

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



44

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ**

(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

**Автоматизация технологических процессов и производств**  
**(промышленность)**

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**бакалавр**

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная, заочная и др.)


**Институт: Информационных технологий и управляющих систем**

**Кафедра: Технической кибернетики**


Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. №200
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат).

44  
Составитель (составители): доцент  (Д.В. Величко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
техническая кибернетика  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » 04 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 04 2015 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » 04 2015 г., протокол № 6/1

Председатель: к.т.н., доц.  (Ю.И. Солопов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-20	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> принципы функционирования, основные характеристики и параметры, условные графические обозначения современных полупроводниковых приборов, применяемых в электронике.</p> <p><b>Уметь:</b> грамотно производить определение основных параметров и характеристик полупроводниковых приборов, пользоваться справочной литературой.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора средств и методов электрических измерений, оценки достоверности получаемых результатов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физика (электричество и магнетизм, теория твердого тела)
2	Математика (дифференциальное и интегральное исчисление)
3	Химия (теория валентных связей, зонная теория кристаллов)

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
2	Технические средства систем управления роботов
3	Микроконтроллеры в робототехнических системах

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	68	68
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	112	112
Курсовой проект	51	51
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	61	61
<b>Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)</b>	экзамен (36)	экзамен (36)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<b><u>1. Введение</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Предмет, проблемы и задачи курса. Исторический экскурс. Основные понятия и определения	2			4
	ИТОГО	2			4
<b><u>2. Принципы зонной теории твёрдого тела</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Образование энергетических зон. Энергетические диаграммы твердых тел	2			4
	ИТОГО	2			4
<b><u>3. Электропроводность полупроводников</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Свойства полупроводников, выделяющие их в особый класс. Структура полупроводников (пространственное и плоскостное изображение кристаллической решётки). Подвижные носители заряда в полупроводниках	2			4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практиче ские занятия	Лаборатор ные занятия	Самостоя тельная работа
	(электронная и дырочная электропроводимость). Равновесная концентрация носителей заряда в собственном полупроводнике				
2	Примеси в полупроводниках (донорные и акцепторные). Примесные полупроводники (полупроводники <i>n</i> -типа, полупроводники <i>p</i> -типа). Компенсация примеси. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в примесном полупроводнике	2			4
3	Время жизни неравновесных носителей заряда. Виды рекомбинации. Механизмы генерации и рекомбинации пар носителей заряда. Стадии рекомбинации через ловушки	2			4
	<b>ИТОГО</b>	6			12
<b><u>4. Движение носителей заряда</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Диффузия. Дрейф. Диффузионная длина. Подвижность носителей заряда	2			4
	<b>ИТОГО</b>	2			4
<b><u>5. Электронно-дырочный и металло-полупроводниковый переходы</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Структура и принцип действия электронно-дырочного перехода. Энергетическая диаграмма <i>p-n</i> -перехода. Потенциальный барьер <i>p-n</i> -перехода. Прямое смещение <i>p-n</i> -перехода. Инжекция. Прямая ветвь вольт-амперной характеристики (ВАХ) <i>p-n</i> -перехода. Обратное смещение <i>p-n</i> -перехода. Экстракция. Составляющие обратного тока <i>p-n</i> -перехода (механизм образования теплового тока насыщения, механизм образования тока термогенерации). Обратная ветвь вольт-амперной характеристики <i>p-n</i> -перехода. Дифференциальное сопротивление <i>p-n</i> -перехода. Вольт-амперная характеристика реального <i>p-n</i> -перехода. Модели вольт-амперной характеристики. Ёмкости <i>p-n</i> -перехода (барьерная, диффузионная). Вольт-фарадные характеристики барьерной и диффузионной емкостей <i>p-n</i> -перехода. Частотные характеристики барьерной и диффузионной емкостей <i>p-n</i> -перехода. Эквивалентные схемы <i>p-n</i> -перехода. Пробои <i>p-n</i> -перехода (лавинный, туннельный, тепловой). Переходные процессы в <i>p-n</i> -переходах (при больших напряжениях и токах, при малых напряжениях и токах)	6	4		18
2	Металло-полупроводниковые переходы.	2	2		6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практиче ские занятия	Лаборатор ные занятия	Самостоя тельная работа
	Переход с барьером Шоттки. Омический контакт				
	ИТОГО	8	6		24
<b><u>6. Полупроводниковые приборы</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Классификация диодов. Применение выпрямительных диодов в схемах однополупериодного выпрямителя и амплитудного ограничителя напряжения. Варикапы. Применение варикапа для настройки колебательного контура. Стабилитроны. Применение стабилитрона для стабилизации постоянного напряжения. Термокомпенсированные стабилитроны. Стабисторы. Импульсные диоды	4	4	6	16
2	Биполярные транзисторы (БпТ). Структура и условное графическое обозначение биполярных транзисторов. Режимы работы биполярных транзисторов. Условия взаимодействия <i>p-n</i> -переходов в биполярных транзисторах. Принцип действия биполярных транзисторов. Распределение токов в биполярном транзисторе. Соотношение между токами в биполярном транзисторе. Зависимость коэффициента передачи тока от тока эмиттера. Потенциальная диаграмма биполярных транзисторов. Распределение концентрации неосновных носителей заряда в базе. Модуляция толщины базы (эффект Эрли, эффект Кирка). Основные схемы включения биполярного транзистора. Определение режима работы биполярного транзистора. Статические вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов. Динамика работы биполярного транзистора. Сравнительный анализ усилительных каскадов на основе биполярных транзисторов. Частотные свойства биполярных транзисторов. Шумы в биполярных транзисторах. Пробои биполярных транзисторов	4	3	6	18
3	Классификация тиристоров. Структура и принцип действия диодных тиристоров (динисторов). Вольт-амперная характеристика диодного тиристора. Двухтранзисторная модель работы диодного тиристора. Условное графическое обозначение диодного тиристора. Структура и принцип действия триодных тиристоров (тринисторов). Вольт-амперные характеристики триодного тиристора.	2	2	2	12

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практиче- ские занятия	Лаборатор- ные занятия	Самостоя- тельная работа
	Условные графические обозначения триодных тиристоров. Структура и принцип действия симметричных тиристоров (симисторов). Вольт-амперные характеристики симметричных тиристоров. Условные графические обозначения симметричных тиристоров. Динамика работы тиристора. Эффект $dU/dt$ . Применение тиристора в релаксационном генераторе пилообразных колебаний				
4	Классификация полевых транзисторов. Структура и принцип действия полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом. Статические вольт-амперные характеристики полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом. Условное графическое обозначение полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом. Структура и принцип действия МДП-транзистора со встроенным каналом. Статические вольт-амперные характеристики МДП-транзистора со встроенным каналом. Условное графическое обозначение МДП-транзистора со встроенным каналом. Структура и принцип действия МДП-транзистора с индуцированным каналом. Статические вольт-амперные характеристики МДП-транзистора с индуцированным каналом. Условное графическое обозначение МДП-транзистора с индуцированным каналом	2	2	2	12
5	Принципы действия фотоэлектрических полупроводниковых приборов (фоторезистор, фотодиод, фототранзистор). Элементы практических схем с фотоэлектрическими приборами	2		1	6
	ИТОГО	14	11	17	64
	ВСЕГО	34	17	17	112

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Тема практического занятия	Кол-во часов
1	Выпрямители напряжения	2
2	Параметрический стабилизатор постоянного напряжения	2
3	Схема электронной настройки колебательного контура с варикапом	2
4	Амплитудные ограничители напряжения	2
5	Диодные ключи	2
6	Усилительные каскады на биполярных транзисторах	2
7	Усилительные каскады на полевых транзисторах	2

№ п/п	Тема практического занятия	Кол-во часов
8	Релаксационный генератор пилообразных колебаний на тиристоре	2
9	Схема с фазовым регулированием анодного тока на триодном тиристоре	1
ИТОГО		17

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов
1, 2	2,3,4,5,6	Полупроводниковые диоды в схемах выпрямления и стабилизации напряжения, а также высокочастотные и импульсные диоды	6
3, 4	3, 4, 5, 6	Биполярный транзистор в режимах постоянного тока и усиления малых сигналов	6
5	3, 4, 5, 6	Полевые транзисторы	2
6	3, 4, 5, 6	Диодные и триодные тиристоры	2
7	3, 4, 5, 6	Фотоэлектрические полупроводниковые приборы	1
ИТОГО			17

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Содержание вопросов
1	Что такое электронно-дырочный переход?
2	Что такое контактная разность потенциалов?
3	Назовите основные составляющие тока в р-п-переходе.
4	Что такое обратный ток р-п - перехода и как он зависит от температуры?
5	Какое влияние оказывает внешнее прямое и обратное напряжение на свойства р-п-перехода?
6	Чем отличается диффузия и дрейф носителей заряда?
7	Объяснить основное свойство р-п-перехода и изобразить его вольт-амперную характеристику.
8	Что такое пробой р-п-перехода? Какое практическое значение имеет электрический пробой?
9	Перечислите основные параметры стабилитрона.
10	Что такое стабилитроны и двуанодные стабилитроны?
11	С чем связано появление выброса напряжения на переходной характеристике при включении импульсного диода?
12	Как изменяются ток и напряжение на диоде при его включении?
13	Что такое время установления $t_{уст}$ и время восстановления $t_{восм}$ ?
14	Как зависит время установления и восстановления от амплитуды прямого и обратного тока?
15	Каковы способы уменьшения времени жизни неосновных носителей заряда?
16	Что такое барьерная и диффузионная емкость?



№ п/п	Содержание вопросов
17	Как зависит величина барьерной емкости от напряжения на диоде?
18	В чем состоит отличие между транзисторами р-п-р типа и п-р-п типа?
19	Что такое коэффициент инжекции?
20	Что такое коэффициент переноса?
21	Что такое эффект модуляции ширины базы (эффект Эрли)?
22	Как и почему влияет напряжение $U_{кб}$ на положение входной статической характеристики в схеме включения транзистора с общей базой (ОБ)?
23	Какие процессы в структуре транзистора определяют ток в выводе базы?
24	Как связаны ток эмиттера, базы и коллектора?
25	Почему выходные вольт-амперные характеристики в схеме ОБ заходят за ось ординат?
26	Как с помощью коллекторных и эмиттерных характеристик определять h-параметры транзистора в схеме с ОБ?
27	Что такое насыщение и отсечка в биполярном транзисторе? Показать эти области на вольт-амперных характеристиках транзистора, включенного по схеме ОБ.
28	Каким образом напряжение $U_{кэ}$ влияет на положение входной (базовой) характеристики в схеме ОЭ?
29	Почему наклон выходных (коллекторных) характеристик в схеме ОЭ больше, чем в схеме ОБ?
30	Почему выходные характеристики в схеме ОЭ выходят, приблизительно, из начала координат, а в схеме ОБ заходят в область отрицательных значений коллекторного напряжения?
31	Почему входные характеристики в схеме ОБ выходят из начала координат, а в схеме ОЭ заходят за ось абсцисс?
32	Как связаны коэффициенты передачи тока в схеме ОБ и ОЭ?
33	Каков физический смысл каждого из h-параметров транзистора?
34	Какая из схем включения транзистора имеет наибольшее усиление по мощности?
35	По какой причине сопротивление запертого коллекторного перехода $r_{к(б)}$ в схеме ОБ больше, чем в схеме ОЭ?
36	Написать основные условия инжекции, экстракции в малой рекомбинации для транзистора р-п-р и п-р-п структур.
37	Какой ток течет в выводе коллектора в режиме отсечки?
38	Чем определяется температурная нестабильность коллекторного тока?
39	Назовите и охарактеризуйте основные схемы питания биполярных транзисторов от одного источника.
40	Какие приборы относятся к классу приборов с полевым (потенциальным) управлением? В чем их преимущество перед биполярными транзисторами, управляемыми током?
41	Как устроен полевой транзистор с управляющим р-п переходом (унитрон) и какую роль в нем играет р-п переход?
42	Как осуществляется модуляция ширины канала?
43	Как объяснить ограничение роста тока $I_c$ при росте напряжения $U_{cu}$ ?
44	Изобразите стоковые и стоко-затворные характеристики унитрона. Поясните происхождение различных областей из них.
45	Поясните смысл напряжений насыщения и отсечки тока $I_c$ . Как они связаны?
46	Как определяются основные дифференциальные параметры полевых транзисторов?
47	Что такое температурно-стабильная точка (ТСТ)? В чем её практическая ценность?

№ п/п	Содержание вопросов
48	Изобразите эквивалентные схемы полевого транзистора для диапазонов высоких и низких частот.
49	Изобразите простейшую схему усилителя на полевом транзисторе с управляющим р-п переходом.
50	Из каких соображений выбирают элементы $R_{н}$ и $C_{н}$ в цепи истока унитрона? Какие функции выполняет эта RC-цепь?
51	Что такое транзистор с изолированным затвором и в чем его основное отличие от полевого транзистора с управляющим р-п переходом и биполярного транзистора?
52	Что означают термины "обогащение канала", "обеднение канала", "индуцированный канал"?
53	Какими возможностями обладает МДП-транзистор со встроенным каналом? Изобразите его вольт-амперные характеристики.
54	Поясните принцип действия МДП-структуры с индуцированным каналом. Как в полупроводнике р-типа создать электронный канал?
55	Какой вид имеют вольт-амперные характеристики транзистора с индуцированным каналом?
56	Как по ГОСТу обозначаются полевые транзисторы? Как по их обозначению узнать тип канала?
57	Что такое тиристор и чем обусловлена высокая эффективность его работы?
58	Поясните сущность взаимодействия трех р-п и п-р переходов в тиристорной структуре.
59	Изобразите вольт-амперную характеристику диодного тиристора и поясните происхождение каждого из ее участков.
60	Что такое ток включения $I_{вкл}$ , ток выключения $I_{выкл}$ и ток управления спрямления $I_{успр}$ ?
61	Какова величина остаточного напряжения на включенном тиристоре?
62	Какое смещение имеют переходы тиристора в выключенном состоянии?
63	Какое смещение имеют переходы тиристора во включенном состоянии?
64	Как объяснить переход р-п-р-п структуры в режиме насыщения при переключении на большой ток?
65	Назовите и поясните основные параметры динистора?
66	Почему триодный тиристор называется управляемым переключателем тока?
67	Поясните причины воздействия прямого базового тока управления $I_y$ на процесс включения тиристора?
68	Как можно выключить включенный тиристор? Какой способ выключения считается наилучшим?
69	Что такое пусковая характеристика тиристора?
70	Что такое симистор?
71	Каков порядок времени включения $t_{вкл}$ и выключения $t_{выкл}$ тиристора?
72	Для чего во внешнюю цепь тиристорной схемы обязательно включается резистор?
73	Какой порядок коэффициента усиления тока для триодного тиристора?
74	С чем связаны трудности при выключении тиристора по управляющему электроду?
75	Как устроен и работает полностью управляемый (двухоперационный) тиристор?
76	Как по ГОСТу обозначаются на схемах и маркируются тиристоры разных типов?
77	Что такое внутренний фотоэффект?
78	Что такое интегральная и удельная чувствительность фотоприбора?
79	Что такое вольт-амперная и световая характеристики фотоприбора и каким образом по ним можно определить интегральную чувствительность?
80	Как устроен и какими свойствами и характеристиками обладает фоторезистор?
81	Что такое фотодиод и в каких режимах он может работать?

№ п/п	Содержание вопросов
82	Каким может быть применение фотопроводящего режима работы фотодиода?
83	Что такое фототранзистор и чем он отличается по принципу действия от обычного биполярного транзистора?
84	Нарисуйте простейшую схему фотореле и поясните принцип его действия.
85	Что такое световой поток и освещённость? В каких единицах они измеряются?

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Курсовой проект является самостоятельной работой студента и имеет своей целью закрепить и углубить знания, полученные при изучении данной дисциплины.

В задании на курсовой проект указывается тема проекта, техническое задание, включающее в себя содержание работы и исходные данные для проектирования, объём работы, рекомендуемую литературу и пособия, сроки выполнения проекта по графику.

Результаты курсового проектирования должны быть оформлены в виде расчётно-пояснительной записки и графической части. Примерный объём расчётно-пояснительной записки 30–40 страниц машинописного текста. Графическая часть проекта должна быть выполнена в соответствии со стандартами, изложенными в ЕСКД.

На выполнение курсового проекта предусмотрено 51 час самостоятельной работы студента.

Содержанием курсового проекта является выбор элементной базы для усилительно-преобразовательного устройства автоматизированной системы управления технологического процесса.

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Величко, Д.В. Полупроводниковые приборы и устройства: Учеб. пособие. / Д.В. Величко, В.Г. Рубанов. – Белгород: Политехна, 2006. – 184 с.
2. Лачин, В.И. Электроника: Учеб. пособие. – 4-е изд. / В.И. Лачин, Н.С. Савёлов. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 576 с.
3. Першин, В.Т. Основы радиоэлектроники и схемотехники: Учеб. пособие по курсовому проектированию / В.Т. Першин.– Мн.: Изд-во БГУИР, 2004. –116 с.
4. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – 5-е изд., исправл. / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – СПб.: Лань, 2001. – 480 с.

5. Батушев, В.А. Электронные приборы: Учебник для вузов / В.А. Батушев. – М.: Высшая школа, 1980. – 383 с.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Прянишников, В.А. Электроника (курс лекций): Учебник для вузов / В.А. Прянишников. - СПб.: Корона принт, 1998. – 399 с.
2. Гусев, В.Г. Электроника: Учебник для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с.
3. Игумнов, Д.В. Полупроводниковые устройства непрерывного действия / Д.В. Игумнов, Г.П. Костюнина. – М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.
4. Жеребцов, И.П. Основы электроники. – 5-е изд., перераб. и доп. / И.П. Жеребцов. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
5. Галкин, В.И. Промышленная электроника: Учеб. пособие/ В.И. Галкин. – Мн.: Выш. шк., 1989. – 336 с.
6. Электронные приборы: Учебник для вузов / В.Н. Дулин, Н.А. Аваев, В.П. Демин и др.; под ред. Г.Г. Шишкина. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 495 с.
7. Шуренков, В.В. Физика контактных явлений: Учеб. пособие / В.В. Шуренков, В.В. Беклемишев, А.М. Коршунов. – М.: Изд-во МИФИ, 1988. – 80 с.
8. Левинштейн, М.Е. Барьеры (От кристалла до интегральной схемы) / М.Е. Левинштейн, Г.С. Симин. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
9. Милькевич, Е.А. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Промышленная электроника”. Ч.1, 2 / Сост.: Е.А. Милькевич, А.В. Белоусов. – Белгород: Изд-во БТИСМ, 1986.
10. Основы промышленной электроники: Учебник для вузов / В.Г. Герасимов, О.М. Князьков, А.Е. Краснопольский, В.В. Сухоруков; под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1986. – 336 с.
11. Манаев, Е.И. Основы радиоэлектроники: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / Е.И. Манаев. – М.: Радио и связь, 1985. – 504 с.
12. Забродин, Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов / Ю.С. Забродин. – М.: Высшая школа, 1982. – 496 с.
13. Шалимова, К.В. Физика полупроводников: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / К.В. Шалимова. – М.: Энергия, 1976. – 416 с.

### Справочная и нормативная литература

1. Галкин, В.И. Полупроводниковые приборы: Справочник / В.И. Галкин, А.Л. Булычѳв, П.М. Лямин. – Мн.: Беларусь, 1994. – 347 с.

2. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности: Справочник – 2-е изд., стереотип. / А.А. Зайцев, А.И.Миркин, В.В. Мокряков и др.; Под ред. А.В. Голомедова. – М.: Радио и связь, 1994. – 384 с.
3. Полупроводниковые приборы. Транзисторы средней и большой мощности: Справочник – 2-е изд., стереотип. / А.А. Зайцев, А.И.Миркин, В.В. Мокряков и др.; Под ред. А.В. Голомедова. – М.: Радио и связь, 1994. – 640 с.
4. ГОСТ 22622 – 77. Материалы полупроводниковые. Термины и определения основных электрофизических параметров.
5. ГОСТ 15133 – 77 (СТ СЭВ 2767 - 80). Приборы полупроводниковые. Термины и определения.
6. ГОСТ 2730 – 73 (СТ СЭВ 661 - 77). Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
7. ГОСТ 18472 – 82 (СТ СЭВ 1818 - 79). Приборы полупроводниковые. Основные размеры.
8. ГОСТ 19613 – 80. Столбы и блоки выпрямительные полупроводниковые. Основные размеры.
9. ГОСТ 25529 – 82 (СТ СЭВ 1125 – 78, СТ СЭВ 2768 – 80). Диоды полупроводниковые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.
10. ГОСТ 20003 – 74 (СТ СЭВ 2770 - 80). Транзисторы биполярные. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.
11. ГОСТ 20332 – 84 (СТ СЭВ 1125 - 78). Тиристоры. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.
12. ГОСТ 19095 – 73 (СТ СЭВ 2771 - 80). Транзисторы полевые. Электрические параметры. Термины, определения и буквенные обозначения.
13. ГОСТ 21934 – 83. Приёмники излучения полупроводниковые фотоэлектрические и устройства фотоприёмные. Термины и определения.
14. ГОСТ 22274 – 80 (СТ СЭВ 3787 - 82). Излучатели полупроводниковые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.
15. ГОСТ 18577 – 80. Устройства термоэлектрические полупроводниковые. Термины и определения.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

- Электронное учебное пособие:

Величко, Д.В. Физические основы электроники [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие с грифом УМО / Д.В. Величко, В.Г. Рубанов. – Белгород, 2006. – Деп. в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 02.08.06, №0320601177. – Режим доступа: <http://foe.bstu.ru>

• Диафильм:

Электронно-дырочный переход. Студия «Диафильм», 1978 г. 50 кадров. Автор к.п.н., доц. И.Г. Морозова; консультант д.т.н., проф. И.Ф. Николаевский. – (Оцифрован в 2006 г.; размер 54.5 Мб, формат \*.jpg).

• Видеофильмы:

1. Полупроводники. Киностудия «Центрнаучфильм». Чёрно-белый фильм, 1978 г. 20 мин. Авторы сценария – к.ф.-м.н. А.Я. Шульман, к.ф.-м.н. В.К. Кобрин; консультанты – д.ф.-м.н. А.М. Коган, д.ф.-м.н. Б.М. Орлов. – (Оцифрован в 2005г.; размер 7.0 Мб, формат \*.rm).

2. Фотоэффект. Киностудия «Леннаучфильм». Цветной фильм, 1977 г. 20 мин. Автор сценария Б. Малишевский; консультанты – Б. Орлов, А. Смирнов. – (Оцифрован в 2005 г.; размер 7.1 Мб, формат \*.rm).

3. Физические основы полупроводниковых приборов. Свердловская киностудия, 1971 г. 40 мин. Автор сценария В. Дулин. Консультанты – В. Дёмин, И. Трахтенберг. – (Оцифрован в 2006 г.; размер 570 Мб, формат \*.avi).

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории технической электроники МК210. Для проведения фронтальных работ на каждом лабораторном столе имеется следующее оборудование:

1. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112/1,
2. Цифровой осциллограф GDS-71042,
3. Аналоговый двухлучевой осциллограф GOS-620FG,
4. Вольтметр универсальный цифровой В7-22А,
5. Вольтметр универсальный В7-26,
6. Мультиметр цифровой серии УТ-30,
7. Мультиметр цифровой серии УТ-70С,
8. Универсальная лабораторная панель настольного типа УЛП-1 со сменными цоколями,
9. Универсальный лабораторный стенд настольного типа ЛОЭ1А со сменными блоками.
10. Измеритель L,C,R универсальный Е7-11.


При чтении лекций, в аудитории М323, применяются интерактивные средства обучения:

1. Интерактивная доска Hitachi Starboard ,
2. Проектор Hitachi CP-A100,
3. Пакет прикладного программного обеспечения Starboard Software, Ноутбук Asus X58C Series.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.


Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО




## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от « 17 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

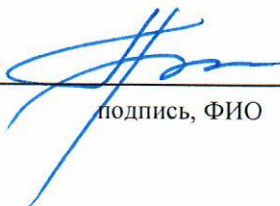
Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «28» 05 2020г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО