

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

**К.С. Артемов, Н.Л. Солдатова**

# **ОСНОВЫ СХЕМОТЕХНИКИ**

*Учебное пособие*

Ярославль 2005

УДК 621.375.4  
ББК 3 844  
А 86

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2005 года*

Рецензенты:

доктор физ.-мат- наук, ведущий сотрудник  
ИМИ РАН А.В. Проказников;  
Научно-производственная фирма по разработке  
и внедрению технологий системной интеграции

**Артемов, К.С., Солдатова, Н.Л.**

**Основы схемотехники:** учеб. пособие / К.С. Артемов,  
К 86 Н.Л. Солдатова; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2005.  
215 с.  
ISBN 5-8397-0388-5

Излагаются основы теории транзисторных усилительных устройств от простейших каскадов до операционных усилителей.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 5504 Телекоммуникация и будет полезно также студентам специальности 013800 Радиофизика и электроника (дисциплина «Основы схемотехники», блок ОПД), очной и заочной форм обучения.

УДК 621.375.4  
ББК 3 844

ISBN 5-8397-0388-5

© Ярославский  
государственный  
университет, 2005  
© К.С. Артемов,  
Н.Л. Солдатова, 2005

## Предисловие

Учебное пособие предполагает знание студентами физических основ электроники, принципа действия и параметров диодов и транзисторов.

Авторы рассматривают данное учебное пособие как дополнение к учебной литературе по основам аналоговой электроники. Мы не ставили цели охватить все разделы аналоговой схемотехники. В книге достаточно подробно описаны лишь основные усилительные каскады на одном-двух транзисторах. В заключительной части представлено введение в теорию и практику операционных усилителей. К каждой главе даются вопросы и задания для самоконтроля. Отдельной частью выделены задачи, которые позволяют закрепить теоретические знания и дадут навыки построения и расчета схем основных усилительных каскадов. В большинстве задач приводятся решения, что существенно облегчит освоение материала студентами, особенно при заочной форме обучения.

В соответствии с программой дисциплины «Основы схемотехники» такие вопросы, как оконечные усилительные каскады, обратная связь в аналоговых электронных устройствах, не вошли в данное пособие, но подробно изучаются в лабораторном практикуме. В лабораторном практикуме широко применяется также компьютерное моделирование в среде Electronics WORKBENCH. Для облегчения освоения этой программы в Приложении 1 к пособию даны методические указания «Знакомство с программой схемотехнического моделирования EWB v 5.12».

# Глава I. Усилительные каскады на биполярных транзисторах

## 1.1. Статический режим усилительного каскада

### 1.1.1. Выбор рабочей точки

Транзистор в целом является нелинейным элементом. Поэтому для использования его в качестве линейного усилительного элемента необходимо задать рабочую точку транзистора. Рассмотрим на примере усилительного каскада по схеме с общим эмиттером. Все построения показаны на рисунке 1.1.

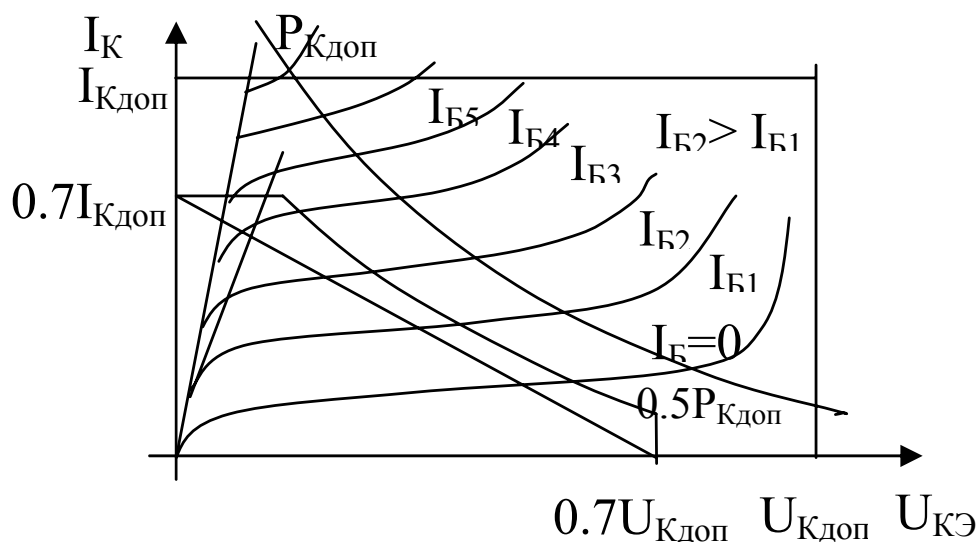


Рис. 1.1.

*Определение области усилительного режима по выходным ВАХ транзистора*

Область усилительного режима ограничена предельно допустимыми значениями тока коллектора  $I_{Кдоп}$ , напряжения коллектор – эмиттер  $U_{КЭдоп}$  и допустимой мощностью рассеяния на коллекторе  $P_{Кдоп}$  (даются в справочниках по транзисторам). Для

большей надежности рабочую область иногда еще больше ограничивают уровнями  $0.7 I_{Kдон}$ ,  $0.7 U_{KЭдон}$  и  $0.5 P_{Kдон}$ . Снизу отсекаются характеристики, параметр которых - ток базы - соответствует нелинейному участку входных ВАХ характеристик транзистора. Слева исключаются нелинейные участки переходной области, в которой транзистор начинает входить в режим насыщения.

В обрисованной зоне ставится точка – рабочая точка транзистора. Выбор местоположения точки зависит от назначения усилительного каскада (рассмотрим позже). Пусть это будет точка  $A$ . Поставив рабочую точку, мы можем определить все ее координаты:  $I_{KA}; U_{KЭA}; I_{BA}$ . По входным ВАХ можно найти  $U_{БЭA}$ , а зная соотношения между токами и между напряжениями транзистора, вычислить все недостающие параметры рабочей точки -  $I_{ЭA}, U_{КБА}$ .

В окрестности рабочей точки определяют все физические и  $h$ -параметры транзистора, которые необходимы для расчетов усилительного каскада на переменном токе.

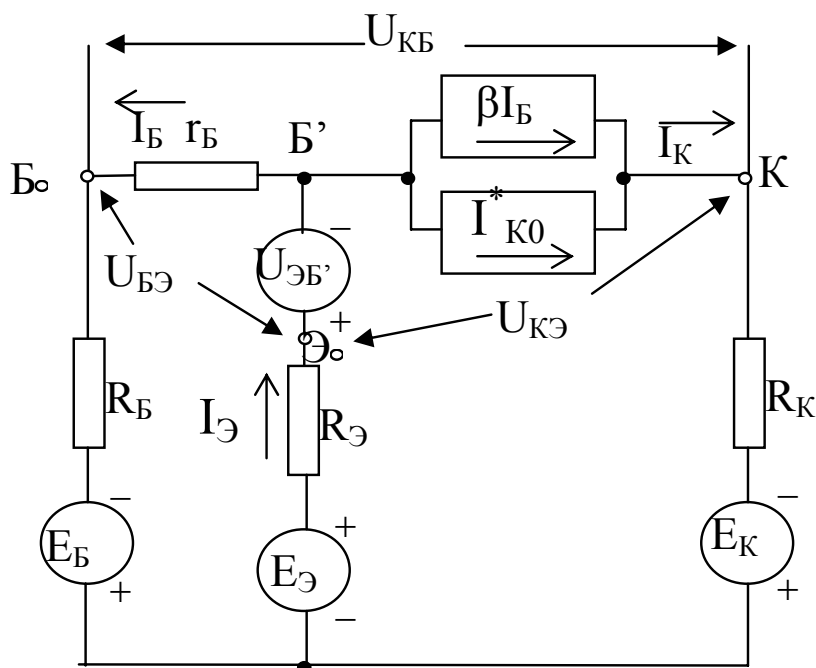


Рис. 1.2.

*Обобщенная эквивалентная схема  
усилительного каскада на постоянном токе*