



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СБОРНИК ЗАДАНИЙ
для выполнения
расчетно-графических работ
по дисциплине "Электропитание РЭА"

для студентов дневной формы обучения
направления 6.050901 — Радиотехника

Севастополь
2009

УДК 621.396

Сборник заданий для выполнения расчетно-графических работ по дисциплине "Электропитание РЭА"/
Е.Б. Башук. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. — 12 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам дневной формы обучения при изучении дисциплины "Электропитание РЭА" и выполнении расчетно-графических работ. Работа предполагает решение одной из 7 предложенных задач по расчёту конкретного блока источника электропитания и ответ на один теоретический вопрос по дисциплине.

Тематика расчётных заданий охватывает основные составные части систем электропитания радиоустройств: выпрямитель с фильтром, умножитель напряжения, преобразователь напряжения, параметрический стабилизатор с термокомпенсацией и компенсационные стабилизаторы (на ИМС и тиристорный), активный фильтр.

В методических рекомендациях изложены указания по выбору варианта задания и требования к его оформлению. В библиографическом списке приводится основная литература, рекомендованная для изучения дисциплины и выполнения расчётов.

Сборник заданий рассмотрен и утвержден на заседании кафедры СПЭМС (протокол № 7 от 25 февраля 2009 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве сборника заданий.

Рецензент: Гимпилевич Ю.Б., доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехники и телекоммуникаций.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение.....	4
1. Методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы.....	4
2. Вопросы к расчетно-графической работе по теоретической части дисциплины	5
3. Задачи к расчетно-графической работе	7
Задача № 1	7
Задача № 2	7
Задача № 3	8
Задача № 4	9
Задача № 5	10
Задача № 6	10
Задача № 7	11
 Библиографический список.....	 12

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина "Электропитание РЭА" является одной из первых дисциплин, открывающих схемотехническую подготовку студентов специальности "Радиотехника". Основная цель дисциплины состоит в том, чтобы на базе знаний и умений, полученных в предшествующих и смежных курсах, научить будущего специалиста современной методике разработки и создания устройств электропитания РЭА, а так же рациональному выбору структуры построения источника питания по заданным тактико-техническим характеристикам. Изучение дисциплины должно познакомить студентов с основными перспективными направлениями развития источников вторичного электропитания.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные характеристики и способы использования электромагнитных и электромеханических устройств в радиотехнических приборах и системах;
- основные характеристики и показатели первичных источников электропитания РЭА;
- способы построения и основные характеристики источников вторичного электропитания различной мощности и назначения;
- принципы работы и физические процессы в основных функциональных узлах современных источников вторичного электропитания РЭА;
- основы конструирования и повышения надежности источников вторичного электропитания и современную элементную базу источников питания РЭА.

Изучение дисциплины должно базироваться на предшествующих курсах физики, математики, теории электрических цепей.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Расчетно-графическая работа включает два раздела: ответ на один теоретический вопрос и решение одной задачи в соответствии с персональным заданием.

Выбор варианта задания производится по двум последним цифрам номера зачетной книжки в соответствии с таблицей 1. Первая цифра варианта задания означает номер теоретического вопроса, а вторая цифра, выделенная жирным шрифтом, – номер задачи. Данные для расчета каждой из задач выбираются в соответствии с последней цифрой зачетной книжки.

Методические указания по выполнению каждой из расчётных задач приведены в тексте задачи.

Контрольная работа выполняется с соблюдением требований стандартов, с полями для замечаний рецензента. В конце работы должен быть приведён полный список использованной литературы, ссылки на которую делаются при выполнении всех заданий.

При расчёте устройств можно воспользоваться пакетами прикладных программ и специализированными методами расчёта схем на компьютере.

Таблица 1 – Выбор вариантов заданий для расчетно-графических работ

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 7	2, 6	3, 4	4, 2	5, 1	6, 3	7, 5	8, 6	9, 2	10, 1
1	11, 6	12, 3	13, 2	14, 4	15, 5	16, 1	17, 6	18, 7	19, 2	20, 4
2	21, 1	22, 4	23, 3	24, 6	1, 7	2, 5	3, 2	4, 4	5, 5	6, 7
3	7, 7	8, 6	9, 3	10, 4	11, 1	12, 3	13, 4	14, 5	15, 2	16, 1
4	17, 3	18, 6	19, 5	20, 4	21, 2	22, 1	23, 3	24, 7	1, 4	2, 5
5	3, 1	4, 2	5, 3	6, 5	7, 7	8, 1	9, 4	10, 5	11, 6	12, 3
6	13, 7	14, 6	15, 5	16, 2	17, 1	18, 3	19, 5	20, 4	21, 2	22, 1
7	23, 1	24, 5	1, 7	2, 6	3, 5	4, 1	5, 2	6, 6	7, 6	8, 7
8	9, 7	10, 6	11, 3	12, 2	13, 5	14, 1	15, 2	16, 4	17, 3	18, 7
9	19, 4	20, 6	21, 7	22, 5	23, 2	24, 1	7, 3	8, 4	9, 7	10, 6

2. ВОПРОСЫ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ "ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ РЭА"

1. Дайте характеристику электрохимических источников электрической энергии (гальваническим элементам и аккумуляторам).
2. Поясните принцип работы и укажите свойства и параметры солнечных батарей.
3. Дайте общую характеристику термоэлектрических генераторов.
4. Приведите схемы двухтактных выпрямителей (двухтактную со средней точкой, мостовую и мостовую трёхфазную), дайте их краткую характеристику и проведите сравнительный анализ: достоинства, недостатки, область применения.
5. Приведите примеры схем умножения напряжения первого и второго рода при кратности умножения, равной 5. Поясните принцип их работы и дайте сравнительную оценку схем.

6. Опишите принцип действия и особенности автотрансформаторов, а также сферу их использования.
7. Поясните принцип действия, область применения и особенности пик-трансформаторов.
8. Поясните принцип действия, особенности и область применения импульсных трансформаторов.
9. Приведите структурные схемы преобразователей (инвертора, конвертора и преобразователя частоты) и дайте краткую характеристику каждой из них, указав область её использования.
10. Приведите схему самовозбуждающегося инвертора с насыщающимся трансформатором и опишите вкратце его работу.
11. Приведите схему тиристорного инвертора (последовательного или параллельного), дайте её краткое описание и характеристику.
12. Приведите схему тиристорного однофазного преобразователя частоты, поясните её работу и сферу применения.
13. Поясните работу и назначение магнитных усилителей, и их свойства.
14. Поясните принцип действия и назначение сельсинов, опишите область их применения.
15. Приведите структурную схему источника питания с бестрансформаторным входом и поясните её состав и назначение.
16. Приведите структурные схемы компенсационных стабилизаторов напряжения с последовательным и параллельным включением регулирующего элемента относительно нагрузки. Поясните работу этих схем и дайте их сравнительную характеристику.
17. Поясните принцип действия импульсных стабилизаторов с широтно-импульсной модуляцией и релейных стабилизаторов (стабилизаторов с двухпозиционным регулированием). Сравните их особенности, достоинства и недостатки.
18. Дайте характеристику компенсационным стабилизаторам тока. Поясните область их применения. Приведите одну из схем и опишите вкратце принцип её действия.
19. Приведите структурные схемы и сравните достоинства и недостатки тиристорных стабилизированных источников питания двух типов: с включением регулирующего элемента на входе и выходе трансформатора.
20. Перечислите и охарактеризуйте основные направления и методы комплексной миниатюризации устройств электропитания радиоэлектронной аппаратуры.

21. Дайте характеристику основных способов обеспечения электромагнитной совместимости источников электропитания.
22. Приведите и охарактеризуйте методы повышения надёжности устройств электропитания радиоаппаратуры.
23. Приведите схему транзисторного сглаживающего фильтра, поясните его работу и сравните её свойства со свойствами пассивных фильтров.
24. Приведите схемы резонансных сглаживающих фильтров, поясните их работу, область применения и сравните их свойства со свойствами нерезонансных индуктивно-ёмкостных фильтров.

3. ЗАДАЧИ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ

Задача № 1

Рассчитать элементы стабилизатора напряжения на базе микросхемы стабилизатора в интегральном исполнении (ИСН) с регулируемым выходным напряжением. Выбрать микросхему и определить параметры элементов, обеспечивающих режим её работы. Рассчитать мощность, рассеиваемую на ИСН и определить, требуется ли дополнительный теплоотвод.

Для расчета можно воспользоваться методикой, изложенной в [10,12].

Таблица 2 – Исходные данные для расчета стабилизатора напряжения

Исходные данные для расчета	Номер варианта (последняя цифра ЗК)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выходное напряжение U_H , В, $\pm 15\%$	35	34	33	32	35	32	33	34	35	34
Выходное напряжение U_H , В, $\pm 0,05\%$	27	26	25	24	27	25	27	27	28	27
Ток нагрузки I_H , А	0,53	0,62	0,52	0,55	0,58	0,63	0,65	0,57	0,62	0,61
Температура корпуса микросхемы, при которой должна срабатывать теп- ловая защита T_K , °С	80	75	90	70	75	83	78	75	70	80

ЗАДАЧА № 2

Рассчитать тиристорный стабилизатор выпрямленного напряжения по исходным данным, приведённым в таблице 3.

Составить принципиальную схему стабилизатора постоянного напряжения, кратко пояснить её работу, рассчитать её основные рабочие характеристики, определить тип используемых тиристоров.

При расчёте можно воспользоваться инженерной методикой, приведённой в [4, 10, 12].

Таблица 3 – Исходные данные для расчета тиристорного стабилизатора

Исходные данные для расчета	Номер варианта (последняя цифра ЗК)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напряжение сети U_C , В	220	127	220	220	220	127	220	220	127	220
Частота сети f_C , Гц	50	400	400	50	400	400	50	400	400	400
Пределы изменения напряжения сети $\pm \Delta U_C$, В	0,1	0,15	0,1	0,15	0,1	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1
Выходное напряжение U_H , В	30	28	32	25	26	36	34	30	24	36
Пределы регулирования выходного напряжения $U_{H\min}; U_{H\max}$, В	27; 32	26; 31	29; 35	23; 27	24; 28	34; 38	32; 36	27; 33	23; 26	34; 38
Максимальный и мини- мальный токи нагрузки $I_{H\max}; I_{H\min}$, А	8; 0	8; 0	12; 0	12; 0	10; 0	10; 0	11; 0	12; 0	8; 0	12; 0
Амплитуда пульсаций на выходе сглаживающего фильтра $U_{H\sim}$, В	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	1,5	1,5	1,4	0,8	1,5
Максим. температура окружающей среды, °С	40	50	45	45	50	55	40	45	55	50

ЗАДАЧА № 3

Рассчитать однофазную мостовую схему выпрямления с удвоением напряжения при следующих исходных данных: напряжение питающей сети U_C , частота сети f_C , выпрямленное напряжение U_0 , ток I_0 , коэффициент пульсации напряжения на нагрузке $K_{ПН}$. Данные для расчета представлены в таблице 4.

При выполнении задания необходимо рассчитать основные параметры схемы; объяснить её работу с помощью временных диаграмм; привести принципиальную схему, а так же список используемой литературы. Методика расчёта приведена в [4, 6, 12].

Таблица 4 – Исходные данные для расчёта удвоителя напряжения

Исходные данные для расчета	Номер варианта (последняя цифра ЗК)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выпрямленное напряжение U_0 , В	600	550	400	450	500	530	420	550	450	480
Выпрямленный ток I_0 , мА	2,0	2,0	1,6	1,2	1,0	1,8	1,4	1,0	2,5	5,0
Напряжение питающей сети U_C , В	220	220	127	220	220	127	220	220	127	220
Частота сети f_C , Гц	50	400	50	50	400	50	50	400	50	400
Коэффициент пульсации напряжения на нагрузке $K_{ПН}$	0,03	0,01	0,02	0,01	0,04	0,06	0,03	0,02	0,04	0,05

ЗАДАЧА №4

Рассчитать однофазный выпрямитель напряжения, составить принципиальную схему, пояснить её работу и назначение элементов.

По исходным данным, приведённым в таблице 5, найти основные параметры схемы. На основании полученных результатов выбрать тип диодов выпрямителя и значение емкости конденсатора сглаживающего фильтра.

Методика расчета изложена в [9,10,12].

Таблица 5 – Исходные данные для расчёта выпрямителя.

Исходные данные для расчета	Номер варианта (последняя цифра ЗК)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Минимальное выпрямленное напряжение $U_{0\min}$, В	30	28	32	25	28	30	26	28	32	30
Минимальный ток нагрузки выпрямителя $I_{0\min}$, А	0,1	0,05	0,06	0,08	0,05	0,07	0,1	0,06	0,04	0,1
Максимальный ток нагрузки выпрямителя $I_{0\max}$, А	0,65	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,55	0,4	0,5
Амплитуда пульсации выпрямленного напряжения $U_{0\sim}$ не более, В	0,5	0,1	0,2	0,4	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,1
Напряжение питающей сети, В	220 $\pm$ 10%	220 $\pm$ 15%	127 $\pm$ 10%	127 $\pm$ 10%	220 $\pm$ 10%	220 $\pm$ 15%	127 $\pm$ 10%	127 $\pm$ 15%	220 $\pm$ 10%	220 $\pm$ 10%
Частота сети f_C , Гц	50	50	400	400	50	50	400	400	50	50

ЗАДАЧА № 5

Рассчитать транзисторный преобразователь напряжения по исходным данным, приведённым в таблице 6.

Составить принципиальную схему транзисторного преобразователя, пояснить её работу и назначение элементов; рассчитать её основные параметры для выбора транзисторов и определить их тип. Изобразить временную диаграмму напряжения на первичной обмотке преобразователя.

Методика инженерного расчёта преобразователей изложена в [10,11,12].

Таблица 6 – Исходные данные для расчёта преобразователя

Исходные данные для расчета	Номер варианта (последняя цифра ЗК)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напряжение питания U_C , В	15	12	10	14	15	12	10	13	12	15
Выходное напряжение U_0 , В	24	20	22	20	24	20	20	20	18	26
Ток нагрузки I_0 , А	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,8	1,1	0,9	0,8
Пульсация выпрямленного напряжения, не более, В	0,15	0,2	0,2	0,1	0,15	0,1	0,2	0,2	0,15	0,3
Диапазон рабочих температур, °С.	-20 +40	-30 +50	-20 +60	-30 +50	-30 +45	-20 +50	-50 +50	-40 +50	-30 +55	-30 +50

ЗАДАЧА № 6

Рассчитать схемы параметрических стабилизаторов напряжения (без термокомпенсации и с термокомпенсацией) по исходным данным, приведенным в таблице 7. Составить принципиальную схему, пояснить её работу и назначение элементов. Выбрать тип стабилитрона; определить количество диодов, необходимых для термокомпенсации, а также их тип.

При расчёте целесообразно воспользоваться методикой, изложенной в [9,11,12].

Таблица 7 – Данные для расчета параметрического стабилизатора

Исходные данные для расчета	Номер варианта (последняя цифра ЗК)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номинальное выходное напряжение U_H , В	12	14	16	11	13	30	35	50	60	30
Ток нагрузки I_H , мА	10	10	5	5	5	7	8	10	6	5
Изменение тока нагрузки ΔI_H , мА	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1

Продолжение таблицы 7

Относительное изменение входного напряжения $\Delta U_{BX}/U_{BX}, \%$	10	8	5	10	10	12	8	9	5	10
Коэффициент стабилизации K_{CT} не менее	10	12	14	10	10	15	15	10	15	15
Пределы изменения температуры окружающей среды, °С	-15; +40	-20; +40	-25; +45	-25; +35	-15; +40	-20; +45	-30; +45	-20; +50	-20; +50	-20; +45

ЗАДАЧА № 7

Рассчитать основные характеристики активного сглаживающего фильтра: коэффициент фильтрации, выходное сопротивление на постоянном и переменном токах и ориентировочное значение сопротивления нагрузки фильтра

Данные для расчета представлены в таблице 8.

Методика расчета приведена в [9,11,12].

Таблица 8 – Исходные данные для расчета параметров фильтра

Исходные данные для расчета	Номер варианта (последняя цифра ЗК)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент усиления тока транзистора $\beta = h_{21Э}$	120	50	80	90	100	110	60	70	90	100
Дифференциальное сопротивление коллектора транзистора r_K , кОм	5	4	6	5	4	3,5	5	6	4	5
Объемное сопротивление базы транзистора $r_B = 1/h_{22Б}$, Ом	2	0,5	7	6	5	4	2	3	0,5	0,8
Дифференциальное входное сопротивление транзистора в схеме с ОБ $r_{BX} = h_{11Б}$, Ом	0,2	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,2
Емкостное сопротивление конденсатора на рабочей частоте X_C , Ом	20	30	15	15	20	18	16	17	18	17
Сопротивление, задающее ток базы транзистора R_B , Ом	430	620	510	560	470	680	430	390	470	510

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник: Навч. посібник, Розділ 6. Електроживлення / За ред. Ю. Л. Мазора, Є. А. Мачуського, В. І. Правди. – К.: Вища шк., 1999. – 838 с.
2. Иванов-Цыганов А.И. Электротехнические устройства радиосистем / А. И. Иванов-Цыганов. – М.: Высшая школа, 1991. – 287с.
3. Алексеев О.В. Электротехнические устройства/ О.В. Алексеев, В.Е. Китаев, А.Я. Шихин; Под ред. А.Я. Шихина. – М.: Энергоиздат, 1994. – 336с.
4. Китаев В.Е. Расчёт источников электропитания устройств связи / В.Е. Китаев, А.А. Бокуняев. – М.: Связь, 1989. – 216с.
5. Краус Л.А. Проектирование стабилизированных источников электропитания радиоэлектронной аппаратуры / Л.А. Краус, Г.В. Гейман, М.М. Лапиров-Скобло. – М.: Энергия, 1995. – 288с.
6. Артамонов В.В. Маломощные выпрямители (Основные теории и расчёт) / В.В. Артамонов. – М.: Связь, 1990. – 240с.
7. Рогинский В.Ю. Расчёт устройств электропитания аппаратуры электро-связи / В.Ю. Рогинский. – М.: Связь, 1989. – 300с.
8. Руденко В.С. Приборы и устройства промышленной электроники / В.С. Руденко, В.И. Сенько, В.В. Трифониук. – К.: Техника, 1990. – 368с.
9. Источники электропитания на полупроводниковых приборах. Проектирование и расчёт / С.Д. Додик, Ю.Я. Дусовицкий, К.Б. Мазель и др.; Под ред. С.Д. Додика и Е.И. Гальперина – 2-е изд. – М.: Советское радио, 1989. – 448с.
10. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры : Справочник / Г.С. Найвельт, К.Б. Мазель, Ч.И. Хусаинов и др; Под ред Г.С. Найвельта. – М.: Радио и связь, 1986. – 576с.
11. Арсеньев Г.Н. Электропреобразовательные устройства РЭС: учебное пособие/ Г.Н. Арсеньев, И.В. Литовко – М.: Форум, Инфра-М, 2008. – 496с.
12. Башук Е.Б. Методическое пособие по выполнению расчётно-графических и контрольных заданий по дисциплине " Электропитание РЭА". Севастополь.: Изд-во СевНТУ, 2009. – 27с.