

УДК 681.2(075.8)

ББК 34.9я73

М60

**Миляев Д.В.**

М60 Аналоговые измерительные устройства: учебное пособие / Д.В. Миляев; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 251 с.

ISBN 978-5-4387-0326-6

В учебном пособии рассмотрены средства измерений электрических величин с позиции проектирования аналоговых измерительных устройств; теоретические вопросы структурных схем, расчеты их статических и динамических погрешностей. Широко представлены аналоговые электронные преобразователи и приборы. Кратко изложены вопросы проектирования приборов сравнения: мосты, компенсаторы. Приведены примеры контрольных заданий и их решения, расчета электронных схем приборов, проектирование основных преобразователей.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 200100 «Приборостроение».

**УДК 681.2(075.8)**

**ББК 34.9я73**

*Рецензенты*

Специалист по НК ОАО «Дикон»

*В.П. Ольшанский*

Кандидат технических наук

ведущий инженер-электронщик ООО «Томскнефтегазинжиниринг»

*С.А. Калганов*

**ISBN 978-5-4387-0326-6**

© ГОУ ВПО «Томский политехнический университет», 2009

© Миляев Д.В., 2009

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ АНАЛОГОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ (АИУ) .....	14
1.1. Классификация измерительных преобразователей (ИП) и приборов АИУ .....	14
1.2. Статические характеристики аналоговых измерительных преобразователей (ИП) и приборов .....	16
1.3. Динамические характеристики аналоговых измерительных преобразователей и приборов .....	21
1.4. Структурные схемы приборов АИУ .....	24
1.5. Уравнения преобразования средств измерений .....	26
1.5.1. Последовательная структурная схема .....	26
1.5.2. Параллельная структурная схема .....	27
1.6. Статические погрешности структурных схем приборов.....	27
1.7. Способы выражения и нормирования пределов допускаемых погрешностей средств измерений (СИ). ГОСТы .....	31
1.8. Контрольные вопросы к первой главе .....	33
1.9. Примеры решений контрольных заданий по первой главе .....	34
Глава 2. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ .....	51
2.1. Масштабные преобразователи .....	51
2.1.1. Резистивные делители напряжения .....	52
2.1.2. Шунты и добавочные сопротивления .....	56
2.1.3. Емкостные и индуктивные (трансформаторные) масштабные преобразователи (МП) .....	57
2.1.4. Силовые трансформаторы .....	63
2.1.5. Измерительные усилители .....	66
2.2. Преобразователи переменного тока в постоянный .....	72
2.2.1. Преобразователи средних значений – ПСЗ .....	72
2.2.2. Преобразователи амплитудных значений .....	74
2.2.3. Преобразователи эффективных значений .....	77
2.3. Электромеханические измерительные преобразователи – измерительные механизмы .....	84
2.3.1. Магнитоэлектрические измерительные механизмы .....	85
2.3.2. Электродинамические измерительные механизмы .....	86
2.3.3. Электромагнитный механизм .....	88
2.3.4. Электростатический механизм .....	89
2.5. Контрольные вопросы к главе 2 .....	93
Глава 3. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ .....	96
3.1. Магнитоэлектрические приборы .....	97
3.1.1. Магнитоэлектрический амперметр .....	97
3.1.2. Магнитоэлектрический вольтметр .....	100
3.1.3. Магнитоэлектрический омметр .....	102

3.2. Электромагнитные приборы.....	105
3.3. Электродинамические приборы.....	109
3.4. Электростатические приборы.....	113
3.5. Контрольные вопросы к третьей главе.....	122
Глава 4. ЭЛЕКТРОННЫЕ АНАЛОГОВЫЕ ПРИБОРЫ.....	125
4.1. Общие сведения и характеристика электронных приборов.....	125
4.2. Электронные вольтметры.....	126
4.3. Электронные омметры.....	141
4.3.1. Преобразователи сопротивления в напряжение.....	152
4.3.2. Мостовые преобразователи сопротивления в напряжение.....	155
4.4. Электронные LC-метры.....	158
4.5. Электронные преобразователи и приборы для измерения мощности (ваттметры) и энергии.....	172
4.6. Электронные частотомеры.....	178
4.7. Электронные фазометры.....	187
4.8. Электронные измерители формы и спектрального состава.....	201
4.9. Контрольные вопросы к 4 главе.....	214
Глава 5. ПРИБОРЫ СРАВНЕНИЯ.....	216
5.1. Четырехплечие мосты.....	216
5.2. Компенсаторы.....	235
5.3. Контрольные вопросы к 5 главе.....	248
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	250