

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
физико-математических  
и естественных наук



Ю. П. Перельгин

от « 13 » апреля 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б 1.2.18.2 ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование  
( с двумя профилями подготовки)

Профили подготовки: Физика, Технология

Форма обучения: очная

Пенза – 2016 г.

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Целью освоения дисциплины «Полупроводниковая электроника» является формирование и развитие у студентов профессиональных и специальных компетенций, формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области полупроводниковой электроники и её основных методов, позволяющих подготовить конкурентоспособного выпускника для сферы образования, готового к инновационной творческой реализации в образовательных учреждениях различного уровня и профиля.

## Задачи изучаемой дисциплины:

- содействовать средствами дисциплины «Полупроводниковая электроника» развитию у студентов мотивации к педагогической деятельности, профессионального мышления, коммуникативной готовности, общей культуры;
- научить студентов ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи.

Исходя из конкретного содержания дисциплины:

- сформировать систему знаний и умений по полупроводниковой электронике, необходимых для применения в будущей профессиональной деятельности, изучения смежных дисциплин, проведения научных исследований;
- познакомить студентов с приёмами аналитико-синтетической деятельности при изучении теории и решении задач;
- научить студентов доказательно рассуждать, выдвигать гипотезы и их обоснования;
- научить поиску, систематизации и анализу информации, используя разнообразные информационные источники, включая учебную и справочную литературу;
- научить использовать информационные технологии в будущей профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Спецкурс «Полупроводниковая электроника» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока дисциплин (модулей).

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных в процессе изучения предметов: «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Основы теоретической физики», «Общая и экспериментальная физика».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
СКФ-4	Владение методами теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов, приёмами	<b>Знать:</b> основные методы обработки результатов эксперимента, физическую сущность явлений и процессов природы. <b>Уметь:</b> проводить анализ сущности моделируемого физического процесса или

	компьютерного моделирования	<p>явления.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения знаний физики полупроводников и полупроводниковых приборов для решения прикладных задач; приемами программирования и моделирования в проектных компьютерных средах.</p>
ПК-12	Способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся.	<p><b>Знать:</b> понятийный аппарат, основы современных физических теорий в электронике, позволяющие вести совместную с обучающимися учебно-исследовательскую работу.</p> <p><b>Уметь:</b> организовывать различные этапы учебно-исследовательской деятельности обучающихся.</p> <p><b>Владеть:</b> универсальными методами и приемами, необходимыми для ведения учебно-исследовательской работы.</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

### 4.1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **5** зачётных единиц, **180** часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)			
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					собеседование	тест	контрольная работа	реферат
				Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лабораторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Самостоятельное решение задач	Подготовка к зачету				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18
1.	<b>Полупроводниковая электроника</b>	10		<b>72</b>	<b>24</b>		<b>48</b>	<b>108</b>	<b>56</b>	<b>4</b>	<b>48</b>					
1.1.	Полупроводники и их электрофизические свойства.	10	1-2	12	4		8	14	10	1	7		2			
1.2.	Элементы зонной теории твердого тела.	10	3-4	12	4		8	14	7		7		4		4	
1.3.	Электронно–дырочный переход.	10	5-6	12	4		8	14	10	1	7		5			
1.4.	Полупроводниковые диоды.	10	7-8	12	4		8	14	6	1	7		7			8
1.5.	Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы.	10	9-10	12	4		8	14	7		7		9	9		
1.6.	Тиристоры. Полупроводниковые датчики. Интегральные микросхемы.	10	11-12	12	4		8	14	10	1	7		11			
	<b>Общая трудоемкость 180 часов</b>			<b>72</b>	<b>24</b>		<b>48</b>	<b>108</b>	<b>56</b>	<b>4</b>	<b>48</b>		Промежуточная аттестация			
													Форма	Семестр		
													Зачет с оценкой	10		

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### ПОЛУПРОВОДНИКИ И ИХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ЭЛЕМЕНТЫ ЗОННОЙ ТЕОРИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Собственные и примесные полупроводники. Процессы электропроводности в полупроводниках. Температурные зависимости концентрации, подвижности носителей заряда в полупроводниках и удельной проводимости полупроводников.

### ЭЛЕКТРОННО–ДЫРОЧНЫЙ ПЕРЕХОД

Образование р-n-перехода, контактная разность потенциалов. Ширина р-n-перехода. Вольт–амперная характеристика идеального р-n-перехода. Реальный р-n-переход и его ВАХ. Пробой р-n-перехода. Контакт полупроводника с одним типом электропроводности. Невыпрямляющие контакты и их свойства. Контакт металл-проводник. Гетеропереходы. Диффузионная и барьерная емкость р-n-перехода. Эквивалентные схемы р-n-перехода.

### ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

Выпрямительные диоды. Параметры диодов. Схемы выпрямителей переменного тока. Умножители напряжения. Стабилитроны. Расчет параметрического стабилизатора напряжения. Туннельные и обращенные диоды. Схема генератора на ТД. Методика снятия ВАХ ТД. Варикапы и параметрические диоды. Основные характеристики и применение. Полупроводниковые источники излучения. Светодиоды и их применение. Лазеры. Полупроводниковые приемники излучения (фоторезисторы, фотодиоды, фотоэлементы, оптроны). Приборы с использованием междолинного перехода носителей заряда. Диоды Ганна.

### БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

Принцип действия и основные параметры биполярных транзисторов. Статические ВАХ транзисторов. Влияние режимов работы на параметры транзисторов. Зависимость параметров транзистора от частоты. Граничная и предельные частоты усиления по току. Транзистор как четырехполюсник. Системы параметров транзисторов. Эквивалентные схемы транзистора.

### ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

Полевые транзисторы с управляющим р-n-переходом, ВАХ транзистора. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП–транзисторы), ВАХ–транзистора. Параметры полевых транзисторов. Зависимость параметров транзистора от режима работы, частоты и температуры. Применение полевых транзисторов.

### ТИРИСТОРЫ

Структура и принцип действия тиристора. Параметры и характеристика динисторов и тринисторов. Применение тиристорov.

### ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДАТЧИКИ

Датчики температуры, магнитного поля, тензодатчики. Магнитодиоды и магнитотранзисторы.

### ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Разновидность интегральных микросхем. Технология изготовления ИМС. Усилители на ИМС. Особенности схемотехники на ИМС (генераторы стабильного тока, динамическая нагрузка). Дифференциальные усилители. Операционные усилители (ОУ). Основные параметры ОУ. Методика измерений некоторых параметров ОУ. ОУ как элемент для выполнения математических операций (функциональные преобразователи). ОУ в измерительных устройствах (преобразователи ток–напряжение, напряжение–ток, сопротивление–напряжение). Применение ОУ с нелинейными и управляемыми обратными связями. Генератор на ОУ.

## Лабораторный практикум по полупроводниковой электронике

1. Исследование гальваномагнитных явлений в полупроводниках.
2. Исследование нелинейных полупроводниковых резисторов.
3. Исследование полупроводниковых диодов.
4. Исследование стабилитронов.
5. Исследование туннельного диода.
6. Полупроводниковые фотоприемники.
7. Операционный усилитель.
8. Исследование схем на операционных усилителях.
9. Исследование RC–генератора гармонических колебаний.
10. Релаксационные генераторы.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии: лекции, лабораторные работы, тестирования с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий и др. При организации самостоятельной работы занятий используются следующие образовательные технологии: учебно-методическое сопровождение дисциплины, работа с литературой, пакеты прикладных программ, локальные (университетские, факультетские, кафедральные) и глобальные компьютерные сети и др.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании рефератов и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую, в том числе в компьютерных классах физико-математического факультета с выходом в Интернет и в читальных залах университета.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

1. работа с конспектом лекции (обработка текста);
2. работа над учебным материалом учебника;
3. прохождение компьютерного тестирования обучающего и контролирующего характера;
4. решение задач и упражнений по образцу;
5. решение вариативных задач и упражнений;
6. подготовка к лабораторной работе;
7. обработка результатов лабораторных работ;
8. подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией;
9. поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
10. подготовка к сдаче зачёта.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

### **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

*Виды самостоятельной работы студентов:*

1. Работа с научной и учебно-методической литературой (указывается далее).

2. Подготовка к выполнению работ лабораторного практикума (соответствующие учебно-методические пособия указываются далее).

3. Прохождение компьютерного тестирования обучающего и контролирующего характера.

Вопросы для подготовки к лабораторным работам и краткая теория содержатся в учебно-методическом пособии (основная литература [1]). В данном пособии также даны пошаговые инструкции по выполнению соответствующих физических опытов.

Выполнение каждой лабораторной работы предполагает самостоятельную подготовку студентов к допуску и сдаче работы.

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

Неделя	№ темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Лит-ра
1	2	3	4	5
<b>Семестр 10</b>	<b>1</b>	<b>Полупроводниковая электроника</b>	<b>108</b>	
1-2	<b>1.1.</b>	<p><i>Подготовка к аудиторному занятию:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа с конспектом лекции по теме;</li> <li>– работа с учебником;</li> </ul> <p>написание ответов на вопросы по лабораторной работе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка к выполнению лабораторной работы;</li> </ul> <p>предварительные расчеты, необходимые для выполнения лабораторной работы; написание конспекта лабораторной работы и описания экспериментальной установки;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка отчёта по лабораторной работе;</li> </ul> <p>проведение расчётно-графических работ;</p> <p>написание вывода по работе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решение задач.</li> </ul>	18	<p>Учебно-методические материалы и электронные учебные ресурсы размещенные и/или указанные в разделе дисциплины на учебном портале ПГУ (<a href="http://moodle.pnzgu.ru">moodle.pnzgu.ru</a>) Основная и дополнительная литература.</p>
3-4	<b>1.2.</b>	<p><i>Подготовка к аудиторному занятию:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа с конспектом лекции по теме;</li> <li>– работа с учебником;</li> </ul> <p>написание ответов на вопросы по лабораторной работе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка к выполнению лабораторной работы;</li> </ul> <p>предварительные расчеты, необходимые для выполнения лабораторной работы; написание конспекта лабораторной работы и описания экспериментальной установки;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка отчёта по лабораторной работе;</li> </ul> <p>проведение расчётно-графических работ;</p> <p>написание вывода по работе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка к контрольной работе;</li> <li>– решение задач.</li> </ul>	18	<p>Учебно-методические материалы и электронные учебные ресурсы размещенные и/или указанные в разделе дисциплины на учебном портале ПГУ (<a href="http://moodle.pnzgu.ru">moodle.pnzgu.ru</a>) Основная и дополнительная литература.</p>
5-6	<b>1.3.</b>	<p><i>Подготовка к аудиторному занятию:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа с конспектом лекции по теме;</li> <li>– работа с учебником;</li> </ul> <p>написание ответов на вопросы по лабораторной работе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка к выполнению лабораторной работы;</li> </ul> <p>предварительные расчеты, необходимые для выполнения лабораторной работы; написание конспекта лабораторной работы и описания</p>	18	<p>Учебно-методические материалы и электронные учебные ресурсы размещенные и/или указанные в разделе дисциплины на учебном портале ПГУ</p>

		<p>экспериментальной установки;  – подготовка отчёта по лабораторной работе;  проведение расчётно-графических работ;  написание вывода по работе;  – решение задач.</p>		(moodle.pnzgu.ru) Основная и дополнительная литература.
7-8	1.4	<p>Подготовка к аудиторному занятию:  – работа с конспектом лекции по теме;  – работа с учебником;  написание ответов на вопросы по лабораторной работе;  – подготовка к выполнению лабораторной работы;  предварительные расчеты, необходимые для выполнения лабораторной работы; написание конспекта лабораторной работы и описания экспериментальной установки;  – подготовка отчёта по лабораторной работе;  проведение расчётно-графических работ;  написание вывода по работе;  – написание реферата;  – решение задач.</p>	18	<p>Учебно-методические материалы и электронные учебные ресурсы размещенные и/или указанные в разделе дисциплины на учебном портале ПГУ (moodle.pnzgu.ru)  Основная и дополнительная литература.</p>
9-10	1.5.	<p>Подготовка к аудиторному занятию:  – работа с конспектом лекции по теме;  – работа с учебником;  написание ответов на вопросы по лабораторной работе;  – подготовка к выполнению лабораторной работы;  предварительные расчеты, необходимые для выполнения лабораторной работы; написание конспекта лабораторной работы и описания экспериментальной установки;  – подготовка отчёта по лабораторной работе;  проведение расчётно-графических работ;  написание вывода по работе;  – решение задач.</p>	18	<p>Учебно-методические материалы и электронные учебные ресурсы размещенные и/или указанные в разделе дисциплины на учебном портале ПГУ (moodle.pnzgu.ru)  Основная и дополнительная литература.</p>
11-12	1.6.	<p>Подготовка к аудиторному занятию:  – работа с конспектом лекции по теме;  – работа с учебником;  написание ответов на вопросы по лабораторной работе;  – подготовка к выполнению лабораторной работы;  предварительные расчеты, необходимые для выполнения лабораторной работы; написание конспекта лабораторной работы и описания экспериментальной установки;  – подготовка отчёта по лабораторной работе;  проведение расчётно-графических работ;  написание вывода по работе;  – решение задач.</p>	18	<p>Учебно-методические материалы и электронные учебные ресурсы размещенные и/или указанные в разделе дисциплины на учебном портале ПГУ (moodle.pnzgu.ru)  Основная и дополнительная литература.</p>



## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Каждый студент должен вести самостоятельную работу по основным разделам дисциплины в объемах, не меньших, чем указано программой.

1. Самостоятельная подготовка к лекциям. Для понимания материала лекции необходимо изучить вопросы предшествующей лекции по лекциям и основной литературе и, если возможно, познакомиться с дополнительной литературой.

Для самостоятельной подготовки студентов к темам лекций, к текущему и итоговому контролю необходимо использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу, а также материалы раздела дисциплины учебного портала ПГУ.

2. Самостоятельная подготовка к практическим работам. Контроль качества и объема выполненных заданий осуществляется во время аудиторного занятия в форме собеседования и/или тестирования (компьютерное или бланковое).

*Содержание заданий определяется преподавателем с учетом дифференцированного и личностно-ориентированного подходов.*

3. Написание реферата осуществляется студентом по индивидуально выбранной теме из банка тем рефератов. Содержание и объем реферативной работы определяется преподавателем. Студент самостоятельно осуществляет поиск источников информационного сопровождения работы, критический анализ содержания отобранной информации, компоновку и оформление реферата.

Оценивание реферата осуществляется по единой для всех студентов системе критериев включающих: степень раскрытия темы (при изучении рукописи реферата), уровень владения материалом реферативной работы (в ходе защиты реферата и ответов на вопросы), композиция работы и представления работы на защите.

Защита рефератов осуществляется по решению преподавателя публично во время лекции или практического занятия либо в индивидуальном порядке во внеаудиторное время.

*Представление рукописей рефератов и их предварительное рецензирование осуществляется с использованием дистанционных технологий.*

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов Контроль освоения компетенций

№	Контролируемые темы	Код контролируемой компетенции или её части	Наименование оценочного средства
1	<b>Полупроводниковая электроника</b>		
1.1	Полупроводники и их электрофизические свойства.	СКФ-4	собеседование
1.2	Элементы зонной теории твердого тела.	СКФ-4	собеседование, контрольная работа
1.3	Электронно-дырочный переход.	СКФ-4	собеседование
1.4	Полупроводниковые диоды.	ПК-12, СКФ-4	собеседование, защита реферата
1.5	Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы.	ПК-12, СКФ-4	собеседование, тест
1.6	Тиристоры. Полупроводниковые датчики. Интегральные микросхемы.	ПК-12, СКФ-4	собеседование

Контроль освоения компетенции выполняется:

- для компетенции (СКФ-4) путем оценки степени владения методами теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов, приёмами компьютерного моделирования.
- для компетенции (ПК-12) путем оценки степени владения способностью руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся.

### 6.3.1. Организация текущего контроля

Контроль успеваемости по итогам освоения дисциплины «Полупроводниковая электроника» осуществляется в форме устного или письменного опроса студентов по пройденным темам программы, итогового зачёта по дисциплине «Полупроводниковая электроника».

#### Демонстрационный вариант теста

##### 1. Триггером называют устройство:

1. с двумя устойчивыми состояниями;
2. с одним устойчивым состоянием;
3. с тремя устойчивыми состояниями;
4. без устойчивых состояний;
5. для генерации импульсов;

##### 2. Соотношение между основными параметрами полевого транзистора имеет вид:

1.  $\mu = SR_i$
2.  $I_k = \beta I_b$
3.  $I_k = \alpha I_b$
4.  $R = U/I$
5.  $I_b = (1 - \alpha) I_c$

##### 3. Полупроводниковый диод применяется в устройствах электроники для цепей:

1. выпрямление переменного напряжения;
2. усиление напряжения;
3. стабилизации напряжения;
4. регулирования напряжения;
5. защиты от перенапряжений;

##### 4. Входы операционного усилителя имеют название:

1. инвертирующий и неинвертирующий;
2. прямой и обратный;
3. прямой и инвертный;
4. положительный и отрицательный;
5. фазный и нейтральный;

##### 5. В каком классе работает транзисторный усилитель мощности, если ток покоя оконечного каскада не равен нулю:

1. В
2. D
3. А
4. Е
5. С

##### 6. Наименьшим выходным сопротивлением обладает схема включения транзистора с:

1. ОК
2. ОБ
3. ОИ
4. ОЭ
5. ОС

##### 7. Операционный усилитель работает с входными сигналами

1. токовыми;
2. температурными;

- 3.напряжения;
- 4.шумовыми;
- 5.логическими;

**8. р-п переход образуется при контакте:**

- 1.полупроводник- полупроводник;
- 2.металл-металл;
- 3.металл-полупроводник;
- 4.металл-диэлектрик;
- 5.полупроводник-диэлектрик ;

**9. Триггер имеет количество выходов**

1. 2
2. 1
3. 3
4. 4
5. 5

**10. Дифференциальный усилительный каскад используют с целью:**

- 1.повышения коэффициента усиления;
- 2.уменьшения температуры дрейфа;
- 3.расширения частотного диапазона;
- 4.уменьшение габаритов;
- 5.повышение надежности.

**Пример контрольной работы**

1. Какая контактная разность потенциалов  $\phi_k$  возникает в электронно-дырочном переходе в кремнии при комнатной температуре и концентрации основных носителей заряда  $n_n = 1,5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$  и  $p_p = 3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ .
2. Вычислить напряженность электрического поля в р-п-переходе, если высота потенциального барьера равна 0,7 эВ. Барьерная емкость перехода равна 150 пФ при напряжении равном нулю. Относительная диэлектрическая проницаемость полупроводника равна 12. Переход имеет форму диска радиусом 0,5 мм.
3. Во сколько раз изменится барьерная емкость р-п-перехода при изменении напряжения на переходе от 1 В до 19 В? Переход считать резким. Высота потенциального барьера равна 0,7 В. Во сколько раз изменится добротность на некоторой частоте, если сопротивление потерь не изменится?

**Примерный список рефератов**

1. Физические основы тонкопленочной микроэлектроники.
2. Полупроводниковые интегральные микросхемы.
3. Пленочные интегральные микросхемы.
4. Гибридные интегральные микросхемы.
5. Интегральные микросхемы на базе биполярных транзисторов.
6. Интегральные микросхемы на базе МДП-транзисторов.
7. Транзисторы на основе МДП микроструктур.
8. Технологические основы микроэлектроники. Эпитаксия. Диффузия примесей.
9. Технологические основы микроэлектроники. Ионное легирование. Термическое окисление.
10. Технологические основы микроэлектроники. Травление. Нанесение тонких пленок. Методы получения структур типа Si-SiO<sub>2</sub>-Si.
11. Технологические основы микроэлектроники. Литография. Технология гибридных микросхем.
12. Биполярные транзисторы интегральных микросхем.
13. Особенности структур биполярных транзисторов р-п-р типа.
14. Особенности структур биполярных транзисторов п-р-п типа.
15. Многоэмиттерные транзисторы.
16. Логические элементы. Триггеры.
17. Регистры. Комбинационные устройства.

18. Сумматоры. Счетчики. Арифметическо-логическое устройство.
19. Элементы памяти на биполярных транзисторах.
20. Элементы памяти на МДП-транзисторах.
21. Микропроцессоры.
22. Микроконтроллеры и их применение.

### **6.3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Вопросы к зачету по дисциплине «Полупроводниковая электроника»

1. Собственные и примесные полупроводники.
2. Процессы электропроводности в полупроводниках.
3. Температурные зависимости концентрации, подвижности носителей заряда в полупроводниках и удельной проводимости полупроводников.
4. Образование р-п-перехода, контактная разность потенциалов. Ширина р-п-перехода. Вольт-амперная характеристика идеального р-п-перехода.
5. Реальный р-п-переход и его ВАХ. Пробой р-п-перехода.
6. Контакт полупроводника с одним типом электропроводности. Невыпрямляющие контакты и их свойства.
7. Контакт металл-проводник. Гетеропереходы. Диффузионная и барьерная емкость р-п-перехода. Эквивалентные схемы р-п-перехода.
8. Выпрямительные диоды. Параметры диодов.
9. Схемы выпрямителей переменного тока.
10. Умножители напряжения.
11. Стабилитроны. Расчет параметрического стабилизатора напряжения.
12. Туннельные и обращенные диоды. Схема генератора на ТД. Методика снятия ВАХ ТД.
13. Варикапы и параметрические диоды. Основные характеристики и применение.
14. Полупроводниковые источники излучения. Светодиоды и их применение. Лазеры.
15. Полупроводниковые приемники излучения (фоторезисторы, фотодиоды, фотоэлементы, оптроны). Приборы с использованием междолинного перехода носителей заряда. Диоды Ганна.
16. Принцип действия и основные параметры биполярных транзисторов.
17. Статические ВАХ транзисторов. Влияние режимов работы на параметры транзисторов. Зависимость параметров транзистора от частоты. Граничная и предельные частоты усиления по току.
18. Транзистор как четырехполюсник. Системы параметров транзисторов. Эквивалентные схемы транзистора.
19. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом, ВАХ транзистора.
20. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы), ВАХ-транзистора. Параметры полевых транзисторов. Зависимость параметров транзистора от режима работы, частоты и температуры. Применение полевых транзисторов.
21. Структура и принцип действия тиристора. Параметры и характеристика динисторов и триисторов. Применение тиристоров.
22. Датчики температуры, магнитного поля, тензодатчики.
23. Магнитодиоды и магнитотранзисторы.
24. Разновидность интегральных микросхем. Технология изготовления ИМС.
25. Усилители на ИМС. Особенности схемотехники на ИМС (генераторы стабильного тока, динамическая нагрузка).
26. Дифференциальные усилители. Операционные усилители (ОУ). Основные параметры ОУ. Методика измерений некоторых параметров ОУ.
27. ОУ как элемент для выполнения математических операций (функциональные преобразователи). ОУ в измерительных устройствах (преобразователи ток-напряжение, напряжение-ток, сопротивление-напряжение).
28. Применение ОУ с нелинейными и управляемыми обратными связями. Генератор на ОУ.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

### **7.1. Основная литература**

1. Калинин, Е.Н. Физические основы полупроводниковых приборов с одним р-п-переходом / Е.Н. Калинин, А.В. Калинина, А.Ю. Казаков. – Пенза: ПГУ, 2017. – 56с. (45 экз)
2. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы: учеб. пособие для вузов / В.В. Пасынков. – М.: Лань, 2006. –478с. (10 экз)
3. Рекус, Г.Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями: учебн. пособие для вузов / Г.Г. Рекус. –М.: Высшая школа. –2005.–342с. (12 экз)
4. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник для академического бакалавриата / Л.А. Бессонов. – 12-е изд. испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 317 с.  
Режим доступа:<https://www.biblio-online.ru/viewer/9C73B81A-3363-4FA3-A8FD-7E0A458324AA#page/3>

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Байков, Ю.Г. Физические основы полупроводниковых приборов с двумя р-п-переходами / Ю.Г. Байков, Е.Н. Калинин, А.Ю. Казаков. – Пенза: ПГПУ, 2007. – 88с. (80 экз)

### **7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Electronics Workbench 5.12, Multisim v. 12.
2. Федеральный портал «Российское образование»  
Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
3. Портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»  
Режим доступа: [http:// window.edu.ru/](http://window.edu.ru/)
4. ПО «Microsoft» (подписка Eopen); лицензия № 63167487, лицензия № 61853322;
5. ПО Microsoft Office 2007 регистрационный номер лицензии 89409-708-0942857-65787; Microsoft Office Exel 2007, Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office PowerPoint 2007;
6. ПО «Антивирус Касперского» 2017-2018, договор № 030-17-223 от 22 ноября 2017;
7. ПО «Антивирус Касперского» 2016-2017, , договор № ХП-567116 от 29.08.2016;
8. ПО «Антивирус Касперского» 2015-2016, договор № 30061501 от 30.06.2015;
9. ПО «Антивирус Касперского» 2014-2015, договор № 47763/PNZ1 от 23.07.2014
10. Свободно распространяемое программное обеспечение: Mozilla Firefox; Acrobat Reader 9; Unreal Commander


## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

Лабораторное оборудование лаборатории «Радиотехника» (ауд. № 36 ФФМЕН) и «Лаборатория учебного телевидения» (ауд. № 30 ФФМЕН).

Рабочая программа дисциплины «Полупроводниковая электроника» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Программу составил(а):

1. Калинин Евгений Николаевич, доцент кафедры «Общая физика и методика обучения физике»

 Е.Н. Калинин

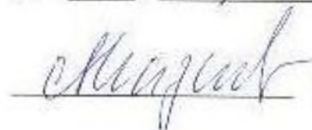
**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры «Общая физика и методика обучения физике»

Протокол № 8

от «12» апреля 2016 года

Заведующий кафедрой

 А.Ю. Казаков

Программа одобрена методической комиссией факультета физико-математических и естественных наук

Протокол № 9

от «13» апреля 2016 года

Председатель методической комиссии  
факультета физико-математических и  
естественных наук

 М. А. Родионов

**Сведения о переутверждении программы  
на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедры)	Внесённые изменения	Номера листов (страниц)		
			заменённых	новых	аннулированных
Рабочая программа дисциплины на ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) 13.04.2016 г. <i>Смирнов</i>					
2016/2017	Переутверждена на 2016/2017 уч. г. (№ 1 от 30.08.2016) <i>Смирнов</i>	-	-	-	-
2017/2018	Переутверждена 2017/2018 уч. г. (№ 1 от 31.08.2017) <i>Смирнов</i>	-	-	-	-
2018-2019	Переутверждена на 2018-2019 уч. г. (№ 1 от 31.08.2018) <i>Смирнов</i>	-	-	-	-
2019-2020	Переутверждена на 2019-2020 уч. г. (№ 1 от 30.08.2019) <i>Смирнов</i>	-	-	-	-