> Классификация химических и электрохимических покрытий. Сущность метода химического нанесения покрытий. Технология нанесения покрытий химическим восстановлением. Образование и рост кристаллов при электрокристаллизации. Влияние режима электролиза на структуру и свойства электролитических осадков. Основные параметры электрохимического процесса. Технология нанесения металлических покрытий электрохимическим осаждением из растворов.	4	<b>13-14</b>	2								+			
	<i>Семинарское занятие «Способы нанесения газотермических покрытий»</i>	4	13-14		4		10								
<b>1.6</b>	<b>Вакуумное конденсационное нанесение покрытий.</b> Обобщенная схема вакуумного конденсационного нанесения покрытий. Механизм и кинетика формирования вакуумных конденсационных покрытий. Вакуумное конденсационное	4	<b>15-16</b>	2								+			

	нанесение покрытий термическим испарением. Вакуумное конденсационное нанесение покрытий взрывным испарением-распылением материала покрытия. Технологические особенности вакуумного конденсационного нанесения покрытий ионным распылением.													
	<i>Семинарское занятие «Технология наплавки»</i>	4	15-16		4		10							
<b>1.7</b>	<b>Химическое осаждение из паровой фазы.</b> Общая характеристика технологического процесса химического осаждения из паровой фазы. Реакторная установка. Подготовка подложки. Нагрев подложки и ее расположение.	4	17-18	2										
	<i>Семинарское занятие «Области применения газотермических покрытий»</i>	4	17-18		4		10							
<b>1.8</b>	<b>Диффузионные методы нанесения покрытий.</b> Виды диффузионных покрытий и их классификация. Процессы, протекающие при получении покрытий диффузионным методом. Технологические параметры процесса диффузионного нанесения покрытий. Технология методы	4	19-20	2										

	нанесения из засыпок. Общая схема формирования покрытий из расплавленного состояния. Смачивание и растекание расплава. Нанесение покрытий погружением в расплавленные среды. Получение покрытий насыщением неметаллами. Цементация. Азотирование.													
	<i>Семинарское занятие «Полимерные и лакокрасочные покрытия. Эмалевые покрытия»</i>	4	19-20		4		10							
<b>1.9</b>	<b>Контактные методы нанесения покрытий.</b> Нанесение покрытий наплавкой концентрированными потоками энергии. Наплавка и области ее применения. Нанесение покрытий плакированием. Газотермическое напыление покрытий. Формирование покрытий при газотермическом напылении. Плазменное и газопламенное напыление покрытий. Детонационно-газовое напыление покрытий.	4	21-22	2										
	<i>Семинарское занятие «Контроль качества покрытий»</i>	4	21-22		4		10							
	<b>Всего часов по дисциплине</b>			18	36		90					<b>1 реферат</b>		<b>3</b>