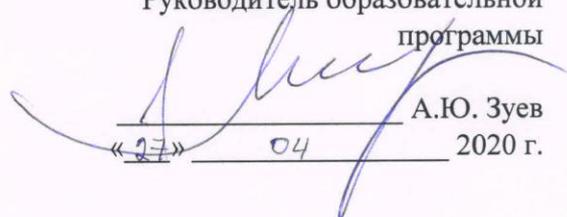


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной
программы


А.Ю. Зуев
«27» 04 2020 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И
ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ

в составе модуля

Функциональные неорганические материалы

Уровень образования: Магистратура

Форма обучения: Очная

Перечень примерных вопросов для зачета

1. Модель Латтинжера. Легкие и тяжелые дырки.
2. Найти транспортное время релаксации импульса электронов в кусочке интимонида индия, проводимость которого равна 5 (Ом см)^{-1} , коэффициент Холла, измеренный на этом кусочке равен $R_H = -6250 \text{ см}^3/\text{Кл}$.
3. Простейшие модели спектра: одномерный ящик и модель Блоха. Предсказания моделей и их соответствие реальной ситуации.
4. Зависимость энергии Ферми от температуры в полупроводнике n-типа. Рассмотреть случаи нулевой и ненулевой компенсации.
5. Магнитофононный резонанс (МФР). Определение эффективной массы их экспериментаов по МФР.
6. Решение уравнения электронейтральности и температурная зависимость концентрации электронов в полупроводнике с одним типом однозарядных доноров.
7. Эффект Холла (один тип носителей, двигающихся с одинаковой скоростью, малые магнитные поля). Угол Холла. Характер движения электронов и дырок в скрещенных электрических и магнитных полях.
8. Ранние исследования и основные свойства полупроводников. Применение полупроводников.
9. Распределение Ферми-Дирака. Уровень Ферми. Вырожденный и невырожденный электронный газ.
10. Характер движения электрона в периодическом потенциале при наличии внешнего электрического поля. Понятие групповой скорости. Эффективная масса.
11. Построить примерный вид зависимости коэффициента Холла от магнитного поля для полупроводника со следующими параметрами: $n=10^{15} \text{ см}^{-3}$, $p=2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $\mu_n=10^5 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{сек}$, $\mu_p=10^5 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{сек}$.
12. Решение уравнения электронейтральности и температурная зависимость концентрации электронов при одновременном наличии донорной и акцепторной примеси. Считать $N_D > N_A$.
13. Тензор электропроводности, эффект Холла и магнитосопротивление в произвольном магнитном поле. Рассмотреть случаи вырожденного и невырожденного распределения носителей заряда, сильные и слабые магнитные поля.
14. Зонная структура полупроводников со структурой цинковой обманки. Бесщелевые и узкощелевые полупроводники. Спектр твердых растворов теллурида кадмия-ртути при различной концентрации ртути.

15. Магнитосопротивление для вырожденного и невырожденного полупроводника. Коэффициент магнитосопротивления, его зависимость от механизма рассеяния.
16. Зависимость времени релаксации импульса от энергии для различных механизмов рассеяния. Температурная зависимость подвижности.
17. Типы зонной структуры в кристаллических веществах. Зонная структура германия и кремния.
18. Эффект Холла и магнитосопротивление и их зависимости от магнитного поля для двух типов носителей заряда – электронов и дырок.
19. Энергетический спектр электронов и дырок в магнитном поле. Плотность состояний. Модификация спектра и плотности состояний при учете спина.
20. Элементы зонной теории. Формулировка общей квантово-механической задачи о нахождении электронного спектра. Адиабатическое приближение и его применимость. Одноэлектронное приближение.
21. Задача. Через образцы GaAs? Вдоль бруска квадратного сечения $1 \times 1 \text{ мм}^2$ пропускается электрический ток силой 1 мА. Оценить и сравнить между собой тепловую и дрейфовую скорость электронов при комнатной температуре. Концентрация электронов равна $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, их подвижность равна $5000 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{сек}$.
22. Решение уравнения электронейтральности для собственного полупроводника. Температурная зависимость концентрации носителей заряда и уровня Ферми в собственном полупроводнике.
23. Зависимость ширины запрещенной зоны от магнитного поля. Обсудить возможные следствия с точки зрения измеряемых физических величин.
24. Классификация полупроводников. Методы выращивания полупроводников.
25. Электропроводность. Подвижность. Транспортное время релаксации импульса. Закон Ома в анизотропных полупроводниках.
26. Уравнение Больцмана. Правило усреднения времени релаксации импульса.
27. Эффект Холла для невырожденного и вырожденного электронного газа. Холл-фактор.
28. Межзонное и примесное магнитное вымораживание носителей.
29. Время релаксации и вероятность квантовых переходов. Рассеяние на ионизированной примеси. Температурная зависимость подвижности при рассеянии на ионизированной примеси.
30. Плотность состояний в изотропной и анизотропной зоне. Эффективная масса плотности состояний. Концентрация носителей заряда в зонах и на локальных уровнях. Интегралы Ферми.

31. Зонный характер спектра в модели Блоха. Волновая функция электрона в периодическом потенциале. Форма краев зон.
32. Модель Кейна.
33. Решение уравнения электронейтральности и температурная зависимость концентрации электронов в полупроводнике с одним типом однозарядных доноров.
34. Энергетический спектр реальных полупроводников. Классификация дефектов. Мелкие примесные уровни. Спектр и волновые функции мелких донорных и акцепторных состояний.
35. Полупроводниковые гетеропереходы и гетероструктуры. Типы переходов. Сверхрешетки.
36. Энергетические состояния в прямоугольной квантовой яме.
37. Энергетический спектр сверхрешеток.
38. Плотность состояний в двумерных, одномерных и нуль-мерных системах.
39. Туннелирование в квантово-размерных гетероструктурах.
40. Квантовый эффект Холла.
41. Квантовые поправки к проводимости двумерных систем.