

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ А.Г. Иванов

«_____» _____ 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.14 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Нанотехнологии в электронике

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Физические основы электроники» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Программу составил:

Копытов Г.Ф., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедры радиоп физики и нанотехнологий ФТФ «КубГУ»



подпись

Рабочая программа дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» утверждена на заседании кафедры (разработчика) радиоп физики и нанотехнологий протокол № 9 «2» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиоп физики и нанотехнологий протокол № 9 «2» мая 2017 г.

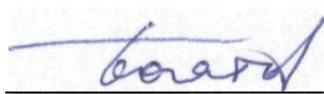
Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 6 «4» мая 2017 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Ф.И.О., должность, место работы, подпись

Ф.И.О., должность, место работы, подпись

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Физические основы электроники» ставит своей целью дать студентам знания принципов работы, теории и методов расчета активных электронных устройств, развить у студентов навыки самостоятельной разработки и применения электронных приборов всех типов, показать роль физических основ электроники в развитии электронных приборов.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи освоения дисциплины:

- освоить современную элементную базу, необходимую для разработки устройств генерации, усиления и преобразования НЧ и СВЧ – колебаний.

- вести студентов в курс современных достижений в области электронных приборов, на основе новых физических эффектов в электронике твердого тела.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Физические основы электроники» входит в базовую часть цикла общепрофессиональных дисциплин базового учебного плана по направлению подготовки бакалавриата 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Для успешного изучения дисциплины необходимо знание основ линейной алгебры, математического анализа, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной и общий курс физики в объеме курсов университета.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *обще*профессиональных компетенций (ОПК):

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	функциональные назначения изучаемых приборов, условные графические обозначения изучаемых приборов, схемы включения и режимы работы электронных приборов, преимущества интегральных схем	объяснять устройство изучаемых приборов, их принцип действия, назначение элементов структуры и их влияние на электрические параметры и частотные свойства, пользоваться справочными эксплуатационными параметрами приборов	навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой

2.	ОПК-3	способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	принцип действия изучаемых приборов и понимать суть физических процессов и явлений, происходящих в них, вид статических характеристик и их семейств в различных схемах включения, физический смысл дифференциальных, частотных и импульсных параметров приборов, основы технологии создания интегральных схем, микросхемотехнику и принцип работы базовых каскадов аналоговых и ячеек цифровых схем	определять дифференциальные параметры по статическим характеристикам, производить пересчет значений параметров, определять тип прибора и схему его включения, объяснять физическое назначение элементов и влияние их параметров на электрические параметры и частотные свойства базовых каскадов аналоговых схем и переходные процессы в базовых ячейках цифровых схем, выбирать на практике оптимальные режимы работы изучаемых схем	навыками компьютерного исследования приборов по их электрическим моделям, навыками расчета базовых каскадов аналоговых и ячеек цифровых схем
3	ОПК-8	способность использовать нормативные документы в своей деятельности	техническую документацию и нормативные документы используемых приборов	применять на практике электронные проборы согласно технической документации и инструкциям к использованию	методами поиска нормативных документов и технической документации

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			7	
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		68,3	68,3	
Занятия лекционного типа		32	32	-
Лабораторные занятия		32	32	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-
		-	-	-
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4	
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:		39,7	39,7	
Проработка учебного (теоретического) материала		20	20	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		8	8	-
Реферат		7	7	-
Подготовка к текущему контролю		4,7	4,7	
Контроль:		36	36	
Подготовка к зачету		0,2	0,2	-
Общая трудоёмкость	час.	144	144	-
	в том числе контактная работа	68,3	68,3	
	зач. ед.	4	4	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ЛР	КСР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Физические основы работы твердотельных приборов	35,8	2	2	-	15,8
2.	Полупроводниковые приборы	34	2	2	-	14
3.	Катодная электроника	34	2	2	-	14
4.	Гетеропереходы и устройства на них	34	2	2	1	14
	Итого по дисциплине:		32	32	4	57,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Физические основы работы твердотельных приборов	Элементы зонной теории. Типы связей. Дефекты кристаллов. Собственные и примесные полупроводники. Зонные диаграммы. Генерация и рекомбинация. Равновесная концентрация. Распределение по энергиям. Влияние поверхн. состояний. Контактная разность потенциалов. Работа выхода р-п-перехода. Контакты п/п, м/п. Диффузия. Дрейфовые токи в р-п-переходах. Математическая модель электронно-дырочного перехода. Инерционные свойства р-п-переходов. Барьерная и диффузионная емкости.	Защита лабораторной работы, написание реферата, рубежный контроль
2.	Полупроводниковые приборы	Туннельный эффект. Туннельные диоды. Ударная ионизация. ЛПД. Эффект Ганна. Диоды Ганна. Гальваномагнитный эффект Холла. Термоэлектр. явления в п/п. Эффекты Пельтье, Зеебека, Томсона.	Защита лабораторной работы, написание реферата, рубежный контроль
3.	Катодная электроника	Катодная электроника. Термоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Холодная электронная эмиссия. Понятие о плазме и электрическом разряде в газах.	Защита лабораторной работы, написание реферата, рубежный контроль
4.	Гетеропереходы и устройства на них	Гетеропереходы. Полезные свойства гетеропереходов. Прямозонные и непрямозонные п/п. Варакторные диоды, р-і-п-диоды, транзисторы.	Защита лабораторной работы, написание реферата.

2.3.2 Занятия семинарского типа

По дисциплине «Физические основы электроники» лабораторные занятия не планируются.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Физические основы работы	Лабораторная работа № 1 Изучение схемы учебной установки	Защита ЛР

	твердотельных приборов	Лабораторная работа № 2 Исследование усилителя мощности радиочастоты	
2.	Полупроводниковые приборы	Лабораторная работа № 3 Исследование умножителя частоты	Защита ЛР
		Лабораторная работа № 4 Исследование нестабильности частоты автогенератора	
3.	Катодная электроника	Лабораторная работа № 5 Исследование амплитудной модуляции	Защита ЛР
		Лабораторная работа № 6 Исследование характеристик п/п выпрямительного диода	
4.	Гетеропереходы и устройства на них	Лабораторная работа № 7 Исследование характеристик п/п фотодиода	Защита ЛР
		Лабораторная работа № 8 Исследование характеристик СВЧ п/п детекторного диода	

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка теоретического материала	Шалимова К.В. Физика полупроводников. Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 392 с.
2.	Подготовка к защите лабораторных работ	Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника. Учеб. пособие для вузов. Под ред. Н.Д.Федорова . – М.: Радио и связь, 1998. – 560с.
3.	Реферат	Электронные приборы. Учебник для вузов. Под ред. Г.Г. Шишкина. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 489с.
4.	Подготовка презентации по теме реферата	1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Шинков А.Д. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1981, - 431 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии

Для проведения большей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержания, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов.

По дисциплине проводятся двухчасовые лекционно-практические занятия. При этом в каждом модуле проводятся практические занятия, посвященные решению типовых задач по расчету основных характеристик и параметров анализируемых электромагнитных полей и электродинамических структур.

Лабораторные занятия выполняются фронтальным методом в обучающей лаборатории типа информационной среды. Она позволяет проводить в диалоге с компьютером контроль знаний студента, а также полуавтоматические физические эксперименты и экранные вычислительные эксперименты.

Это знакомит студентов с современными методами проведения физических и вычислительных экспериментов; позволяет визуализировать сложные пространственно-временные электромагнитные явления; реализовать ряд наглядных «клавиатурных измерений», трудно осуществимых в реальных условиях; увеличить объем и наглядность информации, которую студент может извлечь и усвоить; увеличить производительность труда преподавателя и студента, частично разгрузив их от рутинных учебных операций; повысить интерес к обучению и состязательность студентов путем создания игровых ситуаций за дисплеем, а также за счет более точной дифференциации знаний. Работы в виде экранных экспериментов выполняются студентами на домашнем компьютере.

При проведении лабораторных занятий используется интерактивная форма: визуализация сложных пространственно-временных электромагнитных явлений с использованием компьютерных симуляторов. В процессе практических занятий проводится обсуждение и разбор решений прикладных задач.

Такой инновационный подход позволил внедрить в процесс преподавания учебной дисциплины «Физические основы электроники» новые средства, формы и активные прогрессивные методы обучения. Используемые технологии способствуют реализации студентами своего личностного, познавательного и творческого потенциала и выполнению учебных и учебно-исследовательских работ по личным траекториям.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль:

- контрольные вопросы по разделам учебной программы;
- защита лабораторных работ;
- реферат;
- презентация по теме реферата;
- внутри семестровая аттестация.

Промежуточный контроль:

- экзамен.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Текущий контроль усвоения материала домашних заданий по лабораторным работам

проводится преподавателем устно в форме беседы по содержанию протокола лабораторной работы перед выполнением работы (с использованием метода моделирования конкретных ситуаций). Текущий контроль усвоения материала по изучаемым темам лабораторных работ проводится в компьютерной среде обучающей лаборатории при допуске к работам. Оценка – по 5-ти балльной системе. Текущий контроль усвоения материала учебной дисциплины по изучаемым темам проводится преподавателем устно при защите лабораторных работ. Оценка – по 5-ти балльной системе.

Рубежный контроль усвоения материала СРС проводится в форме 6-ми письменных опросов с оценкой в начале лекционно-практических занятий. Оценка СРС – по 5-ти балльной системе. Экзамен проводится устно по билетам, состоящим из двух теоретических вопросов и одной задачи.

Такой инновационный подход позволил внедрить в процесс преподавания учебной дисциплины «Физические основы электроники» новые средства и активные прогрессивные формы контроля знаний.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Примеры вопросов для подготовки к экзамену

1. Основы электронной теории электропроводности. Отличительные свойства электропроводности полупроводников. Энергия активации проводимости. Равновесные и неравновесные носители заряда. Дрейфовая скорость и ее оценка. Вывод формулы для удельной электропроводности полупроводников. Подвижность носителей заряда. "Горячие" электроны.

2. Модельные представления об электропроводности полупроводников. Генерация. Дырка. Рекомбинация. Удельная электропроводность собственных, примесных и скомпенсированных полупроводников. Основные и неосновные носители. Температурный диапазон применения полупроводниковых приборов.

3. Элементы зонной теории. Особое место валентных электронов. Противоречия классической электродинамики. Гипотеза Планка. Постулаты Бора. Гипотеза де Бройля. Принцип запрета Паули. Образование энергетических зон. Объяснение отличия проводников, полупроводников и диэлектриков на основе зонной теории. Энергетическая диаграмма полупроводника с донорной и акцепторной примесью.

4. Квазиимпульс и эффективная масса. Волновой вектор. Графики энергии свободного электрона и электрона в кристалле. Зоны Бриллюэна. "Отрицательная" масса электрона. Дырка. "Легкие" и "тяжелые" дырки.

$$p = \hbar k, \quad k = 2\pi/\lambda.$$

5. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Плотность квантовых состояний. Функция распределения Ферми-Дирака для электронов. Уровень Ферми. Распределение Максвелла-Больцмана. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Функция распределения для дырок.

$$n = \int_{E_1}^{E_2} f(E, T) N(E) dE, \quad N(E) = \frac{4\pi}{h^3} (2m_n^*)^{3/2} (E - E_C)^{1/2},$$

$$N(E) = \frac{4\pi}{h^3} (2m_p^*)^{3/2} (E_V - E)^{1/2}, \quad f(E, T) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E - F}{kT}\right)}.$$

6. Расчет концентраций электронов и дырок в зонах. Графики функций $N(E)$, $f(E, T)$, dn/dE . Эффективная плотность квантовых состояний. Расположение уровня Ферми в невырожденных и вырожденных полупроводниках. Расчет концентраций носителей (n_i и p_i) для собственного полупроводника.

$$N_C = 2 \left(\frac{2 \pi m_n^* k T}{h^2} \right)^{3/2}, \quad n = N_C \exp\left(-\frac{E_C - F}{kT}\right),$$

$$N_V = 2 \left(\frac{2 \pi m_p^* k T}{h^2} \right)^{3/2}, \quad p = N_V \exp\left(\frac{E_V - F}{kT}\right),$$

$$N_{C(V)} = 2,51 \cdot 10^{19} \left(\frac{m_{n(p)}^*}{m_0} \right)^{3/2} \left(\frac{T}{300} \right)^{3/2} \text{ см}^{-3}.$$

7. Расчет положения уровня Ферми для невырожденных полупроводников (расчеты иллюстрировать графиками): а) если заданы концентрация носителей и температура; б) из условия электрической нейтральности кристалла для собственного полупроводника. Положение уровня Ферми в широком интервале температур. Температуры T_S и T_i .

$$N_d^+ + p - N_a^- - n = 0, \quad T_S = \frac{E_C - E_d}{k \ln(N_C/N_d)}, \quad T_i = \frac{\Delta E}{k \ln(N_V N_C/N_d^2)}.$$

8. Определение ширины запрещенной зоны и глубины залегания примесных уровней по температурной зависимости электропроводности.

$$n = \sqrt{\frac{N_C N_d}{g}} \exp\left(-\frac{E_C - E_d}{2kT}\right), \quad n_i = \sqrt{N_C N_V} \exp\left(-\frac{\Delta E}{2kT}\right).$$

9. Равновесные и неравновесные носители. Квазиуровни Ферми. Высокий и низкий уровень инжекции.

10. Время жизни неравновесных носителей заряда. Оптическая биполярная генерация. Линейная рекомбинация.

$$-\frac{dn}{dt} = \gamma n p - G, \quad n = n_0 + \Delta n, \quad \tau = \frac{1}{\gamma(n_0 + p_0)}.$$

11. Время жизни неравновесных носителей заряда. Оптическая биполярная генерация. Квадратичная рекомбинация. Мгновенное время жизни.

12. Основные виды рекомбинации: межзонная, через ловушки, рекомбинация Оже. Поверхностная рекомбинация. Центры прилипания. Демаркационные уровни.

13. Диффузионные и дрейфовые токи. Уравнение полного тока. Соотношения Эйнштейна.

$$N_n = -D_n \frac{dn}{dx}, \quad \mu_n = D_n \frac{e}{kT}.$$

14. Уравнение непрерывности, учитывающее генерацию, рекомбинацию диффузию и дрейф носителей заряда. Уравнение Пуассона.

$$\frac{\partial \rho_3}{\partial t} = -\text{div } J, \quad J_n = e \mu_n n E + e D_n \frac{dn}{dx}, \quad \frac{\partial n}{\partial t} = G + \frac{1}{e} \frac{\partial J_n}{\partial x} - \frac{n - n_0}{\tau_n}, \quad \frac{dE}{dx} = \frac{\rho_3}{\epsilon \epsilon_0}.$$

15. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда при монополярной проводимости. Длина экранирования. Максвелловское время релаксации.

$$\Delta n \ll n_0, \quad L_D = \sqrt{\frac{\epsilon \epsilon_0 k T}{e^2 n_0}}; \quad \text{div } J = \text{div}(\sigma E) = -\frac{\partial \rho_3}{\partial t}, \quad \text{div } E = \frac{\rho_3}{\epsilon \epsilon_0}, \quad \tau_M = \frac{\epsilon \epsilon_0}{\sigma}.$$

16. Диффузия и дрейф в случае биполярной оптической генерации. Диффузионная длина. Длина дрейфа.

$$\frac{\partial p}{\partial t} = G - \frac{1}{e} \frac{\partial J_p}{\partial x} - \frac{\Delta p}{\tau_p}, \quad \left(G = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial t} = 0 \right), \quad L_D = \sqrt{D_p \tau_p}, \quad L_E = \mu_p E \tau_p.$$

17. Полупроводники в сильных электрических полях. "Разогрев" носителей. Эффект Ганна. Ударная ионизация. Туннельный эффект. Электростатическая ионизация.

18. Физические процессы в контакте металл-полупроводник. Зонные диаграммы металла и полупроводника до контакта и структуры после контакта в состоянии равновесия и при подаче внешнего напряжения. Работа выхода, электронное сродство, контактная разность потенциалов. Распределение объемного заряда и поля. Омические контакты. ВАХ.

19. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Энергетические диаграммы обедненного, инверсного и обогащенного слоев. Быстрые и медленные поверхностные состояния. Эффект поля.

20. Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия. Классификация p-n-переходов. Диаграммы распределения объемного заряда, электрического поля, концентраций носителей. Расчет высоты потенциального барьера. Ширина и барьерная емкость резкого и плавного p-n-перехода.

$$F_n = E_C - kT \ln \frac{N_C}{n}, \quad F_p = E_V + kT \ln \frac{N_V}{p},$$

$$d = d_p + d_n = \sqrt{\frac{2 \epsilon \epsilon_0 \phi_K}{e} \cdot \frac{N_d + N_a}{N_d N_a}}, \quad C = \frac{\epsilon \epsilon_0}{d} = \sqrt{\frac{e \epsilon \epsilon_0}{2 \phi_K} \cdot \frac{N_d N_a}{N_d + N_a}},$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{12 \epsilon \epsilon_0 \phi_K}{e a}}, \quad C = \sqrt[3]{\frac{(\epsilon \epsilon_0)^2 e a}{12 \phi_K}}.$$

21. Неравновесное состояние p-n-перехода. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда. Изменения высоты, ширины барьера и барьерной емкости при прямом и обратном включении. Определение контактной разности потенциалов по вольт-фарадной характеристике. Диффузионная емкость. Расположение квазиуровней Ферми. ВАХ и упрощения при выводе её формулы.

$$J_s = e \left(\frac{D_n n_p}{L_n} + \frac{D_p p_n}{L_p} \right) = e \left(\frac{L_n n_p}{\tau_n} + \frac{L_p p_n}{\tau_p} \right).$$

22. Инерционные свойства p-n-перехода. Гетеропереходы.

23. Приемники оптического излучения. Классификация. Характеристики. Вакуумные и газонаполненные фотоэлементы. Фотоэлектронные умножители (ФЭУ).

24. Фоторезисторы, конструкция и характеристики. Закон Бугера-Ламберта. Два типа фотопроводимости. Другие механизмы поглощения света. Экситон.

25. Фотогальванический эффект. Фотоэлементы, солнечные батареи и их ВАХ. Фотодиоды и их ВАХ. Область спектральной чувствительности полупроводников. Другие полупроводниковые фотоприемники. ЭДС Дембера.

26. Термоэлектрические явления – эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона. Физическая сущность и применение в промышленности. Метод термозонда.

27. Гальваномагнитные эффекты в полупроводниках: Холла, Гаусса, магнитоконцентрационный. Магниторезисторы. Магнитодиоды. Магнитотранзисторы.

28. Квантоворазмерные структуры. Системы низкой размерности. Классические и квантовые размерные эффекты. Квантовые ямы, нити и точки. Сверхрешетка.

29. Электровакуумные приборы. Основные виды эмиссии. Вакуумный диод. Устройство электронно-лучевой трубки с электростатическим управлением.

30. Физические процессы при электрическом разряде в газе. Понятие о плазме. Различные виды разряда в газе и их применение. Физические явления, лежащие в основе конструкций индикаторных приборов.

К экзамену по теоретическому материалу лекционных занятий допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы, подготовившие реферат и презентацию. Зачет проводится в устной форме, при этом студентам задаются 2 вопроса из общего перечня вопросов к экзамену.

Рекомендуется следующие критерии оценки знаний.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

поверхностное знание теоретического материала;

незнание основных законов, понятий и терминов учебной дисциплины, неверное оперирование ими;

грубые стилистические и речевые ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объёме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;

- в целом усвоили основную литературу;

- в ответах на вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса;

- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;

- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;

- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала, который излагают систематизировано, последовательно и уверенно;

- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;

- допускают отдельные погрешности и незначительные ошибки при ответе;

- в ответах не допускает серьезных ошибок и легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «отлично» ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала (знание основных понятий, законов и терминов учебной дисциплины, умение оперировать ими);

- излагают материал логично, последовательно, развернуто и уверенно;

- излагают материал с достаточно четкими формулировками, подтверждаемыми графиками, цифрами или примерами;

- владеют научным стилем речи;

- демонстрируют знание материала лекций, базовых учебников и дополнительной литературы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента

обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников. Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 392 с.
2. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника. Учеб. пособие для вузов. Под ред. Н.Д.Федорова. – М.: Радио и связь, 1998. – 560с.
3. Электронные приборы. Учебник для вузов. Под ред. Г.Г. Шишкина. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 489с.
4. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Шинков А.Д. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1981, - 431 с.
5. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. Под ред. В.А.Терехова. – М.: Высш. шк., 1991, - 351 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники. Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1979. – 448 с.
2. Фридрихов С.А., Мовнин С.Н. Физические основы электронной техники. Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1982. – 608 с.
3. Фистуль В.И. Введение в физику полупроводников. Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1975. – 296 с.
4. Елифанов Г.Н. Физические основы микроэлектроники. Учеб. пособие для вузов. - М.: Советское радио, 1971. – 376с.
5. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность. Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 464 с.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.
2. Журнал прикладной механики и технической физики.
3. Журнал технической физики.
4. Известия ВУЗов. Серия: Физика.
5. Инженерная физика.
6. Успехи физических наук.
7. Физика. Реферативный журнал. ВИНТИ.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Журнал: Современная электроника www.soel.ru
2. Журнал «Техника Связи» — производственный технический журнал, освещает все аспекты телекоммуникаций и связи:
<http://www.t-sv.ru/ozhurnale.html>
3. Сайт интерактивной поддержки проведения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине:
<http://www.adcomlogod.narod.ru>
4. <http://ntb.tti.sfedu.ru/>(сайт научно-технической библиотеки ТТИ ЮФУ);
5. <http://elibrary.ru/> (сайт научной электронной библиотеки);
6. <http://www.exponenta.ru/> (образовательный математический сайт);
7. <http://www.i-exam.ru/> (сайт Научно-исследовательского института мониторинга качества образования, г. Йошкар-Ола).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студентов отводится 32% времени от общей трудоемкости дисциплины. По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины.

- выполнение домашних заданий по практическим занятиям.
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы.
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) Перечень необходимого программного обеспечения

Средства мультимедийной обучающей лаборатории:

- компьютерный класс;
- техническое обеспечение: персональные компьютеры Pentium IV, интерфейсные системы, лабораторные стенды, сменные СВЧ-блоки;
- программное обеспечение: многоуровневых оболочек, файлы физических и вычислительных экспериментов, модули электронного контроля знаний;
- информационное обеспечение: сценарии и банки данных.

2. Электронные презентации к лабораторному практикуму по курсу «Электродинамика и распространение радиоволн».

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 227С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитория 227С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория 311С, укомплектованная оборудованием необходимым для проведения лабораторных работ, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 227С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
5.	Самостоятельная работа	Аудитория 311С, укомплектованная оборудованием необходимым для проведения лабораторных работ, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.