



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
(СГУ)**

**Программа  
вступительного испытания по специальной дисциплине  
в пределах группы научных специальностей  
2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь**

**Саратов 2022**

Вступительное испытание направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в пределах группы научных специальностей 2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь. В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания и умения по дисциплинам в пределах группы научных специальностей 2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь; выявляется степень сформированности компетенций, значимых для успешного обучения в аспирантуре.

Вступительное испытание проводится в форме устного междисциплинарного экзамена по дисциплинам в пределах группы научных специальностей 2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь.

## Содержание программы

### 1. Общая физика

1. Основы кинетической теории материи. Закон распределения частиц по скоростям и его опытная проверка. Средняя длина свободного пробега, среднее число столкновений. Экспериментальное определение скоростей частиц,
2. Механизмы переноса. Диффузия, теплопроводность и внутреннее трение газов.
3. Классическая теория теплоёмкостей газов. Теплоёмкости твёрдых тел. Основы квантовой теории теплоёмкости.
4. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая температура. Критическое состояние. Основные вопросы физики низких температур. Сверхтекучесть гелия (исследования Капицы). Теория Ландау.
5. Первое и второе начала термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Энтропия. Примеры применения первого и второго начал термодинамики. Статистическое толкование второго начала.
6. Электрическое поле. Теорема Остроградского-Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Пограничные условия. Потенциал. Распределение потенциалов поля при наличии пространственного заряда и без него. Энергия электрического поля.
7. Диэлектрики. Модель диэлектрика. Среднее действующее поле. Количественное соотношение между диэлектрической проницаемостью и молекулярной поляризацией. Влияние температуры. Идеи методов определения дипольных моментов. Диэлектрики в переменных высокочастотных полях. Дисперсия диэлектрической проницаемости и поглощение.
8. Металлическая проводимость. Классическая теория проводимости. Закон Ома и Джоуля-Ленца. Связь электро- и теплопроводности. Термоэлектричество. Затруднения классической электронной теории и основные идеи квантовой теории.

9. Электронная эмиссия. Работа выхода. Термоэлектронный заряд. Формула Богуславского-Ленгмюра. Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.
10. Электрические токи в вакууме. Электронные лампы. Усиление электрических сигналов, электрические флуктуации. Статические и динамические характеристики. Усилительное действие ламп.
11. Электрический ток в газах. Несамостоятельная проводимость. Приборы с газовым разрядом. Самостоятельная электропроводимость. Разряд в разряженных газах.
12. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца. Магнитное поле движущегося заряда. Эффект Холла. Определение заряда электрона. Основные идеи электронной оптики. Электронный осциллограф.
13. Основы электродинамики. Расчёт магнитного поля тока в общем и основных частных случаях. Магнитное поле движущихся зарядов. Опыт Эйхенвальда. Магнетизм. Механизмы намагничивания. Молекулярные токи. Парамагнетизм. Теория Ланжевена. Диамагнетизм. Зависимость магнитной проницаемости от частоты. Работы Аркадьева. Теорема Лармора. Работы Столетова. Современные представления о природе ферромагнетизма.
14. Электромагнитная индукция. Возникновение ЭДС при движении проводника в магнитном поле. ЭДС индукции и ponderomotorные силы. Переменный ток. Взаимная индукция токов. Самоиндукция. Ток в цепи с омическим сопротивлением, ёмкостью и индуктивностью.
15. Квазистационарные токи. Замкнутый колебательный контур. Дифференциальное уравнение колебательного контура. Свободные колебания. Явление резонанса. Энергия колебаний.
16. Собственные электрические колебания. Затухание колебаний. Уравнение собственных электрических колебаний. Автоколебательные системы. Ламповые генераторы. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Релаксационные колебания.
17. Вынужденные электрические колебания. Случай чисто периодической вынуждающей электродвижущей силы. Условие резонанса. Комплексные сопротивления.
18. Электромагнитные волны. Гипотеза Максвелла и её опытная проверка (опыты Эйхенвальда). Уравнение Максвелла. Теорема Умова-Пойнтинга. Работы Лебедева. Изобретение радио Поповым. Основы электромагнитной теории света.
19. Электромагнитные волны в длинных линиях. Распределённые системы. Уравнение длинной линии. Бегущие и стоячие волны. Волноводы и их применение.
20. Свободные электромагнитные волны. Образование свободных электромагнитных волн. Элементарный диполь. «Светящийся электрон». Давление электромагнитных волн.

21. Применение электромагнитных волн для целей связи. Принцип радиосвязи. Радиоприёмник. Гетеродинный приёмник. Супергетеродинный приёмник. Понятие о радиолокации.
22. Интерференция света. Когерентность. Экспериментальное осуществление интерференции света. Интерференционные приборы и их применение в спектроскопии, в точных измерениях, метрологии. Опыт Майкельсона-специальный принцип относительности.
23. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френкеля. Дифракция Френеля (круглое отверстие). Дифракция от щели в параллельных лучах. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция рентгеновских лучей. Основные методы структурного анализа.
24. Поляризация света. Двойное лучепреломление. Поляризационные приборы. Пластинки в четверть волны и полволны. Конденсоры.
25. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Методы наблюдения. Связи между аномальной дисперсией и адсорбцией. Электронная теория дисперсии. Молекулярное рассеяние света. Теория квантов и классическая теория. Тепловое излучение и его законы. Классическая и квантовая формулы излучения и опыт Столетова. Опыт Вавилова по обнаружению фотонной природы света.
26. Эффект Комптона. Опыты Франка и Герца. Дифракция электронов. Двойственная природа частиц.
27. Теория Бора. Линейные спектры. Формула Бальнера. Теория Зоммерфельда. Понятие о молекулярных спектрах. Основные положения квантовой теории лучистой энергии. Комбинационное рассеяние и его открытие Ландсбергом, Манделштамом и Раманом.
28. Основы волновой механики. Уравнение Шредингера и решение задачи об осцилляторе и атоме водорода. Принцип Паули и периодическая система элементов.
29. Основы учения об атомном ядре. Радиоактивные явления. Изотопия нерадиоактивных элементов, масс-спектрограф. Прохождение через потенциальный барьер и теория радиоактивного распада. Методы получения быстрых частиц. Циклотрон. Бетатрон. Искусственное расщепление ядер. Строение ядра. Космические лучи. Новые элементы. Самопроизвольное деление ядра. Практическое использование атомной энергии.

## Специальные вопросы

### 2. Физика твердого тела

**1. Энергетический спектр электронов в твердом теле и их распределение по уровням энергии.** Свободный электронный газ в кристалле. Металл как потенциальная яма. Уравнение Шредингера для электронов в потенциальной яме и его решение. Условие Борна-Кармана (условие цикличности). Элементы статистики свободных электронов. Плотность состояний. Заполненность состоя-

ний. Функция распределения Ферми. Теплоемкость сильно вырожденного электронного газа.

**2. Основные положения зонной теории.** Уравнение Шредингера для электронов в периодическом поле кристалла. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Одномерная модель периодического потенциала. Модель Кронига-Пенни. Решение уравнения Кронига-Пенни: приближение сильной связи. Общие свойства электрона в периодическом потенциале: соотношение Блоха, скорость, зоны Бриллюэна, зонная модель. Волновые функции и энергетический спектр электронов. Закон дисперсии. Скорость и ускорение электронов в кристалле. Волновой вектор, квазиимпульс. Эффективная масса носителей заряда. Дырочная проводимость кристалла. Электрон и дырка в кристалле как квазичастицы. Разделение веществ на металлы, диэлектрики и полупроводники. Зонная структура реальных полупроводников.

**3. Влияние нарушения периодичности на энергетический спектр электронов в кристалле.** Метод эффективной массы. Элементарная теория примесных состояний. Водородоподобная модель. Мелкие и глубокие уровни.

**4. Колебания кристаллической решетки.** Колебания одноатомной линейной цепочки. Закон дисперсии. Пределы изменения и дискретность волнового вектора колебаний. Колебания двухатомной линейной цепочки. Акустические и оптические колебания. Понятие о фононах.

**5. Статистика равновесных электронов и дырок в твердых телах.** Плотность состояний и функции распределения электронов и дырок в кристалле. Уровень Ферми. Уравнение нейтральности. Температурная зависимость положения уровня Ферми и концентрации носителей в полупроводниках (собственном и примесных). Вырождение электронного газа в полупроводниках.

**6. Кинетическое уравнение Больцмана и рассеяние электронов.** Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. Время релаксации. Зависимость времени релаксации от энергии и температуры для различных механизмов рассеяния (рассеяния на акустических и оптических колебаниях решетки, ионизированной и нейтральной примесях и др.). Решение кинетического уравнения.

### 3. Физика полупроводников

**1. Электропроводность полупроводников.** Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Дрейфовая подвижность и ее температурная зависимость при различных механизмах рассеяния. Температурная зависимость электропроводности.

**2. Гальваномагнитные и термомагнитные явления в полупроводниках.** Эффект Холла, холловская и дрейфовая подвижности, коэффициент Холла. Холл-фактор при различных механизмах рассеяния носителей. Температурная зависимость коэффициента Холла. Инверсия коэффициента Холла. Изменение сопротивления в магнитном поле. Эффекты Эттинсгаузена, Нернста, Нернста-Эттинсгаузена, Риги-Ледюка и Маджи-Риги-Ледюка.

**3. Термоэлектрические явления в полупроводниках.** Явление Зеебека, Пельтье, Томсона и их теория. Связь коэффициентов, характеризующих эти явления.

**4. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей тока в полупроводниках.** Способы генерации неравновесных носителей. Квазиуровни Ферми. Рекомбинация неравновесных носителей. Время жизни. Уравнение непрерывности. Зависимость времени жизни от степени легирования и температуры при межзонной излучательной, межзонной безызлучательной рекомбинациях и рекомбинации через ловушки.

**5. Оптические свойства полупроводников.** Отражение и поглощение электромагнитного излучения. Спектры отражения и поглощения. Собственное поглощение. Прямые и непрямые переходы. Зависимость коэффициента поглощения от энергии фотонов вблизи края поглощения. Примесное поглощение. Экситоны и экситонное поглощение. Поглощение свободными носителями заряда. Влияние температуры и давления на спектр собственного поглощения. Плазменный резонанс.

**6. Фотоэлектрические явления.** Фотопроводимость. Параметры, определяющие фотопроводимость. Кинетика фотопроводимости при линейной и квадратичной рекомбинации. Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Соотношение Эйнштейна. Длина диффузии. Фото ЭДС. Эффект Дэмбера. Фотомагнитный эффект.

**7. Поверхностные явления.** Идеальная, атомарно-чистая и реальная поверхности. Поверхностные электронные состояния (Тамма, Шокли и др.). Образование приповерхностного слоя пространственного заряда. Теория слоя пространственного заряда. Поверхностная проводимость. Эффект поля в полупроводниках.

**8. Контактные явления в полупроводниках.** Контакт полупроводника с металлом. Энергетическая диаграмма контакта. Условие образования запирающих и антизапирающих слоев на контактах.  $p-n$ -переход в полупроводниках. Вольтамперная характеристика  $p-n$ -перехода. Туннельные эффекты в контактах и области использования явлений туннелирования при создании устройств и исследованиях свойств материалов. Гетеропереходы в полупроводниках. Периодические полупроводниковые структуры (сверхрешетки). Фото ЭДС на  $p-n$ -переходе. Светодиоды и полупроводниковые лазеры.

#### **4. Физические основы твердотельной электроники. Твердотельная электроника.**

**1. Контакт металла с полупроводником.** (КМП). Контактная разность потенциалов. Типы КМП и их зонные модели. Барьер Шоттки. Омический контакт. Толщина области пространственного заряда КМП и ее зависимость от внешнего приложенного напряжения. Выпрямление на КМП. Виды токов через КМП. Диффузионная и диодная теории выпрямления на КМП; сравнение теорий. Реальные контакты.

- 2. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник.** (МДП-структуры). Идеальная МДП-структура. Режимы обогащения, обеднения, инверсии и глубокого обеднения в приповерхностном слое полупроводника. Вольт-фарадная характеристика МДП-структуры. Расчет зависимости емкости МДП-структуры от напряжения в режиме обеднения.
- 3. Р-п-переход.** Выпрямление на р-п-переходе. Зонная модель р-п-перехода при прямом и обратном смещении. Зависимость толщины области пространственного заряда р-п-перехода от внешнего приложенного напряжения. Барьерная емкость р-п-перехода. Виды токов через р-п-переход. Расчет ВАХ р-п-перехода. Диффузионная емкость. Влияние на ВАХ р-п-перехода различных факторов и внешних воздействий. Виды пробоя р-п-перехода: лавинный, туннельный, тепловой.
- 4. Гетеропереходы (ГП).** Анизотипные и изотипные ГП. Зонные модели и токовые модели ГП. Особенности ГП в сравнении с гомогенными р-п-переходами.
- 5. Варикап.** Принцип действия варикапа. Основные параметры и характеристики. Параметрическое усиление сигнала.
- 6. Стабилитрон.** Пробой *p-n*-перехода. Основные параметры и характеристики стабилитронов. Примеры применения.
- 7. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы.** Воздействие света на *p-n*-переход. Фотодиоды, полупроводниковые светодиоды и лазеры.
- 8. Туннельный диод.** Принцип действия туннельного диода. Примеры применения.
- 9. Лавинно-пролетный диод (ЛПД).** Принцип работы ЛПД в IMPATT и TRAPATT режимах.
- 10. Диод Ганна.** Эффект Ганна. Модель Ридли-Уоткинса-Хилсума. Режимы работы генераторов Ганна.
- 11. Биполярные транзисторы (БТ).** Структура и основные режимы работы. Энергетическая зонная диаграмма. Дрейфовый транзистор. Статические характеристики БТ. Физика работы транзистора на малом переменном сигнале. Эквивалентная схема БТ.
- 12. Динисторы и тиристоры.** Структура и принцип действия динистора. Параметры и ВАХ динистора. Принцип действия тиристора. Характеристики и параметры. Условия переключения. Применение.
- 13. Полевые транзисторы (ПТ).** ПТ с управляющим *p-n*-переходом, барьером Шоттки, изолированным затвором. Принцип действия. Статические характеристики ПТ. Эквивалентная схема ПТ. Полевые транзисторы со структурой металл-диэлектрик-полупроводник в качестве затвора (МДП транзисторы).

## 5. Микроэлектроника

**1. Технологические основы микроэлектроники.** Основные представления о технологии интегральных схем в тонкопленочном, твердотельном и гибридном исполнении.

**2. Предельные задачи микроэлектроники.** Потенциально возможные минимальные размеры элементов, минимальное энергопотребление и максимальное быстродействие. Активные и пассивные элементы интегральных микросхем.

**3. Транзисторные структуры.** Биполярные транзисторы. МДП транзисторы. Полевые транзисторы с барьером Шоттки.

## 6. Квантовая и оптическая электроника.

**1. Виды генерации света в твердых телах.** Спонтанное излучение. Фото -, электро и катодолуминесценция. Инжекционная люминесценция. Полупроводниковые светодиоды.

**2. Стимулированное излучение в полупроводниках.** Системы с инверсной населенностью. Основные методы накачки полупроводниковых лазеров. Гетеропереходные полупроводниковые лазеры.

**3. Полупроводниковые фотоприемники:** принцип действия, основные типы.

## 7. Твердотельная электроника СВЧ

**1. СВЧ-приборы на основе эффекта Ганна.** Малосигнальная теория эффекта Ганна. Критерий Кремера. Малосигнальный импеданс диода Ганна (в бездиффузионном приближении). Влияние диффузии на характеристики диода Ганна. Режимы работы диодов Ганна.

**2. СВЧ- приборы на лавинно-пролетных диодах (ЛПД).** Лавинно-пролетный диод. Оптимальный угол пролета. Малосигнальный импеданс ЛПД. Лавинно-ключевые (TRAPPAT) диоды.

**3. СВЧ- приборы на туннельных диодах.** Физический механизм возникновения отрицательного сопротивления в туннельном диоде. Влияние сильного СВЧ-поля на работу туннельного диода.

**4. СВЧ- приборы на биполярных и полевых транзисторах.** Эквивалентные схемы биполярного и полевого СВЧ-транзисторов. Факторы, ограничивающие рабочий диапазон частот СВЧ-устройств на транзисторах. Характеристики СВЧ-транзисторов в режиме большого сигнала.

## 8. Нанoeлектроника

**1. Методы формирования квантово-размерных структур.** Формирование квантово-размерных структур «традиционными» методами (молекулярно-лучевая эпитаксия, ионно-лучевое травление, электронно-лучевая и рентгеновская литография). Спонтанное упорядочение полупроводниковых наноструктур.

**2. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности.** Размерное квантование при надбарьерном пролете электронов. Особенности движения частиц над потенциальной ямой.

**3. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр систем пониженной размерности.** Энергетический спектр бесконечной и конечной прямоугольных потенциальных ям в однородном электрическом поле. Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр туннельно-связанных квантовых ям.

**4. Квантовые состояния в системах пониженной размерности.** Распределение плотности состояний в двумерных системах (квантовых ямах). Положение уровня Ферми в двумерных системах. Распределение плотности состояний в одномерных системах (квантовых проволоках). Распределение плотности состояний в нульмерных системах (квантовых точках). Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности. Энергетический спектр экситонов Ванье-Мотта в квантово-размерных полупроводниковых кристаллах.

**5. Туннелирование электронов через двухбарьерную квантовую структуру.**

5.1. Механизм последовательного туннелирования. Сечение Ферми. Механизм резонансного туннелирования. Энергетический спектр электрона в квантовой яме. Время жизни электрона в квантовой яме. «Естественная» ширина уровня энергии в квантовой яме ДБКС. Влияние рассеяния носителей заряда на время жизни электрона и ширину уровня энергии в квантовой яме ДБКС. Прохождение электронной волны через ДБКС вблизи резонанса. Зонные диаграммы и вольт-амперные характеристики РТД на основе ДБКС с прямоугольной квантовой ямой.

5.2. Микроэлектронные приборы на основе ДБКС. Быстродействие приборов на основе ДБКС. Структура, эквивалентная схема и вольтамперные характеристики горизонтально и вертикально интегрированных резонансно-туннельных диодов (РТД). Биполярные резонансно-туннельные транзисторы (БРТТ). Зонные диаграммы. Полевые резонансно-туннельные транзисторы (ПРТТ). Интерференция электронных волн в двухканальной квантовой структуре.

**6. Явления переноса в квантово-размерных структурах.** Баллистический транспорт в транзисторных структурах. Подвижность электронов в системах с селективным легированием. Квантовый эффект Холла.

**7. Оптические свойства квантово-размерных структур.** Спектры фундаментального поглощения квантово-размерных структур. Экситонный механизм по-

глощения оптического излучения в квантово-размерных гетероструктурах. Полупроводниковые лазеры на квантово-размерных структурах. Фотоприемники ИК-диапазона на основе квантово-размерных структур.

## 9. Цифровая схемотехника и микропроцессоры

**1. Схемотехнические проблемы построения цифровых узлов и устройств.** Модели и уровни представления цифровых устройств. Типы выходных каскадов цифровых элементов.

**2. Функциональные узлы комбинационного типа.** Двоичные дешифраторы. Схемотехническая реализация дешифраторов. Приоритетные и двоичные шифраторы. Мультиплексоры. Нарращивание размерности. Компараторы кодов. Сумматоры. Арифметико-логические устройства.

**3. Функциональные узлы последовательного типа.** Триггерные устройства. Классификация триггеров. Логическое функционирование триггеров. Схемотехника триггерных устройств. Регистры.

**4. Счетчики.** Асинхронные счетчики. Делители частоты на счетчиках. Синхронные счетчики с асинхронным переносом. Делитель частоты. Формирователь интервала заданной длительности.

**5. ЦАП и АЦП.** Микросхемы ЦАП и АЦП. Схемы построения АЦП с параллельным интерфейсом ввода/вывода. АЦП последовательного приближения. АЦП с двойным интегрированием.

**6. Запоминающие устройства.** Основные типы ЗУ. Оперативное запоминающее устройство. Постоянное запоминающее устройство.

**7. Микропроцессоры.** Устройство и назначение. Архитектура микропроцессорного устройства.

### Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие : в 4 т. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика и термодинамика. - Москва : Кнорус, 2012. – 521 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики: учеб. пособие в 4 т. Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - Москва : Кнорус, 2012. – 570 с.
3. Ландсберг Г. С. Оптика: учеб. пособие. - 6-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 848 с.
4. Савельев И.В. Курс общей физики : учеб. пособие : в 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2007. - 317 с.
5. Шалимова К.В. Физика полупроводников: учебник. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. – 390 с.
6. Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 336 с.
7. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. - 8-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2009. - 480 с.

8. Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учеб. пособие. - Москва : Юрайт : Высш. образование, 2009. – 463 с.
9. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 392 с.
10. Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фаддеев М.А. Основы кристаллографии. -М: Изд-во физ,- мат. лит-ры, 2006.
11. Ньунхем Р.Э. Свойства материалов. Анизотропия, симметрия, структура. - М.-Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Институт компьютерных исследований, 2007. - 652с.
12. Основы микроэлектроники: учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Коваленко, М. Д. Петропавловский. - 3-е изд., стер. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. – 238 с.
13. Нанoeлектроника: учеб. пособие / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. – 223 с.
14. Драгунов В.П., Неизвестный ИГ., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроники. М.: Физмат- книга, 2006. 496 с.
15. Погосов В В. Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы. - М.: Физматлит, 2006. - 328 с.
16. Д. А.Усанов, С.Г.Сучков. Многочастичные квантовые эффекты в физике твердого тела (экситон, квантовые эффекты Холла, сверхпроводимость). Учеб. пособие с грифом УМО для студ. физич.. фак-та, изд-во СГУ, 2007, 112 с.
17. Гуртов В. А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие. - 2-е изд., доп. -М.: Техносфера, 2007. - 406 с.
18. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии / Пер. с англ. под ред. Ю.И Головина. - 5-е изд., испр. и доп. -М.: Техносфера, 2010. - 330 с.
19. Лебедев А. И. Физика полупроводниковых приборов: учеб. пособие. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 487 с.
20. Материалы и элементы электронной техники: учебник : в 2 т. / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М. : Академия, 2006. - Т. 1 : Проводники, полупроводники, диэлектрики. - М. : Академия, 2006. - 439 с.
21. Материалы и элементы электронной техники: учебник : в 2 т. / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М. : Академия, 2006. - Т. 2 : Проводники, полупроводники, диэлек Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. - М. : Академия, 2006. - 372 с.
22. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. 2-е изд. - М.: Техносфера, 2006. - 588 с.
23. Основы оптоэлектроники : учебное пособие / А. И. Астайкин, М. К. Смирнов. - Москва : Высшая школа, 2007. – 275 с.
24. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. – 538 с.
25. Игнатов А. Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: учеб. пособие. -М.: Эко-Трендз, 2006.-269 с.

26. Названов В.Ф. Основы оптоэлектроники. – Изд. СГУ, 1980. – 231 с.
27. Оптика и фотоника. Принципы и применения: учеб. пособие : в 2 т. / Б. Е. А. Салех, М. К. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Изд. дом "Интеллект", 2012.
28. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учеб.-моногр. / под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 527 с.
29. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда; пер. с англ. -М.: Техносфера, 2007. - 367 с.
30. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы./А.М. Филачев, ИИ. Таубкин, М.А. Трищенко. -М.: Физматкнига, 2007. - 384 с
31. Зондовые нанотехнологии в электронике : учеб. пособие / В. К. Неволин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2006. - 159 с.
32. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 454 с.
33. Наноматериалы : учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 365 с.
34. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси ; пер. с яп. А. В. Хачояна ; под ред. Л. Н. Патрикеева. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 134 с.
35. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с.
36. Методы нанолитографии. Достижения и перспективы / Г. С. Константинова [и др.]; науч. ред. В. Н. Лозовский. - Ростов н/Д : ТЕРРА-ПРИНТ, 2008. - 112 с.
37. Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж., Агулло-Руенда Ф. Нанотехнологии для микро и оптоэлектроники. Пер с англ. Хачояна А.В. под ред. Якимова Е.Б. М.: Техносфера, 2007, 367 с.
38. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения - 2008 год: сборник / под ред. П. П. Мальцева. - М. : Техносфера, 2008. - 430 с.
39. Д.А. Усанов Ближнеполевая сканирующая СВЧ-микроскопия и области её применения . - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2010. - 100 с.
40. Топильский, Виктор Борисович. Схемотехника измерительных устройств / В. Б. Топильский. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 231 с.
41. Скрипаль А.В., Усанов Д.А. "Руководство к практическим занятиям по автоматизированному проектированию аналого-цифровых схем" – Саратов, 2010. Электронное учебное пособие. URL: <http://solid.sgu.ru/sapr/>
42. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру., 2006 - 344 с. URL: <http://www.intuit.ru/department/hardware/digs/>
43. Таненбаум Эндрю С. Архитектура компьютера. 5-е изд. (+CD) . – Сп.б.: Питер, 2010. – 843 с.

44. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Архитектура ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 720 с.
45. Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники – Интернет-университет информационных технологий, ИНТУИТ.ру, 2006 г. 440 стр. URL: <http://www.intuit.ru/department/hardware/mpbasics/>

### Дополнительная литература:

1. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы: учеб. пособие. - 4-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 207 с.
2. Кикоин А. К. , Кикоин И. К. Молекулярная физика: учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 480 с.
3. Иродов И.Е. Электромагнетизм: Основные законы: учеб. пособие для студентов вузов. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2003. - 319 с.
4. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: учеб. пособие. - 5-е изд., испр. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 263 с.
5. Васильев Д. М. Кристаллография: учебник-4-е изд., испр. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003,-475с.
6. 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.
7. Основы физики полупроводников = Fundamentals of Semiconductors / П. Ю, М. Кардона ; . - 3-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 560 с.
8. Физика твердого тела для инженеров: учеб. пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; науч. ред. Л. А. Алешина. - М.: Техносфера, 2007. - 518 с.
9. Демиховский В.Я., Вугальтер Г А. Физика квантовых низкоразмерных структур. М.: Логос, 2000. 248 с.
10. Физика низкоразмерных систем: учеб. пособие для студентов вузов / А. Я. Шик [и др.]; Под общ. ред. Ильина В И., Шика А. Я. - СПб. : Наука, 2001. - 154 с.
11. Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности / А. Ф. Кравченко, В. Н. Овсяк. - Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та, 2000. - 448 с.
12. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. М.: Высш. школа, 2003. 367 с.
13. Ермаков О. Прикладная оптоэлектроника,- М. :Техносфера, 2004.
14. Щука А. А. Электроника: учеб.. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. – 739 с.
15. Шишкин Г.Г., Шишкин А.Г. Электроника. М.: Дрофа, 2009. 703 с.
16. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников: учеб. пособие . - 3-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. – 618 с.
17. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 487 с.
18. Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 1989.- 336 с.

19. СВЧ-полупроводниковая электроника: учеб. пособие / А. Н. Комов, Г. П. Яровой. - М. : Радио и связь, 2007. – 150 с.
20. Усанов Д.А., Яфаров Р.К. Исследование самоорганизации нанокристаллитов в плазме СВЧ газового разряда низкого давления: Учеб. пособие для студ. фак. нано- и биомедицинских технологий. - Изд-во Саратов. ун-та, 2006. 23 с.
21. Физика работы полупроводниковых приборов в схемах СВЧ / Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 373 с.
22. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии, М.: Физматлит, 2005, 410 с.
23. Кремний - материал нанoeлектроники : учеб. пособие / Н. Н. Герасименко, Ю. Н. Пархоменко. - М. : Техносфера, 2007. - 351 с.
24. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. - М.: Техносфера, 2008. - 349 с.
25. Щука А.А. Нанoeлектроника. М.: Физматкнига, 2007. 464 с.
26. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы/ Под ред. Лучинина В.В., Таирова Ю.М. М.: Физматлит, 2006. 552 с.
27. Шухостанов А. К. Лавинно-пролетные диоды: Физика, технология, применение. - М.: Радио и связь, 1997. - 208 с.
28. Физические модели полупроводниковых приборов с отрицательным сопротивлением / С. А. Гаряинов, Ю. С. Тиходеев. - М. : Радио и связь, 1997. – 275 с.
29. Микроэлектронные устройства СВЧ. Под редакцией проф. Г. И. Веселова. М.: Высшая школа, 1988.
30. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств. – СПб.: М.; Краснодар : Лань, 2009. – 281 с.
31. Каплан Д., К. Уайт Практические основы аналоговых и цифровых схем – М.: Техносфера, 2006. – 174с.
32. Корис Р., Шмидт-Вальтер Х. Справочник инженера-схемотехника – М.: Техносфера, 2008. -607с.

Срок действия программы вступительного испытания 3 года.

Программа утверждена Ученым советом Института физики и согласована с Отделом по организации приема на основные образовательные программы СГУ.

Начальник отдела по организации приема  
на основные образовательные программы,  
ответственный секретарь Центральной  
приемной комиссии СГУ



С.С. Хмелев