

Федеральное агентство по образованию  
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

кафедра радиофизики  
и нелинейной динамики

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **Введение в схемотехнику**

для специальности:

014200 – биохимическая физика,

реализуемой на физическом факультете

Саратов 2006 год

Рабочая программа  
составлена в соответствии  
с Государственным стандартом  
высшего профессионального образования  
по специальности 014200 – БИОХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА  
(номер государственной регистрации 272 ен/сп от 27.03.2000 г.)

<p style="text-align: center;"><b>ОДОБРЕНО:</b></p> <p>Председатель учебно-методической комиссии физического факультета, профессор _____ В.Л.Дербов _____ 2006 г.</p>		<p style="text-align: center;"><b>УТВЕРЖДАЮ:</b></p> <p>Проректор по учебной работе, профессор _____ Е.М. Первушов _____ 2006 г.</p>
---	--	--

**СОГЛАСОВАНО:**

Декан физического факультета,  
профессор \_\_\_\_\_

Д.А.Зимняков

Заведующий кафедрой радиофизики и  
нелинейной динамики  
физического факультета \_\_\_\_\_

В.С.Анищенко

Вид учебной работы	Бюджет времени по формам обучения, час				
	очная		очно- заочная	заочная	
	полная программа	ускорен- ные сроки		полная программа	ускоренные сроки
Аудиторные занятия, всего в том числе: - лекции - лабораторные (практические) - семинарские	36				
Самостоятельная работа студентов	8				
Зачеты, +/-	+				
Экзамены, +/-	-				
Контрольные работы, количество	-				
Курсовая работа, + /-	-				

Заведующий кафедрой радиофизики и  
нелинейной динамики, профессор

В.С. Анищенко

Автор: профессор кафедры радиофизики и  
нелинейной динамики, д.ф.-м.н

Д.Э. Постнов

## 1. Организационно-методическое сопровождение.

Курс "Введение в схемотехнику" читается студентам дневного отделения физического факультета, обучающимся по специальности 013800 «Радиофизика и электроника» и 014200 "Биохимическая физика". Курс читается в течение 7 семестра и включает 36 час. лекций.

Прослушав курс "Основы схемотехники", студенты должны уметь анализировать схемы радиотехнических устройств, знать основные схемные решения наиболее распространенных узлов радиотехнических цепей - усилителей и генераторов, уметь разрабатывать схемные решения устройств в соответствии с их функциональным назначением и заданными характеристиками.

## 2. Тематический план учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела, подраздела, темы лекции	Бюджет учебного времени					Форма текущего и итогового контроля
		Всего	в том числе				
			лекции	лабораторные и практические	семинарские занятия	самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Очная полная программа</b>							
	Введение.	1	1				
1.	Тема 1.	12	10	-	-	2	
1.1	Пассивные и	0.5	0.5	-	-		
1.2	активные элементы	0.5	0.5	-	-		
1.3	радиосхем	2.5	2	-	-	0.5	
1.4		2.5	2	-	-	0.5	
1.5		6	5	-	-	1	
2.	Тема 2.	6	5	-	-	1	
2.1	Схемы	4	3	-	-	1	
2.2	математических операций на ОУ и принципы аналогового моделирования	2	2	-	-		
3.	Тема 3.	6	5	-	-	1	
3.1	Схемы-	2.5	2	-	-	0.5	
3.2	-эквиваленты	2.5	2	-	-	0.5	
3.3	радиоэлементов	0.5	0.5	-	-		
3.4		0.5	0.5	-	-		
4.	Тема 4.	8	7	-	-	1	
4.1	Усилители	0.5	0.5	-	-		
4.2		2.5	2	-	-	0.5	
4.3		0.5	0.5	-	-		

4.4		3.5	3	-	-	0.5	
4.5		1	1	-	-		
5.	Тема 5.	3	2	-	-	1	
5.1	Схемы фильтров	1	0.5	-	-	0.5	
5.2		2	1.5	-	-	0.5	
6.	Тема 6.	8	6	-	-	2	
6.1	Генераторы	4	3	-	-	1	
6.2		4	3	-	-	1	
	Итого	44	36	0	0	8	зачет

### 3. Содержание учебной дисциплины.

#### Введение.

Исторический экскурс: от первой радиолампы до интегральных схем.

Возможности и тенденции развития современной схемотехники.

Цифровые и аналоговые схемы. Функциональные типы активных элементов (вакуумные лампы, биполярные транзисторы, полевые транзисторы, операционные усилители) и соответствующие им приемы построения радиосхем.

#### Тема 1. Пассивные и активные элементы радиосхем.

##### Раздел 1.1 Вводные замечания.

Возникновение схемотехники.

Схемотехника как символичный язык электронных устройств.

##### Раздел 1.2 Пассивные элементы радиосхем.

Основные расчетные соотношения при описании резисторов, емкостей и индуктивностей.

Нелинейные элементы.

##### Раздел 1.3 Биполярные транзисторы (БТ).

Принцип действия БТ. Коэффициенты передачи тока эмиттера и базы.

Схемы включения транзистора с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ), общим коллектором (ОК). Статические и динамические характеристики БТ. Усилительные свойства и другие характеристики схем включения ОЭ, ОБ, ОК. Транзистор как активный четырехполюсник, h-параметры. Общая характеристика температурных и частотных свойств

БТ. Простейшая модель транзистора. Усложненная модель, закон Эберса-Молла.

##### Раздел 1.4 Полевые транзисторы (ПТ).

Принцип действия и классификация. Основные характеристики. Источник

тока на ПТ, истоковый повторитель, усилительный каскад с общим истоком. Параметры ПТ. Полная эквивалентная схема ПТ. Улучшение истокового повторителя. ПТ как переменный резистор. Аналоговые ключи на ПТ.

##### Раздел 1.5 Операционные усилители (ОУ).

Идея ОУ как активного схемного элемента. Подключение и основные свойства ОУ. Модель идеального ОУ. Линейный режим. Понятие виртуального заземления. Примеры схем с ОУ: повторитель, инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель. Нелинейная обратная связь в инвертирующем включении ОУ. Реализация дифференциального каскада на ОУ. Нелинейный режим работы ОУ. Реализация двухполюсников с N- и S-

характеристиками. Кусочно-линейные двухполюсники на ОУ с использованием диодов. Модель ОУ с конечным усилением. Сопоставление с идеальной моделью.

## **Тема 2. Схемы математических операций на ОУ и принципы аналогового моделирования.**

### **Раздел 2.1 Схемы математических операций.**

Схема интегратора и дифференциатора на ОУ. Логарифмический и экспоненциальный усилители. Принципы построения схем перемножителей. Схемы имитации знакопеременных коэффициентов. Схемы выделения модуля сигнала. Схема определения максимума (пиковый детектор). Многосегментные кусочно-линейные аппроксиматоры.

Устройства выборки-хранения. Компараторы. Триггер Шмитта (устранение дребезга контактов). Использование компараторов для элементарного кодирования в двоичный код. Селектор диапазона значений сигнала.

### **Раздел 2.2 Аналоговое моделирование .**

Функциональный блок интегратора - многовходового сумматора. Принципы построения схем - аналоговых моделей систем дифференциальных уравнений. Примеры аналоговых моделей: бистабильная схема, осциллятор ван-дер Поля, система Ресслера, генератор с инерционной нелинейностью.

## **Тема 3. Схемы-эквиваленты радиоэлементов.**

### **Раздел 3.1 Источники напряжения.**

Простейший источник стабилизированного напряжения на диоде-стабилитроне. Его расчетная формула, основные характеристики и недостатки.

Эмиттерный повторитель, его использование для улучшения простейшего стабилизатора напряжения. Смещение в эмиттерном повторителе, его входное и выходное сопротивление.

Практическая схема стабилизированного источника напряжения.

Примеры схем стабилизаторов: кольцевая схема, использование ПТ.

### **Раздел 3.2 Источники тока.**

Транзисторный источник тока: простейшая схема, ее усовершенствование.

Усилительный каскад с общим эмиттером, его коэффициент усиления и входное сопротивление. Способы задания смещения в каскаде с ОЭ. Токовые зеркала.

Примеры схем - источников тока.

### **Раздел 3.3 Составные транзисторы.**

Схема Дарлингтона. Схема Шиклаи. Составные схемы на транзисторах различных типов.

### **Раздел 3.4 Эквиваленты переменной емкости.**

Схема переменной емкости на ОУ. Схема переменной емкости на двоярном эмиттерном повторителе.

## **Тема 4. Усилители.**

### **Раздел 4.1 Классификация и частотные свойства усилителей.**

Основные параметры усилителей. Обратная связь в усилителях. Эквивалентная схема для низших, высших и средних частот рабочего диапазона 2-каскадного усилителя с емкостной

связью.

#### **Раздел 4.2 Выходные каскады.**

2-тактный трансформаторный каскад, его свойства и режимы работы.  
Бестрансформаторный 2-тактный каскад на комплиментарных транзисторах.  
Фазоинверсный каскад, 2-тактные каскады на составных транзисторах.

#### **Раздел 4.3 Усилители ПЧ.**

Требования к ним, использование фильтров со сосредоточенной селекцией (ФСС).

#### **Раздел 4.4 Усилители постоянного тока (УПТ).**

Усилитель на основе ОЭ с гальванической связью. Проблема постоянной составляющей и дрейфа нуля. УПТ со стабилитронами в цепях связи. Балансный УПТ, его принцип работы и характеристики.

#### **Раздел 4.5 Специальные свойства усилителей.**

Понятие об автоматической регулировке усиления (АРУ), принципы ее реализации.  
Примеры схем усилителей с АРУ.

### **Тема 5. Схемы фильтров.**

#### **Раздел 5.1 Пассивные фильтры.**

Основные схемные разновидности пассивных RC и LC фильтров.  
Проблемы согласования по входу и выходу.

#### **Раздел 5.2 Активные фильтры.**

Идея использования ОУ и обратной связи для создания фильтров.  
ПОПС и гираторы. Фильтры Саллена и Кея. Схемы с управляемыми источниками напряжения. Примеры практических схем: фильтр с переменной структурой, фильтр-пробка, фильтры на гираторах.

### **Тема 6. Генераторы.**

#### **Раздел 6.1 Генераторы квазигармонических колебаний.**

Элементарный LC-генератор. Получение его дифференциального уравнения.  
Трехточечные схемы генератора: индуктивная и емкостная. Кварцевая стабилизация частоты. Генераторы НЧ (RC-генераторы): генератор с трехзвенной цепочкой, с мостом Вина, с T-мостом в цепи обратной связи.

#### **Раздел 6.2 Релаксаторы.**

Общие понятия, простейший генератор на неоновой лампе, релаксационный генератор на ОУ. Разновидности мультивибраторов, блокинг-генератор. Соответствие математических моделей и реальных схем релаксационных генераторов. Скрытые временные масштабы.

#### **Виды самостоятельной работы студента:**

чтение литературы, решение задач, разработка схемных решений.

### **4. Перечень основной и дополнительной литературы:**

*Основная литература*

1. Горошков Б.И. Радиоэлектронные устройства. -- М.: Радио и связь, 1984.
2. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники (в двух томах). - Пер. с англ. - М.: Мир, 1986.
3. Хохлов А.В. Полупроводниковые усилители и автогенераторы. - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1997.
4. Гершунский Б.С., Романовская А.В., Ващенко Н.М., Власенко В.В. Справочник по основам электронной техники. - Киев: Изд-во Киевского ун-та, 1972.

#### *Дополнительная литература*

1. Хохлов А.В. Теоретические основы радиоэлектроники. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2005.

### **5. Перечень средств обучения.**

Компьютерный класс для текущего и зачетного тестирования.

### **6. Вопросы к курсу.**

1. Перечислите активные элементы электронных схем.
2. Каков принцип действия биполярного транзистора. Что отражает коэффициент передачи тока эмиттера.
3. Охарактеризуйте три варианта включений транзистора (ОБ, ОЭ, ОК).
4. Опишите статические и динамические характеристики биполярного транзистора.
5. Объясните принцип действия и классификацию биполярных транзисторов.
6. Охарактеризуйте идеальный операционный усилитель (ОУ).
7. Охарактеризуйте линейный режим работы ОУ и понятие виртуального заземления.
8. Выведите формулу для коэффициента заземления инвертирующего усилителя на ОУ.
9. Выведите формулу для коэффициента заземления неинвертирующего усилителя на ОУ.
10. Какова методика расчета схем с нелинейным режимом работы ОУ?
11. Проанализируйте схему конвертора отрицательного сопротивления на ОУ с  $N$  и  $S$  характеристикой.
12. Нарисуйте схемы интегратора и дифференциатора на ОУ, выведите соотношения, описывающие их работу.
13. Нарисуйте схему выделения модуля сигнала и объясните ее работу.
14. Нарисуйте схему инвертирующего сумматора и объясните ее работу.
15. Нарисуйте схему улучшенного источника стабилизированного напряжения на стабилитроне с эмиттерным повторителем и объясните ее работу.

16. Нарисуйте схему усилительного каскада с общим эмиттером и объясните ее работу.
17. Нарисуйте схему составного транзистора Дарлингтона и объясните ее работу.
18. Нарисуйте схему управляемой емкости на ОУ и объясните ее работу.
19. Нарисуйте схему двухтактного каскада на комплементарных транзисторах и объясните ее работу.
20. Нарисуйте схему балансного УПТ и объясните ее работу.
21. Нарисуйте схему фильтра пробки на двойном Т-мосте и объясните ее работу.
22. Нарисуйте вариант схемы мультивибратора и объясните ее работу.