

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

УО «ГГТУ им. П.О.Сухого»


_____ О.Д. Асенчик

«3» 10. 2014

Регистрационный № УДг -200-57р.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-36 04 02

«Промышленная электроника»

Факультет автоматизированных и информационных систем

Кафедра Промышленная электроника

Курс (курсы) 2

Семестр (семестры) 4

Лекции 34
(количество часов)

Экзамен -
(семестр)

Практические (семинарские)
занятия -
(количество часов)

Зачет 4
(семестр)

Лабораторные
занятия 17
(количество часов)

Курсовая работа (проект) -
(семестр)

Аудиторных часов
по учебной дисциплине 51
(количество часов)

Всего часов
по учебной дисциплине 96
(количество часов)

Форма получения
высшего образования дневная

Составил Ю.А. Козусев
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

2014

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

Учебная программа составлена на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Физические основы электронной техники» для специальности 1-36 04 02 Промышленная электроника, № УД-940/уч от 12.06.2014.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Промышленная электроника»

28.08.2014, протокол №1

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

Ю.В.

(подпись)

Ю.В. Крышнев

(И.О. Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем

3.09.2014, №1

(дата, номер протокола)

Председатель

Г.И.

(подпись)

Г.И. Селиверстов

(И.О. Фамилия)

1. Пояснительная записка

Учебная программа по дисциплине «Физические основы электронной техники» для студентов дневной формы обучения специальности I степени высшего образования 1-36 04 02 «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» разработана в соответствии с учебной программой учреждения высшего образования № УД-940/уч от 12.06.2014.

1.1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является изучение физических процессов и явлений в вакууме, полупроводниках и различного рода контактах, использующихся при разработке приборов твердотельной электроники

Задачи учебной дисциплины:

- обучение студентов физическим основам функционирования электронных приборов и элементов микроэлектроники
- 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 характеризовать:

- основные положения физики твердого тела;
- основные понятия кристаллографии;
- физические процессы в вакууме, газе, твердом теле, полупроводнике;

уметь анализировать:

- основные электронные явления и особенности взаимодействия электронов с электромагнитными полями и веществом;
- влияния внешних факторов на характеристики и параметры компонентов электронной техники;

приобрести навыки:

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

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

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.

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 пусконаладочные 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 «Химия», «Физика» общего среднего образования, материал дисциплин «Физика», «Материалы и компоненты электронной техники» 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, а также при изучении цикла дисциплин специаль-

ной подготовки учебного плана специальности 1-41 80 02 «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники» II ступени высшего образования.

Программа дисциплины «Физические основы электронной техники» рассчитана на объем 96 учебных часов, из них аудиторных – 51 час. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 34 часа, лабораторных занятий – 17 часов.

2. Содержание учебного материала

2.1. Лекционные занятия

№ п.п.	Наименование темы, содержание лекции	Объем в часах
4-й семестр		
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.	1
Раздел 1. Элементы квантовой механики.		
1.1	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.	2
Раздел 2. Кристаллические решётки		
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.	1
Раздел 3. Элементы зонной теории твердых тел.		
3.1	Обобществление электронов в кристалле. Зонный характер энергетического спектра 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.	2
3.2	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.	2

Раздел 4. Статистика носителей зарядов в полупроводниках и металлах.		
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. Примесный полупроводники n - типа, p - типа. Зависимость концентрации носителей заряда от температуры. Вырожденные полупроводники. Компенсированные полупроводники.	2
4.2	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.	2
Раздел 5. Электропроводность твердого тела.		
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.	2
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.	2
5.3	Диэлектрическая релаксация. Время диэлектрической релаксации. Квазинейтральность полупроводника. Модуляция электропроводности. Релаксация основных зарядов. Релаксация неосновных зарядов. Инжекция и экстракция. Дрейфовое движение за рядов в однородном и неоднородном полупроводниках.	2
5.4	Биполярная диффузия. Эффект Дембера. Монополярная диффузия. Диффузионная длина.	2
5.5	Возникновение отрицательной дифференциальной проводимости в однородных полупроводниках под действием сильного поля. Эффект Ганна. Эффект Холла.	2
Раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниках.		
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 слои. Эффект поля	2

	в собственном и примесных полупроводниках.	
Раздел 7. Контактные явления и электрические переходы.		
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 Шотки) и невыпрямляющий (омический) контакты; физические процессы, вольт-амперная характеристика (ВАХ), энергетические диаграммы.	2
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.	2
7.3	Туннельный эффект в электронно-дырочном переходе. Гетеропереходы: энергетическая диаграмма, особенности физических процессов и ВАХ. Структура металл-диэлектрик-полупроводник. Вольт-фарадные характеристики.	2
Раздел 8. Физические основы оптоэлектроники и квантовой электроники.		
8.1	Внутренний фотоэффект. Фотопроводимость полупроводников. Фотоэлектрические эффекты в р-п-переходе. Влияние светового потока на ВАХ р-п-перехода. Виды генерации оптического излучения. Инжекционная люминесценция. Излучательная рекомбинация. Внутренняя квантовая эффективность полупроводникового излучателя. Внешняя квантовая эффективность. Светодиод.	2
Раздел 9. Физические основы вакуумной и плазменной электроники.		
9.1	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. Токпрохождение 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.	2
Итого:		34

2.2. Лабораторные занятия

№ п.п.	Наименование темы, содержание занятия	Объем в часах
4-й семестр		
1	Исследование ВАХ и параметров электрических переходов.	4

2	Исследование гальваномагнитных явлений в полупроводниках.	2
3	Экспериментальное исследование туннельного эффекта.	2
4	Изучение термоэлектрических явлений.	2
5	Изучение фотопроводимости полупроводников.	2
6	Изучение фотоэлектрических свойств р-п-переходов, исследование фотодиодов.	3
7	Изучение полупроводниковых лазеров.	2
Итого:		17 ✓

Библиотека ГГТУ им. П.О.Скуридина

3. Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-й семестр								
	Введение (1 ч.)	1						зачет
	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.	1						зачет
1.	Элементы квантовой механики (2 ч.)	2						зачет
1.1	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.	2						зачет
2.	Кристаллические решётки (1 ч.)	1						зачет, тест
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 кристал-	1						зачет, тест

	лах. Индексы Миллера.							
3.	Элементы зонной теории твердых тел (4 ч.)	4						зачет, тест
3.1	Обобществление электронов в кристалле. Зонный характер энергетического спектра электронов в кристалле. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости. Число уровней в разрешенных зонах. Заполнение зон электронами и электрические свойства твердых тел. Зонные энергетические диаграммы металлов, полупроводников и диэлектриков. Ширина запрещенной зоны для основных полупроводников.	2						зачет, тест
3.2	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.	2						зачет, тест
4.	Статистика носителей зарядов в полупроводниках и металлах. (4 ч.)	4						зачет, тест
4.1	Статистика носителей зарядов в твердых 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.	2						зачет, тест
4.2	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.	2						зачет, тест
5.	Электропроводность твердого тела (10 ч.)	10						зачет, тест
5.1	Кинетические процессы в полупроводниках. Тепловое движение и его средняя	2						зачет,

	<p>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.</p>						тест
5.2	<p>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.</p>	2					зачет, тест
5.3	<p>Диэлектрическая релаксация. Время диэлектрической релаксации. Квази-нейтральность полупроводника. Модуляция электропроводности. Релаксация основных зарядов. Релаксация неосновных зарядов. Инжекция и экстракция. Дрейфовое движение за рядов в однородном и неоднородном полупроводниках.</p>	2					зачет, тест
5.4	<p>Биполярная диффузия. Эффект Дембера. Монополярная диффузия. Диффузионная длина.</p>	2					зачет, тест
5.5	<p>Возникновение отрицательной дифференциальной проводимости в однородных полупроводниках под действием сильного поля. Эффект Ганна. Эффект Холла.</p>	2					зачет, тест
6.	<p>Поверхностные явления в полупроводниках (2 ч.)</p>	2					зачет, тест
6.1	<p>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.</p>	2					зачет, тест
7.	<p>Контактные явления и электрические переходы (16 ч.)</p>	6			10		зачет, защита л/р
7.1	<p>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 Шотки) и невыпрям-</p>	2			4		зачет, защита л/р

	ляющий (омический) контакты; физические процессы, вольт-амперная характеристика (ВАХ), энергетические диаграммы.						
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.	2		4			зачет, защита л/р
7.3	Туннельный эффект в электронно-дырочном переходе. Гетеропереходы: энергетическая диаграмма, особенности физических процессов и ВАХ. Структура металл-диэлектрик-полупроводник. Вольт-фарадные характеристики.	2		2			зачет, защита л/р
8.	Физические основы оптоэлектроники и квантовой электроники (9 ч.)	2		7			зачет, защита л/р
8.1	Внутренний фотоэффект. Фотопроводимость полупроводников. Фотоэлектрические эффекты в р-п-переходе. Влияние светового потока на ВАХ р-п-перехода. Виды генерации оптического излучения. Инжекционная люминесценция. Излучательная рекомбинация. Внутренняя квантовая эффективность полупроводникового излучателя. Внешняя квантовая эффективность. Светодиод.	2		7			зачет, защита л/р
9.	Физические основы вакуумной и плазменной электроники (6 ч.)	2					зачет
9.1	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. Токпрохождение 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.	2					зачет

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. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : учеб. пособие для вузов/ А. А. Барыбин. – М.: Физматлит, 2008.– 423 с.
4. 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.
5. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов : учеб. пособие для вузов/ А. И. Лебедев. – М. : Физматлит, 2008.– 487 с.
6. Гуртов В. А. Твердотельная электроника : учеб. пособие . - 2-е изд., доп. - Москва : Техносфера, 2007 - 406с.
7. Драгунов В. П. Основы нанoeлектроники : учеб. пособие для вузов. - Москва : Физматкнига : Логос, 2006 - 494с.
8. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники / И.П.Степаненко. - 2-е изд. - Москва : Лаб.Базовых Знаний, 2003 - 488с.
9. 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.
10. Викулин, И. М. Физика полупроводниковых приборов / И. М. Викулин, В. И. Стафеев. - 2-е изд. - Москва : Радио и связь, 1990 – 264 с.
11. Булычев А. Л. Электронные приборы: Учеб./ А. Л. Булычев, П.М. Лямин, Е.С. Тулинов. - Мн.: Выш. шк., 1999. 415 с.
12. Электронные приборы: Учебник для вузов/ В.Н. Дулин и др.; Под ред. Г.Г.Шишкина.- М.: Энергоатомиздат, 1989.
13. 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.
14. Гусев В.Г., Гусев Г.М. Электроника. Издание второе. М: Высш. шк., 1991.
15. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы. М: Высш. шк., 1987.

4.2. Дополнительная литература

1. Булычев А. Л., Прохоренко В. А. Электронные приборы: Учебн. пособие для вузов по спец. "Радиотехника". - Мн.: Выш. шк., 1987.
2. Москатов Е.А. Электронная техника. – Таганрог, 2004. - 121 с.
3. Соболев В. Д. Физические основы электронной техники : учебник для вузов. - Москва : Высшая школа, 1979 - 448с.
4. Фридрихов С. А. Физические основы электронной техники / С. А. Фридрихов, С. М. Мовнин. - Москва : Высшая школа, 1982 - 608 с.
5. Хандогин М. С. Электронные приборы : учеб. пособие для студ. радиотех. спец. / М. С. Хандогин. – Минск : БГУИР, 2005. – 188 с

4.3. Учебно-методические комплексы

1. Шуликов В. И.; Росточкина 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. УДК 621.38

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. УДК 621.382

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. УДК 621.384

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. УДК 621.384(075.8)

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. УДК 621.384(075.8)

Список литературы сверен  / *Александр М.В.*

5. Протокол согласования учебной программы по изучаемой учебной дисциплине с другими дисциплинами специальности

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. Материалы и компоненты электронной техники	Промышленная электроника	нет <i>Юр</i>	28.08.2014, протокол №1
2. Физика	Физика	нет <i>Юр</i>	28.08.2014, протокол №1.

Зав. кафедрой _____

Юр

Ю.В. Крышнев

(ФИО, подпись)

Библиотека ГТТИ