



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

 УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов
20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Функциональные материалы и покрытия

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  М.А. Полякова

Рецензент:

зав. кафедрой ТСиСА, д-р техн. наук  И.Ю. Мезин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теория и технология наноструктурных покрытий» являются:

- развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy;
- изучение теоретических основ методах роста покрытий и пленок, их возможностях и ограничениях;
- физических основ явлений, происходящие на различных этапах существующих процессов нанесения и роста наноструктурных покрытий и пленок;
- особенности оборудования для нанесения наноструктурных пленок;
- обоснование современных тенденций развития наноинженерии наноструктурных покрытий и пленок.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория и технология наноструктурных покрытий входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Учебная - ознакомительная практика

Физическая химия

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Материаловедение

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Виды и свойства покрытий

Физические свойства материалов

Конструирование композиционных покрытий

Основы нанотехнологий

Теория и технология покрытий

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная – преддипломная практика

Учебно - исследовательская работа студента

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория и технология наноструктурных покрытий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные термины и определения в области теории и технологии наноструктурных покрытий; - основные принципы получения и анализа наноразмерных объектов и наноструктурных покрытий; - особенности получения наноструктурных покрытий при различных технологиях их синтеза; - состав и структуру установок для получения наноструктурных покрытий; - физико-химические основы взаимодействия материалов различной химической и физической природы с подложкой при получении наноструктурных покрытий; - требования нормативных документов по контролю качества покрытий.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - пользоваться методами наноизмерений и нанодиагностики; - проводить разработку технологий нанесения наноструктурных покрытий; - разрабатывать технико-технологические мероприятия по внедрению технологических процессов получения наноструктурных покрытий для различных областей применения; - выполнять постановку и проведение экспериментов по исследованию и конструированию наноструктурных покрытий с заданными эксплуатационными характеристиками, - корректно интерпретировать основные направления развития технологий получения наноструктурных покрытий; - прогнозировать на основе информационного поиска конкурентную способность и экологическую безопасность материалов и технологий нанесения покрытий.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - практическими навыками использования знаний об особенностях получения наноструктурных покрытий; - профессиональным языком в предметной области теории и технологии получения наноструктурных покрытий; - основными методами исследования структуры и свойств наноструктурных покрытий с применением современного исследовательского оборудования; - навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности в области технологий получения наноструктурных покрытий.

3.1 Тема 3. Физико-химические основы подготовки поверхности перед нанесением наноструктурных покрытий. Классификация методов подготовки поверхностей перед нанесением покрытий.	3	4			2	Изучение учебной и научной литературы по теме дисциплины.	Устный опрос.	ПК-10
Итого по разделу		4			2			
4.								
4.1 Тема 4. Физическое осаждение из паровой фазы. Особенности PVD-процесса. Особенности свойств покрытий, полученных PVD-методом.	3	4			4	Изучение учебной и научной литературы по теме дисциплины.	Устный опрос.	ПК-10
Итого по разделу		4			4			
5.								
5.1 Тема 5. Химическое осаждение из газовой фазы. Особенности CVD-процесса. Типы химических реакций.	3	4			4	Изучение учебной и научной литературы по теме дисциплины.	Устный опрос.	ПК-10
Итого по разделу		4			4			
6.								
6.1 Тема 6. Сравнительный анализ процессов получения наноструктурных покрытий.	3	1			2	Изучение учебной и научной литературы по теме дисциплины.	Устный опрос.	ПК-10
Итого по разделу		1			2			
7.								

7.1 Тема 7. Особенности структуры и свойств наноструктурных покрытий.	3	1		1,05	Изучение учебной и научной литературы по теме дисциплины.	Устный опрос.	ПК-10
Итого по разделу		1		1,05			
Итого за семестр		17		18,0		зачёт	
Итого по дисциплине		17		18,0 5		зачет	ПК-10

5 Образовательные технологии

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий тактических процедур:

- лекции (лекция-информация, обзорная лекция, лекция-визуализации);
- тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам, использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104328-8. - Текст : электронный. <https://new.znanium.com/catalog/document?id=327763>
2. Адашкин, А. М. Инструментальные материалы в машиностроении: Учебник / А.М. Адашкин - Москва : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2020. - 320 с.: - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-102832-2. - Текст : электронный. - <https://new.znanium.com/catalog/document?id=355663>

б) Дополнительная литература:

1. Ильин, А. А. Покрытия различного назначения для металлических материалов : учеб. пособие / А.А. Ильин, Г.Б. Строганов, С.В. Скворцова. - М. : Альфа'М : ИНФРА'М, 2019. - 144 с. - (Современные технологии : Магистратура). - ISBN . - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=355252>
2. Бузник, В. Н. Металлополимерные нанокompозиты (получение, свойства, применение): Монография / Бузник В.Н., Фомин В.М., Алхимов А.П. - Новосибирск :СО РАН, 2005. - 260 с. ISBN 5-7692-0735-3. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=78817>
3. Балохонов, Р. Р. Поверхностные слои и внутренние границы раздела в гетерогенных материалах: Монография / Балохонов Р.Р. - Новосибирск :СО РАН, 2006.

- 520 с. ISBN 5-7692-0868-6. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=18402>

4. Патрушева, Т. Н. Технологии изготовления компонентов оксидных солнечных батарей / Патрушева Т.Н. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 328 с.: ISBN 978-5-7638-3161-0. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=7689>

5. Болдырев, В. В. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий: Монография / Болдырев В.В., Аввакумов Е.Г. - Новосибирск :СО РАН, 2009. - 343 с. ISBN 978-5-7692-1063-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=181841>

6. Светличный, А. М. Фотонно-стимулированные технологические процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие / А. М. Светличный. И. Л. Житяев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета. 2017. - 104 с. - ISBN 978-5-9275-2395-5. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=339519>

в) Методические указания:

1. Эмалирование металлических изделий: Метод. указ. / Полякова М.А., Чукин М.В. – Магнитогорск: МГТУ, 2008 – 9 с.

2. Напряженное состояние проволоки с покрытием при волочении: Метод. указ. / М.В. Чукин, М.П. Барышников, А.В. Анцупов. – Магнитогорск: МГТУ, 2002.

3. Критериальная оценка устойчивости процесса волочения проволоки с покрытиями: Метод. указ. / М.В. Чукин, М.П. Барышников, А.В. Анцупов. – Магнитогорск: МГТУ, 2004.

4. Непрерывные методы нанесения покрытий: Метод. указ. / М.А. Полякова – Магнитогорск: МГТУ, 2001.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	Свободное распределение	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука»	URL: http://education.polpred.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
3. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Теория и технология наноструктурных покрытий» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает участие в собеседовании на заданную тему, подготовке обоснованных ответов на вопросы преподавателя и участие в собеседованиях, разборе теоретических и практических вопросов теории и технологии нанесения покрытий.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Собеседование 1. Особенности упрочнения металлорежущего инструмента наноструктурными покрытиями.

Собеседование 2. Выбор метода нанесения наноструктурного покрытия с теплоизолирующими свойствами на стекло.

Собеседование 3. Сравнительный анализ методов нанесения наноструктурных покрытий PVD и CVD.

Собеседование 4. Особенности получения наноструктурных пленок методом Ленгмюра-Блоджетт.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-10: способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материаловедении		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные термины и определения в области теории и технологии наноструктурных покрытий; - основные принципы получения и анализа наноразмерных объектов и наноструктурных покрытий; - особенности получения наноструктурных покрытий при различных технологиях их синтеза; - состав и структуру установок для получения наноструктурных покрытий; - физико-химические основы взаимодействия материалов различной химической и физической природы с подложкой при получении наноструктурных покрытий; - требования нормативных документов по контролю качества покрытий. 	<p style="text-align: center;"><i>Перечень вопросов для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятия "пленка" и "тонкая пленка". Эпитаксиальные пленки. Примеры свойств и возможностей применения тонких пленок. 2. Этапы процесса осаждения пленок и их физико-химические особенности. 3. Методы анализа и структурирования пленок. 4. Конденсация, образование зародышей и рост тонких пленок. Четыре стадии роста пленки. Влияние характера зарождения пленок на их структуру. 5. Рост монокристаллических пленок. Послойный (2D), островковый (3D) и смешанный рост. Гетероэпитаксия, дислокации несоответствия, теория Ван дер Мерве. 6. Монокристаллические пленки на неориентирующих и аморфных подложках, графоэпитаксия, ионно-стимулированный рост. 7. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Контроль in situ скорости напыления и структуры пленок. 8. Взаимодействие энергичных частиц с поверхностью при ионном распылении. 9. Методы кристаллизации с участием химических реакций. Пиролиз, реакции восстановления, окисления и т. д. Синтез из металлоорганических соединений. 10. Методы подготовки поверхности. Механическая, химическая, плазмохимическая и ионная обработка поверхности. Вакуум-термическая и химико-термическая подготовка поверхности. 11. Классификация покрытий и технологий их получения.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		12. Особенности PVD-технологии получения нанопокровтий. 13. CVD-технологии получения нанопокровтий. 14. Синтез упрочняющих наноструктурных покровтий. 15. Особенности структуры и физико-механических свойств наноструктурных покровтий и пленок. 16. Технология получения Многофункциональных наноструктурных пленок и покровтий 17. Особенности получения наноструктурных покровтий для режущего инструмента. 18. Технологии получения алмазоподобных покровтий.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - пользоваться методами наноизмерений и нанодиагностики; - проводить разработку технологий нанесения наноструктурных покровтий; - разрабатывать технико-технологические мероприятия по внедрению технологических процессов получения наноструктурных покровтий для различных областей применения; - выполнять постановку и проведение экспериментов по исследованию и конструированию наноструктурных покровтий с заданными эксплуатационными характеристиками, 	<p style="text-align: center;"><i>Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технологические процессы получения многофункциональных покровтий и покровтий пластмасс. 2. Особенности получения наноструктурных покровтий режущих инструментов. 3. Технологические процессы алмазоподобных покровтий. 4. Оптимизация технологических процессов нанесения покровтий.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none"> - корректно интерпретировать основные направления развития технологий получения наноструктурных покрытий; - прогнозировать на основе информационного поиска конкурентную способность и экологическую безопасность материалов и технологий нанесения покрытий 	
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - практическими навыками использования знаний об особенностях получения наноструктурных покрытий; - профессиональным языком в предметной области теории и технологии получения наноструктурных покрытий; - основными методами исследования структуры и свойств наноструктурных покрытий с применением современного исследовательского оборудования; - навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности в области технологий получения наноструктурных покрытий. 	<p style="text-align: center;"><i>Вопросы для самопроверки:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация покрытий и технологий их получения. 2. Обзор установок для получения наноструктурных покрытий. 3. Особенности PVD, CVD технологий получения наноструктурных покрытий. 4. Синтез упрочняющих наноструктурных покрытий. 5. Особенности структуры и физико-механических свойств наноструктурированных покрытий и пленок. 6. Методы измерения и исследования свойств наноструктурных покрытий.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Критерии оценки:

Зачет считается сданным, если студент показал знание основных положений учебной дисциплины, умение решить конкретную практическую задачу из числа предусмотренных рабочей программой, использовать рекомендованную и справочную литературу.

Оценка «зачтено» ставится, если студент освоил программный материал дисциплины, знает отдельные детали, последователен в изложении программного материала, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент не знает отдельные темы дисциплины, непоследователен в его изложении, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.