

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д. Асенчик

« 28 » 06 2019»

Регистрационный № УД-45-51/уч.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-36 04 02 «Промышленная электроника»

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 04 02-2013 специальности «Промышленная электроника»; учебных планов № I 36-1-01/уч от 12.02.2015, № I 36-1-34/уч от 17.04.2015, № I 36-1-09/уч от 13.02.2015 специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника».

СОСТАВИТЕЛИ:

Ю.А. Козусев, ст. преподаватель кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.Н. Ковалев, заместитель директора по специальной технике ОАО «Гомельский радиозавод»;

В.С. Захаренко, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная электроника» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого» (протокол № 9 от 17.05.2015);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 03.06.2019);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 06.06.2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение

Учебная программа по дисциплине «Физические основы электронной техники» разработана в соответствии с требованиями к формированию академических, социально-личностных и профессиональных компетенций специалиста в сфере радиоэлектроники.

Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью учебной дисциплины является обучение студентов физическим основам функционирования электронных приборов и элементов микроэлектроники.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных электронных явлений и особенностей взаимодействия электронов с электромагнитными полями и веществом;
- формирование у студентов знаний об электрических процессах в вакууме, газе, твердом теле, полупроводнике.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

- основные свойства электромагнитного поля в веществе;
- основные понятия квантовой механики, статистической физики и физики твердого тела и элементов микроэлектроники;
- физические явления, лежащие в основе принципа действия электронных и квантовых приборов;
- современное состояние и тенденции развития электроники;

уметь:

- анализировать физические процессы в вакууме, газе, твердом теле, полупроводнике;
- анализировать основные электронные явления и особенности взаимодействия электронов с электромагнитными полями и веществом;
- определять влияния внешних факторов на характеристики и параметры компонентов электронной техники;
- работать с технической литературой, справочниками, стандартами, технической документацией по электронным приборам

владеть:

- методами исследования простейших характеристик и параметров физических явлений, лежащих в основе принципа действия электронных приборов;
- навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой, используемой для исследования электрофизических свойств различных сред;
- навыками работы с технической литературой, справочниками, стандартами, технической документацией по электронной технике.

Освоение учебной дисциплины, согласно стандарту специальности, должно обеспечить формирование следующих компетенций:

академические:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

АК-10. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

социально-личностные:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности;

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике;

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные:

ПК-1. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативных документов;

ПК-2. Разрабатывать стендовое и тестирующее оборудование для технологического процесса производства радиоэлектронных средств промышленной электроники;

ПК-3. Выявлять причины повреждения элементов в ходе технологического процесса производства радиоэлектронных средств, разрабатывать предложения по их предупреждению;

ПК-4. В составе группы специалистов проводить сертификацию радиоэлектронных средств промышленной электроники;

ПК-8. В составе группы специалистов осуществлять метрологическую аттестацию и сертификацию изготавливаемых радиоэлектронных средств промышленной электроники;

ПК-9. Используя эксплуатационную документацию, проводить пуско-наладочные работы радиоэлектронных средств промышленной электроники в соответствии с правилами и нормами;

ПК-10. Пользоваться современными контрольно-измерительными приборами для проверки правильности и качества монтажных операций;

ПК-17. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей;

ПК-22. Анализировать перспективы и направления развития элементной базы и современных технологий.

Изучение дисциплины «Физические основы электронной техники» опирается на материал дисциплин «Физика», «Материалы и компоненты электронной техники», «Теория электрических цепей» учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I ступени высшего образования. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Физические основы электронной техники», будут полезны при изучении цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I ступени высшего образования.

Программа дисциплины рассчитана на объем 96 часов всего. Аудиторных часов по дневной форме получения образования – 51, по заочной – 10, по заочной сокращенной – 8.

Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах – 2,5. Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме зачета.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Форма обучения	Дневная	Заочная	Заочная сокращенная
Курс	2	2	1,2
Семестр	3	3,4	2,3
Лекции	34	6	4
Лабораторные занятия	17	4	2
Практические занятия	-	-	2
Всего аудиторных занятий	51	10	8

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Форма обучения	Дневная	Заочная	Заочная сокращенная
Экзамен	-	-	-
Зачет	3 сем.	4 сем.	3 сем.
Тестирование	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение.

Направления развития электроники. Основные физические явления, лежащие в основе работы электронных приборов. Краткий исторический очерк развития электронной техники. Влияние электроники на развитие радиоэлектроники, телекоммуникационных систем, вычислительных систем и других областей науки и техники.

Раздел 1. Элементы квантовой механики

Тема 1.1. Волновые свойства частиц.

Корпускулярно-волновые свойства света. Эффект Комптона. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Волновое уравнение частицы. Уравнение Шредингера. Туннельный эффект. Квантование энергии и момента импульса микрочастицы. Принцип Паули.

Раздел 2. Кристаллические решётки.

Тема 2.1. Структура и виды кристаллических решёток, их характеристики.

Монокристаллы, поликристаллы. Постоянная решетки. Анизотропия. Тетраэдрическая структура кристаллических решеток основных полупроводниковых материалов – германия, кремния, арсенида галлия. Обозначение узлов и направлений в кристаллах. Индексы Миллера.

Раздел 3. Элементы зонной теории твердых тел.

Тема 3.1. Зонный характер энергетического спектра электронов в кристалле.

Обобществление электронов в кристалле. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости. Число уровней в разрешённых зонах. Заполнение зон электронами и электрические свойства твердых тел. Зонные энергетические диаграммы металлов, полупроводников и диэлектриков. Ширина запрещенной зоны для основных полупроводников. Электроны проводимости и дырки валентной зоны. Основные свойства полупроводниковых материалов. Генерация и рекомбинация носителей. Энергетические уровни дефектов и примесей. Доноры и акцепторы. Основные и неосновные носители. Собственные и примесные полупроводники. Положение примесных уровней в полупроводниках.

Раздел 4. Статистика носителей зарядов в полупроводниках и металлах.

Тема 4.1. Статистика носителей зарядов в твёрдых телах.

Функции распределения Максвелла–Больцмана, Ферми–Дирака и Бозе–Эйнштейна. Распределение Ферми–Дирака для металлов. Плотность заполнения уровней в полупроводниках. Определение концентрации носителей в полупроводниках. Положение уровня Ферми. Температурный потенциал. Электростатический и электрохимический потенциалы. Концентрации носителей заряда в собственных полупроводниках. Примесные полупроводники n-типа, p-

типа. Зависимость концентрации носителей заряда от температуры. Вырожденные полупроводники. Компенсированные полупроводники.

Тема 4.2. Физика полупроводников.

Закон действующих масс. Уравнение нейтральности.

Термогенерация и рекомбинация. Равновесная скорость рекомбинации. Время жизни равновесных основных и неосновных зарядов.

Неравновесное состояние полупроводника. Накопление и рассасывание носителей заряда. Неравновесное время жизни основных и неосновных зарядов. Уравнение рассасывания. Постоянная времени рассасывания.

Раздел 5. Электропроводность твердого тела.

Тема 5.1. Кинетические процессы в полупроводниках.

Тепловое движение и его средняя скорость. Дрейфовое движение, подвижность носителей заряда и ее зависимость от температуры и концентрации примесей. Плотность дрейфового тока, удельная проводимость полупроводников и ее зависимость от температуры и концентрации примесей. Движение носителей в сильных электрических полях, зависимость дрейфовой скорости от напряженности электрического поля для различных полупроводников.

Тема 5.2. Диффузионное движение носителей.

Закон Фика. Коэффициент диффузии, плотность диффузионного тока. Соотношение Эйнштейна. Неоднородный полупроводник. Появление электрического поля в неоднородных полупроводниках n-типа и p-типа. Уравнение непрерывности потока. Уравнение диффузии. Стационарное уравнение диффузии. Уравнение Пуассона.

Тема 5.3. Диэлектрическая релаксация.

Время диэлектрической релаксации. Квазинейтральность полупроводника. Модуляция электропроводности.

Релаксация основных зарядов. Релаксация неосновных зарядов. Инжекция и экстракция.

Дрейфовое движение зарядов в однородном и неоднородном полупроводниках.

Тема 5.4. Биполярная диффузия.

Эффект Дембера. Монополярная диффузия. Диффузионная длина.

Тема 5.5. Эффекты в полупроводниках в электрических и магнитных полях.

Возникновение отрицательной дифференциальной проводимости в однородных полупроводниках под действием сильного поля. Эффект Ганна. Эффект Холла.

Раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниках

Тема 6.1. Физические процессы у поверхности полупроводника.

Поверхностные энергетические состояния, особенности движения носителей вблизи поверхности, поверхностная рекомбинация. Полупроводник во внешнем электрическом поле. Эффект поля. Дебаевская длина. Возникновение

поверхностных каналов. Обедненный, обогащенный и инверсионный слой. Эффект поля в собственном и примесных полупроводниках.

Раздел 7. Контактные явления и электрические переходы

Тема 7.1. Работа выхода электронов из металла и полупроводника. Контакт металл-металл. Контактная разность потенциалов. Эффект Зеебека.

Неоднородный полупроводник. Плавная и ступенчатая неоднородности. Потенциальный барьер.

Контакт металл-полупроводник: выпрямляющий (барьер Шоттки) и невыпрямляющий (омический) контакты; физические процессы, вольт - амперная характеристика (ВАХ), энергетические диаграммы

Тема 7.2. Контактные явления в полупроводниках.

Физические процессы в электронно-дырочном переходе. Образование обедненного слоя, условие равновесия. Уравнение Пуассона. Энергетическая диаграмма, распределение потенциала, напряженности электрического поля и объемного заряда в переходе. Высота потенциального барьера и ширина перехода. Симметричный и несимметричный переход. Характеристики, параметры и свойства электронно-дырочного перехода.

Тема 7.3. Типы электрических переходов.

Туннельный эффект в электронно-дырочном переходе.

Гетеропереходы: энергетическая диаграмма, особенности физических процессов и ВАХ.

Структура металл-диэлектрик-полупроводник. Вольт - фарадные характеристики.

Раздел 8. Физические основы оптоэлектроники и квантовой электроники.

Тема 8.1. Внутренний фотоэффект.

Фотопроводимость полупроводников. Фотоэлектрические эффекты в p-n-переходе. Влияние светового потока на ВАХ p-n-перехода.

Виды генерации оптического излучения. Инжекционная люминесценция. Излучательная рекомбинация. Внутренняя квантовая эффективность полупроводникового излучателя. Внешняя квантовая эффективность. Светодиод.

Раздел 9. Физические основы вакуумной и плазменной электроники

Тема 9.1. Основы эмиссионной электроники.

Виды электронной эмиссии: автоэлектронная, взрывная, термоэлектронная, автоэлектронная, фотоэлектронная, вторичная электронная. Термоэлектронные катоды.

Движение электронов в электрических и магнитных полях.

Основные понятия электронной оптики. Электростатические линзы. Магнитные линзы.

Токопрохождение в вакууме. Конвекционный, наведенный и полный ток.

Электрический разряд в газах. Возбуждение и ионизация атомов газа. Виды разрядов: несамостоятельный и самостоятельный, тлеющий, дуговой. Основные свойства и характеристики разрядов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	Количество часов УСР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Введение	1						зачет
1.	Элементы квантовой механики							
1.1	Тема 1.1. Волновые свойства частиц.	2						зачет
2.	Кристаллические решётки							
2.1	Структура и виды кристаллических решёток, их характеристики.	1						зачет
3.	Элементы зонной теории твердых тел							
3.1.	Зонный характер энергетического спектра электронов в кристалле.	2						зачет
3.2	Основные свойства полупроводниковых материалов.	2						зачет
4.	Статистика носителей зарядов в полупроводниках и металлах.							
4.1.	Статистика носителей зарядов в твёрдых телах.	2						зачет
4.2	Физика полупроводников	2						зачет
5.	Электропроводность твердого тела							
5.1.	Кинетические процессы в полупроводниках.	2						зачет
5.2.	Диффузионное движение носителей.	2						зачет
5.3.	Диэлектрическая релаксация	2						зачет
5.4.	Биполярная диффузия.	2						зачет
5.5.	Эффекты в полупроводниках в электрических и магнитных полях.	2						зачет
6.	Поверхностные явления в полупроводниках							
6.1.	Физические процессы у поверхности полупроводника.	2						зачет
7.	Контактные явления и электрические переходы							
7.1.	Работа выхода электронов из металла и полупроводника.	2			4			зачет, л/р
7.2.	Контактные явления в полупроводниках	2			4			зачет, л/р
7.3	Типы электрических переходов	2			2			зачет, л/р
8.	Физические основы оптоэлектроники и квантовой электроники							
8.1.	Внутренний фотоэффект	2			7			зачет, л/р
9.	Физические основы вакуумной и плазменной электроники							
9.1.	Основы эмиссионной электроники	2						зачет
	Текущая аттестация							зачет
	Итого	34			17			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	Количество часов УСР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Введение							зачет
1.	Элементы квантовой механики							
1.1.	Тема 1.1. Волновые свойства частиц.							зачет
2.	Кристаллические решётки							
2.1.	Структура и виды кристаллических решёток, их характеристики.							зачет
3.	Элементы зонной теории твердых тел							
3.1.	Зонный характер энергетического спектра электронов в кристалле.							зачет
3.2.	Основные свойства полупроводниковых материалов.							зачет
4.	Статистика носителей зарядов в полупроводниках и металлах.							
4.1.	Статистика носителей зарядов в твёрдых телах.							зачет
4.2.	Физика полупроводников							зачет
5.	Электропроводность твердого тела							
5.1.	Кинетические процессы в полупроводниках.	1						зачет
5.2.	Диффузионное движение носителей.	1						зачет
5.3.	Диэлектрическая релаксация							зачет
5.4.	Биполярная диффузия.							зачет
5.5.	Эффекты в полупроводниках в электрических и магнитных полях.							зачет
6.	Поверхностные явления в полупроводниках							
6.1.	Физические процессы у поверхности полупроводника.							зачет
7.	Контактные явления и электрические переходы							
7.1.	Работа выхода электронов из металла и полупроводника.	1/2						зачет, л/р
7.2.	Контактные явления в полупроводниках	1/2			2			зачет, л/р
7.3.	Типы электрических переходов			2				зачет, л/р
8.	Физические основы оптоэлектроники и квантовой электроники							
8.1.	Внутренний фотоэффект				-2			зачет, л/р
9.	Физические основы вакуумной и плазменной электроники							
9.1.	Основы эмиссионной электроники							зачет
	Текущая аттестация							зачет
	Итого	4/6		2/-	2/4			

-/1 - количество аудиторных часов: сокращенная/ полная

4. Информационно-методическая часть

4.1. Основная литература

1. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: учебник/ Ф.А. Ткаченко–М: Новое знание; М.: ИНФРА–М, 2011. – 628с.
2. Лачин В.И. Электроника: учебное пособие/ В.И. Лачин, И.С.Савёлов.–Изд. 8–е, Ростов-на-Дону. Феникс, 2010. – 703 с.
3. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники / И.П.Степаненко. – 2-е изд. – Москва: Лаб.Базовых Знаний, 2003 – 488 с.
4. Сушков А. Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учеб. пособие / А. Д. Сушков. – СПб.: Лань, 2004. – 464 с.
5. Пихтин, А. Н. Оптическая и квантовая электроника: учебник для вузов. – М.: Высш.шк., 2001. – 573 с.

4.2. Дополнительная литература

1. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника: учебное пособие для вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. – Москва: БИНОМ, 2009. – 223 с.
2. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы: учеб. пособие для вузов/ А. А. Барыбин. – М.: Физматлит, 2008. – 423 с.
3. Гаврилов, С. А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники: учебное пособие для вузов / С. А. Гаврилов, А. Н. Белов. - Москва: Высшее образование, 2009. – 257 с.
4. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов: учеб. пособие для вузов/ А. И. Лебедев. – М.: Физматлит, 2008. – 487 с.
5. Гуртов В. А. Твердотельная электроника: учеб. пособие. – 2-е изд., доп. – Москва: Техносфера, 2007. – 406 с.
6. Драгунов В. П. Основы нанoeлектроники: учеб. пособие для вузов. – Москва: Физматкнига: Логос, 2006. – 494 с.
7. Терехов, В. А. Задачник по электронным приборам: учеб. пособ. для вузов / В. А. Терехов. – СПб.: Лань, 2003. – 288 с.
8. Бобровский, Ю. Л. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: учеб. пособие для вузов / Ю. Л. Бобровский [и др.]; под ред. Н. Д. Федорова.– М.: Радио и связь, 1998. – 560 с.
9. Булычев А. Л., Прохоренко В. А. Электронные приборы: Учебн. пособие для вузов по спец. "Радиотехника". – Мн.: Выш. шк., 1987.
10. Москатов Е.А. Электронная техника. – Таганрог, 2004. – 121 с.
11. Соболев В. Д. Физические основы электронной техники: учебник для вузов. – Москва: Высшая школа, 1979 – 448с.

12. Фридрихов, С. А. Физические основы электронной техники / С. А. Фридрихов, С. М. Мовнин. – Москва: Высшая школа, 1982 – 608 с.
13. Хандогин, М. С. Электронные приборы: учеб. пособие для студ. радиотех. спец. / М. С. Хандогин. – Минск: БГУИР, 2005. – 188 с
14. Викулин, И. М. Физика полупроводниковых приборов / И. М. Викулин, В. И. Стафеев. – 2-е изд. – Москва: Радио и связь, 1990 – 264 с.
15. Булычев А. Л. Электронные приборы: Учеб. / А. Л. Булычев, П.М. Лямин, Е.С. Тулинов. – Мн.: Выш. шк., 1999. – 415 с.
16. Электронные приборы: Учебник для вузов/ В.Н. Дулин и др.; Под ред. Г.Г.Шишкина. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
17. Тугов Н. М. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов/ Н.М.Тугов, Б. А. Глебов, Н. А. Чарыков; Под ред. В. А. Лабунцова. М.: Энергоатомиздат, 1990.
18. Гусев В.Г., Гусев Г.М. Электроника. Издание второе. М: Высш. шк., 1991.
19. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы. М: Высш. шк., 1987.

4.3. Учебно-методические комплексы

1. Шуликов, В. И.; Ростоккина, О. М. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Физические основы электронной техники»: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2011.

4.4. Перечень компьютерных программ и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

1. Методические указания по выполнению контрольной работы курса "Физические основы электронной техники" для студентов заочного факультета спец. 20.05 / Н. И. Иванова; Каф."Промышленная электроника". - Гомель: ГПИ, 1995 - 93 с.
2. Практическое пособие и задания по выполнению контрольной работы курса "Физические основы электронной техники" для студентов заочного факультета спец. Т.07.02.00 / Н. И. Иванова; кафедра "Промышленная электроника". – Гомель: ГПИ, 1999. – 60 с.
3. Практическое пособие "Физические основы электронной техники" к лабораторным работам для студентов специальности I-36 04 02 / Б. А. Верига, В. И. Шуликов ; кафедра "Промышленная электроника". – Гомель: ГГТУ, 2004. – 22 с.
4. Практическое пособие "Физические основы электронной техники" по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 1-36 04 02 "Промышленная электроника" дневной и заочной форм обучения: кафедра "Промышленная электроника" / Б. А. Верига, О. В. Гуреева, В. И. Шуликов. - Гомель: ГГТУ, 2006 - 36 с.

5. Лабораторный практикум "Физические основы электронной техники" по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 04 02 "Промышленная электроника" дневной формы обучения: В 3 ч. / Б. А. Верига, О. В. Гуреева; кафедра "Промышленная электроника". - Гомель: ГГТУ, 2006 - 17 с.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Исследование ВАХ и параметров электрических переходов.
2. Исследование гальваномагнитных явлений в полупроводниках.
3. Экспериментальное исследование туннельного эффекта.
4. Изучение термоэлектрических явлений.
5. Изучение фотопроводимости полупроводников.
6. Изучение фотоэлектрических свойств р-п-переходов, исследование фотодиодов.
7. Изучение полупроводниковых лазеров.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Расчет высоты потенциального барьера

Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины «Физические основы электронной техники» привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

Лабораторные занятия проводятся с использованием лабораторных стендов путем проведения экспериментальных исследований. Оформление отчетов производится на персональных компьютерах. Контроль знаний проводится в ходе защиты лабораторной работы.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» №33, утвержденного ректором университета 14.10.2014.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области экономических и правовых аспектов предпринимательской деятельности в сфере промышленной электроники.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины «Физические основы электронной техники» предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

- контролируемая самостоятельная работа (проведение исследований необходимых для выполнения лабораторных работ в аудитории под контролем преподавателя);

- управляемая самостоятельная работа (выполнение теоретических расчетов и моделирования устройств при опосредованном контроле и управлении со стороны преподавателя);

- собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (зачету), организованная студентом самостоятельно).

Для организации эффективной самостоятельной работы студентов используется учебно-методическое обеспечение дисциплины, включающее современные информационные ресурсы и технологии -электронный учебно-методический комплекс дисциплины.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования первой степени. Ее компоненты представлены:

- требованиями к осуществлению диагностики (определение объекта диагностики, измерение степени соответствия учебных достижений студента требованиям Образовательного стандарта ОСВО 1-36 04 02-2013, оценивание результатов измерения на основе принятой шкалы оценок);

- шкалой оценок (оценка промежуточных и итоговых (экзаменационных) достижений студента производится по десятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненных заданий, предусмотренных планом);

- критериями оценок, разработанными учреждением образования;

- инструментарием диагностики (выполнение и защита лабораторных работ, макетирование устройств (ПК-13, ПК-22, ПК-23);

Для диагностики соответствия учебных достижений студента предъявляемым требованиям используются типовые индивидуальные и лабораторные и практические работы, тесты для контроля знаний (АК-1 – АК-9, СЛК-1 – СЛК-6).

Диагностика компетенций студента проводится в устной (ответы на занятиях, оценивание решения учебно-деловых ситуаций), письменной (контрольный опросы, письменное представление выполненных практических заданий, доклады и рефераты) и устно-письменной (зачет) формах. (АК-1 – АК-9, СЛК-1 – СЛК-6).

Итоговая диагностика компетенций студента проводится с использованием контрольных вопросов и заданий, а также зачета.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО
«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
1. Электронные приборы	Промышленная электроника		
2.. Схемотехника аналоговых устройств	Промышленная электроника		
3. Микроэлектроника и микросхемотехника	Промышленная электроника		
4. Преобразовательная техники	Промышленная электроника		

Зав. кафедрой _____ Ю.В. Крышнев
(ФИО, подпись)