

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**Е. П. Шамаев**

**Электроника и  
Практикум по электронике**

Учебно-методическое пособие по изучению модуля  
дисциплин бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04  
Автоматизация технологических процессов и производств

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

Рецензент:

кандидат технических наук,  
и. о. заведующего кафедрой цифровых систем и автоматизации института  
цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет» В.И. Устич

**Шамаев, Е. П.**

Электроника и Практикум по электронике: учеб.-метод. пособие по изучению модуля дисциплин для студентов бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / **Е. П. Шамаев.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 28 с.

В учебно-методическом пособии приведен тематический план по дисциплине и даны методические указания по её самостоятельному изучению, подготовке к лабораторным занятиям, подготовке и сдаче зачета и экзамена, выполнению курсовой работы.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы **Общепрофессионального модуля и** **Общепрофессионального модуля (В)** направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой цифровых систем и автоматизации 28 сентября 2022 г., протокол № 2

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 06 декабря 2022 г., протокол № 10

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Калининградский  
государственный технический  
университет», 2022 г.

© Шамаев В. П., 2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	4
2. Тематический план .....	5
3. Содержание дисциплины.....	9
4. Методические указания по проведению лабораторных занятий .....	13
5. Методические указания по проведению практических занятий .....	14
6. Методические указания по выполнению курсовой работы .....	14
7. Методические указания по выполнению контрольной работы .....	17
8. Методические указания по самостоятельным занятиям .....	18
9. Методические указания по проведению и освоению дисциплины.....	18
10. Требования к аттестации по дисциплине.....	19
10.1. Текущая аттестация .....	19
10.2 Промежуточная аттестация по дисциплине .....	23
11. Заключение.....	26
12. Библиографический список.....	27

## **1 Введение**

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, изучающих дисциплины модуля «Электроника» и «Практикум по электронике».

Целью освоения дисциплины «Электроника» является приобретение студентами основных теоретических знаний и практических навыков, необходимых для грамотной эксплуатации электронной аппаратуры, используемой в системах управления технологическими процессами, а также для разработки новых устройств и подсистем

Задачи изучения дисциплины:

- изучение физических принципов функционирования электронных элементов (диоды, транзисторы, тиристоры и т.д.);
- приобретение навыков построения современных электронных устройств (усилители, стабилизаторы, выпрямители, преобразователи);
- приобретение умения разрабатывать и читать принципиальные электрические схемы современных электронных устройств, применяемых при автоматизации технологических процессов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий под воздействием внешних факторов, их влияния на структуру;
- принципы действия устройств и характеристики основных элементов промышленной электроники: диодов, транзисторов, тиристоров, оптронов, пассивных элементов;
- параметры современных полупроводниковых устройств: усилителей, генераторов, вторичных источников питания, цифровых преобразователей, микропроцессорных управляющих и измерительных комплексов;

**уметь:**

- снимать характеристики электронных элементов;
- читать, анализировать и разрабатывать принципиальные электрические схемы;
- проектировать типовые электрические и электронные устройства;
- выбирать эффективные исполнительные механизмы, определять неисправности, составлять спецификации;

**владеть:**

- навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами;
- приемами исследования электронных приборов, отладки электронных устройств;
- навыками по разработке схем, написанию и отладке программ управления технологическими процессами.

В состав модуля «Электроника» входят дисциплина «Электроника», относящаяся к Общепрофессиональному модулю и «Практикум по электронике», относящиеся к Общепрофессиональному модулю (В) образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Освоение модуля базируется на знаниях, полученные при изучении таких дисциплин, как «Физика», «Электротехника», «Математический анализ», «Дискретная математика».

Освоение курса в дальнейшем помогает в подготовке к изучению смежных дисциплин «Технические средства автоматизации», «Микропроцессорные системы автоматизации и управления», «Программирование микропроцессорных систем».

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, выполняемых лабораторных работ, мероприятий текущей аттестации и отводимое на них аудиторное время (занятия в соответствии с расписанием) и самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины, возможно, вам потребуется больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым вы можете ориентироваться в случае пропуска каких-то занятий, а также методические рекомендации преподавателя для самостоятельной подготовки, каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Требования к аттестации по дисциплине» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – зачету, курсовой работе, экзамену.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

## **2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

Модуль, состоящий из двух дисциплин изучается в шестом семестре ООП. Общая трудоемкость дисциплины «Электроника» – 4 зачетных единицы, т.е. 142 академических часа. В том числе: аудиторные занятия (АЗ), включая лекции (ЛК), лабораторные работы (ЛР); самостоятельная работа студента (СРС) – 73 ч, включая подготовку к экзамену – 39 ч.

Аттестация по дисциплине проводится в форме курсовой работы и экзамена.

Общая трудоемкость дисциплины «Практикум по электронике» – 2 зачетных единицы, т.е. 72 академических часа. В том числе: аудиторные занятия (АЗ), включая лабораторные работы (ЛР); самостоятельная работа студента (СРС) – 39,85 ч, включая подготовку к зачету – 0,15 ч.

Распределение трудоемкости освоения модуля дисциплин по семестрам ОП, темам и видам учебной работы студента приведено ниже в таблицах 1-4.

Формы аттестации по дисциплине «Электроника» для очной и заочной формы:  
четвертый семестр – курсовая работа, экзамен.

Формы аттестации по дисциплине «Практикум по электронике» для очной формы:  
четвертый семестр – зачет; для заочной: четвертый семестр – контрольная работа, зачет.

Таблица 1- Объем (трудоемкость освоения) в *очной форме* обучения и структура дисциплины **Электроника**

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч					
	Контактная работа				СРС	Всего
	Лекции и	ЛЗ	ПЗ	РЭ		
<b>Семестр –4, трудоемкость – 4 ЗЕТ (144 ч)</b>						
1. Введение. Полупроводниковые диоды	6	-		-	4	10
2.Транзисторы	4	-		-	4	8
3. Тиристоры	2	-		-	4	6
4. Разновидности полупроводниковых приборов	4	-			4	8
5. Интегральные микросхемы.	2	-			4	6
6. пассивные элементы С-51.	2	-			2	4
7. Усилительные каскады переменного и постоянного тока	3	-			5	8
8. Операционные и решающие усилители	3				4	7
9. Усилители мощности	2				2	4
10. Вторичные источники электропитания. Заключение.	2			2	4	8
Курсовая работа					36	36
<b>Учебные занятия</b>	<b>30</b>	-	-	<b>2</b>	<b>73</b>	<b>105</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>экзамен</b>					<b>39</b>
<b>Итого по дисциплине</b>						<b>144</b>

Таблица 2- Объем (трудоемкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины **Практикум по электронике**

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч					
	Контактная работа				СРС	Всего
	Лекции и	ЛЗ	ПЗ	РЭ		
<b>Семестр –4, трудоемкость – 4 ЗЕТ (144ч)</b>						
1. Введение. Полупроводниковые диоды		2		-	4	6
2.Транзисторы		8		-	4	12
3. Тиристоры		4		-	4	8
4. Разновидности полупроводниковых приборов		2			2	4
5. Интегральные микросхемы		-			2	2
6. пассивные элементы С-51.		-			2	2
7. Усилительные каскады переменного и постоянного тока		6			5	11
8. Операционные и решающие усилители		4			8	12
9. Усилители мощности		-			4	4
10. Вторичные источники электропитания. Заключение.		4		2	4,85	10,85
<b>Учебные занятия</b>		<b>30</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>39,85</b>	<b>71,85</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>зачет</b>					<b>0,15</b>
<b>Итого по дисциплине</b>						<b>72</b>

Таблица 3- Объем (трудоемкость освоения) в заочной форме обучения и структура дисциплины **Электроника**

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч					
	Контактная работа				СРС	Всего
	Лекции и	ЛЗ	ПЗ	РЭ		
<b>Семестр –4, трудоемкость – 4 ЗЕТ (144час.)</b>						
1. Введение. Полупроводниковые диоды	2	-		-	6	8
2.Транзисторы	2	-		-	8	10
3. Тиристоры	2	-		-	6	6
4. Разновидности полупроводниковых приборов	-	-			6	6
5. Интегральные микросхемы	-	-			6	6
6. пассивные элементы С-51	-	-			4	4
7. Усилительные каскады переменного и постоянного тока	2	-			16	18
8. Операционные и решающие усилители	-			2	12	14
9. Усилители мощности	-				10	10
10. Вторичные источники электропитания. Заключение	-			2	10	12
Курсовая работа					36	36
<b>Учебные занятия</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>120</b>	<b>132</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>экзамен</b>					<b>12</b>
Итого по дисциплине						144

Таблица 4 - Объем (трудоемкость освоения) в заочной форме обучения и структура дисциплины **Практикум по электронике**

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч					
	Контактная работа				СРС	Всего
	Лекции и	ЛЗ	ПЗ	РЭ		
<b>Семестр –4, трудоемкость – 4 ЗЕТ (144ч)</b>						
1. Введение. Полупроводниковые диоды		2		-	4	6
2.Транзисторы		2		-	8	12
3. Тиристоры		2		-	6	8
4. Разновидности полупроводниковых приборов		-			4	4
5. Интегральные микросхемы		-			2	2
6. пассивные элементы С-51		-			2	2
7. Усилительные каскады переменного и постоянного тока		2			8	10
8. Операционные и решающие усилители		2			7	9
9. Усилители мощности		-			6	6
10. Вторичные источники электропитания. Заключение		2		2	4,5	8,5
<b>Учебные занятия</b>		<b>12</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>53,5</b>	<b>67,5</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>зачет</b>					<b>4,5</b>
<b>Итого по дисциплине</b>						<b>72</b>

### 3 Содержание дисциплины

Содержательно структура дисциплины представлена десятью темами.

#### Тема 1. Полупроводниковые диоды

*Перечень изучаемых вопросов:*

Предмет и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Роль электроники в управлении производственными процессами. Современное состояние мирового и ведущих национальных рынков изделий электронной техники.

Виды электротехнических материалов. Энергетические уровни кристаллических веществ. Плоская модель кристаллической решетки полупроводников. Типы полупроводников. Диффузионный и дрейфовый токи в полупроводниках. Полупроводниковые резисторы. Основные сведения об электронно-дырочном переходе. Классификация диодов. Универсальные диоды, стабилитроны, туннельные и обращенные диоды, диоды Шоттки, варикапы, фотодиоды, светодиоды: принцип действия, основные параметры, характеристики, особенности применения.

*Рекомендуемая литература: [1], гл. 1, 2; [2], гл. 2, [5], гл. 3.*

*Контрольные вопросы:*

1. Виды электротехнических материалов. Энергетические уровни кристаллических веществ.
2. Плоская модель кристаллической решетки полупроводников. Типы полупроводников.
3. Диффузионный и дрейфовый токи в полупроводниках.
4. Стабилитроны, туннельные и обращенные диоды, диоды Шоттки. Основные параметры и характеристики.

## **Тема 2. Транзисторы**

Устройство биполярного транзистора. Плоская модель биполярного транзистора. Связь между напряжениями и токами. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора. Основные параметры, условные обозначения, схемы включения, схемы замещения. Устройство, принцип действия, характеристики и обозначения МОП транзисторов и полевых транзисторов с р-н переходом. Области применения полевых и биполярных транзисторов.

*Рекомендуемая литература: [1], гл. 1, 2; [2], гл. 2, [5], гл. 3.*

*Контрольные вопросы:*

1. Устройство биполярного транзистора.
2. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора
3. Устройство, принцип действия, характеристики и обозначения МОП транзисторов.
4. Области применения полевых и биполярных транзисторов.

## **Тема 3. Тиристоры**

Устройство и принцип действия тиристора. Вольт-амперные характеристики. Симисторы. Запираемые тиристоры. Основные параметры, схемы включения, области применения тиристоров.

*Рекомендуемая литература: [1], гл. 1, 2; [2], гл. 2, [4], гл. 3.*

*Контрольные вопросы:*

1. Устройство и принцип действия тиристора.
2. Вольт-амперные характеристики тиристоров.
3. Процесс отпираания и запираания тиристора.
4. Основные параметры, схемы включения, области применения тиристоров.

#### **Тема 4. Разновидности полупроводниковых приборов**

Двухбазовый диод. Транзистор Шотки. Оптоэлектронные приборы. Гальваномагнитные полупроводниковые приборы (датчик Холла, магниторезисторы, магнитодиоды). Характеристики, маркировка, области применения. Оптоэлектронные приборы (резисторы, транзисторы, диоды, тиристоры, микросхемы).

*Рекомендуемая литература:* [1], гл. 1, 2; [2], гл. 2, [45], гл. 3.

*Контрольные вопросы:*

1. Двухбазовый диод.
2. Датчик Холла.
3. Магниторезисторы
4. Оптроны и их применение.

#### **Тема 5. Интегральные микросхемы**

Классификация микросхем. Устройство и особенности технологии гибридных и монолитных микросхем. Основные параметры, условные графические и буквенные обозначения. Особенности расчета и применения.

*Рекомендуемая литература:* [1], гл. 1, 2; [2], гл. 2, [5], гл. 3.

*Контрольные вопросы:*

1. Классификация микросхем.
2. Устройство и особенности технологии гибридных и монолитных микросхем.
3. Основные параметры микросхем, условные графические и буквенные обозначения.

#### **Тема 6. Пассивные элементы в электронике**

Резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. Виды применяемых материалов. Постоянные, переменные, подстроечные пассивные элементы. Параметры и характеристики.

*Рекомендуемая литература:* [1], гл. 3; [2], гл. 4, [5], гл. 4.

*Контрольные вопросы:*

1. Виды применяемых материалов.
2. Резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. Что такое мнемокод?
3. Постоянные, переменные, подстроечные пассивные элементы.

#### **Тема 7. Усилительные каскады переменного и постоянного тока**

Принцип действия, классификация. Усилительные каскады, режимы работы. Графоаналитический и аналитический способы расчёта усилительных каскадов. Способы температурной стабилизации рабочей точки. Особенности построения схем усиления постоянного тока (УПТ). Дрейф нуля в УПТ. Балансная схема. Частотные и переходные характеристики Обратные связи в усилителях. Многокаскадные усилители.

*Рекомендуемая литература: [1], гл. 4; [2], гл. 4, [5], гл. 5.*

*Контрольные вопросы:*

1. Принцип действия усилителя.
2. Аналитический расчет каскада с общим эмиттером.
3. Классы усиления (А, В, С, D).
4. Температурная стабилизация положения рабочей точки.

## **Тема 8. Операционные и решающие усилители**

Особенности схем ОУ. Идеальный ОУ. Погрешности реальных ОУ. Схемы инвертора, сумматора, интегратора, дифференциатора, компараторов на ОУ. Активные фильтры на ОУ. Схемы балансировки, частотной коррекции ОУ.

*Рекомендуемая литература: [1], гл. 6; [2], гл. 4, [5], гл. 5.*

*Контрольные вопросы:*

1. Симметричный балансный дифференциальный УПТ.
2. Особенности несимметричного каскада.
3. Многокаскадный дифференциальный балансный УПТ. Особенности соединения каскадов.
4. Идеальный операционный усилитель (ОУ). Свойства и характеристики идеального ОУ.

## **Тема 9. Усилители мощности**

Особенности построения мощных выходных каскадов. Режимы работы выходных каскадов (А, В, АВ, С, D). Двухтактные выходные каскады.

*Рекомендуемая литература: [1], гл. 3; [2], гл. 4, [5], гл. 3.*

*Контрольные вопросы:*

1. Особенности построения мощных выходных каскадов.
2. Режимы работы выходных каскадов (А, В, АВ, С, D).
3. Мощности, токи и напряжения и коэффициент полезного действия усилительного каскада в режиме В
4. Принцип действия двухтактных усилительных каскадов в режимах В и АВ.

## **Тема 10. Вторичные источники питания. Заключение**

Назначение, структурная схема источников питания и предъявляемые к ним требования. Основные параметры стабилизаторов напряжения. Источники эталонного напряжения и тока. Электрические схемы компенсационных стабилизаторов напряжения. Стабилизаторы в интегральном исполнении. Однофазный двухполупериодный выпрямитель. Особенности работы на емкостную и индуктивную нагрузку. Порядок выбора и расчета элементов схемы.

*Рекомендуемая литература: [1], гл. 6; [2], гл. 52, [5], гл. 5.*

*Контрольные вопросы:*

1. Основные параметры стабилизаторов напряжения.

2. Параметрический стабилизатор напряжения.
3. Компенсационный стабилизатор напряжения.
4. Схемы силовых ключей импульсных стабилизаторов напряжения.

#### 4 Методические указания по проведению лабораторных занятий

По дисциплине предусматриваются лабораторные занятия. Содержание лабораторных занятий и количество их часов определены в нижерасположенной таблице для очной и заочной форм обучения.

Таблица 5 - Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы дисциплины	Тема и содержание ЛЗ	Кол-во часов ЛЗ	
		Очная форма	Заочная форма
1	Исследование характеристик полупроводникового диода	2	2
2	Исследование характеристик биполярного транзистора	4	2
2	Исследование характеристик полевого транзистора	2	2
2	Исследование схем включения биполярного транзистора	2	2
4	Исследование характеристик фотоэлектронных приборов	2	2
3	Исследование характеристик тиристора	4	2
4	Исследование параметрического стабилизатора напряжения	4	
7	Исследование многокаскадного усилителя гармонического сигнала	4	
10	Исследование маломощного источника питания	6	
Всего		30	12

ЛЗ – лабораторное (ые) занятие (ия)

Лабораторный практикум проводится в лаборатории электроники (ауд.345) и компьютерном классе кафедры цифровых систем и автоматики, оснащенным персональными компьютерами с программным обеспечением (пакетом Multisim”, “Electronics Workbench).

Студент в ходе лабораторного практикума согласно методическим указаниям и заданию преподавателя выполняет разработку и отладку программ управления. Защита лабораторной работы проводится на основании выполненного отчета с ответами на контрольные вопросы.

### **5 Методические указания по выполнению практических занятий**

В учебном плане по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств практических занятий по модулю «Электроника» не запланировано.

### **6 Методические указания по выполнению курсовой работы**

Курсовая работа по расчету усилителя мощности со стабилизированным источником питания выполняется студентами на втором курсе. Основными задачами, решаемыми в ходе её выполнения, являются:

- 1) овладение методами расчета наиболее распространенных электронных устройств, применяемых в современных системах автоматизации;
- 2) умение пользоваться технической и справочной литературой при обосновании выбора электро-радиоэлементов;
- 3) составление документации и оформление графических материалов в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

Самостоятельно выполненная курсовая работа при соответствующей проработке теоретического материала способствует усвоению учебной дисциплины. Поэтому перед выполнением каждого её раздела необходимо изучить теоретический материал, изложенный в соответствующих главах литературы [1... 5, 13...16].

Усилитель мощности и стабилизированный источник питания являются одними из наиболее распространенных узлов электронных устройств автоматики. В задание курсовой работы входит расчет усилителя мощности и стабилизированного источника питания.

В учебно-методическом пособии рассматриваются примеры расчета электронных схем. Студенты могут их использовать в соответствии со своими вариантами заданий. Допускается также применять другие схемотехнические решения, элементную базу, методики расчета. Но их характеристики должны быть не хуже тех, которые имеют схемы, рассматриваемые в методических указаниях.

Учебно-методическое пособие содержит таблицу вариантов заданий, методические разработки по выполнению расчетов электронных узлов, список рекомендуемой литературы.

В приложении приведен справочный материал:

- технические характеристики некоторых типов транзисторов и их семейства входных и выходных вольт-амперных характеристик (ВАХ), диодов, стабилитронов;
- таблицы номинальных значений выпускаемых резисторов и конденсаторов, рядов их номинальных величин E6, E12, E24;
- технические характеристики некоторых типов резисторов и конденсаторов;
- таблицы рекомендуемых значений параметров силовых трансформаторов;
- правила оформления титульного листа, перечня электро-радиоэлементов.

Работы, выполненные не по своему варианту, не зарегистрированные методистом (для студентов заочного отделения) на соответствующей кафедре, к защите не принимаются.

Курсовая работа состоит из двух основных частей: расчетно-пояснительной записки и графических чертежей. На листе формата А3 или А2 изображается электрическая принципиальная схема всего устройства.

Расчет всех устройств ведется по примерам (пример 1 – пример 7). Пояснительная записка составляется в том же порядке и содержит рисунки схем, пояснения по их работе и расчеты. Каждая формула должна содержать не только буквенные обозначения и ответ с указанием физической величины, но и числовые значения всех переменных в нее входящих в одной системе. Например:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{121 \cdot 10^{-3} \text{В}}{1,1 \cdot 10^{-6} \text{А}} = 110 \cdot 10^3 \text{Ом} = 110 \text{кОм}.$$

При написании числовых значений параметров целая часть числа и мантисса разделяются запятой, например,  $P = 1,25 \text{ Вт}$ . Единицы измерения параметров обозначаются в соответствии с требованиями системы единиц СИ (SI).

Чертеж принципиальной электрической схемы составляется путем соединения схем устройств, приведенных в примерах. При этом каждое устройство можно рассматривать в виде четырехполюсника, с двумя входными и двумя выходными линиями. Соединять необходимо выходы предыдущего устройства со входами последующего.

При оценке курсовой работы учитываются знания студента принципов работы электрических принципиальных схем, отдельных электронных элементов, самостоятельность принятых решений, качество оформления расчетно-пояснительной записки и графических чертежей. На защите студент должен показать знание принципа действия всех устройств по принципиальной электрической схеме, физические основы работы электро-радиоэлементов, объяснить применяемые в расчетах формулы.

## 1. Оформление расчетно-пояснительной записки

Работа выполняется на стандартных листах бумаги формата А4. Образец титульного листа приведен в приложении 4.

Текст записки необходимо писать четко, разборчиво. Полная принципиальная электрическая схема выполняется на листе формате А3 с условными графическими обозначениями электро-радиоэлементов согласно требованиям ЕСКД[12]. Перечень электро-радиоэлементов можно разместить на принципиальной электрической схеме или на отдельном листе (листах) расчетно-пояснительной записки (приложение 5). Графики рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге или в любом компьютерном редакторе.

Наряду с этим необходимо строго придерживаться установленных ГОСТами буквенных обозначений каждой физической величины.

В процессе расчета каждого параметра необходимо сначала провести его расчетную формулу, затем подставить цифровые значения каждого его элемента, а полученный результат в принятых единицах измерения СИ округлить до практически необходимой величины, например, - до номинальных значений ряда E24 величин резисторов. Очень важно научиться выбирать по справочникам или каталогу тип резистора (по рассчитанному значению сопротивления и мощности рассеивания) и конденсатора (по рассчитанному значению емкости и рабочего напряжения) с учетом допусков  $\pm 5$ ,  $\pm 10$ ,  $\pm 15$ ,  $\pm 20\%$ .

При выборе электро-радиоэлементов можно выбирать отечественные и/или импортные типы комплектующих элементов.

Следует иметь в виду, что в справочниках приводятся предельные значения параметров приборов, которые при правильном выборе должны превышать расчетные значения не менее чем на 20...30%, но запас по допустимой мощности и току коллектора транзистора может быть в несколько раз. Слишком большой запас по электрическим параметрам приводит к удорожанию схем и в некоторых случаях к увеличению габаритных размеров и массы оборудования.

При выполнении вычислений параметров схем на компьютере в тексте расчетно-пояснительной записки необходимо привести расчетные формулы, поясняющие физический смысл вычислений, название и программу расчета.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать введение, в котором излагаются цель проводимых расчетов, примеры использования этих схем в системах автоматики. Каждая часть расчетов должна иметь исходные данные, схему, расчет и краткие выводы.

В заключении следует сформулировать выводы по работе: отметить, насколько

рассчитанные устройства удовлетворяют требованиям технического задания, раскрыть достоинства и недостатки разработанной схемы, указать на трудности в работе.

Список литературы оформляется с учетом библиографических требований. Оглавление должно быть согласовано с указанием номеров разделов, подразделов и страниц.

Общий объем расчетно-пояснительной записки не должен превышать 20-30 страниц.

### **7 Методические указания по выполнению контрольной работы**

Задание по контрольной работе, выполняемой студентами заочной формы обучения пятом семестре, предусматривает освещение трех вопросов:

- принцип действия элементов электронной техники (диод, транзистор, тиристор, в соответствии с вариантом);

- знакомство с принципиальными схемами основных устройств электроники (усилители, стабилизаторы, генераторы, в соответствии с вариантом);

- расчет параметров и режимов простого электронного устройства.

Положительная оценка контрольной работы («зачтено») выставляется, если описание вопросов и задание выполнено полностью и без ошибок, в противном случае работа направляется на доработку.

Контрольная работа по дисциплине «Электроника» выполняется студентами заочного обучения стре и защищается до сдачи экзамена по дисциплине.

Контрольная работа состоит из:

1. объяснения принципа действия элемента электронной техники: а) диод, б) транзистор, в) тиристор;

2. изображения принципиальной электрической схемы и пояснение ее работы: а) усилитель, б) стабилизатор, в) генератор;

3. расчета параметров и режимов простого электронного устройства: а) параметрический стабилизатор, б) транзисторный ключ, в) выпрямитель однофазного напряжения.

Вариант задания выбрать из таблицы по двум последним цифрам зачетной книжки.

• Выбрать ячейку, в которой 2 последние цифры зачетки	• Последняя цифра зачетной книжки					
	• 0,1	• 2,3	• 4,5	• 6,7	• 8,9	
• Предпоследняя цифра зачетной книжки	• 0,1	• 1а,2а,3а	• 1б,2а,3а	• 1в,2а,3а	• 1а,2а,3а	• 1б,2а,3а
	• 2,3	• 1а,2б,3а	• 1б,2б,3а	• 1в,2б,3а	• 1а,2б,3а	• 1б,2б,3а
	• 4,5	• 1а,2в,3а	• 1б,2в,3а	• 1в,2в,3а	• 1а,2в,3а	• 1б,2в,3а
	• 6,7	• 1а,2а,3б	• 1б,2а,3б	• 1в,2а,3б	• 1а,2а,3б	• 1б,2а,3б
	• 8,9	• 1а,2а,3в	• 1б,2а,3в	• 1в,2а,3в	• 1а,2а,3в	• 1б,2а,3в

Например: последние цифры 74, соответственно выбираем строку, где написано 6,7, и столбец – 4,5. Получаем вариант 1в,2а,3б.

### 8 Методические указания по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов по дисциплине, а также работа в ЭИОС университета может проводиться в том числе в компьютерном классе (лаб. 143а, главный учебный корпус), оснащенном персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет.

Таблица 6 - Объем (трудоемкость освоения) и формы СРС

№ п/п	Вид (содержание) СРС	Кол-во часов		Форма контроля, аттестации
		очная форма	заочная форма	
1	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к лабораторным занятиям)	76,85	125,5	Текущий контроль: • контроль на лекциях; • защита лабораторных работ
2	Контрольная работа	-	12	Проверка контрольной работы
3	Курсовая работа	36	36	Текущий контроль: -защита курсовой работы
Итого		<b>112.85</b>	<b>173,5</b>	

В качестве задания для контрольной работы студентов заочной формы обучения выбираются (по указанию преподавателя) два вопроса из перечня контрольных вопросов по дисциплине (п. 8.2).

### 9 Методические указания по проведению занятий и освоению дисциплины

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса по изучению дисциплины основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

В ходе изучения дисциплины внимание студентов постоянно акцентируется не только на теоретическом аспекте проектирования объектов и систем автоматизации технологических процессов и производств, но и их практическом применении в современных высокотехнологичных производствах. Для успешного освоения дисциплины необходимо ознакомиться с базовыми понятиями об объектах и системах автоматизации технологических процессов и производств.

В ходе лекционных занятий студенту следует вести конспектирование учебного материала. На лекциях изложению нового материала предшествуют обсуждение предыдущей темы с целью восстановления и закрепления студентами изученного теоретического материала и ответы на вопросы студентов. При проведении занятий в интерактивной форме важно участвовать в процессе обсуждения и решения поставленных задач проектирования различных уровней автоматизации, задавать преподавателю вопросы с целью уяснения теоретических положений, области их применения, разрешения спорных ситуаций. В конце лекции выделяется время для ответов на вопросы по текущему материалу и его обсуждению. Для закрепления изученного материала, определения «пробелов» в знаниях студентов на лекциях проводится контроль (устный опрос). Активность студентов и проявленные знания при обсуждении материала и устном опросе учитываются при текущей и промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов призвана закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные студентами на лекциях, в ходе лабораторных занятий и проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу.

## **10 Требования к аттестации по дисциплине**

### **10.1 Текущая аттестация**

Текущая аттестация (текущий контроль) проводится с целью оценки освоения теоретического учебного материала, в том числе в рамках самостоятельной работы студента (п. б).

Контроль на лекциях по отдельным темам используются для оценки освоения первой и второй тем дисциплины. Контроль производится в виде устного опроса.

Типовые контрольные вопросы для устного опроса на лекциях по отдельным темам:

#### **Тема 1. Полупроводниковые диоды**

1. Энергетические уровни кристаллических веществ.
2. Типы полупроводников.
3. Прямой и обратный токи в полупроводниках.
4. Основные параметры и характеристики стабилитронов.

#### **Тема 2. Транзисторы**

1. Принцип действия биполярного транзистора.

2. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора.
3. Характеристики и обозначения МОП транзисторов.
4. применения полевых и биполярных транзисторов.

### **Тема 3. Тиристоры**

1. Сколько слоев в тиристоре.
2. Вольт-амперные характеристики тиристор.
3. Процесс отпирания и запираания тиристора.
4. Области применения тиристор.

### **Тема 4. Разновидности полупроводниковых приборов**

1. Что такое двухбазовый диод.
2. Принцип действия датчика Холла.
3. Магнитодиоды и их применение.
4. Диодные и транзисторные оптроны и их применение.

### **Тема 5. Интегральные микросхемы**

1. Полупроводниковые микросхемы.
2. Особенности технологии гибридных и монокристаллических микросхем.
3. Параметры микросхем.
4. Условные графические и буквенные обозначения.

### **Тема 6. Пассивные элементы в электронике**

1. Назначение пассивных элементов.
2. Резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности.
3. Постоянные, переменные, подстроечные пассивные элементы.

### **Тема 7. Усилительные каскады переменного и постоянного тока**

1. Обобщённая схема усилителя.
2. Расчет каскада с общим эмиттером.
3. Режимы и классы усиления (А, В, С, D).
4. Стабилизация положения рабочей точки.

### **Тема 8. Операционные и решающие усилители**

1. Компенсационный и балансный УПТ.
2. Симметричный и несимметричный каскады.
3. Особенности соединения каскадов многокаскадного усилителя.
4. Свойства и характеристики идеального ОУ.

## Тема 9. Усилители мощности

1. Параметры мощных выходных каскадов.
2. Режимы работы выходных каскадов (А, В, АВ, С, Д).
3. Усилительный каскад в режиме В
4. Двухтактных усилительных каскадов в режимах В и АВ.

## Тема 10. Вторичные источники питания. Заключение

1. Виды стабилизаторов напряжения.
2. Параметрический стабилизатор напряжения
3. Компенсационный стабилизатор напряжения.
4. ШИМ импульсный стабилизатор напряжения.

Положительная оценка («зачтено») по результатам каждого контроля (опроса) выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в табл. 7. В случае получения оценки «не зачтено» студент должен пройти повторный контроль по данной теме в ходе последующих консультаций.

Текущий контроль в виде защиты лабораторных работ проводится на лабораторном практикуме, целью которого является формирование умений и навыков по созданию проектов в среде CoDeSys для объекта автоматизации. Защита лабораторной работы проводится на основании выполненного графического и программного представления ее результатов на компьютере, а также ответа на контрольные вопросы к лабораторным работам, приведенным в [8]. Студент, самостоятельно выполнивший задание, продемонстрировавший знание использованных им программных средств получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

С целью контроля качества самостоятельной работы студентов запланировано выполнение и защита курсовой работы. Система оценивания и критерии оценки курсовой работы приведены в табл. 6.

Таблица 6 Система оценивания критерии оценки курсовой работы

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в	Может найти, систематизировать необходимую информацию,

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	задачи	рамках поставленной задачи	а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>2 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>3 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках

Критерий	Система оценок				
	2	3	4	5	
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»		«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»			
	предложенный алгоритм, допускает ошибки			поставленной задачи	

## 10.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная (заключительная) аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, защиты курсовой работы, экзамена. Оценка «зачтено» выставляется по итогам лабораторных работ студентам:

- выполнившим и защитившим все лабораторные работы, предусмотренные данным положением (получившим положительную оценку по результатам лабораторного практикума);

- имеющим положительную оценку («зачтено») по результатам устного опроса;

- регулярно посещавшим лабораторные занятия.

К сдаче экзамена допускаются студенты:

- защитившие все лабораторные работы;

- выполнившие и защитившие курсовую работу;

- выполнившим контрольную работу (получившим оценку «зачтено» по контрольной работе) – для студентов заочной формы.

В случае отсутствия на более чем 30% лекционных занятий для получения оценки «зачтено» студент должен ответить на один из контрольных вопросов по дисциплине или успешно пройти тестирование (табл. 7).

Таблица 7 – Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении тестирования или ответа на контрольные вопросы

Критерий	Система оценок			
	Процент правильных ответов			
	0-40%	41-60%	61-80%	81-100%
			%	%
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1</b> <b>Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной и системным знанием и взглядом на изучаемый объект

Критерий	Система оценок			
	Процент правильных ответов			
	0-40%	41-60%	61-80%	81-100%
	«не зачтено»	«зачтено»		
	некоторые из которых может связывать между собой)			
<b>2 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

#### Экзаменационные вопросы по дисциплине

1. Виды электротехнических материалов. Энергетические уровни кристаллических веществ. Плоская модель кристаллической решетки полупроводников. Типы полупроводников. Диффузионный и дрейфовый токи в полупроводниках. Полупроводниковые резисторы.
2. Основные сведения об электронно-дырочном переходе. Классификация диодов. Универсальные диоды. Основные параметры и характеристики.
3. Стабилитроны, туннельные и обращенные диоды, диоды Шоттки. Основные параметры и характеристики.
4. Варикапы, фотодиоды, светодиоды: принцип действия, основные параметры, характеристики, особенности применения.
5. Устройство биполярного транзистора. Плоская модель биполярного транзистора. Связь между напряжениями и токами в транзисторе.
6. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора. Их аналитическая и графическая аппроксимация.
7. Основные параметры биполярного транзистора, условные обозначения, схемы включения, схемы замещения.
8. Устройство, принцип действия, характеристики и обозначения МОП транзисторов с индуцированным каналом.
9. Устройство, принцип действия, характеристики и обозначения МОП транзисторов со встроенным каналом.

10. Устройство, принцип действия, характеристики и обозначения МОП транзисторов с р-п переходом.
11. Классификация, маркировка, обозначения, области применения полевых и биполярных транзисторов.
12. Устройство и принцип действия тиристора. Виды и обозначения тиристорov.
13. Вольт-амперные характеристики тиристорov. Процесс отпирания и запираения тиристора.
14. Симисторы. Запираемые тиристоры. Основные параметры, схемы включения, области применения тиристорov.
15. Двухбазовый диод. Транзистор Шотки. Устройство, принцип действия, характеристики.
16. Оптоэлектронные приборы (резисторы, транзисторы, диоды, тиристоры, микросхемы). Характеристики, маркировка, области применения.
17. Гальваномагнитные полупроводниковые приборы (датчик Холла, магниторезисторы, магнитодиоды). Характеристики, маркировка, области применения.
18. Классификация микросхем. Устройство и особенности технологии гибридных и монокристаллических микросхем. Основные параметры, условные графические и буквенные обозначения. Особенности расчета и применения.
19. Резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. Виды применяемых материалов. Постоянные, переменные, подстроечные пассивные элементы. Параметры и характеристики.
20. Усилительные каскады переменного напряжения. Классификация, характеристики и принцип действия усилителя.
21. Графоаналитический расчет каскада с общим эмиттером.
22. Аналитический расчет каскада с общим эмиттером.
23. Каскады с общим истоком и общим стоком. Графоаналитический и аналитический расчет.
24. Классы усиления (А, В, С, D). Сравнительные характеристики каскадов с общим эмиттером, общим коллектором и общей базой.
25. Температурная стабилизация положения рабочей точки. Особенности эмиттерной и коллекторной стабилизации.
26. Обратные связи в усилителях. Виды и схемы обратных связей. Влияние обратных связей на характеристики усилителя.
27. Многокаскадные усилители. Амплитудно- и фазочастотные характеристики.
28. Усилители постоянного тока. Компенсационные УПТ и УПТ с преобразованием сигнала.
29. Симметричный балансный дифференциальный УПТ. Особенности несимметричного каскада. Принцип действия и характеристики.

30. Многокаскадный дифференциальный балансный УПТ. Особенности соединения каскадов.
31. Идеальный операционный усилитель (ОУ). Свойства и характеристики идеального ОУ. Особенности реальных ОУ.
32. Инвертор и сумматор на операционном усилителе. Схемы и характеристики.
33. Интегратор и дифференциатор на операционном усилителе. Схемы и характеристики
34. Компараторы на операционном усилителе. Схемы и характеристики.
35. Балансировка, регулировка усиления и частотная коррекция ОУ.
36. Особенности построения мощных выходных каскадов. Режимы работы выходных каскадов (А, В, АВ, С, Д).
37. Мощности, токи и напряжения и коэффициент полезного действия усилительного каскада в режиме А.
38. Мощности, токи и напряжения и коэффициент полезного действия усилительного каскада в режиме В.
39. Схемы и принцип действия двухтактных усилительных каскадов в режимах В и АВ.
40. Назначение, структурная схема источников питания и предъявляемые к ним требования. Основные параметры стабилизаторов напряжения.
41. Параметрический стабилизатор напряжения. Схема, расчёт и характеристики.
42. Компенсационный стабилизатор напряжения. Схема, расчёт и характеристики. Защита от перегрузок по току и от короткого замыкания.
43. Схемы силовых ключей импульсных стабилизаторов напряжения. Принцип действия и энергетические характеристики.
44. Схема широтно-импульсного регулятора импульсного стабилизатора. Назначение элементов и принцип действия.
45. Схемы частотно-импульсного и релейных регуляторов импульсных стабилизаторов.
46. Однофазный двухполупериодный выпрямитель при работе на активную нагрузку. Расчет семы с нулевым выводом трансформатора. Особенности мостовой схемы.
47. Однофазный выпрямитель. Активно-емкостная и активно-индуктивная нагрузки.
48. Управляемый однофазный выпрямитель. Схема, принцип действия, расчет.
49. Логические элементы ТТЛ и КМОП, элемент с тремя состояниями.
50. Цифро-аналоговые преобразователи.
51. Аналого-цифровые преобразователи.

## **11 Заключение**

Освоение модуля «Электроника» является одним из основополагающих шагов к формированию будущего специалиста в области автоматизации технологических

процессов и производств. Приобретенные в ходе изучения дисциплины знания, умения и навыки будут углубляться и совершенствоваться в процессе дальнейшего обучения и могут быть применены в профессиональной деятельности.

## 12 Библиографический список

### Основная литература:

1. Шогенов, А. Х. Аналоговая, цифровая и силовая электроника / А.Х. Шогенов, Д.С. Стребков, Ю.Х. Шогенов ; под ред. Д.С. Стребкова. - Москва : Физматлит, 2017. - 416 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1784-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485494> .
2. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс) [Текст] : учеб. / Ю. Ф. Опадчий ; авт.: Глудкин О.П., Гуров А.И. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2007. - 768 с.
3. Белов, Н. В. Электротехника и основы электроники [Текст] : учеб. пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков ; рец. : М. А. Ермилов, В. Е. Шатерников. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 432 с.
4. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника [Текст] : учеб. / В. Г. Гусев ; . - 5-е изд., стереотип. - Москва : Высшая школа, 2008. - 798 с.
5. Кучумов, А. И. Электроника и схемотехника [Текст] : учеб. пособие / А. И. Кучумов. - 4-е изд., стер. - Москва : Гелиос АРВ, 2011. - 336 с.

### Дополнительная литература:

6. Гринфилд, Дж. Транзисторные и линейные ИС : Руководство по анализу и расчету/ Пер.с англ [Текст] / Дж Гринфилд. - Москва : Мир, 1992. - 560с.
7. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Забродин. - Москва : Высшая школа, 1982. - 496 с.
8. Справочник **по полупроводниковым** диодам, транзисторам и интегральным схемам [Текст] / авт.: **Горюнов, Н. Н.,** Клейман, А. Ю., Комков, Н. Н. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергия, 1976. - 744 с.

Учебно-методические пособия:

9. Румянцев, А. Н. Электроника: учебно-методическое пособие по курсовой работе для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» / А. Н. Румянцев, Е.П. Шамаев ; ФГОУ ВПО "КГТУ". - Калининград : ФГОУ ВО "КГТУ", 2016. - 41с.

### Интернет-ресурсы:

10. <http://window.edu.ru/resource/102/45102/> Промышленная электроника
11. <http://window.edu.ru/resource/986/34986> Электротехника и промышленная электроника: Конспекты лекций.

Локальный электронный методический материал

Евгений Петрович Шамаев

Электроника и  
Практикум по электронике

Редактор Г. А. Смирнова

Уч.-изд. л. 1,75. Печ. л. 1,75

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1