

С.П. ГОЛИКОВ

# ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ



УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

 КОНДОР

**Министерство аграрной политики и продовольствия Украины Государственное  
агентство рыбного хозяйства Украины Керченский государственный морской  
технологический университет Кафедра "Электрооборудование судов и  
автоматизация производства"**

**С.П. ГОЛИКОВ**

# **Электроника И электронные средства управления**

**Учебное пособие**

для студентов направления 6.070104 «Морской и речной транспорт»  
специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок»

**Киев**

**Кондор**

**2015**

**УДК 004**  
**ББК 32.85**  
**Г 60**

*Рекомендовано Министерством образования и науки Украины как учебное пособие для студентов высших учебных заведений (Письмо №1/11-20155 от 27.12.2012 г.)*

**Рецензенты:**

**Н.М.Дворак** - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ЭСиАП КГМТУ;  
**Ю.Л. Богомяков** - главный инженер ОАО «Судостроительный завод «Залив».

**Автор:**

**Голиков С.П.** - к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭСиАП КГМТУ

**Голиков С.П.**

**Г 60 Электроника и электронные средства управления.** Учебное пособие: Научное пособие / Голиков С.П. - К.: Кондор-Издательство, 2015. - 152 с.

ISBN 978-966-2781-79-3

Данный конспект лекций - рабочая программа для изучения дисциплины «Электроника и электронные средства управления» путем последовательного освоения теоретического материала и его закрепления на лабораторных и практических занятиях.

Конспект состоит из четырех содержательных модулей. В каждом модуле имеются расчетные задания, содержащие исходные данные, методику расчета и справочный материал. Выполнение заданий способствует закреплению теоретического материала. После каждого раздела дается список вопросов для самоконтроля.

**ББК 32.85**

ISBN 978-966-2781-79-3

© Голиков С.П., 2015

© Кондор-Издательство, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	7
<b><u>Содержательный модуль №1. Электронные приборы</u></b> .....	8
1. Пассивные элементы электронных схем .....	8
1.1. Резисторы .....	8
1.2. Конденсаторы .....	10
1.3. Катушки индуктивности .....	10
1.4. Трансформаторы .....	10
Контрольные вопросы .....	12
<b>2. Физические основы полупроводниковых приборов</b> .....	12
2.1. Зонная теория твердого тела .....	12
2.2. Собственная электропроводность полупроводников .....	13
2.3. Примесные полупроводники .....	14
2.4. Полупроводниковые резисторы .....	15
2.5. Электронно-дырочный переход .....	15
2.5.1. Полупроводниковый <i>p-n</i> -переход в отсутствии внешних напряжений .....	15
2.5.2. Прямое смещение <i>p-n</i> -перехода .....	16
2.5.3. Обратное смещение <i>p-n</i> -перехода .....	18
Контрольные вопросы .....	18
<b>3. Полупроводниковые приборы</b> .....	19
3.1. Диоды .....	19
3.1.1. Выпрямительные диоды .....	20
3.2.1. Кремниевые стабилитроны .....	23
3.2. Транзисторы 24	
3.2.1. Полевые транзисторы .....	25
3.2.1.1. Полевые транзисторы с <i>p-n</i> -переходом .....	26
3.2.1.2. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП транзисторы) .....	28
3.2.2. Биполярные транзисторы .....	31
3.2.3. Биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) .....	35
3.3. Тиристоры .....	36
3.3.1. Устройство и принцип действия .....	36
3.3.2. Основные параметры тиристоров .....	38
3.3.3. Симистор .....	39
Контрольные вопросы .....	40
<b><u>Расчетное задание №1. Выбор элементов при конструировании электронных устройств</u></b> .....	41
<b><u>Содержательный модуль №2. Усилительные устройства</u></b> .....	47
4. Транзисторные усилители .....	47
4.1. Параметры усилителей .....	47
4.2. Усилительные каскады на транзисторах .....	47

4.2.1.Схема усилительного каскада на биполярном транзисторе .....	49
4.2.2.Усилительный каскад на полевом транзисторе .....	50
Контрольные вопросы.....	52
<b>5.Операционный усилитель.....</b>	<b>52</b>
5.1.Основные параметры и характеристики.....	52
5.2.Устройства на базе операционных усилителей .....	54
Контрольные вопросы.....	57
<b>6.Импульсные устройства.....</b>	<b>57</b>
6.1.Работа транзистора в ключевом режиме .....	59
6.2.Усилители импульсных сигналов.....	61
6.3.Генераторы импульсов на транзисторах .....	62
6.4.Импульсные устройства на операционных усилителях.....	64
Контрольные вопросы.....	69
<b><u>Расчетное задание №2.</u></b> Расчет усилительных каскадов с емкостной связью .....	69
<b><u>Расчетное задание №3.</u></b> Расчет импульсного усилителя .....	74
<b><u>Содержательный модуль №3. Цифровые устройства</u></b> .....	<b>80</b>
<b>7.Логические функции и устройства .....</b>	<b>80</b>
7.1.Основные логические операции и их реализация .....	80
7.2.Триггеры .....	82
7.3.Цифровые счетчики импульсов .....	85
7.4.Регистры.....	87
7.5.Дешифраторы.....	88
7.6.Мультиплексоры.....	90
7.7.Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ).....	91
Контрольные вопросы.....	92
<b>8.Микропроцессоры.....</b>	<b>92</b>
Контрольные вопросы.....	94
<b><u>Расчетное задание №4.</u></b> Синтез логических схем.....	<b>94</b>
<b><u>Содержательный модуль № 4. Силовая электроника</u></b> .....	<b>96</b>
<b>9. Выпрямительные устройства .....</b>	<b>96</b>
9.1. Однофазные выпрямители на полупроводниковых диодах .....	96
9.2. Неуправляемые выпрямители трехфазного тока I .....	102
9.2.1 Трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом вторичной обмотки трансформатора .....	103
9.2.2. Трехфазная мостовая схема выпрямления (схема Ларионова) .....	106
9.3.Управляемые выпрямители .....	108
9.3.1.Однофазный управляемый выпрямитель.....	109
9.3.2.Трехфазный управляемый выпрямитель с нулевым выводом вторичной обмотки трансформатора .....	112

9.3.3.Трёхфазный управляемый мостовой выпрямитель .....	114
9.4.Стабилизаторы напряжения.....	116
9.5.Фильтры выпрямительных устройств.....	118
Контрольные вопросы .....	119
<b>10.Инверторы напряжения .....</b>	<b>120</b>
10.1.Понятие процесса инвертирования.....	120
10.2.Однофазный ведомый сетью инвертор.....	121
10.3.Трёхфазный мостовой ведомый инвертор.....	122
10.4.Автономные вентильные преобразователи.....	122
10.4.1.Однофазный тиристорный автономный инвертор напряжения .....	123
10.4.2. Трёхфазный тиристорный автономный инвертор напряжения .....	125
Контрольные вопросы.....	126
<b>11.Преобразователи частоты.....</b>	<b>126</b>
11.1.Преобразователи частоты со звеном постоянного тока и инвертором напряжения.....	126
11.2.Преобразователь частоты со звеном постоянного тока и инвертором тока.....	127
11.3.Сильноточные фильтры преобразователей частоты.....	128
11.4.Современные преобразователи частоты.....	130
Контрольные вопросы .....	135
<b>12.Устройства управления вентильными преобразователями.....</b>	<b>135</b>
12.1.Многоканальные системы управления вентильными преобразователями.....	137
12.2.Одноканальная система управления трехфазным мостовым Выпрямителем.....	138
12.3.Система управления автономным инвертором напряжения .....	139
Контрольные вопросы .....	142
<u>Расчетное задание №5.</u> Расчет маломощных выпрями.....	142
<u>Расчетное задание №6.</u> Расчет мощных выпрямителей.....	146
<b>Список литературы .....</b>	<b>150</b>