

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

студентам-заочникам специальности 7.090701 “Радиотехника”
по изучению дисциплины “Аналоговые электронные устройства”

Контрольная работа № 1

Методические указания разработал: к.т.н., доцент Мельников А.В.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры радиотехники « » июня 2001 г., протокол № .

Рецензент: Плоткин А.Д., к.т.н., доцент.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Контрольная работа № 1 заключается в подготовке ответов на теоретические вопросы составленные в соответствии с содержанием курса “Аналоговые электронные устройства”.

1 СОДЕРЖАНИЕ КУРСА “АНАЛОГОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА” И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1.1 Введение

Определение усилительных устройств и устройств аналоговой обработки сигналов, построенных на их основе. Принципы построения и функционирования. Значение устройств аналоговой обработки сигналов для современной техники. Типы усилительных устройств и их классификация. Краткая история развития усилительной техники. Значение дисциплины “Аналоговые электронные устройства” для подготовки радиоинженеров.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные области применения устройств аналоговой обработки сигналов?
2. Приведите классификацию усилителей.
3. Назовите основные элементы усилительных каскадов и их назначение.
4. Дайте краткую характеристику истории развития теории и техники усилительных устройств.
5. Какие усилительные элементы используют в усилительной технике

1.2 Показатели и характеристики усилительных устройств

([1], с. 18-39; [2], с.8-29; [3], с.11-34; [6], с.8-46)

Требования, предъявляемые к усилительным устройствам. Коэффициент усиления. Частотные и временные характеристики. Линейные искажения и их оценка. Внутренние помехи и динамический диапазон усилителей. Входные и выходные данные усилительных устройств. Эксплуатационные показатели.

Контрольные вопросы

6. Перечислите основные показатели усилителя.
7. Что называется коэффициентом усиления усилителя? Как определяется коэффициент многокаскадного усилителя?
8. Что такое фазовый сдвиг в усилителе? Каковы причины его появления?
9. Что такое к.п.д. усилителя? В чем отличие промышленного от к.п.д. выходной цепи?
10. Объясните, почему коэффициент усиления напряжения (тока) является комплексной величиной.
11. Что называется динамическим диапазоном усилителя, динамическим диапазоном сигнала? Чем он ограничен?
12. Перечислите основные причины возникновения собственных шумов в усилителе. Перечислите способы уменьшения напряжения шумов. Коэффициент шума.
13. Дайте определения коэффициентам линейных искажений. Каковы причины их возникновения. Идеальная и реальная амплитудно-частотные характеристики.
14. Что называется фазочастотной характеристикой? Идеальная и реальная фазочастотные характеристики.
15. Какими коэффициентами искажений оцениваются усилители гармонических и импульсных колебаний.
16. С какой целью проводится оценка фазовых и частотных искажений усилителя? Каково условие отсутствия частотных и фазовых искажений.

17. Как оценивают переходные искажения в усилителе? Как связаны между собой переходные и частотные искажения?
18. Какие искажения называются линейными? Причины появления линейных искажений в области низких и верхних частот.
19. Какова причина возникновения нелинейных искажений в транзисторных и ламповых усилителях? Оценка нелинейных искажений.
20. Почему амплитудно-частотная, фазовая и переходная характеристики оказываются взаимосвязанными?
21. Как оценивают нелинейность в импульсных усилителях.

1.3. Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики усилительных устройств.

([1], с. 41-67; [2], с. 30-47; [3], с. 52-79; [5], с. 49-100)

Принцип и значение обратной связи, методы анализа усилительных устройств, охваченных обратной связью.

Влияние обратной связи на основные показатели и характеристики усилительных устройств. Чувствительность показателей усилительных устройств, охваченных обратной связью, к изменению параметров их элементов.

Контрольные вопросы

22. Для каких целей используется обратная связь в усилителях? Как она влияет на основные характеристики усилителя?
23. В чем отличие положительной обратной связи от отрицательной?
24. Какие существуют способы введения обратной связи. Чем они отличаются друг от друга?
25. Что такое обратная связь по току и напряжению?
26. Как влияет отрицательная обратная связь на коэффициент усиления и его стабильность?
27. Какого вида обратные связи увеличивают входное сопротивление усилителя и почему?

28. Какого вида обратные связи уменьшают входное сопротивление усилителя и почему?
29. Чем отличается влияние частотно-зависимой обратной связи на АЧХ усилителя? Где она используется?
30. Почему возможен переход отрицательной обратной связи в положительную и к чему это приводит?
31. Как влияет отрицательная обратная связь на линейные и нелинейные искажения сигнала в усилителе? Приведите расчетные соотношения.
32. Как изменится форма АЧХ усилителя с отрицательной обратной связью, если в цепь обратной связи включен последовательный (или параллельный) колебательный контур?

1.4 Обеспечение режима работы усилительных элементов по постоянному току.

([2], с. 48-97; [1], с. 69-159; [2], с. 48-121; [3], с. 101-135; [5], с. 116-231)

Цепи питания, обеспечивающие режим работы усилительных элементов по постоянному току. Значение этих цепей для стабилизации и надежности работы усилительных устройств.

Обеспечение необходимого режима работы транзисторов по постоянному току с помощью простейших цепей, осуществляющих стабилизацию. Влияние условий эксплуатации и разброса параметров транзисторов на режим по постоянному току; необходимость стабилизации тока покоя выходной цепи транзистора. Температурная стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току с помощью цепей, сопротивление которых изменяется при изменении температуры. Генераторы стабильного тока и их использование для обеспечения стабилизации токов покоя транзисторов. Стабилизация режимов работы транзисторов по постоянному току с помощью отрицательной обратной связи. Цепи, обеспечивающие стабилизацию в одиночных каскадах усилителей переменного тока. Стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току в многокаскадном усилителе с непосредственной связью между каскадами.

Контрольные вопросы.

33. Укажите способы подачи смещения во входную цепь транзистора. Сформулируйте требования к элементам.
34. Нарисуйте схему коллекторной стабилизации, поясните ее принцип действия.
35. Приведите схему эмиттерной стабилизации, поясните ее принцип действия.
36. Назовите основные причины неустойчивости рабочей точки усилительного каскада.
37. Каким должен быть выбран температурный коэффициент сопротивления нижнего (верхнего) плеча делителя для температурной компенсации положения точки покоя усилительного каскада на биполярном транзисторе?
40. Какие особенности стабилизации положения рабочей точки в каскадах на полевых транзисторах?
41. Какие особенности стабилизации режима работы транзистора в многокаскадных усилителях с непосредственной связью?
42. Назовите преимущества и недостатки температурной стабилизации режима работы транзисторов с помощью термочувствительных элементов.
43. Чем вызвана необходимость стабилизации точки покоя выходной цепи транзистора.

1.5. Каскады предварительного усиления (Л1, с.140-246; Л5, с.140-214; Л6, с.317-410)

Требования, предъявляемые к каскадам предварительного усиления и особенности их анализа, связанные с малым уровнем входного сигнала, при котором нелинейностью характеристик транзисторов можно пренебречь.

Применение эквивалентных схем для анализа каскадов предварительного усиления. Модели усилительных элементов, используемые при анализе этих каскадов. Значение машинных методов расчета при разработке усилителей, изготавливаемых по интегральной технологии.

Способы включения усилительных элементов в усилительных каскадах. Усилительные элементы, состоящие из нескольких транзисторов. Резисторные каскады, состоящие из нескольких транзисторов.

Резисторные каскады предварительного усиления, их принципиальные и эквивалентные схемы. Коэффициент усиления, частотные характеристики каскада в области верхних частот и переходные характеристики в области малых времен. Площадь усиления резисторного каскада. Частотные искажения в области нижних частот и искажения вершины импульсов; возникающие в резисторных каскадах усилителей переменного тока вследствие наличия разделительных конденсаторов и конденсаторов в эмиттерной (истоковой, катодной) цепи усилительного элемента.

Дифференциальный усилительный каскад. Основные его свойства и расчет этого каскада. Коэффициент усиления по дифференциальному и синфазному сигналам. Относительное ослабление синфазной составляющей сигнала. Дифференциальные усилительные каскады с повышенным значением коэффициента усиления и входного сопротивления.

Трансформаторные каскады. Регулировка усиления.

Контрольные вопросы.

44. Поясните особенности усилительного каскада в режиме слабых сигналов.
45. Причины, обуславливающие появление линейных искажений в усилительном каскаде в области НЧ. Как выбрать значение разделительного конденсатора?
46. Причины обуславливающие появление линейных искажений в усилительном каскаде в области ВЧ.
47. Чему равен коэффициент усиления резисторного каскада в области средних частот на биполярном транзисторе (полевом транзисторе)? Как зависит коэффициент усиления в области средних частот от параметров усилительного элемента и схемы?
48. Нарисуйте принципиальную и эквивалентную схемы каскада с ОЭ. Каково назначение элементов? Пояснить методику составления эквивалентной схемы.
49. Нарисуйте принципиальную и эквивалентную схемы каскада с ОК. Каково назначение элементов. Пояснить методику составления эквивалентной схемы.
50. Нарисуйте принципиальную и эквивалентную схемы каскада с ОБ. Объясните назначение элементов. Поясните методику составления эквивалентной схемы.

51. Чем объяснить уменьшение усиления на НЧ в трансформаторном усилительном каскаде?
52. Чем объяснить уменьшение усиления на ВЧ в трансформаторном усилительном каскаде?
53. Чему равен коэффициент усиления в области средних частот каскада на полевом транзисторе? Как зависит коэффициент усиления в области средних частот от параметров усилительного элемента и других элементов схемы?
54. Объясните, как по известным частотным характеристикам усилительного каскада найти его переходные характеристики.
55. Как изменится на выходе форма прямоугольного импульса, усиленного усилителем переменного тока.
56. Объясните работу дифференциального каскада при поступлении на его вход дифференциального сигнала.
57. Объясните работу дифференциального каскада при поступлении на его вход синфазного сигнала.

1.6. Корректирование частотных и переходных характеристик

(Л2, с.220-245; Л3, с. 188-221; Л5, с.276-293)

Применение цепей коррекции для увеличения площади усиления и получения частотных и переходных характеристик заданной формы. Корректирование частотных характеристик в области верхних частот и переходной характеристики в области малых времен.

Выигрыш в площади усиления, индуктивная коррекция. Корректирование характеристик с помощью цепей обратной связи. Высокочастотная эмиттерная коррекция.

Корректирование частотной характеристики усилительного каскада в области нижних частот и переходной характеристики в области больших времен. Цепи, позволяющие изменить частотные характеристики усилителей.

Контрольные вопросы:

58. Как влияет коррекция АЧХ на площадь усиления. Приведите примеры. Какими методами можно осуществлять коррекцию АЧХ?

59. Объясните принцип работы простой индуктивной (параллельной) ВЧ коррекции.
60. Объясните принцип работы эмиттерной ВЧ коррекции.
61. Нарисуйте принципиальную и эквивалентную схемы каскада с низкочастотной коррекцией и поясните принцип ее действия.
62. Для каких целей используют ВЧ и НЧ коррекции?

Контрольные вопросы.

63. Области использования основных режимов работы усилительного каскада.
64. Как с помощью динамических характеристик найти полезную (отдаваемую в нагрузку) мощность, мощность, потребляемую от источника питания, коэффициенты усиления по току и напряжению?
65. Что такое коэффициент использования напряжения, от чего он зависит и в каких пределах может изменяться?
66. Чему равен максимальный к.п.д. коллекторной цепи в режиме А и В без учета нелинейности характеристик?
67. Как зависят тепловые потери на коллекторе транзистора от амплитуды напряжения на выходе усилителя (коэффициента использования по напряжению) при работе в режиме В?
68. Нарисуйте схему двухтактного усилителя и поясните его работу.
69. В чем основные преимущества двухтактного усилителя по сравнению с одноктактным?
70. Почему в двухтактном каскаде снижаются нелинейные искажения по сравнению с одноктактным в том же режиме?
71. Что такое выходная динамическая характеристика по постоянному и переменному току? Как строятся эти характеристики.
72. Чем объяснить причину спада частотной характеристики трансформаторного каскада в области высших и низших частот?
73. Как изменится коэффициент усиления реостатного каскада на средних частотах, если при прочих равных условиях вместо одного включить два транзистора в параллель (условия равные)?

а) $R_i = R_n$

б) $R_i \ll R_n$.

74. Перечислите основные методы снижения нелинейных искажений усилителей мощности

75. При каком условии в нагрузку усилительного каскада передается максимальная мощность.

1.7. Оконечные каскады

(Л1, с.250-298; Л2, с.122-162; Л3, с.221-240; Л5, с.233-292)

Требования, предъявляемые к оконечным каскадам усиления и особенности их расчета, обусловленные использованием большого участка нагрузочной характеристики, нелинейность которой необходимо учитывать.

Режимы работы усилительных элементов используемые в оконечных каскадах. Коэффициент полезного действия и допустимая мощность рассеивания на транзисторе с учетом температуры окружающей среды и наличия радиаторов. Выбор транзисторов оконечного каскада.

Однотактные каскады. Построение нагрузочных характеристик

Определение нелинейных искажений. Двухтактные оконечные каскады. Особенности работы и свойства двухтактных каскадов. Применение режима В. Нелинейные искажения в двухтактных каскадах. Бестрансформаторные двухтактные каскады и их расчет. Трансформаторные двухтактные каскады.

Оконечные каскады усиления мощности с повышенным значением к.п.д.; применение ключевого режима.

1.8. усилители, охваченные обратной связью и их устойчивость

(Л1, с.302-331; Л2, с.310-313)

Усилительные каскады, охваченные различными видами обратной связи. Эмиттерные и истоковые повторители напряжения. Сложные повторители напряжения.

Многокаскадные усилители, охваченные обратной связью. Использование критериев устойчивости при расчете этих усилителей. Обеспечение устойчивости усилителей, охваченных глубокой отрицательной

Контрольные вопросы.

76. Что называется самовозбуждением усилителя? Может ли возникнуть самовозбуждение при отрицательной обратной связи?
77. Какие меры применяют для обеспечения устойчивости усилителя с отрицательной обратной связью?
78. Для какой цели в цепи питания усилительных каскадов многокаскадного усилителя включают цепочки $R_{ф}C_{ф}$?
79. Какова причина возникновения паразитной обратной связи в многокаскадных усилителях?
80. Как в многокаскадном усилителе суммируются коэффициенты частотных искажений и углы сдвига фаз, вносимых отдельными каскадами?
81. В каком соотношении должны находиться входное и выходное сопротивления отдельных каскадов многокаскадного усилителя, чтобы получить максимальный сквозной коэффициент усиления?

1.9 Усилители постоянного тока

(Л2; с.268-278; Л3, с.267-274; Л5, с.294-320)

Требования предъявляемые к усилителям постоянного тока. УПТ прямого усиления. Особенности обеспечения токов покоя в этих усилителях. Причины возникновения и способы уменьшения дрейфа нуля. УПТ с преобразованием сигнала. Принципы построения, основные преимущества и недостатки.

Контрольные вопросы:

82. Каковы причины дрейфа нуля? Методы снижения дрейфа нуля.
83. Приведите принципиальную и эквивалентную схемы УПТ.
84. Нарисуйте типичные амплитудную, частотную и фазовую характеристики УПТ.
85. Особенности обеспечения стабильности работы многокаскадных УПТ.
86. Почему дрейф нуля в усилителях переменного тока значительно меньше, чем в УПТ?

1.10 Операционные усилители

(Л1,с.232-237;Л3,с.264-310 Л4,Л5,с.325-357)

Значение операционных усилителей в современной радиоэлектронике. Основные показатели операционных усилителей и предъявляемые требования. Типовые структурные схемы и основные каскады операционных усилителей. Микромоделли операционных усилителей. АЧХ и ФЧХ операционных усилителей в области верхних частот. Обеспечение устойчивости операционных усилителей, охваченных обратной связью

Контрольные вопросы

- 88.Объясните принципы обозначения линейных интегральных микросхем. Дайте определение ОУ. Каковы свойства идеального ОУ?
- 89.В чем заключается балансировка операционного усилителя?
- 90.Перечислите основные каскады ОУ?
- 91.Изобразите схему инвертирующего и неинвертирующего усилителей на ОУ с регулировкой усиления?
- 92.Как изменится коэффициент усиления дифференциального усилителя при увеличении тока генератора стабильного тока?
- 93.Перечислите основные области использования ОУ.
- 94.Каковы преимущества и недостатки внутренней коррекции в ОУ?
- 95.Приведите типичную АЧХ ОУ. Как изменится ее вид при увеличении глубины обратной связи?

1.11 Применение усилителей для создания устройств аналоговой обработки сигналов (Л3,с.310-376;Л4,Л5,с.361-393)

Операционные и др. усилители - основные элементы устройств аналоговой обработки сигналов. Инвертирующие и неинвертирующие усилители с точным значением коэффициента усиления.

Устройства, осуществляющие суммирование, вычитание, дифференцирование, интегрирование и др. операции над сигналами. Усилители, обеспечивающие усиление сигнала с большим динамическим диапазоном.

Активные RC-фильтры и способы их реализации. Реализация активных RC-фильтров с помощью операционных усилителей, охваченных частотно зависимой обратной связью.

Другие применения ОУ и усилительных каскадов в устройствах аналоговой обработки сигналов.

Заключение. Перспективы развития теории и техники усилительных устройств.

Контрольные вопросы

96. Каковы преимущества и недостатки активных фильтров? Нарисовать схемы активных RC-фильтров реализованных на ОУ:
97. Поясните принцип действия избирательного усилителя.
98. Приведите схемы и амплитудные характеристики логарифмического и антилогарифмического преобразователя.
99. Приведите схемы и АЧХ интегрирующего и дифференцирующего усилителей.
100. Операционные усилители обычно содержат схему снижения уровня. Каково ее назначение? Приведите схемы.
101. Перспективы развития усилительных устройств и устройств аналоговой обработки сигналов, построенные на их основе.

**2 ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНА-
ЛОГОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА»**

Таблица – Варианты заданий

Предпослед- няя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
1	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
	10	100	99	98	97	96	95	94	93	92
3	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	25	26	27	28	29	30	31	32	32	34
	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
	100	99	98	97	96	95	94	73	72	71
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
	92	91	90	89	88	87	86	85	84	101
5	8	9	7	6	5	10	11	12	13	14
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
6	44	5	6	7	1	2	3	11	12	6
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	34
	74	81	82	83	73	74	75	76	50	75
	92	93	94	95	96	97	98	96	97	77
7	15	16	13	12	11	10	9	8	7	6
	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
8	5	4	3	2	1	10	14	13	12	11
	20	19	18	17	16	15	30	39	40	41
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
9	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	98	99	100	101	88	89	90	91	92	93

3 ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Войшвилло Г.В. Усилительные устройства: Учебник-изд. 2-е перераб. и доп. - М: Радио и связь, 1983.
2. Цыкин Г.С. Усилительные устройства: Учебник-изд. 4-е перераб. М: Связь, 1971.
3. Мамонкин И.Г. Усилительные устройства: Учебное пособие изд. 2-е перераб. и доп. - М: Связь, 1977.
4. Шило В.Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. - изд. 2-е перераб. и доп. - М: Сов. радио, 1979.
5. Остапенко Г.С. Усилительные устройства - М: Радио и связь, 1989.
6. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. - М: Энергия, 1973.

4 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Исследование входного каскада предварительного усиления.
2. Исследование цепей стабилизации режима работы транзистора по постоянному току.
3. Исследование дифференциального усилительного каскада.
4. Исследование повторителей напряжения
5. Исследование операционного усилителя.
6. Исследование активных RC-фильтров.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины формирование у студентов знаний навыков и умений, позволяющих им осуществлять схемотехническое проектирование усилительных устройств и применять их для создания более сложных радиоэлектронных устройств, в том числе устройства аналоговой обработки сигналов. Дисциплина “Аналоговые электронные устройства” является первой инженерной дисциплиной и расположена в учебном плане специальности “Радиотехника” на стыке дисциплин, обеспечивающих базовую теоретическую и инженерную подготовку радиоинженеров. Изложение материала базируется на ранее изученных теоретических курсах: высшая математика, физика, основы теории цепей, радиокомпоненты, СПРТ, вычислительная техника в инженерных расчетах. В частности их разделов: дифференциальные уравнения, интегралы, ряд Фурье, электрический ток, электромагнитная индукция, электрические цепи и методы их анализа, электромагнитная индукция, электрические цепи и методы их расчета, переходные процессы в цепях, спектральный анализ, биполярные и униполярные транзисторы, нелинейное программирование. Поэтому студент должен иметь прочные знания по этим предметам.

В результате изучения дисциплины студент должен знать принципы действия усилительных каскадов и устройств, в том числе дифференциальных каскадов и операционных усилителей, а также устройств аналоговой обработки сигналов, построенных на базе усилителей; современные методы анализа и схемотехнического проектирования этих каскадов и устройств с применением электронно вычислительной техники и с учетом применения современной элементной базы. Студент должен уметь проводить анализ практических схем усилительных устройств, рассчитывать их основные характеристики, составлять схемы усилителей с учетом особенностей их применения. Аналоговые устройства являются одной из дисциплин, имеющих важнейшее значение в подготовке высококвалифицированных специалистов.

Курс изучается по учебной литературе и рассчитан на 100 часов самостоятельного изучения. По курсу читаются очные лекции-6 часов и выполняются лабораторные работы в объеме 16 часов. После получения зачета по лабораторным

работам и зачетным контрольным работам студент допускается к сдаче экзамена по курсу.

Перед изучением курса следует уяснить его объем, характер и структуру с помощью настоящих методических указаний. Изучать курс необходимо систематически в течении учебного процесса, составляя при этом краткий конспект. Последовательность изучения курса определяется рабочей программой. Изучение курса в сжатые сроки перед экзаменом не дает прочных знаний.

Самостоятельная работа по изучению курса должна подвергаться систематическому самоконтролю. С этой целью следует, по мере проработки очередной главы курса отвечать на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях. Проработка контрольных вопросов способствует скорейшему и более глубокому усвоению программы. После изучения очередной главы необходимо рассмотреть соответствующие типовые задачи, и затем приступить к решению контрольного задания.

Рекомендации по использованию основной и дополнительной литературы приводятся в разделах I и III методических указаний. Однако важно пользоваться и другой литературой, рекомендуемой в качестве учебников и учебных пособий для ВУЗов. Следует также постоянно обращаться к периодическим и зарубежным изданиям где оперативно освещаются актуальные вопросы теории и техники усилительных устройств, тенденции в их развитии.

Студентам проживающим вблизи университета, рекомендуется пользоваться очными консультациями преподавателей департамента, иногородним - письменными консультациями.

При изучении курса прежде всего необходимо познакомиться с определением усилителя, рассмотреть классификацию усилителей по характеру усиливаемого сигнала, полосе усиливаемых частот, назначению и роду усилительных элементов. Необходимо изучить основные показатели, обратив внимание на комплексный характер коэффициента усиления напряжения (тока). Изучить логарифмические единицы представления показателей усилителя (децибелы, неперы), правила действия над ними и их перевода.

Изучить типовые формы амплитудно-частотной, фазо-частотной и переходной характеристик усилителя в различных частотных областях.

Освоить методику определения основных показателей усилителя по его характеристикам, в частности, частотных переходных и нелинейных искажений.

Необходимо освоить, какими элементами схемы вызываются искажения. Каждый реальный усилитель содержит реактивные и нелинейные элементы, в результате действия которых сигнал на выходе усилителя по форме отличается от входного сигнала. Частотные, фазовые и переходные искажения называются линейными, так как они вызываются наличием в схеме линейных элементов (конденсаторов, катушек, индуктивности, резисторов). В результате нелинейных искажений появляются новые составляющие в спектре выходного сигнала. Они обусловлены нелинейностью характеристик используемых в схеме элементов (усилительных элементов, полупроводниковых диодов и т.д.).

Параметры усилителя могут быть значительно изменены введением обратной связи. Обратная связь - это передача сигнала из выходной цепи усилителя во входную цепь. Обратную связь классифицируют по ее виду (положительная или отрицательная), по способу ее ввода (последовательная и параллельная). Обратная связь играет важную роль. С ее помощью создаются широкополосные и импульсные усилители, усилители со специальными видами АЧХ. Без обратной связи невозможно создать высококачественный усилитель с параметрами, отвечающими современным требованиям.

Расчет каскадов предварительного усиления, работающих в режиме малого сигнала, проводят по эквивалентным схемам. Наиболее широко распространены Т и П -образные эквивалентные схемы. Расчет о конечных каскадов, работающих с сигналами большей амплитуды, проводят по динамическим характеристикам графическим методом. При расчете каскадов необходимо помнить, что на коэффициент

усиления каскада влияют не только параметры усилительного элемента, но и параметры входной и выходной цепей каскада.

В современной радиоэлектронике широкое значение получили операционные усилители (ОУ). ОУ представляет собой интегральный усилитель с большим коэффициентом усиления и непосредственными связями. Типовая структура ОУ, как правило, содержит 2-3 каскада: дифференциальный каскад, усилитель напряжения, схему снижения уровня, используемую для согласования уровней каскадов

по постоянному току, выходной каскад и иногда схему защиты выхода. При большом коэффициенте усиления ОУ передаточная характеристика устройства определяется только параметрами внешних цепей ОС и не зависит от параметров ОУ.

Как правило ОУ имеет два входа: инвертирующий и не инвертирующий. С помощью ОУ выполняются математические операции суммирования, вычитания, интегрирования и дифференцирования и др. На ОУ реализуются всевозможные УПТ, усилители переменного тока и напряжения, логарифмические усилители, видео усилители, активные фильтры и т. д.

ОУ тем точнее будет реализовать заданную для него конкретной схемой включения функцию, чем ближе его параметры будут приближаться к параметрам идеального ОУ.

Необходимо также изучить способы регулировки усиления в отдельных каскадах, каскадах на ОУ, в многокаскадных усилителях.

В заключении необходимо рассмотреть перспективы развития теории и техники усилительных устройств: ознакомиться с проблемами развития современных линейных интегральных микросхем, путями обеспечения их большим входным сопротивлением, уменьшением потребляемой мощности и т.п.

Допущено научно-методическим центром СевГТУ в качестве методических указаний и заданий.