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

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Элементы и приборы наноэлектроники», 8 семестр

1. **Методика оценки**

Выполнение контрольной работы является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Контрольная работа направлена на закрепление и проверку уровня владения учебным материалом по теоретическим темам и темам практических занятий. Контрольная работа проводится по темам: физика поверхности, короткоканальные МДП транзисторы, низкоразмерные структуры.

Контрольная работа состоит из нескольких заданий и нескольких вариантов (число вариантов зависит от числа учащихся. Изменение варианта задания возможно только по согласованию с преподавателем.

Количество заданий в каждом варианте достаточно для обеспечения, проверки усвоения рассматриваемого материала.

Структура контрольной работы:

1. ФИО, № варианта, тема
2. Условие задач
3. Основная часть – Решение.
4. Анализ полученного результата.

Основная часть – это система основных уравнений и ответ на задание. Решение должно быть самостоятельным, развернутым и аргументированным. При необходимости основная часть может быть разбита на более мелкие вопросы. Если необходимо, решение должно сопровождаться графиками. Если в условии заданы численные значения параметров, ответ должен быть доведен до числа.

.

Требования к оформлению:

Работа выполняется письменно во время одного из семинарских занятий. Контрольная работа должна аккуратно оформлена, отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

Контрольная работа предоставляется для проверки в письменном виде сразу после ее написания. По результатам студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта. При отрицательном результате оценивания контрольной работы студенту назначается время (вне семинарских занятий) до сессии для переписывания работы.

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 структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов 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. Получен правильный численный ответ. Оценка составляет *от 16 до 20 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на базовом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит единичные не принципиальные ошибки, исправленные после замечаний преподавателя. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов 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 12 до 15 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на пороговом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит ошибки, неоднократно исправляемые после замечаний преподавателя. Части контрольной работы в целом согласованы. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов 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 8 до 11 баллов*.

Контрольная работа считается **не выполненной,** если структура, содержание и оформление работы не соответствует требованиям, работа содержит существенные ошибки, не исправленные после замечаний преподавателя. Части контрольной работы не согласованы. Отсутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа не представлена для проверки в установленные сроки. 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 *ниже 8 баллов*.

2. Шкала оценки

Контрольная работа как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем ее заданиям составляет от 20 до 8 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 вариантов контрольной работы

Вариант 1

1. Пусть градиент потенциала в образце кремния собственной проводимости составляет 400 В/м, а подвижности электронов и дырок равны 0.12 и 0.025 $м^2В^{-1}с^{-1}$ соответственно. Определите для этого образца а) скорости дрейфа электронов и дырок; б) удельное сопротивление кремния собственной проводимости, полагая, что концентрация собственных носителей тока $2.5\cdot10^{16}$ $м^{-3}$; в) полный дрейфовый ток, если площадь поперечного сечения образца равна $0.03 - 10^{-4}$ $м^2$.

2) Рассчитать напряжение плоских зон V_{FB} МДП структуры p Si – SiO_2 –Al с толщиной диэлектрика d_{ox} = 800 А, если $N_{SS} = 0$, $N_{ox} = -2\cdot10^{11}см^{-2}$, ρ = 10 ом·см. ($\chi_{Si}$ = 4.05

эВ, Eg = 1.12 эВ, $n_i = 1.6 \cdot 10^{10}$ см$^{-3}$, ε = 3.82, Φ_{Al} = 4.1 эВ, μ_p = 600 см^2/ В·с).

3) Вычислить коэффициент диффузии электронов в невырожденном Ge при комнатной температуре (μ_n = 3800 см/Вс)

Вариант 2

1. Вычислить толщину приповерхностной области пространственного заряда (в мкм) и концентрацию поверхностных зарядов (в см$^{-2}$) для области обеднения *n*-GaAs с концентрацией доноров $N_d = 10^{15}$ см$^{-3}$, если известно, что величина поверхностного изгиба зон составляет φ_s = 1 эВ.
2. Получить оценку предельной толщины пленки, при которой возможно наблюдение квантово-размерных явлений, если подвижность электронов в пленке 10^4 см^2/(В·с).
3. Частица с плотностью 7,8 г/см3, заряженная одним электроном, влетает в электрическое поле с начальной скоростью v_0 400 м/с. После прохождения участка с разностью потенциалов *U* 1 В ее скорость увеличилась в 3 раза. Найдите радиус частицы. Ответ выразите в нанометрах, считая, что элементарный заряд – *e* 1, 6 10 ^{19} Кл

Вариант 3

1. Какое должно быть время релаксации импульса, чтобы была возможность наблюдения квантово-размерных эффектов в пленки GaAs толщиной 20 нм?
2. Какова предельная толщина пленки, при которой возможно наблюдение квантово-размерных явлений при комнатной температуре, если эффективная масса носителей m^*=0.1m_0?
3. Какова электрическая емкость островка металла (такие структуры иногда называют *квантовыми точками*), имеющего сферическую форму с радиусом R_0 = 1 нм.

Вариант 4

1. Определить размеры наноструктур из Cu, Si и GaAs,в которых могут наблюдаться квантово-размерныеэффекты при комнатных температурах ($m_e^*(Cu) \approx m_0$; $m_e^*(nSi) = 1.08\, m_0$;$m_p^*(pSi) = 0.56\, m_0$; $m_e^*(GaAs) = 0.067\, m_0$)
2. Возможно ли наблюдать квантово-размерные эффекты в GaAs пленке толщиной 50нм при температуре кипения жидкого азота?
3. Какую энергию нужно затратить, чтобы зарядить металлический электрод (или конденсатор) емкостью *C* до разницы потенциалов *V*? 2. Какую энергию нужно затратить, чтобы зарядить островок металла радиусом 1 нм одним электроном? Выразите эту энергию в электрон-вольтах (эВ). 3. Сколько эВ требуется для зарядки Земли одним электроном?