

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

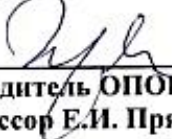


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО


Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

УТВЕРЖДАЮ


Декан механико-
машиностроительного факультета
профессор В.В. Максаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ПОКРЫТИЙ
РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	22.06.01 Технологии материалов
Направленность (профиль):	Материаловедение (машиностроение)
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор Е.И. Пряхин

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Научные основы разработки покрытий различного назначения» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.06.01 Технологии материалов (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 888 от 30 июля 2014;

– на основании учебного плана направленности (профиля) «Материаловедение (машиностроение)» по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов.

Составитель

д.т.н., проф. Е.И. Пряхин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от «23» мая 2019 г., протокол № 10

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры

к.т.н.

В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
материаловедения и технологии
художественных изделий

д.т.н., проф.

Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - дать знания по теоретическим физико-химическим основам формирования диффузионных металлических покрытий из среды легкоплавких металлических растворов; разработка материалов с заданными механическими и физическими характеристиками.

Основные задачи дисциплины - усвоение основных теоретических основ жидкостного поверхностного легирования из среды легкоплавких металлов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Научные основы разработки покрытий различного назначения» относится к вариативной части профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов и изучается в 3 семестре

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Научные основы разработки покрытий различного назначения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов	ПК-1	Знать теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов
		Уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов
		Владеть способностью проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов
ность ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и	ПК-2	Знать приоритетные направления развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.		<p>Уметь ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.</p> <p>Владеть способностью ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.</p>
Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий	ПК-3	Знать теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
		Уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
		Владеть способностью проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
Способность разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования	ПК-4	Знать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования
		Уметь разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования
		Владеть способностью разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования
Способность разрабатывать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях	ПК-6	Знать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях
		Уметь разрабатывать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях
		Владеть способностью разрабатывать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях
Способность определять механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций	ПК-7	Знать механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций
		Уметь определять механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций
		Владеть способностью определять механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётных единиц, 72 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	12	12
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	60	60
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачёт	ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час.	72
	зач. ед.	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	на работа аспиранта, в том числе курсовая работа
1.	Комплексные объекты применения мультипликативных методов нанесения покрытий	35	2	-	-	33

2.	Теоретическое обоснование создания мультипликативных покрытий.	37	2	8	-	33
Итого:		72	4	8	-	66

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Комплексные объекты применения мультипликативных комбинированных методов нанесения покрытий	Возможности мультипликативных технологических комбинированных методов обработки. Классификация покрытий машиностроительных материалов. Классификация технологий получения наноструктурированных материалов и покрытий. Классификация современных методов получения покрытий. Технологические способы обработки поверхности машиностроительных материалов.	2
2.	Теоретическое обоснование создания мультипликативных покрытий.	Методика проектирования мультипликативных покрытий на основе комбинированных методов. Методики проектирования комбинированных методов нанесения покрытий. Экспериментальные исследования для оптимизации режимов мультипликативных покрытий на основе комбинированных методов. Стендовые испытания образцов и макетов с мультипликативными покрытиями на основе комбинированных методов. Промышленное применение мультипликативных покрытий на основе комбинированных методов. Комбинированный метод электроискрового легирования и ультразвукового. Комбинированный метод электрохимического формообразования и гальванического хромирования. Экспериментальные исследования физико-механических свойств многослойных наноструктурных покрытий. Исследование свойств алмазоподобных PVD-покрытий на основе углерода. Использование наноструктурных PVD-покрытий для повышения ресурса эксплуатации машиностроительных материалов. Сравнительная характеристика физико-механических трибометрических свойств нитридных и алмазоподобных покрытий.	2
Итого:			4

4.2.3. Практические занятия:

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2.	Формирование мультипликативных покрытий на сталях из легкоплавких металлических расплавов.	4
2.	Раздел 2.	Состав, строение и свойства покрытий.	4
Итого:			8

4.2.4. Лабораторные работы:

Лабораторные работы: не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы

Курсовая работа (проект): не предусмотрены.

4.2.6. Примерные темы рефератов

1. Триболометрические свойства нитридных и алмазоподобных покрытий;
2. Свойства алмазоподобных PVD-покрытий на основе углерода;
3. Технологические способы обработки поверхности машиностроительных материалов;
4. Промышленное применение мультипликативных покрытий на основе комбинированных методов.
5. Гальванического хромирование.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Комплексные объекты применения мультипликативных комбинированных методов нанесения покрытий.

1. Строение твердых фаз в металлических сплавах.
2. Диффузия в металлических сплавах.
3. Понятия система, сплав, компонент, фаза, структура: суть, примеры.
4. Механические смеси, химические соединения и твердые растворы.
5. Возможные механизмы самодиффузии и гетеродиффузии.

6. Изучение структуры металлов и сплавов методом макроскопического анализа и микроскопического анализа.
7. Идеальный кристалл и дефекты строения реальных кристаллических материалов.
8. Энергия образования и равновесная концентрация вакансий и межузельных атомов. Миграция точечных дефектов.
9. Теоретическая и реальная прочность кристаллов.
10. Понятие дислокации. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Движение дислокаций.
11. Контур и вектор Бюргерса дислокаций. Плотность дислокаций.
12. Дислокации и дефекты упаковки в типичных металлических структурах.
13. Плотнейшие упаковки и дефекты упаковки.
14. Вершинные дислокации и дислокации Ломер – Коттрелла.
15. Дисклинации.
16. Источник Франка-Рида. Источник Бардина-Херринга.

Раздел 2 Теоретическое обоснование создания мультипликативных покрытий.

1. Элементарные стадии процессов диффузионного обогащения поверхностных слоев. Закономерности образования однофазных диффузионных зон.
2. Приемы и методы предотвращения окисления и обезуглероживания стальных изделий при термической обработке.
3. Классификация контролируемых атмосфер, применяемых при термической обработке, и требования, предъявляемые к контролируемым атмосферам.
4. Принципы получения, состав и назначение эндотермической, экзотермической, атмосферы из аммиака и азотной контролируемых атмосфер.
5. Охлаждающие среды, не претерпевающие изменений агрегатного состояния во всем диапазоне температур охлаждения изделий.
6. Охлаждающие среды, претерпевающие изменения агрегатного состояния в связи с их кипением на горячей поверхности охлаждаемых изделий.
7. Виды автодеформации и классификация источников авто-деформирования при термической обработке.
8. Автодеформации полуфабрикатов и изделий под действием внутренних напряжений и меры по их уменьшению

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету (по дисциплине):

1. Что такое кристаллическая решетка?
2. Какие основные характеристики кристаллического состояния вещества?
3. Что такое системы трансляций (решетки Браве)?
4. Перечислите условия выбора и характеристики элементарных ячеек.
5. Назовите расположение, число и размеры пустот в гранцентрированной кубической (ГЦК), гексагональной плотноупакованной (ГП) и объемноцентрированной кубической (ОЦК) решетках.
6. Что такое полиморфизм?
7. Поясните осуществление механизма Френкеля.
8. Что такое идеальный кристалл?
9. Перечислите виды точечных дефектов.
10. Как называется линейная конфигурация, образованная межузельными атомами при объединении?
11. По какому механизму происходит одновременное образование вакансий и межузельных атомов?

12. Что относится к нульмерным дефектам кристаллического строения?
13. Как термическая обработка «закалка» влияет на концентрацию вакансий?
14. Что относится к микроскопическим дефектам кристаллического строения?
15. Какие бывают типы твердых растворов?
16. Приведите примеры механических смесей, химических соединений, твердых растворов.
17. Назовите возможные механизмы самодиффузии и гетеродиффузии.
18. Что представляют собой эвтектики?
19. Перечислите процессы, происходящие при отжиге деформированных металлов.
20. Изобразите основные типы диаграмм состояния.
21. По какому правилу определяют состав и количество фаз в двухфазных областях диаграмм равновесия?
22. Необратимая и обратимая отпускная хрупкость сталей (сущность, причины и меры предотвращения).
23. Основы термодинамики и кинетика процессов распада пересыщенных твердых растворов.
24. Стадии распада пересыщенных твердых растворов при старении. Закономерности образования зон Гинье-Престона.
25. Стадии распада пересыщенных твердых растворов при старении. Закономерности образования метастабильных и стабильных фаз.
26. Элементарные стадии процессов диффузионного обогащения поверхностных слоев. Закономерности образования однофазных диффузионных зон.
27. Приемы и методы предотвращения окисления и обезуглероживания стальных изделий при термической обработке.
28. Классификация контролируемых атмосфер, применяемых при термической обработке, и требования, предъявляемые к контролируемым атмосферам.
29. Принципы получения, состав и назначение эндотермической, экзотермической, атмосферы из аммиака и азотной контролируемых атмосфер.
30. Охлаждающие среды, не претерпевающие изменений агрегатного состояния во всем диапазоне температур охлаждения изделий.
31. Охлаждающие среды, претерпевающие изменения агрегатного состояния в связи с их кипением на горячей поверхности охлаждаемых изделий.
32. Виды автодеформации и классификация источников авто-деформирования при термической обработке.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Кристаллическое состояние твердого тела характеризуется:	1. трехмерно упорядоченным расположением материальных частиц. 2. хаотическим расположением материальных частиц. 3. одномерно упорядоченным расположением материальных частиц. 4. двумерно упорядоченным расположением материальных частиц.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
2.	Кристаллическое состояние твердого тела:	<ol style="list-style-type: none"> 1. более устойчиво, чем аморфное. 2. менее устойчиво, чем аморфное. 3. имеет такую же устойчивость, как аморфное. 4. может быть менее или более устойчивым, чем аморфное в зависимости от температуры окружающей среды.
3.	Упорядоченной закономерностью и симметрией внутреннего строения обладают...	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллы. 2. аморфные тела. 3. жидкости. 4. газы.
4	Кристаллическая решетка – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. вспомогательный геометрический образ, вводимый для анализа строения кристалла. 2. форма кристалла 3. геометрическая форма с одномерно упорядоченным расположением материальных частиц 4. геометрическая форма с двумерно упорядоченным расположением материальных частиц
5.	Вспомогательный объемный геометрический образ, вводимый для анализа строения кристалла – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллическая решетка. 2. плоская сетка. 3. параллелепипед повторяемости. 4. узел.
6.	Узлом пространственной решетки может являться:	<ol style="list-style-type: none"> 1. любая отдельная материальная частица. 2. только атом. 3. исключительно молекулы. 4. только ионы.
7.	Период идентичности – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. кратчайшее расстояние между тождественными частицами атомного ряда. 2. расстояние между частицами кристаллической решетки, лежащими в одной атомной плоскости. 3. расстояние между любыми частицами атомного ряда 4. расстояние между любыми тождественными частицами кристаллической решетки.
8.	Равновесная концентрация межузельных атомов при заданной температуре T:	<ol style="list-style-type: none"> 1. меньше концентрации вакансий. 2. больше концентрации вакансий. 3. равна концентрации вакансий. 4. больше, меньше или равна концентрации вакансий в зависимости от типа кристаллической решетки материала.
9.	Равновесная концентрация вакансий при заданной температуре T:	<ol style="list-style-type: none"> 1. больше концентрации межузельных атомов. 2. меньше концентрации межузельных атомов. 3. равна концентрации межузельных атомов. 4. больше, меньше или равна концентрации межузельных атомов в зависимости от типа кристаллической решетки материала.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
10.	Энергия образования межузельных атомов в одном и том же кристаллическом материале:	<ol style="list-style-type: none"> 1. больше энергии образования вакансий. 2. меньше энергии образования вакансий. 3. равна энергии образования вакансий атомов. 4. больше, меньше или равна энергии образования вакансий в зависимости от типа кристаллической решетки материала.
11.	По механизму Шоттки образуются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. тепловые вакансии. 2. вакансии и межузельные атомы одновременно. 3. межузельные атомы. 4. дислокационные стенки.
12.	Механизм Френкеля – это механизм:	<ol style="list-style-type: none"> 1. одновременного образования вакансий и межузельных атомов. 2. образования тепловых вакансий. 3. образования межузельных атомов. 4. аннигиляции вакансий.
13.	Краевая дислокация – это дислокация, у которой вектор сдвига:	<ol style="list-style-type: none"> 1. перпендикулярен линии дислокации. 2. параллелен линии дислокации. 3. образует с линией дислокации произвольный угол (кроме 0 градусов и 90 градусов). 4. образует с линией дислокации произвольный угол (в том числе 0 градусов и 90 градусов).
14.	Краевая дислокация может перемещаться в кристаллах:	<ol style="list-style-type: none"> 1. скольжением. 2. поперечным скольжением. 3. двойным поперечным переползанием. 4. множественным поперечным скольжением.
15.	Сплавом называется вещество, полученное путем...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сплавлением нескольких компонентов (элементов). 2. присоединением друг к другу нескольких компонентов (элементов). 3. совмещением нескольких компонентов (элементов). 4. сложением нескольких компонентов (элементов).
16.	Сплавы получают путем... отдельных компонентов (элементов).	<ol style="list-style-type: none"> 1. сплавления. 2. соединения. 3. сварки. 4. склейки.
17.	Твердые растворы замещения – это фазы, в которых...	<ol style="list-style-type: none"> 1. отдельные атомы основы сплава замещены на атомы легирующего элемента. 2. отдельные атомы легирующего элемента внедрены между атомами основы сплава. 3. атомы легирующего элемента перемещены между атомами основы сплава. 4. в основе сплава находятся другие элементы.
18.	Твердые растворы внедрения – это фазы, в которых:	<ol style="list-style-type: none"> 1. атомы легирующих элементов внедрены в межузельные пространства (между атомами основы сплава). 2. атомы располагаются хаотически в основе

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>сплава.</p> <p>3. атомы основы сплава замещены атомами легирующих элементов.</p> <p>4. атомы основы сплава заменены на атомы легирующего элемента.</p>
19.	Что представляют собой эвтектики?	<p>1. Механические смеси.</p> <p>2. Твердые растворы.</p> <p>3. Фазы внедрения.</p> <p>4. Фазы замещения.</p>
20.	Чем отличается эвтектика от эвтектоида?	<p>1. Тем, что в одном случае процесс образования механической смеси идет из жидкого состояния, а в другом – из твердого.</p> <p>2. Агрегатным состоянием.</p> <p>3. Температурой образования.</p> <p>4. Количеством атомов.</p>

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Химическое соединение не может:	<p>1. иметь переменный состав.</p> <p>2. иметь постоянный состав.</p> <p>3. кристаллизоваться при постоянной температуре.</p> <p>4. иметь отличные свойства от образующих его компонентов.</p>
2.	Степень переохлаждения – это ...	<p>1. разность между температурой плавления и реальной температурой кристаллизации.</p> <p>2. разность между свободными энергией жидкой и твердой фаз.</p> <p>3. разность между скоростями зарождения и роста кристаллов.</p> <p>4. температура, при которой происходит затвердевание расплава.</p>
3.	Центральная зона слитка состоит из ...	<p>1. крупных равноосных кристаллов.</p> <p>2. крупных столбчатых кристаллов.</p> <p>3. мелких столбчатых кристаллов.</p> <p>4. усадочной раковины.</p>
4.	Поверхность слитка состоит из ...	<p>1. мелких равноосных кристаллов.</p> <p>2. крупных столбчатых кристаллов.</p> <p>3. крупных равноосных кристаллов.</p> <p>4. мелких столбчатых кристаллов</p>
5.	Температура рекристаллизации металла (сплава) зависит от ...	<p>1. температуры его плавления.</p> <p>2. температуры деформирования.</p> <p>3. температуры кристаллизации.</p> <p>4. температуры протекания процесса возврата</p>
6.	Для полной ликвидации наклепа в металле обычно применяют ...	<p>1. рекристаллизационный отжиг.</p> <p>2. закалку.</p> <p>3. отпуск.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. нормализацию
7.	Наклеп (нагартовка) – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. упрочнение металла в результате холодной пластической деформации. 2. холодная пластическая деформация. 3. горячая пластическая деформация. 4. упругая деформация.
8.	Укажите линию солидус:	<ol style="list-style-type: none"> 1. АЕСF. 2. АСD. 3. PSK. 4. ЕСF.
9.	Что такое ледебурит?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механическая смесь аустенита и цементита, образующаяся из жидкости. 2. Механическая смесь феррита и цементита. 3. Механическая смесь аустенита и углерода. 4. Механическая смесь перлита и феррита.
10.	В каком виде находится углерод в белом чугуна при нормальной температуре?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В виде цементита. 2. В виде феррита. 3. В виде графита. 4. В виде ледебурита.
11.	Содержание углерода в доэвтектонидной стали...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,02...0,8%. 2. 0,8...2,14%. 3. 2,14...4,3%. 4. 4,3...6,67%.
12.	У чугунов основой сплава является...	<ol style="list-style-type: none"> 1. железо. 2. углерод. 3. марганец. 4. кремний
13.	Какой из перечисленных материалов обладает наибольшей пластичностью?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Техническое железо. 2. Эвтектонидная сталь. 3. Доэвтектонидная сталь. 4. Заэвтектонидная сталь
14.	Что такое аустенит?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Твердый раствор углерода в гамма-железе. 2. Твердый раствор углерода в альфа-железе. 3. Гамма-железо. 4. Механическая смесь углерода и железа
15.	Содержание углерода в стали У10 составляет...%.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1,0. 2. 0,01. 3. 0,1. 4. 10
16.	При комнатной температуре железо имеет ... решетку.	<ol style="list-style-type: none"> 1. объемноцентрированную кубическую (ОЦК). 2. простую кубическую (ПК). 3. тетрагональную. 4. гранцентрированную кубическую (ГЦК).
17.	Что такое феррит?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Твердый раствор углерода в альфа-железе. 2. Альфа-железо. 3. Твердый раствор углерода в гамма-железе. 4. Гамма-железо.
18.	Основой состава сталей является...	<ol style="list-style-type: none"> 1. железо. 2. хром.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. никель. 4. углерод.
19.	Содержание углерода в перлите составляет... %.	1. 0,8. 2. 2,14. 3. 4,3. 4. 6,67
20.	Где углерода больше?	1. В чугунах заэвтектоидном. 2. В стали доэвтектоидной. 3. В стали заэвтектоидной. 4. В чугунах доэвтектоидном

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Свойство некоторых веществ существовать в нескольких кристаллических фазах, отличающихся по симметрии структуры и свойствам называется:	1. изоморфизм. 2. полиморфизм. 3. политипия. 4. поляризация.
2.	Полиморфное превращение представляет собой процесс...	1. перестройки кристаллического строения металлов в твердом состоянии. 2. перестройки кристаллического строения металлов в жидком состоянии. 3. перестройки кристаллического строения металлов в аморфном состоянии. 4. перестройки кристаллического строения металлов и в твердом, и в жидком и в газообразном состоянии.
3.	Железо имеет следующие полиморфные типы кристаллических решеток:	1. ОЦК и ГЦК. 2. ОЦК и ГПУ. 3. ОЦК и ромбическую. 4. ГЦК и ромбическую.
4.	Железо, имеющее при разных температурах два типа решетки – ОЦК и ГЦК, является...	1. полиморфным металлом. 2. технологичным металлом. 3. простым металлом. 4. сложным металлом.
5.	Углерод вводится в сталь для...	1. увеличения ее прочности. 2. увеличения ее вязкости. 3. увеличения ее пластичности. 4. увеличения ее хрупкости.
6.	Что называется цементитом?	1. Химическое соединение углерода и железа (Fe_3C). 2. Углерод. 3. Раствор углерода в железе. 4. Механическая смесь атомов углерода и железа.
7.	Какая из перечисленных структурных составляющих	1. Цементит. 2. Перлит.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	является самой твердой?	3. Феррит. 4. Ледебурит.
8.	Центральная зона слитка состоит из ...	1. крупных равноосных кристаллов. 2. крупных столбчатых кристаллов. 3. мелких столбчатых кристаллов. 4. усадочной раковины.
9.	Поверхность слитка состоит из ...	1. мелких равноосных кристаллов. 2. крупных столбчатых кристаллов. 3. крупных равноосных кристаллов. 4. мелких столбчатых кристаллов.
10.	Температура рекристаллизации металла (сплава) зависит от ...	1. температуры его плавления. 2. температуры деформирования. 3. температуры кристаллизации. 4. температуры протекания процесса возврата.
11.	Для полной ликвидации наклепа в металле обычно применяют ...	1. рекристаллизационный отжиг. 2. закалку. 3. отпуск. 4. нормализацию.
12.	Наклеп (нагартовка) – это ...	1.упрочнение металла в результате холодной пластической деформации. 2.холодная пластическая деформация. 3.горячая пластическая деформация. 4.упругая деформация.
13.	Состав и количество фаз в двухфазных областях диаграмм равновесия определяют по правилу	1. отрезков. 2. фаз. 3. Гиббса. 4. Курнакова.
14.	Диаграммы состояния двухкомпонентных систем строят в координатах:	1. температура – концентрация. 2. время – концентрация. 3. скорость охлаждения – концентрация. 4. температура – время.
15.	Интерметаллиды – это...	1. химические соединения двух металлов. 2. твердые растворы замещения. 3. механические смеси элементов. 4. химическое соединение металла и неметалла.
16.	Основой сплава называется элемент...	1. содержание которого является самым большим. 2. являющийся самым тяжелым из всех компонентов сплава.. 3. являющийся самым легким из всех компонентов сплава. 4. имеющий самую высокую стоимость.
17.	Твердые растворы замещения – это фазы, в которых...	1. отдельные атомы основы сплава замещены на атомы легирующего элемента. 2. отдельные атомы легирующего элемента внедрены между атомами основы сплава. 3. атомы легирующего элемента перемещены между атомами основы сплава. 4. в основе сплава находятся другие элементы.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
18.	Твердые растворы внедрения – это фазы, в которых:	1. атомы легирующих элементов внедрены в межузельные пространства (между атомами основы сплава). 2. атомы располагаются хаотически в основе сплава. 3. атомы основы сплава замещены атомами легирующих элементов. 4. атомы основы сплава заменены на атомы легирующего элемента.
19.	Что представляют собой эвтектики?	1. Механические смеси. 2. Твердые растворы. 3. Фазы внедрения. 4. Фазы замещения.
20.	Чем отличается эвтектика от эвтектоида?	1. Тем, что в одном случае процесс образования механической смеси идет из жидкого состояния, а в другом – из твердого. 2. Агрегатным состоянием. 3. Температурой образования. 4. Количеством атомов.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

Примерная шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных работ и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Аспирант поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Аспирант хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в

		ответе на вопрос.	ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Усов, С. В. и др. Повышение эксплуатационного ресурса деталей машин с помощью комбинированных физико-технических методов. Упрочняющие технологии и покрытия. 2020, т.16, №1, (181), с.19-22.

2. Усов, С. В. и др. Общие закономерности формирования поверхностного слоя деталей машин при обработке комбинированными электротехнологическими методами. В сб. Пром-инжиниринг труды 5 Всероссийской научно-технической конференции, 2019, с.171-173.

3. Федотов, А.В., Агабеков Ю.В. и др. Многофункциональные нанокompозитные покрытия // Наноиндустрия, 2008 №1, стр. 24-26.

4. Левашов, Е.А. Обеспечение единства измерений физико-механических и трибологических свойств наноструктурированных поверхностей // http://www.nanometer.ru/2009/02/11/nanometrologia_58090.html

5. Усов, С. В. и др. Исследование поверхностного слоя детали после комбинированного механоэлектрохимического процесса упрочнения. Упрочняющие технологии и покрытия. 2019. т.15(180), с.555-560.

6. Усов С.В., Точилин И.П., Жданов А.В., Вознесенская А.А. Разработка систем автоматизации и информационные технологии, сокращающие сроки создания и освоения новых медицинских изделий. Владимирский государственный университет. М., 2019.

7.1.2. Дополнительная литература

7. Кононов, Д.М. и др. Изучение свойств наноструктурированных PVD-покрытий на основе углерода / Кононов Д.М., Жданов А.В., Королев А.Н. // Современные проблемы науки образования. – 2011. – № 6, стр. 130; URL: <http://www.science-education.ru/100-5252> ISSN1817-6321.

8. Симагина, Е.В. и др. Повышение работоспособности режущего инструмента с наноструктурными покрытиями / Симагина Е.В., Агабеков Ю.В. // Нижний Новгород: Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2010. №2 (81). С. 98 – 103.

10. Усов С.В и др. Нанотехнологические методы обработки деталей машин. Москва, 2012, с. 67.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

11. Кирюханцев-Корнеев, Ф. В. Научные и технологические принципы нанесения покрытий методами физического и химического осаждения : методы получения и исследования покрытий : учебное пособие / Ф. В. Кирюханцев-Корнеев. — Москва : МИСИС, 2015. — 56 с. — ISBN 978-5-87623-924-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117137>

12. Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия. Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия. Практикум : учебное пособие / И. В. Блинков, А. О. Волхонский, В. С. Сергевнин [и др.]. — Москва : МИСИС, 2020. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178069>

7.2. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/

9. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

<http://www.rsl.ru/>

10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Информационные технологии применяются на следующих этапах:

- оформление учебных работ (отчетов, докладов и др.);
- использование информационно-справочного обеспечения: онлайн-словарей, справочников (Википедия, Грамота.ру и др.);
- использование специализированных справочных систем (справочников, профессиональных сетей и др.);
- работа обучающихся в электронной информационно-образовательной среде Горного университета (ЭИОС).

Подготовка материалов, докладов, отчетов выполняется с использованием текстового редактора (Microsoft Office Word).

Microsoft PowerPoint – для подготовки презентаций.

8.2. Лицензионное программное обеспечение

Пакеты прикладных программ Microsoft Office

Microsoft Windows 7 Professional

Microsoft Office 2007 Professional Plus

Microsoft Windows XP Professional

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 с возможностью доступа к сети «Интернет»

Microsoft Office 2010 Professional Plus Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Для проведения установочной конференции, текущего контроля и промежуточной аттестации задействованы специализированные аудитории – компьютерные лаборатории, лаборатории информационных технологий, читальные залы библиотеки Горного университета.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся – специализированные помещения, оснащенные компьютерной техникой, имеющей выход в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», ЭИОС.

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Научные основы разработки покрытий различного назначения» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры Материаловедения и технологии художественных изделий

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	8	«28» мая 2020	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д033(44)-04/20 от 28.04.2020