

Инженерная академия
Базовая кафедра нанотехнологий и микросистемной техники
(АО «Швабе» ГК «Ростех»)

Методические рекомендации
по подготовке к отборочному этапу по предметному направлению
«Нанотехнологии и микросистемная техника»

открытой универсиады федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования «Российский
университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» «RUDN-ON»
(Универсиады РУДН)
в 2023/24 уч. г.

Москва, 2023

1. О предметном направлении

Предметное направление «Нанотехнологии и микросистемная техника» включает в себя области разработки материалов, проектирования, диагностики и испытаний устройств фотоники, наноэлектроники, оптоэлектроники и микросистемной техники, разработки технологических процессов изготовления изделий нано и оптоэлектроники.

2. Информация об отборочном этапе

Продолжительность тестирования – 100 минут.

Задание отборочного этапа включает 50 тестовых вопросов. Контроль времени, при прохождении тестирования осуществляется автоматически, после окончания времени на выполнение задания, система сохраняет результаты и закрывается автоматически. Правильный ответ на каждый тестовый вопрос оценивается в 2 балла. Участник может набрать 100 баллов по итогам отборочного этапа. Максимальное количество баллов за верные ответы по всем вопросам тестирования – 100.

3. Список рекомендуемой литературы для подготовки

1. Борейшо А. С., Ивакин С. В. Лазеры: устройство и действие: Учебное пособие, СПб.: Издательство «Лань», 2021, 304 с. (Учебники для вузов. Специальная литература) <https://e.lanbook.com/book/167409>
2. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие, изд. 3-е, СПб.: Издательство «Лань», 2017, 313 с. (Учебники для вузов. Специальная литература) <https://reader.lanbook.com/book/13018>
3. Борейшо А.С., Борейшо В.А., Евдокимов И.М., Ивакин С.В. Лазеры: применения и приложения: Учебное пособие, СПб.: Издательство «Лань», 2021,

520 с. (Учебники для вузов. Специальная литература)

<https://e.lanbook.com/book/168977>

4. Малюков С. П., Саенко А. В., Клунникова Ю. В, Палий А. В. Лазеры в микро- и нанoeлектронике: Учебное пособие, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия, Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2018, 113 с. <https://e.lanbook.com/book/125039>

5. Воротынцев В.М., Скупов В.Д. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники: Учебное пособие, Москва: Издательство Проспект, 2019, 519 с.

6. Гуртов В.А., Беляев М.А., Бакшаева А.Г. Микромеханические системы: Учебное пособие, Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2016, 171 с.

7. Европейское искусство. Живопись. Скульптура. Графика: энциклопедия: в 3 т./ Рос. акад. художеств, НИИ теории и истории изобразительных искусств Рос. акад. художеств; отв. ред. Е. Д. Федотова. М.: Белый город, 2006.

4. Демоверсии заданий отборочного этапа (тест) по предметному направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника»

1. Полупроводником, у которого основным типом носителя является электрон, называется

- a. Полупроводником n-типа
- b. Полупроводником p-типа
- c. Pn-переход

2. Процессом наращивания монокристаллических слоев на подложку, при котором кристаллографическая ориентация наращиваемого слоя повторяет кристаллографическую ориентацию подложки, называется

- a. Эпитаксия
- b. Термическое окисление
- c. Легирование

3. Какие требования накладываются на волновые функции, являющиеся решениями уравнения Шредингера?

- a. Они всегда должны быть непрерывными и гладкими
- b. Такие функции должны быть ограничены снизу
- c. Такие функции должны быть ограничены сверху

4. К чему приводит ограничение частицы в пространстве между двумя бесконечно высокими стенками?

- a. К туннельному эффекту
- b. К квантованию энергии
- c. К возникновению магнитного момента

5. В каком случае есть вероятность, что частица будет туннелировать сквозь барьер?

- a. Если длина волны Де-Бройля примерно равна ширине барьера
- b. Если длина волны Де-Бройля примерно намного больше ширины барьера
- c. Если рассматриваем макрообъект

6. Связью между двумя атомами, не имеющих полностью занятых электронных оболочек называется

- a. Ван-дер-Ваальсова связь
- b. Гомополярная связь

с. Гетерополярная связь

7. Связью двух нейтральных атомов называется

- а. Ван-дер-Ваальсова связь
- б. Гомополярная связь
- с. Гетерополярная связь

8. Для дифракции электронов на двух щелях достаточно

- а. Потока электронов
- б. Двух электронов
- с. Одного электрона

9. Что необходимо создать для получения вынужденного излучения

- а. Отрицательные температуры
- б. Состояние термодинамического равновесия
- с. Инверсию населенности

10. Накачка излучения это

- а. Процесс некогерентного перехода из нижнего в верхнее состояние
- б. Процесс некогерентного перехода из верхнего в нижнее состояние
- с. Перевод системы в состояние термодинамического равновесия

11. Принцип действия какого источника для формирования тонкопленочных покрытий основан на пересечении магнитного и электрического полей вблизи поверхности мишени?

- а. Терморезистивного

- b. Дугового
- c. Магнетронного

12. Зонд сканирующего туннельного микроскопа в большинстве случаев представляет собой тонкую проводящую иглу с радиусом закругления острия ...

- a. От 0,1 до 1 А
- b. От 10 до 100 А
- c. От 100 до 1000 А

13. Может метод сканирующей туннельной микроскопии использоваться для определения локальной работы выхода поверхности образца?

- a. Да
- b. Нет
- c. Это зависит от химического состава образца

14. Материалом зондов сканирующего туннельного микроскопа служит проволока из платины диаметром:

- a. 500 мкм
- b. 0,05 мм
- c. 500 нм

15. Данный режим работы атомно-силового микроскопа отсутствует:

- a. Контактный
- b. Бесконтактный
- c. Одноконтактный

16. В методе атомно-силовой микроскопии регистрация малых изгибов упругой консоли зондового датчика осуществляется:

- a. Оптическими методами
- b. Силовыми методами
- c. С помощью пьезочувствительных датчиков

17. В атомно-силовой микроскопии применяются, в основном, зондовые датчики:

- a. С кантилевером в виде балки круглого сечения и с треугольным кантилевером, образованным двумя балками
- b. С кантилевером в виде балки прямоугольного сечения и с квадратным кантилевером, образованным тремя балками
- c. С кантилевером в виде балки прямоугольного сечения и с треугольным кантилевером, образованным двумя балками

18. Метод атомно-силовой микроскопии позволяет исследовать морфологию только проводящих образцов?

- a. Да
- b. Нет
- c. Это зависит от шероховатости образца

19. Метод сканирующей туннельной микроскопии позволяет наблюдать процессы зарождения и роста островков новой фазы?

- a. Да
- b. Нет

с. Это зависит от химического состава образца

20. Зондовые датчики атомно-силового микроскопа изготавливаются ...

- а. За счёт перерезания проволоки
- б. С применением методов литографии
- с. С помощью электрохимического травления

21. Гистерезис на кривых подвода-отвода зонда атомно-силового микроскопа возникает за счёт:

- а. Ламинарного эффекта
- б. Капиллярного эффекта
- с. Пьезоэффекта

22. При работе в «полуконтактном» режиме колебаний кантилевера атомно-силового микроскопа возбуждаются вынужденные колебания вблизи резонанса с амплитудой порядка:

- а. 100 – 1000 нм
- б. 10 – 100 нм
- с. 10 – 100 А

23. Метод сканирующей туннельной микроскопии позволяет измерять локальную твердость и вязкость образца?

- а. Да
- б. Нет
- с. Это зависит от шероховатости образца

24. При прохождении света через субволновое отверстие на расстоянии более 10 нм от отверстия находятся:

- a. эванесцентные моды
- b. излучательные моды
- c. оптические моды

25. К какому классу частиц принадлежит частица с целым спином

- a. Бозон
- b. Фермион
- c. Мезон

26. Какая из частиц принадлежит к классу фермионов

- a. Электрон
- b. Фотон
- c. Z-бозон

27. Дислокацией называется:

- a. Специфический линейный дефект, связанный со смещением плоскостей решетки
- b. Дефект, в котором присутствует свободный, незанятый атомом, узел кристаллической решетки
- c. Дефект, в котором атом основного элемента, находится в междоузельном положении элементарной ячейки

28. Полупроводником, у которого основным типом носителя является электрон, называется

- a. Полупроводником n-типа
- b. Полупроводником p-типа
- c. Pn-переход

29. Процессом наращивания монокристаллических слоев на подложку, при котором кристаллографическая ориентация наращиваемого слоя повторяет кристаллографическую ориентацию подложки, называется

- a. Эпитаксия
- b. Термическое окисление
- c. Легирование

30. Какие требования накладываются на волновые функции, являющиеся решениями уравнения Шредингера?

- a. Они всегда должны быть непрерывными и гладкими
- b. Такие функции должны быть ограничены снизу
- c. Такие функции должны быть ограничены сверху

31. К чему приводит ограничение частицы в пространстве между двумя бесконечно высокими стенками?

- a. К туннельному эффекту
- b. К квантованию энергии
- c. К возникновению магнитного момента

32. В каком случае есть вероятность, что частица будет туннелировать сквозь барьер?

- a. Если длина волны Де-Бройля примерно равна ширине барьера

- b. Если длина волны Де-Бройля примерно намного больше ширины барьера
- c. Если рассматриваем макрообъект

33. Оптическая часть светового микроскопа включает все, кроме

- a. Конденсора
- b. Объектива
- c. Революера

34. Разрешающая способность светового микроскопа – это:

- a. Способность давать раздельное изображение двух близко расположенных точек
- b. Возможность наблюдать движение объекта
- c. Увеличение, которое позволяет рассмотреть объект

35. Каким образом осуществляется подсветка образца в методе темнопольной микроскопии?

- a. Сверху
- b. Снизу
- c. Сбоку

36. Метод ИК-спектроскопической эллипсометрии не позволяет определить:

- a. Толщину плёнки
- b. Размер объектов на поверхности
- c. Шероховатость поверхности

37. Определение измерения:

- a. Измерение – совокупность операций, выполняемых для определения качественного значения величин
- b. Измерение – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величин
- c. Измерение – совокупность действий и мероприятий, выполняемых для определения количественного значения величин

38. Как называется метод исследования, основанный на явлении комбинационного рассеяния света

- a. Рамановская спектроскопия
- b. Оже-спектроскопия
- c. Магнито-резонансная спектроскопия

39. Для определения размеров частиц не применяется:

- a. Лазерная рефрактометрия
- b. Седиментационный анализ
- c. Кондуктометрический метод

40. Среди разновидностей оптической микроскопии нет:

- a. Метода тёмного поля
- b. Метода белого поля
- c. Метода светлого поля

41. Оптическая микроскопия – это

- a. Инструмент для изучения реликтового излучения в космологии

- b. Многообразие методов изучения микро- и нанообъектов при помощи оптических микроскопов разных конструкций
- c. Изучение процессов адсорбции-десорбции на межзеренных границах наноструктурированных слоев

42. Методы формирования тонкопленочных покрытий PVD — это методы, основанные на процессах:

- a. Химических
- b. Физических
- c. Биохимических

43. Методы формирования тонкопленочных покрытий CVD — это методы, основанные на процессах:

- a. Химических
- b. Физических
- c. Биохимических

44. Какая часть технологической оснастки распыляется при магнетронном методе формирования тонкопленочных покрытий:

- a. Подложкодержатель
- b. Заслонка
- c. Мишень

45. Используется ли инертный рабочий газ при магнетронном методе формирования тонкопленочных покрытий?

- a. Да

- b. Нет
- c. Никогда

46. Из какого металла выполняется металлический тигель для вещества при формировании тонкопленочных покрытий методом терморезистивного испарения?

- a. Тугоплавкого
- b. Легкоплавкого
- c. С низкой плотностью

47. Ионно-химическое травление образца обычно реализовано с помощью следующей технологической оснастки:

- a. Термического испарителя
- b. Дугового источника
- c. Автономного источника ионов

48. Плазмохимическое травление образца обычно реализовано с помощью следующей технологической оснастки:

- a. Генератора ВЧ плазмы
- b. Термического испарителя
- c. Дугового источника

49. Плазменные вакуумные методы обработки образцов проводятся при:

- a. Давлении близком к атмосферному
- b. Среднем вакууме
- c. Сверхвысоком вакууме

50. Тонкопленочное покрытие при формировании вакуумным терморезистивным методом в начальный момент роста (до 10 нм) имеет:

- a. Островковую структуру
- b. Вициальную поверхность
- c. Сплошную структуру