

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Е.А. ПОДЪЯКОВ, В.В. ОРЛИК

# ЭЛЕКТРОННЫЕ ЦЕПИ И МИКРОСХЕМОТЕХНИКА

Часть 5

Утверждено  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2009

УДК 621.3.049.77(075.8)  
П 452

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент *Л.Н. Гуськов*;  
канд. техн. наук, доцент *С.В. Брованов*

Работа подготовлена на кафедре  
промышленной электроники для студентов III курса РЭФ  
всех форм обучения

**Подъяков Е.А.**

П 452 Электронные цепи и микросхемотехника. Ч. 5 : учеб. пособие /  
Е.А. Подъяков, В.В. Орлик. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. –  
152 с.

ISBN 978-5-7782-1151-3

Предлагается широкий перечень упражнений и задач, связанных с анализом и расчетом электромагнитных процессов в простых *RLC*-цепях и усилительных каскадов на транзисторах и операционных усилителях.

Приводятся краткие теоретические материалы о работе базовых схем и расчетные соотношения в них.

Приводятся примеры анализа и расчета простых *RLC*-цепей и усилительных устройств с использованием транзисторов и операционных усилителей.

Приводятся описание лабораторных работ, методика и программа их выполнения, соответствующие содержанию учебного материала.

**УДК 621.3.049.77(075.8)**

**ISBN 978-5-7782-1151-3**

© Подъяков Е.А., Орлик В.В., 2009  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2009

## 7. Защита лабораторной работы.

Защита ЛР проходит в форме собеседования преподавателя со студентом по результатам проведенной ЛР. Предметом собеседования являются теоретические аспекты работы исследуемой схемы, знание физических основ ее работы, назначения ее элементов, методы нахождения функций схемы, объяснения результатов эксперимента и др. Перед защитой студенту рекомендуется внимательно отнестись к перечню контрольных вопросов, найти в учебной литературе ответы на них в ходе предварительной подготовки к защите.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексеев и др.* Усилительные устройства. Сборник задач и упражнений : учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1986. – 160 с.
2. *Баскаков С.И.* Радиотехнические цепи и сигналы : учебник. – М.: Высш. шк., 1983.
3. *Быстров Ю. А., Мироненко И.Г.* Электронные цепи и устройства : учеб. пособие для электротехн. и энергетич. вузов. – М.: Высш. шк., 1989.
4. *Гольдин О.Е.* Задачник по теории электрических цепей : учеб. пособие для радиотехнических специальностей вузов и электротехнических институтов связи. – М.: Высш. шк., 1969.
5. *Расчет и проектирование импульсных устройств* / под ред. Л.М. Гольденберга : учеб. пособие для вузов. М.: Связь, 1971.
6. *Гусев В.Г., Гусев Ю.М.* Электроника : учеб. пособие для приборостроит. специальностей вузов. 2-е изд. – М.: Высш. школа, 1991. – 622 с.
7. *Гутников В.С.* Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
8. *Изъюрова Г.И.* Расчет электронных схем. Примеры и задачи. – М.: Высш. шк., 1987.
9. *Подъяков Е.А., Орлик В.В., Брованов С.В.* Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. пособие. Ч. 2. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003.
10. *Степаненко И.П.* Основы теории транзисторов и транзисторных схем. – М.: Энергия, 1973.
11. *Сигорский И.П., Петренко А.И.* Основы теории электронных схем. – Киев: Вища школа, 1971.
12. *Шило В.Л.* Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Сов. радио, 1979.
13. *Кучумов А.И.* Электроника и схемотехника : учеб. пособие. – М.: Полис АРВ, 2004.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
<b>1. Частотные и временные зависимости в простых <math>R, C, L</math>-цепях.....</b>	<b>5</b>
1.1. Сигналы в электронной цепи и их описание .....	5
1.2. Представление периодических сигналов тригонометрическим рядом Фурье.....	6
1.3. Спектральное представление непериодических сигналов .....	8
1.4. Представление сигналов в операторной форме.....	10
1.5. Функции электронной цепи. Комплексный и операторный коэффициенты передачи.....	14
1.6. Упражнения к разделу 1 .....	20
1.7. Задачи к разделу 1 .....	21
<b>2. Усилители с емкостной связью на биполярных транзисторах .....</b>	<b>28</b>
2.1. Основные показатели усилителя .....	28
2.2. Три основные схемы включения биполярного транзистора в усилителях.....	29
2.2.1. Статические характеристики и параметры БТ, включенного по схеме ОЭ.....	30
2.2.2. Статические характеристики и параметры биполярного транзистора, включенного по схеме ОБ .....	32
2.2.3. Частотно-зависимые параметры биполярного транзистора.....	33
2.3. Статический режим работы транзисторного усилителя .....	34
2.4. Усилительный каскад по схеме ОЭ .....	37
2.4.1. Расчетные соотношения в схеме ОЭ. Частотные зависимости параметров усилителя .....	39
2.4.2. Малосигнальные параметры усилителя .....	40
2.5. Усилитель по схеме ОБ.....	44
2.5.1. Значения постоянных токов и потенциалов в схеме .....	45
2.5.2. Малосигнальные параметры усилителя .....	45

2.6. Усилитель по схеме с общим коллектором (эмиттерный повторитель) .....	48
2.6.1. Значения постоянных токов и потенциалов в схеме .....	49
2.6.2. Малосигнальные параметры усилителя .....	49
2.7. Упражнения к разделу 2 .....	52
2.8. Задачи к разделу 2 .....	54
2.9. Примеры решения задач к разделу 2 .....	59
<b>3. Усилители с емкостной связью на полевых транзисторах .....</b>	<b>64</b>
3.1. Характеристики и параметры полевого транзистора .....	65
3.2. Усилитель по схеме ОИ. Анализ статического и динамического режимов .....	67
3.3. Схема с общим стоком (источковый повторитель) .....	76
3.4. Элементы теории обратной связи в усилителях .....	78
3.5. Упражнения к разделу 3 .....	83
3.6. Задачи к разделу 3 .....	84
3.7. Примеры решений .....	88
<b>4. Усилители постоянного тока .....</b>	<b>91</b>
4.1. Дифференциальный усилитель .....	92
4.1.1. Статический режим дифференциального усилителя .....	93
4.1.2. Малосигнальные параметры дифференциального усилителя .....	93
4.2. Источники стабильного тока .....	98
4.3. Упражнения к разделу 4 .....	99
4.4. Задачи к разделу 4 .....	100
4.5. Пример расчета дифференциального усилителя .....	102
<b>5. Операционные усилители и их применение .....</b>	<b>104</b>
5.1. Характеристики и параметры операционного усилителя .....	104
5.2. Применение операционных усилителей .....	106
5.2.1. Инвертирующее включение операционного усилителя .....	107
5.2.2. Неинвертирующее включение операционного усилителя .....	109
5.2.3. Дифференциальное включение операционного усилителя .....	110
5.2.4. Активный фильтр нижних частот на операционном усилителе .....	112
5.2.5. Резонансный фильтр на операционном усилителе .....	114
5.2.6. Выпрямитель на операционном усилителе .....	116
5.3. Упражнения к разделу 5 .....	117
5.4. Задачи к разделу 5 .....	118
5.5. Пример решения задачи к разделу 5 .....	123

<b>6. Лабораторный практикум .....</b>	<b>124</b>
Лабораторная работа № 1. Исследование $RC$ - и $RL$ -цепей .....	124
Лабораторная работа № 2. Исследование однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах .....	129
Лабораторная работа № 3. Исследование однокаскадных усилителей на полевых транзисторах .....	133
Лабораторная работа № 4. Исследование каскадов усилителей постоянного тока .....	136
Лабораторная работа № 5. Исследование схем включения операционных усилителей .....	140
<b>7. Методические указания и рекомендации к проведению     лабораторного практикума .....</b>	<b>145</b>
Библиографический список .....	148