

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Наименование образовательной программы: Полупроводниковые материалы и структуры**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физика и технология тонких пленок**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зайцев Ю.В.
	Идентификатор	Rb7a6cef7-ZaitsevYV-c77407dc

(подпись)

Ю.В. Зайцев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

(подпись)

Д.С.  
Холодный

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

(подпись)

А.З.  
Славинский

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

- ПК-1 Способен проводить и разрабатывать технологические процессы изготовления материалов и изделий микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами  
ИД-1 Знает методы контроля и исследования материалов микро- и нанoeлектроники  
ИД-2 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и нанoeлектроники
- ПК-2 Способен проводить исследования материалов и изделий микро- и нанoeлектроники  
ИД-2 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования материалов микро- и нанoeлектроники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выполнение задания

- КМ-2 Природа и механизм образования дефектов в пленках (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

- КМ-1 Фазовый, ориентационный, структурный и субструктурный размерные эффекты (Тестирование)
- КМ-3 Влияние основных параметров процесса роста на структуру, ориентацию и фазовый состав конденсированных веществ. (Контрольная работа)
- КМ-4. Методы получения пленок (Контрольная работа)
- КМ-5. Механизмы роста пленок. (Контрольная работа)
- КМ-6. Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	3	6	7	9	12	15
1. Фазовый, ориентационный, структурный и субструктурный размерные эффекты							
1.Фазовый, ориентационный, структурный и субструктурный размерные эффекты	+						
2. Природа и механизм образования дефектов в пленках							

2. Природа и механизм образования дефектов в пленках		+				
3. Влияние основных параметров процесса роста на структуру, ориентацию и фазовый состав конденсир						
3. Влияние основных параметров процесса роста на структуру, ориентацию и фазовый состав конденсир			+			
4. Методы получения пленок						
4. Методы получения пленок				+		
5. Механизмы роста пленок						
5. Механизмы роста пленок					+	
6. Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок						
6. Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок						+
Вес КМ:	15	20	15	20	15	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает методы контроля и исследования материалов микро- и нанoeлектроники	Знать: основные закономерности формирования свойств тонких плёнок с точки зрения технологии их получения; Уметь: самостоятельно осваивать и грамотно использовать результаты новых экспериментальных и теоретических исследований в области физики и технологии тонких плёнок	КМ-1 Фазовый, ориентационный, структурный и субструктурный размерные эффекты (Тестирование) КМ-4. Методы получения пленок (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и нанoeлектроники	Знать: методы теоретических подходов в описании и изучении явлений в физике тонких плёнок; Уметь: представлять итоги работы в виде научных публикаций, тезисов докладов, оформления	КМ-2 Природа и механизм образования дефектов в пленках (Расчетно-графическая работа) Км-5. Механизмы роста пленок. (Контрольная работа)

			заявок на изобретения и др.; использовать результаты исследований для оформления научных проект	
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования материалов микро- и наноэлектроники	Владеет выбором и	Знать: Электрические, тепловые и механические свойства тонких плёнок; особенности структуры и фазообразования при получении тонких плёнок; сновные типы дефектов структуры тонких пленок; Уметь: использовать специализированные знания в области физики и технологии тонких плёнок; применять модели и приближения физики тонких плёнок для описания основных физических свойств в тонкоплёночных структурах;	КМ-3 Влияние основных параметров процесса роста на структуру, ориентацию и фазовый состав конденсированных веществ. (Контрольная работа) Км-6. Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок (Контрольная работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. КМ-1 Фазовый, ориентационный, структурный и субструктурный размерные эффекты

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестовое задание выполняется в аудитории одновременно всеми тестируемыми в ограниченное время. Ответы на тестовые вопросы отмечаются на листе задания, который выдается в начале контрольного мероприятия и сдается в конце. На листе задания записываются фамилия, имя, отчество, группа студента время и место проведения контрольного мероприятия. По результатам проверки заданий выставляется оценка за контрольное мероприятие

#### Краткое содержание задания:

Получить лист с заданиями. На листе задания написать фамилию, имя, отчество, группу, время и место проведения контрольного мероприятия. Выбрать правильные ответы на вопросы и отметить в листе задания. На заданные вопросы следует давать однозначные ответы – т.е. на 1 вопрос необходим 1 правильный ответ. Если существуют два и больше непротиворечивых ответа, то один из них - наиболее полный, он считается правильным. В 4 заданиях найти соответствие. Лист задания с отмеченными ответами сдать в конце контрольного мероприятия

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные закономерности формирования свойств тонких плёнок с точки зрения технологии их получения;	1.КМ-1 Какое условие должно выполняться, для того чтобы пленку можно было считать «тонкой»? (Критерий того, что пленка действительно является тонкой) 2.КМ-1 В чем основное отличие физических методов получения тонкой пленки от химических? 3.КМ-1 основные стадии процесса напыления пленки физическими методами
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если дано 5 правильных ответа*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если дано 4 правильных ответа*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если дано 3 правильных ответа*

## КМ-2. КМ-2 Природа и механизм образования дефектов в пленках

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания выдаются не позднее семи дней до контрольного мероприятия. Задание выполняется в форме домашнего задания с периодическими консультациями преподавателя и предоставляется в виде пояснительной записки не менее чем за один день до контрольного мероприятия на проверку. В пояснительной записке в письменном виде представляется решения заданий. По результатам проверки заданий выставляется оценка за контрольное мероприятие

### Краткое содержание задания:

Выполнить расчеты параметров характеристик структур с применением активных диэлектриков. Расчеты оформить письменно в форме расчетно-графической работы и сдать на проверку не менее чем за один день до контрольного мероприятия

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы теоретических подходов в описании и изучении явлений в физике тонких плёнок;	1.КМ-2. Для чего в методах ионно-плазменного напыления используется аргон? 2.КМ-2 Каким образом происходит ионизация атомов аргона? 3.КМ-2. Что конденсируется на поверхности подложки в методах ионно-плазменного напыления – ионы или атомы
--	---

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## КМ-3. КМ-3 Влияние основных параметров процесса роста на структуру, ориентацию и фазовый состав конденсированных веществ.

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа выполняется в аудитории одновременно всеми контролируемыми в ограниченное время. Ответы на контрольные вопросы даются письменно на листе ответа, который оформляется в начале контрольного мероприятия после выдачи задания и сдается в конце. На листе письменного ответа записываются фамилия, имя, отчество, группа студента время и место проведения



контрольного мероприятия. По результатам проверки заданий выставляется оценка за контрольное мероприятие

**Краткое содержание задания:**

Получить вопросы и дать письменные ответы ты на контрольные вопросы. На листе письменного ответа написать фамилию, имя, отчество, группу, время и место проведения контрольного мероприятия. Лист письменного ответа сдать в конце контрольного мероприятия

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Электрические, тепловые и механические свойства тонких плёнок; особенности структуры и фазообразования при получении тонких плёнок; основные типы дефектов структуры тонких пленок;	1.КМ-3 Почему в методе ионно-плазменного распыления можно использовать более низкое рабочее давление по сравнению с катодным распылением? 2.КМ-3 Что является источником электронов в методе трехэлектродного ионно-плазменного распыления? 3.КМ-3 Зачем в методе ионно-плазменного распыления используют магнитное поле?
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. КМ-4. Методы получения пленок**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа выполняется в аудитории одновременно всеми контролируруемыми в ограниченное время. Ответы на контрольные вопросы даются письменно на листе ответа, который оформляется в начале контрольного мероприятия после выдачи задания и сдается в конце. На листе письменного ответа записываются фамилия, имя, отчество, группа студента время и место проведения контрольного мероприятия. По результатам проверки заданий выставляется оценка за контрольное мероприятие

**Краткое содержание задания:**

Получить вопросы и дать письменные ответы ты на контрольные вопросы. На листе письменного ответа написать фамилию, имя, отчество, группу, время и место

проведения контрольного мероприятия. Лист письменного ответа сдать в конце контрольного мероприятия

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: самостоятельно осваивать и грамотного использовать результаты новых экспериментальных и теоретических исследований в области физики и технологии тонких плёнок	1.КМ-4 Основная особенность реактивного напыления? 2.КМ-4 Какой смысл кроется в названии «реактивное»? 3.КМ-4 Какие материалы можно получать с помощью реактивного напыления и какая рабочая атмосфера для этого используется? (привести примеры).
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-5. Км-5. Механизмы роста пленок.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа

**Краткое содержание задания:**

Механизмы роста пленок.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: представлять итоги работы в виде научных публикаций, тезисов докладов, оформления заявок на изобретения и др.; использовать результаты исследований для оформления научных проект	1.КМ-5 Определять основные экспериментально наблюдаемые особенности электрических свойств островковых пленок? 2.КМ-5 Определять, какой знак имеет температурный коэффициент сопротивления у островковых пленок? Объяснить почему. 3.КМ-5 Определять, как толщина ферромагнитной пленки влияет на величину температуры Кюри?
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### **КМ-6. Км-6. Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок

#### **Краткое содержание задания:**

Км-6. Чем определяется электрическое сопротивление металлов? С чем связан положительный знак температурного коэффициента электросопротивления у металлов?

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать специализированные знания в области физики и технологии тонких плёнок; применять модели и приближения физики тонких плёнок для описания основных физических свойств в тонкоплёночных структурах;	1.Км-6. Отличать, в чем заключается отличие доменной стенки Блоха от доменной стенки Неля? 2.Км-6. Оценивать, какие доменные стенки более вероятны в случае тонкой пленки (Блоха или Неля), почему? 3.Км-6. Оценивать, как проявляется магнитная анизотропия формы в тонких пленках?
--	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Какое условие должно выполняться, для того, чтобы пленку можно было считать «тонкой»? (Критерий того, что пленка действительно является тонкой)
2. Что является рабочей атмосферой внутри камеры в методах термо-вакуумного напыления?
3. В чем особенность магнетронного распыления?

### Процедура проведения

Проводится в устной форме. Подготовка к ответу на вопросы 40 минут.

#### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Знает методы контроля и исследования материалов микро- и нанoeлектроники

#### **Вопросы, задания**

- 1.4. Чем «прямой нагрев» отличается от «косвенного» в методах вакуумного напыления?
- 2.6. Перечислить способы с помощью которых испаряется твердое вещество в методах термо-вакуумного напыления?
- 3.11. Что такое коэффициент распыления?
- 4.19. Почему в методе ионно-плазменного распыления можно использовать более низкое
- 5.26. Основная особенность реактивного напыления?
- 6.27. Какой смысл кроется в названии «реактивное»?
- 7.25. Почему в методе магнетронного напыления возникают проблемы с распылением магнитных материалов?
- 8.24. Почему при магнетронном распылении скорость напыления пленки более высокая по сравнению с другими методами?
- 9.22. Какая необходимость обуславливает использование методов ВЧ-распыления? Какая проблема решается этим способом?
- 10.20. Что является источником электронов в методе трехэлектродного ионно-плазменного распыления?
- 11.13. Каким образом происходит ионизация атомов аргона?

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

**1. Вопрос 1.** Дать определение понятия "давление насыщенного пара".?

Ответы:

А) **Ненасыщенный пар** - это пар, парциальное давление которого ниже равновесного при данной температуре.

Б) **Насыщенный пар** - это пар, находящийся в термодинамическом равновесии с соответствующей жидкостью (или твердым телом) при данной температуре, то есть, его парциальное давление соответствует равновесному при данной температуре.

Фактически, это означает, что если в атмосферу такого пара поместить соответствующую ему жидкость той же температуры, то **давление пара не будет** увеличиваться - жидкость будет испаряться с той же скоростью, что и конденсироваться обратно.

В) пар при температуре **ниже температуры кипения** соответствующей жидкости при данном давлении или любую систему, содержащую пар и взвешенный конденсат этого пара.

Верный ответ: Правильный ответ Б)

**2. Вопрос 3.** Что конденсируется на поверхности подложки в методах термо-вакуумного напыления – ионы или атомы?

Ответы:

- А) ионы
- Б) атомы
- В) кластеры

Верный ответ: Правильный ответ Б) Термовакuumный метод получения тонких пленок основан на нагреве в вакууме вещества до его активного испарения и конденсации испаренных атомов на поверхности подложки.

**3. Вопрос 4.** Что является рабочей атмосферой внутри камеры в методах термо вакуумного напыления?

Ответы:

- А) Процесс термического напыления в вакууме разбивается на три этапа
  1. Испарение вещества.
  2. Распространение паров испаряемого вещества.
  3. Конденсация паров испаряемого вещества на подложке и образование пленочной структуры.
- Б) Конденсацией называется процесс перехода материала из газообразной фазы в твердую. При конденсации на подложке образуется пленка сконденсированного материала.
- В) Некоторые вещества имеют температуру испарения ниже температуры плавления, т.е. они достаточно интенсивно испаряются из твердого состояния. Процесс перехода вещества из твердого состояния в парообразное, минуя жидкую фазу, называют *сублимацией* (возгонкой).

Верный ответ: Правильный ответ А)

**4. Вопрос 8.** Дать определение понятия "условная температура испарения".

Ответы:

- А) Условной, практически установленной температурой испарения считается температура, при которой давление насыщенного пара вещества составляет приблизительно 1,3 Па.
- Б) Условной, практически установленной температурой испарения считается температура, при которой испарение уже заметно.
- В) Условной, практически установленной температурой испарения считается температура, при которой давление насыщенного пара вещества составляет приблизительно 0.01 мм.рт.ст.

Верный ответ: Правильный ответ А) и Б)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и нанoeлектроники

### Вопросы, задания

1.16. Почему газовый разряд в методе катодного распыления называется «самостоятельный тлеющий разряд»?

- 2.23. В чем особенность магнетронного распыления?
- 3.28. Какие материалы можно получать с помощью реактивного напыления и какая рабочая атмосфера для этого используется? (привести примеры).
- 4.15. Что является источником электронов в методе катодного (двух-электродного) распыления?
- 5.21. Зачем в методе ионно-плазменного распыления используют магнитное поле?
- 6.12. Для чего в методах ионно-плазменного напыления используется аргон?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. **Вопрос 7.** Каким образом происходит ионизация атомов аргона

Ответы:

- А) Для **ионизации** молекул **аргона** применяется радиоактивное излучение.
- Б) Если подведенная извне энергия превысит модуль энергии основного состояния валентного электрона, то валентный электрон, получив эту энергию, выйдет за пределы **атома** и станет свободным. Такой процесс называется **ионизацией атома**.
- В) При нагревании до определенной температуры

Верный ответ: Правильный ответ Б)

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-2</sub> Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования материалов микро- и нанoeлектроники

### Вопросы, задания

- 1.1. Какое условие должно выполняться, для того, чтобы пленку можно было считать «тонкой»? (Критерий того, что пленка действительно является тонкой)
- 2.2. В чем основное отличие физических методов получения тонкой пленки от химических?
- 3.3. Перечислить основные стадии процесса напыления пленки физическими методами.
- 4.5. В чем основное отличие термовакuumного метода напыления пленок от метода катодного напыления?
- 5.7. Дать определение понятия "давление насыщенного пара".
- 6.8. Дать определение понятия "условная температура испарения".
- 7.9. Что конденсируется на поверхности подложки в методах термо-вакуумного напыления – ионы или атомы?
- 8.10. Что является рабочей атмосферой внутри камеры в методах термо-вакуумного напыления?
- 9.14. Что конденсируется на поверхности подложки в методах ионно-плазменного напыления – ионы или атомы?
- 10.25. Почему в методе магнетронного напыления возникают проблемы с распылением магнитных материалов?
- 11.17. Какие процессы происходят в области «темного катодного пространства» в методе катодного распыления?
- 12.18. Как соотносятся (что больше) длина свободного пробега и расстояние мишень-подложка в методе катодного распыления?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. **Вопрос 5.** Что такое коэффициент распыления?

Ответы:

- А) Коэффициент распыления определяется как **количество распыленных атомов, приходящихся на один бомбардирующий ион** (атом/ион).
- Б) **Коэффициент распыления**, определяемый как отношение числа выбитых атомов к числу ионов, падающих на мишень, является наиболее важным параметром, характеризующим процесс ионного **распыления**.

Верный ответ: Правильный ответ А) и Б)

**2. Вопрос 6.** Для чего в методах ионно-плазменного напыления используется аргон?

Ответы:

А) для создания потоков в основном **используются** нейтральные частицы,

Б) **Ионно-плазменное напыление** – разновидность катодного способа нанесения материала на поверхность изделия. Процесс производится путем бомбардировки подложки ионами плазменного вещества газовым разрядом

Верный ответ: Правильный ответ А)

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.