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

Паспорт РГЗ

по дисциплине «Специальные главы наноэлектроники», 1 семестр

1. Методика оценки

Выполнение РГЗ является формой текущей аттестации по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

РГЗ служит инструментом контроля уровня владения материалом и одновременно способствует формированию инженерно-физического мышления, позволяя студентам перейти от абстрактных уравнений к конкретным расчётным моделям, применимым к реальным наноразмерным гетероструктурам.

Целью РГЗ является закрепление закрепление и углубление теоретических знаний и практических навыков самостоятельного аналитического и численного расчёта квантово-транспортных характеристик (коэффициентов прохождения, распределения концентрации носителей и энергетических уровней) в многослойных низкоразмерных структурах с различными потенциальными профилями и эффективными массами частиц в слоях, а также развитие умений интерпретировать резонансные зависимости пропускания и пространственного перераспределения волновой функции при изменении геометрических и энергетических параметров гетероструктур.

Номер индивидуального задания определяется по порядковому номеру фамилии студента в списке группы. Изменение варианта задания возможно только по согласованию с преподавателем.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося заданием РГЗ.

Структура РГЗ:

1. Титульный лист
2. Введение (актуальность, цель, задачи).
3. Основная часть (задание РГЗ).
4. Заключение (выводы и рекомендации).
5. Список литературы и источников.

Во введении формулируются и кратко обосновывается актуальность, цель и задачи, дается краткая характеристика степени изученности вопроса.

Основная часть – это ответ на задание РГЗ. Он должен быть самостоятельным, развернутым и аргументированным. Должны содержаться обязательные ссылки на изученную литературу, нормативные акты и интернет-источники, оформленные в соответствии с библиографическими требованиями.

Заключение: изложение общего вывода по изученной проблеме и предлагаемых рекомендаций.

Список литературы оформляется в соответствии с библиографическими требованиями в алфавитном порядке и включает от 3 до 5 источников (книг, статей разных авторов, интернет-источников, документов), которые были изучены при выполнении РГЗ.

Рекомендуется излагать мысли по существу, кратко и логично.

Требования к оформлению:

Объем РГЗ до 20 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New

Roman, 12. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. РГЗ должно быть отредактировано, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

РГЗ предоставляется для проверки в электронном виде в срок, установленный преподавателем. При положительном результате оценивания РГЗ студент его распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. 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.

РГЗ выполнено **на продвинутом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям. Все части РГЗ согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов РГЗ свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 18 до 20 баллов*.

РГЗ выполнено **на базовом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит единичные не принципиальные ошибки, исправленные после замечаний преподавателя. Все части РГЗ согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов РГЗ свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 14 до 17 баллов*.

РГЗ выполнено **на пороговом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит ошибки, неоднократно исправляемые после замечаний преподавателя. Части РГЗ в целом согласованы. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов РГЗ свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Закрепленные за РГЗ компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 10 до 13 баллов*.

РГЗ считается **не выполненным,** если структура, содержание и оформление работы не соответствует требованиям, работа содержит существенные ошибки, не исправленные после замечаний преподавателя. Части РГЗ не согласованы. Отсутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа не представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов РГЗ свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множество существенных пробелов. Закрепленные за РГЗ компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 10 баллов*.

3. Шкала оценки

РГЗ как форма текущей аттестации по дисциплине считается успешно

выполненной, если сумма полученных баллов по всем ее заданиям составляет от 10 до 20 баллов включительно.

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

4. Примерный перечень заданий РГЗ

1. Анализ прохождения частиц через трехслойную структуру с узкозонным средним слоем и несимметричным потенциальным рельефом.

Получите выражение для зависимости коэффициента прохождения частицы над несимметричной потенциальной ямой D от энергии частицы. Для $E \le 0.5$ эВ рассчитайте и постройте зависимость коэффициента прохождения D от энергии частицы E для несимметричной потенциальной ямы с $U_1 = 0.3$ эВ и $U_2 = 0.20$ эВ. Принять, что ширина ямы $W = 5$ нм, а масса частицы в первом слое $m_1 = 0.25m_0$, во втором – $m_2 = 0.75m_0$, а в третьем – $m_3 = 0.5m_0$.

2. Расчет зависимости распределения частиц в среднем (узкозонном) слое трехслойной структуры с симметричным потенциальным рельефом.

Для первого и второго резонансных состояний рассчитайте и постройте зависимости отношения концентрации частиц в окрестности точек с координатами x к концентрации частиц в падающей волне от координаты x ($0 < x < \mathrm{L}$) для симметричной потенциальной КЯ с $U_0 = 0.3$ эВ. Принять, что пленочный потенциал можно аппроксимировать прямоугольной КЯ, ширина КЯ $W = 5$ нм, масса частицы в первом и третьем слоях $m_1 = m_3 = 0.7m_0$, а во втором слое в первом случае – $m_2 = 0.4m_0$, во втором случае $m_2 = 1.2m_0$.

3. Анализ прохождения частиц через трехслойную структуру с широкозонным средним слоем и симметричным потенциальным рельефом.

Получите выражение для зависимости коэффициента прохождения D частицы от энергии для симметричного потенциального барьера. Для $E \le 1$ эВ рассчитайте и постройте зависимость коэффициента прохождения частицы от энергии для симметричного потенциального барьера высотой $U_0 = 0.2$ эВ и шириной $L = 2$ нм, полагая, что масса частицы в первом слое $m_1 = m_0$, во втором $m_2 = 1.2m_0$, а в третьем $m_3 = 1.1m_0$ и $m_1 = 1.1m_0$, $m_2 = 1.2m_0$, $m_3 = m_0$. Поясните полученные зависимости.

4. *Анализ прохождения частиц через двухслойную структуру с различающимися эффективными массами частицы.*

Получите выражение для зависимости коэффициента прохождения D частицы от энергии для двухслойной структуры с различающимися эффективными массами частицы в слоях. Найдите выражение для расчета коэффициента прохождения D двухслойной системы при $U_0 = 0$ для двух случаев: 1 – $m_2 = m_1$, 2 – $m_2 \ne m_1$. Для случая прохождения частиц над потенциальной ступенькой получите выражение для расчета предельного коэффициента прохождения D при $E/U_0 \to \infty$ для двух случаев: 1 – $m_2 = m_1$, 2 – $m_2 \ne m_1$. Рассчитайте и постройте зависимость предельного коэффициента прохождения D от отношения m_2/m_1 для $E/U_0 \to \infty$ в диапазоне $0.1 \le m_2/m_1 \le 10$. Проанализируйте полученные зависимости.

5. Расчет зависимости распределения частиц в среднем (широкозонном) слое трехслойной структуры с несимметричным потенциальным рельефом.

Рассчитайте и постройте зависимости отношения концентрации частиц в окрестности точек с координатами $x = 0$, $x = 0.25L$, $x = 0.5L$, $x = 0.75L$ и $x = L$ (прохождение над потенциальным барьером) к концентрации частиц в падающей на барьер волне ($Q(x) = |\Psi_2(x)|^2 / |A_1|^2$) от отношения полной энергии E к высоте барьера U_1, если $U_1 = 0.3$ эВ, $U_2 = 0.1$ эВ, $L = 5$ нм, $m_1 = m_0 = 9.1 \cdot 10^{-31}$ кг, $m_2 = 0.8m_0$, $m_3 = 1.2m_0$ и $m_1 = 1.2m_0$, $m_2 = 0.8m_0$, $m_3 = m_0$. Поясните полученные зависимости.

6. *Расчет положения разрешенных стационарных состояний в (110) пленке кремния.*

Рассчитайте зависимости положение пяти первых стационарных состояний в (110) пленке кремния от толщины пленки L для $1 \leq L \leq 5$ нм. Принять, что пленочный потенциал можно аппроксимировать прямоугольной БКЯ. Поясните порядок следования разрешенных стационарных состояний.

7. Анализ прохождения частиц через трехслойную структуру с широкозонным средним слоем

Для случая прохождения частиц над несимметричным потенциальным барьером получите выражение для расчета предельного коэффициента прохождения D в максимуме и минимуме для $E/U_0 \to \infty$, если $(K_1^2 - K_2^2)(K_3^2 - K_2^2) < 0$.

Приложение

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
Кафедра ППиМЭ

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Дисциплина «Специальные главы наноэлектроники»

Выполнил:

Студент *Фамилия И.О.*

Факультет *Аббревиатура*

Направление (специальность) подготовки

Группа *Номер группы*

Шифр *Номер зач. книжки*

Проверил:

Преподаватель *Фамилия И.О., уч.степень, уч.звание*

Балл: _____

Оценка *(зачтено)*_____

_____ подпись

Дата сдачи: «__»_____202__г.

_____ подпись

Дата защиты: «__»_____202__г.

Новосибирск 202__