Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», 7 семестр

1. Методика оценки

Выполнение контрольной работы является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», предусмотренной учебным планом.

Контрольная работа направлена на закрепление и проверку уровня владения учебным материалом по теоретическим темам и темам лабораторных занятий, а также формирование навыков самостоятельного анализа процессов и явлений, Контрольная работа проводится по темам

1. Анализаторы энергии электронов
2. Взаимодействие электронов с поверхностью твердого тела. Энергетический спектр, глубина выхода, механизмы потерь энергии электронами
3. Рентгеновская Оже-спектроскопия
4. Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии
5. Сканеры в сканирующей зондовой микроскопии
6. Анализ и обработка СЗМ - изображения
7. Режимы работы АСМ
8. Методы туннельной микроскопии
9. Методы электронной спектроскопии

Номер индивидуального варианта определяется по порядковому номеру фамилии студента в списке группы. Один вариант включает 5 заданий из приведенного списка вопросов. Количество вариантов достаточно для обеспечения, каждого обучающегося заданием контрольной работы.

Контрольная работа выполняется письменно и аудиторно.

1. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

Контрольная работа выполнена **на продвинутом** уровне, если получены верные ответы на все вопросы контрольной работы. Анализ каждого из вопросов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 9 до 10 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на базовом** уровне, если студент при ответе на один вопрос допускает непринципиальные ошибки. Анализ каждого из вопросов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на базовом

уровне. Оценка составляет *от 7 до 8… баллов*.

Контрольная работа выполнена **на пороговом** уровне, если студент при ответе на два вопроса допускает непринципиальные ошибки. Анализ каждого из вопросов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 5 до 6 баллов*.

Контрольная работа считается **не выполненной,** если студент при ответе на все вопросы допускает принципиальные ошибки, не знает пределы применимости основных методов контроля и анализа наноструктурных материалов, режимы работы и структуру оборудования. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит множество существенных пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции не сформированы. Оценка составляет *от 1 до 4 баллов*.

2. Шкала оценки

Контрольная работа как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем» считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем ее заданиям составляет от 5 до 10 баллов включительно.

В общей оценке по дисциплине баллы за выполнение контрольной работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы и таблицей соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS, установленными в НГТУ.

3. Примерный перечень заданий контрольной работы

1. Чем определяется энергия и глубина выхода Оже-электронов?
2. Какими факторами определяется разрешение по глубине при Оже-спектроскопии?
3. Классификация методов диагностики по зондирующим воздействиям и детектируемым частицам, характер получаемой информации
4. Энергетический спектр электронов в методах электронной спектроскопии. Процессы и эффекты при взаимодействии электронов с веществом
5. Какова энергия и глубина выхода вторичных электронов? Какого типа контраст получается на изображении при их регистрации?
6. Какие виды излучений могут возникать при взаимодействии электронного пучка с веществом?
7. Почему накопление электрического заряда на поверхности образца негативно влияет на СЭМ – изображение?
8. Чем определяется величина увеличения в СЭМ?
9. Какие основные факторы лимитируют пространственное разрешение сканирующего электронного микроскопа?
10. Как различить пики оже-элекронов от пиков характеристических потерь энергии электронами в спектре вторичных электронов?
11. Что позволяет определиь метод электронной оже-спекроскопии?
12. Чем отличаются атомно-силовая и сканирующая туннельная микроскопии?

13. Как связана величина ускоряющего напряжения с пространственным разрешением сканирующего электронного микроскопа?
14. Какие электроны называются обратно – рассеянными?
15. Как устроен детектор вторичных электронов Эверхарта-Торнли?
16. В фотоэмиссионном спектре линия Si 2p после напыления CaF2 сдвинулась в область более высоких энергий связи. Какая связь наблюдается на интерфейсе: Si-F или Si-Ca?
17. Как влияет химическое окружение атома на энергию связи его внутренних электронов?
18. Если атом окружают более электроотрицательные элементы, изменится ли энергия связи внутренних электронов и если да, то как?
19. Изменится ли кинетическая энергия фотоэлектронов если энергия связи внутренних электронов уменьшилась, и если да, то как?
20. Какова предельная толщина плёнки, при которой возможно наблюдение квантово-размерных явлений при комнатной температуре, если эффективная масса носителей m=0.1m0?
21. Получить оценку предельной толщины плёнки, при которых возможно наблюдение квантово-размерных явлений, если подвижность электронов в плёнке составляет 10^4 см2/(В с).
22. Что является основными параметрами, выбираемыми перед началом сканирования в методах СЗМ?
23. Что лежит в основе взаимодействия зонд-образец в АСМ? Опишите зависимость силы взаимодействия от расстояния зонд-образец.
24. Назовите основные режимы работы АСМ. В чем заключаются особенности и назначение каждого режима?
25. Какие методы применяются для регистрации сил взаимодействия зонд-образец в АСМ?
26. Как осуществляется подвод зонда и контроль расстояния зонд-образец в АСМ?
27. Поясните оптический метод регистрации отклонения кантилевера.
28. Назовите основные компоненты сканирующего атомно-силового микроскопа и поясните их назначение.
29. Объясните принцип сканирования и работу системы обратной связи. Каковы критерии выбора параметров сканирования?
30. Кантилевер из Si, используемый в АСМ, имеет упругую константу ~50Н/м и собственную частоту механических колебаний 175 кГц. Оцените массу кантилевера.
31. Назовите факторы, влияющие на качество АСМ изображения.
32. Опишите зондовый АСМ датчик.
33. Объясните принцип работы бесконтактного режима. Области применения такого режима.
34. Объясните принцип работы контактного режима. Назовите методики АСМ, в которых используется данный режим.
35. Объясните принцип работы полуконтактного режима. Каковы преимущества данного режима?
36. Опишите метод фазового контраста. Для чего он используется?

37. Как можно измерить распределение магнитных полей с помощью АСМ? Поясните принцип работы МСМ.
38. Как можно измерить распределение потенциала с помощью АСМ? Поясните принцип работы ЭСМ.
39. Как можно измерить распределение ёмкости с помощью АСМ? Поясните принцип работы ёмкостной микроскопии.
40. Что такое зондовые нанотехнологии? Поясните метод локального анодного окисления.
41. Что такое динамическая АСМ литография?
42. Что такое статическая АСМ литография?
43. Поясните физические принципы действия СТМ на примере контакта двух проводников
44. Что является параметром для системы обратной связи в СТМ? Что обеспечивает высокую чувствительность СТМ?
45. Какие режимы работы СТМ вы знаете?
46. Поясните, в каких случаях следует использовать режим постоянной высоты? Назовите его достоинства и недостатки.
47. Каковы особенности, достоинства и недостатки режима постоянного тока? Какова область применения режима постоянного тока?
48. Поясните, в чем состоит методика сканирующей туннельной спектроскопии токовых изображений?
49. Какие факторы оказывают влияние на качество СТМ изображения?
50. Что такое V- модуляция и для чего она используется?
51. Что такое Z- модуляция и для чего она используется?
52. Как можно использовать СТМ в нанотехнологии? Что такое СТМ литография?
53. Общие принципы работы СЗМ. Какие виды сканирующих зондовых микроскопов вы знаете?
54. Назовите основные компоненты СЗМ и их назначение.
55. Как организована система обратной связи в СЗМ?
56. Как организован процесс сканирования в СЗМ? Назовите основные параметры сканирования.
57. Перечислите факторы, влияющие на качество СЗМ изображения.
58. Какие методы обработки СЗМ изображения вы знаете?
59. Что представляет собой Фурье-фильтрация СЗМ изображения?
60. Объясните методику восстановления поверхности образца по ее СЗМ изображению.
61. Что представляют собой тестовые структуры для СЗМ ?
62. Какие виды сканеров вы знаете? Перечислите требования, предъявляемые к сканеру.
63. Перечислите искажения, вносимые сканером, в СЗМ изображение и назовите их причины. Каковы методы борьбы с ними?
64. Что такое прямой и обратный пьезоэффект?
65. Объясните возможные артефакты, вносимые пьезкерамикой в СЗМ изображение, и назовите их причины. Каковы методы борьбы с ними?

66. Оценить удлинение балки длиной 10 см при нагреве на 10С, если типичные значения коэффициентов расширения материала балки порядка $10^{-5} – 10^{-6}$ град$^{-1}$.
67. Назовите основные виды зондов, используемых в СЗМ.
68. Каким образом реализовано прецизионное перемещение зонда и образца в СЗМ?
69. Как осуществляется защита СЗМ от внешних воздействий?
70. Оцените величину удлинения (или сжатия) упругого элемента пассивной виброизолирующей системы для получения резонансной частоты виброизолирующей системы 1 Гц; 10 Гц.
71. Электрон с некоторой начальной скоростью влетает в плоский конденсатор (анализатор типа «плоское электростатическое зеркало») параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Между пластинами разность потенциалов 300 В. Расстояние между пластинами d=2 см, длина пластин l=10 см. Какова должна быть предельная начальная скорость электрона, чтобы он вылетел из анализатора?.