

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебно-методической работе,
профессор

Е.Г. Елина

2016 г.



Рабочая программа дисциплины
Физика квантово-размерных структур

Направление подготовки бакалавриата
11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профили подготовки бакалавриата
«Микро- и нанoeлектроника, диагностика
нано- и биомедицинских систем»
«Приборы микро- и нанoeлектроники,
методы измерения микро- и наносистем»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физика квантово-размерных структур» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и усвоение материала в области физики квантово-размерных структур, основных свойств, присущих квантово-размерным структурам и физических явлений в квантово-размерных структурах, лежащих в основе работы приборов нанoeлектроники, приобретение студентами знаний и выработка навыков в исследованиях свойств квантово-размерных структур, приобретение студентами знаний в области создания современной элементной базы нанoeлектроники.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний в теории физики квантово-размерных структур, о физических явлениях в квантово-размерных структурах и основных характеристиках приборов на их основе.
- формирование умений обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию методов определения основных параметров квантово-размерных структур;
- овладение сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Физика квантово-размерных структур» относится к вариативной части блока Б 1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (профили подготовки «Микро- и нанoeлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем», «Приборы микро- и нанoeлектроники, методы измерения микро- и наносистем»), в течение 7 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по физике, математике, химии, термодинамике, электродинамике сплошных сред, физике полупроводников, электронным свойствам кристаллов, квантовой теории твердого тела и подготавливает студентов к изучению в том же или в последующих семестрах таких дисциплин как «Микроэлектроника и нанoeлектроника», «Квантовая и оптическая электроника», «Технология материалов и структур электроники».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Физика квантово-размерных структур» формируются следующие компетенции: ОПК-2, ОПК-7

ОПК-2. Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

ОПК-7. Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. Компетенция ОПК-7 формируется в части готовности учета современных тенденций развития микро- и нанoeлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать физические свойства систем с пониженной размерностью, методы их создания; особенности проявления квантовых эффектов в базовых элементах нанoeлектроники, их классификацию;
- уметь оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в элементах нанoeлектроники; применять методы расчёта параметров и характеристик приборов твердотельной и нанoeлектроники; проводить теоретическое описание основных электронных свойств низкоразмерных структур;
- владеть методами квантово-механического описания простейших квантовых систем, входящих в состав элементов электроники и нанoeлектроники; об основных тенденциях развития электронной компонентной базы.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се- местр	Неделя семе- стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоем- кость (в часах)				Формы текуще- го контроля ус- певаемости (по неделям семест- ра) Формы проме- жуточной атте- стации (по семе- страм)
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1.	Введение	7	1	2				Опрос
2.	Особенности энергетиче- ского спектра частиц в сис- темах пониженной размер- ности	7	2-4	2		2	8	Опрос

3.	Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр систем пониженной размерности	7	5-6	2		2	8	Опрос
4.	Квантовые состояния в системах пониженной размерности	7	7-9	4		4	10	Опрос
5.	Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности	7	10-11	2		2	8	Опрос. Реферат
6.	Оптические свойства квантово-размерных структур	7	12-14	2		2	8	Опрос
	Итого		1-14	14		14	44	Зачёт

Содержание дисциплины

1. Введение в физику квантово-размерных структур.
2. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности
 - 2.1. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке
 - 2.2. Размерное квантование при надбарьерном пролете электронов
 - 2.3. Особенности движения частиц над потенциальной ямой
3. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр систем пониженной размерности
 - 3.1. Энергетический спектр бесконечной и конечной прямоугольных потенциальных ям в однородном электрическом поле
 - 3.2. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр параболической потенциальной ямы
 - 3.3. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр туннельно-связанных квантовых ям
 - 3.4. Влияние однородного электрического поля на движение электронов через прямоугольный потенциальный барьер
4. Квантовые состояния в системах пониженной размерности
 - 4.1. Распределение плотности состояний в двумерных системах (квантовых ямах).
 - 4.2. Положение уровня Ферми в двумерных системах
 - 4.3. Распределение плотности состояний в одномерных системах (квантовых проволоках)
 - 4.4. Распределение плотности состояний в нульмерных системах (квантовых точках)
 - 4.5. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности
 - 4.6. Энергетический спектр экситонов Ванье-Мотта в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах

5. Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности

5.1. Область пространственного заряда в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах

5.1.1. Экранирование электрического поля в двумерных системах (квантовых ямах): зависимость длины экранирования (области пространственного заряда) от положения уровня Ферми в зоне проводимости (от степени заполнения подзон зоны проводимости)

5.1.2. Экранирование электрического поля в одномерных системах (квантовых проволоках): зависимость длины экранирования (области пространственного заряда) от положения уровня Ферми в зоне проводимости (от степени заполнения подзон зоны проводимости)

6. Оптические свойства квантово-размерных структур

6.1. Спектры фундаментального поглощения квантово-размерных структур.

6.2. Применение квантово-размерных структур в оптоэлектронике

6.2.1. Бистабильные оптические элементы, экситонный механизм поглощения оптического излучения в квантово-размерных гетероструктурах и его использование в бистабильных оптических устройствах

6.2.2. Полупроводниковые лазеры на квантово-размерных структурах.

6.2.3. Фотоприемники ИК-диапазона на основе квантово-размерных структур.

6.2.4. структур.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Размерное квантование при надбарьерном пролете электронов. Особенности движения частиц над потенциальной ямой.
2. Энергетический спектр бесконечной и конечной прямоугольных потенциальных ям в однородном электрическом поле.
3. Распределение плотности состояний в двумерных системах (квантовых ямах), в одномерных системах (квантовых проволоках), в нульмерных системах (квантовых точках)
4. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности
5. Энергетический спектр экситонов Ванье-Мотта в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах
6. Экранирование электрического поля в двумерных системах (квантовых ямах)
7. Экранирование электрического поля в одномерных системах (квантовых проволоках)
8. Спектры фундаментального поглощения квантово-размерных структур.
9. Бистабильные оптические элементы, экситонный механизм поглощения оптического излучения в квантово-размерных гетероструктурах и его использование в бистабильных оптических устройствах
10. Полупроводниковые лазеры на квантово-размерных структурах.

11. Фотоприемники ИК-диапазона на основе квантово-размерных структур.

5. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы (лекции, практические занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

При реализации программы дисциплины предусмотрены также встречи с представителями российских компаний.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В преподавании дисциплины «Физика квантово-размерных структур» используются учебная и научно-исследовательская литература, Интернет сайты, сайт библиотеки Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Предлагаются темы рефератов, вопросы для текущего контроля, промежуточной аттестации.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода освоения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке практическим (семинарским) занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке, использовании интернет-технологий.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала разбирать вопросы, рассмотренные на каждом очередном занятии, до следующего, по непонятым деталям консультироваться у преподавателя, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к практическим занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;

- задания, которые даются преподавателем во время занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе практических занятий:

1. Рассмотрите рассеяние частиц на потенциальной ступеньке
2. Рассмотрите размерное квантование при надбарьерном пролете электронов
3. Опишите энергетический спектр бесконечной и конечной прямоугольных потенциальных ям в однородном электрическом поле
4. Как влияет однородное электрическое поле на энергетический спектр параболической потенциальной ямы
5. Как влияет однородное электрическое поле на энергетический спектр туннельно-связанных квантовых ям
6. Как влияет однородное электрическое поле на движение электронов через прямоугольный потенциальный барьер
7. Рассмотрите распределение плотности состояний в двумерных системах (квантовых ямах). Чем определяется положение уровня Ферми в двумерных системах
8. Рассмотрите распределение плотности состояний в одномерных системах (квантовых проволоках)

9. Рассмотрите распределение плотности состояний в нульмерных системах (квантовых точках)
10. Чем определяется энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности
11. Чем определяется энергетический спектр экситонов Ванье-Мотта в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах
12. Как зависит длина экранирования (области пространственного заряда) от положения уровня Ферми в зоне проводимости (от степени заполнения подзон зоны проводимости) в двумерных системах (квантовых ямах)
13. Как зависит длина экранирования электрического поля (области пространственного заряда) от положения уровня Ферми в зоне проводимости (от степени заполнения подзон зоны проводимости) в одномерных системах (квантовых проволоках)
14. Опишите спектры фундаментального поглощения квантово-размерных структур.
15. Рассмотрите экситонный механизм поглощения оптического излучения в квантово-размерных гетероструктурах и его использование в бистабильных оптических устройствах.
16. Сформулируйте особенности полупроводниковых лазеров на квантово-размерных структурах.
17. Опишите фотоприемники ИК-диапазона на основе квантово-размерных структур.

При реализации программы дисциплины «Физика квантово-размерных структур» студентам предлагается выполнить реферат.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

1. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Размерное квантование при надбарьерном пролете электронов. Особенности движения частиц над потенциальной ямой.
2. Энергетический спектр бесконечной и конечной прямоугольных потенциальных ям в однородном электрическом поле.
3. Распределение плотности состояний в двумерных системах (квантовых ямах), в одномерных системах (квантовых проволоках), в нульмерных системах (квантовых точках)
4. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности
5. Энергетический спектр экситонов Ванье-Мотта в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах
6. Экранирование электрического поля в двумерных системах (квантовых ямах)
7. Экранирование электрического поля в одномерных системах (квантовых проволоках)
8. Спектры фундаментального поглощения квантово-размерных структур.

9. Бистабильные оптические элементы, экситонный механизм поглощения оптического излучения в квантово-размерных гетероструктурах и его использование в бистабильных оптических устройствах
10. Полупроводниковые лазеры на квантово-размерных структурах.
11. Фотоприемники ИК-диапазона на основе квантово-размерных структур.

Рефераты выполняются под руководством преподавателя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Рефераты следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации

1. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности
2. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке
3. Размерное квантование при надбарьерном пролете электронов
4. Особенности движения частиц над потенциальной ямой
5. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр систем пониженной размерности
6. Энергетический спектр бесконечной и конечной прямоугольных потенциальных ям в однородном электрическом поле
7. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр параболической потенциальной ямы
8. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр туннельно-связанных квантовых ям
9. Влияние однородного электрического поля на движение электронов через прямоугольный потенциальный барьер
10. Квантовые состояния в системах пониженной размерности
11. Распределение плотности состояний в двумерных системах (квантовых ямах).
12. Положение уровня Ферми в двумерных системах
13. Распределение плотности состояний в одномерных системах (квантовых проволоках)
14. Распределение плотности состояний в нульмерных системах (квантовых точках)
15. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности
16. Энергетический спектр экситонов Ванье-Мотта в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах
17. Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности

18. Область пространственного заряда в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах
19. Экранирование электрического поля в двумерных системах (квантовых ямах): зависимость длины экранирования (области пространственного заряда) от положения уровня Ферми в зоне проводимости (от степени заполнения подзон зоны проводимости)
20. Экранирование электрического поля в одномерных системах (квантовых проволоках): зависимость длины экранирования (области пространственного заряда) от положения уровня Ферми в зоне проводимости (от степени заполнения подзон зоны проводимости)
21. Оптические свойства квантово-размерных структур
22. Спектры фундаментального поглощения квантово-размерных структур.
23. Применение квантово-размерных структур в оптоэлектронике
24. Бистабильные оптические элементы, экситонный механизм поглощения оптического излучения в квантово-размерных гетероструктурах и его использование в бистабильных оптических устройствах
25. Полупроводниковые лазеры на квантово-размерных структурах.
26. Фотоприемники ИК-диапазона на основе квантово-размерных структур.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	20	0	20	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 20 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия:

посещаемость, активность, умение выделить главную мысль – от 0 до 20 баллов

Самостоятельная работа

Выполнение заданий на самостоятельную работу от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Реферат, научно-исследовательская и методическая деятельность по дисциплине, блиц-опрос, контрольный опрос - от 0 до 10 баллов

Промежуточная аттестация (зачёт)

Если во время теоретического зачета набрано менее 1/3 от максимального количества баллов (30 баллов) по промежуточной аттестации в семестре, то зачет считается несданным.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Физика квантово-размерных структур» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Физика квантово-размерных структур» в оценку (зачет) осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (зачет)

60 баллов и более	«зачтено»
менее 60 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: - в конце 7 и 14 недель обучения.

Оценка (зачет) студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими теоретического зачета на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Рамбиди Н. Г. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии современной нанотехнологии: учеб. пособие. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 375 с. (В НБ СГУ 15 экз.)
2. Многочастичные квантовые эффекты в физике твердого тела (экситон, квантовые эффекты Холла, сверхпроводимость): учеб. пособие / Д. А. Усанов, С. Г. Сучков ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. - 111 с. **Гриф УМО** (В НБ СГУ 12 экз.)
3. Физика малых частиц и наноструктурных материалов : учебное пособие / Стукова Е.В., Барышников С.В., Милинский А.Ю. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2010. - 152 с. – ЭБС «РУКОНТ»

б) дополнительная литература:

1. Датта С. Квантовый транспорт. От атома к транзистору [**Электронный ресурс**]: монография/ Датта С.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009.— 532 с. — ЭБС «IPRbooks».
2. Физика низкоразмерных систем : учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Техн. физика" / А. Я. Шик [и др.] ; . - Санкт-Петербург : Наука, 2001. – 154 с. (В НБ СГУ 12 экз)
3. Погосов В. В. Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы: учеб. пособие. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 328 с. **Гриф УМО** (В НБ СГУ 5 экз)
4. Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А. Физика квантовых низкоразмерных структур. – М.: Логос, 2000. – 248 с. (В НБ СГУ 5 экз)
5. Основы наноэлектроники: учеб. пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. – М. : Физматкнига : Логос : Унив. кн., 2006. – 494 с. **Гриф УМО** (В НБ СГУ 14 экз.)
6. Физика полупроводников: Явления переноса в структурах с туннельно-тонкими полупроводниковыми слоями / Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1996. - 233 с. (В НБ СГУ 5 экз)
7. Воробьев Л.Е., Ивченко Е.Л., Фирсов Д.А., Шалыгин В.А. Оптические свойства наноструктур.- С.-Пб.: Наука, 2001.- 188 с. (В НБ СГУ 12 экз.).
8. Наноэлектроника: учеб. пособие / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. – 223 с. (В НБ СГУ 55 экз)
9. Наноэлектроника. Теория и практика: учебник / В. Е. Борисенко [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 366 с. (В НБ СГУ 11 экз)
10. Наноэлектроника [**Электронный ресурс**] : учебное пособие / Троян П. Е. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 88 с. - ЭБС IPRbooks.

11. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. СПб. ; М. ; Краснодар: Изд-во Лань, 2008. 618 с. (В НБ СГУ 41 экз.)
12. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников [**Электронный ресурс**] : учеб. пособие. – М. : Лань, 2008. - 618 с. **Гриф НМС МО РФ**. — ЭБС «ЛАНЬ»
13. Основы физики полупроводников/ Зегря Г.Г., Перель В.И. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 335 с. **Гриф УМО** (В НБ СГУ 30 экз.)
14. Физика твердого тела [**Электронный ресурс**] : учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - Москва : Лань, 2010. - 218 с. – ЭБС «ЛАНЬ»
15. Нанoeлектроника. Элементы. Приборы. Устройства [**Электронный ресурс**] : учебное пособие / Г. Г. Шишкин, И. М. Агеев. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 408 с. - ЭБС «АЙБУКС»
16. Гуревич А. Г. Физика твёрдого тела: учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов и техн. ун-тов; Физ.-техн. ин-т им. А. Ф. Иоффе РАН. - СПб.: Нев. Диалект: БХВ-Петербург, 2004. - 318 с. (В НБ СГУ 15 экз)
17. Физика твёрдого тела: учеб. для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 1993. - 490 с. (В НБ СГУ 13 экз)
18. Основы физики твердого тела: учеб. пособ. по физике твердого тела для студентов вузов / В. И. Зиненко, Б. П. Сорокин, П. П. Турчин. - М.: Физматлит, 2001. - 336 с. (В НБ СГУ 5 экз)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>
5. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

б) рекомендуемая литература:

1. Кравченко А. Ф., В. Н. Овсяк В. Н. Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности . - Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та, 2000. - 448 с. (в НБ СГУ 2 экз.)
2. Физика твердого тела: учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. – 218 с. (В НБ СГУ 2 экз)
3. Гуртов В. А. Твердотельная электроника: учеб. пособие - 2-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2007. - 406 с. **Гриф УМО** (В НБ СГУ 2 экз)
4. Основы физики полупроводников = Fundamentals of Semiconductors / П. Ю, М. Кардона ; . - 3-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 560 с. (В НБ СГУ 2 экз)
5. Физика твердого тела для инженеров: учеб. пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; науч. ред. Л. А. Алешина. - М.: Техносфера, 2007. - 518 с.

(Гриф УМО) (В НБ СГУ 2 экз)

6. Физика твёрдого тела: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и др. / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. - 3-е изд. стер. - М. : Высш. шк., 2000. - 496 с. (В НБ СГУ 1 экз)
7. Физика твердого тела: учеб. пособие для техн. ун-тов / И. К. Верещагин, С. М. Кокин, В. А. Никитенко. - М. : Издат. дом Моск. физ. о-ва, 1998. - 237 с. (В НБ СГУ 1 экз)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Физика квантово-размерных структур» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и профилями подготовки «Микро- и нанoeлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем», «Приборы микро- и нанoeлектроники, методы измерения микро- и наносистем»

Программа разработана в 2011 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 18 марта 2011 г., протокол № 12).

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 30 августа 2016 г., протокол № 1).

Авторы
профессор, д.ф.-м.н. Усанов Усанов Д.А.

профессор, д.ф.-м.н. Скрипаль Скрипаль А.В.

Зав. кафедрой физики твердого тела,
профессор Усанов Д.А. Усанов

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий, профессор Вениг С.Б. Вениг