

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы получения покрытий и тонких пленок

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Лучкин А.Г. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), AGLuchkin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|------------------|---|
| ОПК-2 | способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук |
| ОПК-5 | способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту |
| ПК-12 | способностью разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований |
| ПК-19 | готовностью управлять программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию |
| ПК-8 | способностью представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

Проанализировать конструкцию покрытия и тонкой пленки и предложить оптимальный метод их получения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.04.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 42 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Структура тонких пленок. | 3 | 2 | 4 | 0 | 8 |
| 2. | Тема 2. Физические свойства тонких пленок. | 3 | 4 | 4 | 0 | 16 |

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 3. | Тема 3. Методы получения тонких пленок. | 3 | 6 | 6 | 0 | 16 |
| 4. | Тема 4. Теория роста и дефекты эпитаксиальных пленок. | 3 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| | Итого | | 14 | 16 | 0 | 42 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Структура тонких пленок.

Классификация металлов по структуре и по температуре плавления.

Влияние скорости испарения, температуры, степени вакуума, состояния подложки на структуру тонких пленок.

Тема 2. Физические свойства тонких пленок.

Удельное электрическое сопротивление. Зависимость удельного электрического сопротивления от толщины. Теория Томсона. Влияние условий получения тонких пленок на их удельное электросопротивление.

Плотность тонких пленок. Зависимость плотности тонких пленок от толщины, скорости испарения, температуры подложки. Связь между удельным электрическим сопротивлением и плотностью тонких пленок. Температурный коэффициент сопротивления тонких пленок. Термоэлектрические свойства.

Оптические свойства.

Тема 3. Методы получения тонких пленок.

Метод термического испарения. Молекулярные потоки. Законы Ламберта-Кнудсена. Скорость испарения. Конденсация при вакуумном испарении. Критическая температура подложки. Критическая плотность атомного пучка. Теория конденсации Я.И. Френкеля. Теория конденсации Л.С. Палатника и Ю.Ф. Комника.

Распределение пленки по толщине на поверхности подложки. Типы испарителей. Расчет массы и толщины покрытия. Получение однородных покрытий с помощью точечного и поверхностного источников.

Катодное распыление. Тлеющий разряд физические процессы при катодном распылении. Подбор условий для эффективного катодного распыления. Теории катодного распыления. Природа распыленных частиц.

Энергия распыленных частиц.

Адгезия тонких пленок при катодном распылении. Механизмы конденсации при катодном распылении. Катодное распыление диэлектриков. Электрохимическое и реактивное распыление. Ионно-плазменное распыление. Метод электрического взрыва.

Тема 4. Теория роста и дефекты эпитаксиальных пленок.

Метод газотранспортных реакций в закрытой и проточной системах.

Жидкостная эпитаксия. Метод молекулярного пучка.

Теория гомогенной и гетерогенной кристаллизации. Механизмы роста зародышей новой фазы. Теория Уолтона-Родина. Псевдоморфизм при эпитаксии. Модель Ван-дер-Мерве. Основные типы дефектов в тонких пленках.

Механизмы образования дефектов.

Некоторые приложения эпитаксии.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Википедия -

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BB%D1%91%D0%BD

Университетское вакуумное общество - <http://www.vacuum.ru/>

Форум по вакуумной технике - <http://www.chipmaker.ru/forum/185/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В качестве промежуточного контроля усвоения материала дисциплины выступают устный опрос и письменная работа. Для успешного выполнения данных работ студентам рекомендуется регулярное посещение лекций и практических занятий, чтение основной и дополнительной литературы.

Основной целью освоения дисциплины является необходимость формирования у обучающихся знаний теоретических и практических основ основных понятий, терминологии, методов получения покрытий и тонких пленок.

Студенты должны иметь представление о современном состоянии этого раздела техники и обладать знаниями о применении методов получения покрытий и тонких пленок.

Полученные знания студент должен продемонстрировать при выполнении научного доклада.

Рекомендуется, непосредственно, перед выполнением работы внимательно изучить список вопросов и повторить пройденный материал.

Самостоятельная работа студентов при освоении курса 'Методы получения покрытий и тонких пленок' является неотъемлемой частью программы. Для успешного усвоения данной дисциплины требуется систематическая работа с современной литературой и, в особенности, интернет ресурсами. Литература на английском языке, как правило, более современная и информация, содержащаяся в ней актуальна.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.04.01 "Техническая физика" и магистерской программе "не предусмотрено".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6 Методы получения покрытий и тонких пленок

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

Путилин, Э.С. Оптические покрытия [Электронный ресурс] : учеб. / Э.С. Путилин, Л.А. Губанова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 268 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72995>. ? Загл. с экрана.

Бакулин, В.Н. Комплексное действие излучений и частиц на тонкостенные конструкции с гетерогенными покрытиями [Электронный ресурс] / В.Н. Бакулин, А.В. Острик. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2015. ? 280 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91166>. ? Загл. с экрана.

Теория и технология формирования неорганических покрытий: Монография / Г.В. Бобров, А.А. Ильин, В.С. Спектор. - М.: Альфа-М, 2014. - 928 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-407-4, 500 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/471414>

Механические испытания: металлы, сварные соединения, покрытия: Учебник / В.В. Овчинников, М.А. Гуреева. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 272 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0619-4 Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/490959>

Дополнительная литература:

Казакевич, А.В. Защитные покрытия на металлопродукции. Металлические покрытия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Казакевич, Ю.Я. Андреев, А.Ф. Ковалев. ? Электрон. дан. ? Москва : МИСИС, 2007. ? 109 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1835>. ? Загл. с экрана.

Душик, В.В. Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Химическое газофазное осаждение защитных покрытий. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Душик, А.И. Ракоч, Ю.В. Лахоткин. ? Электрон. дан. ? Москва : МИСИС, 2013. ? 64 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47456>. ? Загл. с экрана.

Ракоч, А.Г. Декоративная обработка поверхности металлов. Анодные защитные и декоративные покрытия на поверхности легких конструкционных сплавов. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Г. Ракоч, И.В. Бардин, В.Л. Ковалев. ? Электрон. дан. ? Москва : МИСИС, 2012. ? 140 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47491>. ? Загл. с экрана.

Федюнин, П.А. Способы радиоволнового контроля параметров защитных покрытий авиационной техники [Электронный ресурс] : монография / П.А. Федюнин, А.И. Казьмин. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2012. ? 181 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48296>. ? Загл. с экрана.

Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). (п) ISBN 978-5-98281-355-8, 522 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/415572>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6 Методы получения покрытий и тонких пленок

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.