

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине
"Электропитание РЭА"
Программа и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения
направления 6.050901 – Радиотехника

Севастополь
2009



УДК 621.396

Методические указания, программа и контрольные задания по дисциплине "Электропитание РЭА" / Е.Б. Башук. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. - 15с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам заочной формы обучения при изучении дисциплины " Электропитание РЭА " и выполнении контрольной работы. Контрольная работа предполагает решение одной из 7 предложенных задач по расчёту конкретного блока источника электропитания и ответ на 2 теоретических вопроса 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 сглаживающий фильтр.

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

Указания предназначены для студентов заочной формы обучения направления 6.050901 – Радиотехника

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры СПЭМС (протокол № 7 от 25 февраля 2009 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Плоткин А.Д., канд. техн. наук, доцент кафедры радиотехники и телекоммуникаций.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	4
1. Содержание дисциплины	4
2. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы	6
3. Вопросы по теоретической части курса к контрольной работе	8
4. Задачи к контрольной работе	10
Задача № 1	10
Задача № 2	10
Задача № 3	11
Задача № 4	12
Задача № 5	12
Задача № 6	13
Задача № 7	14
 Библиографический список.....	 15

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 проектирования и конструирования 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 электрических машин в радиотехнических устройствах 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 источников вторичного электропитания и современную элементную базу источников питания РЭА.

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

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Введение в дисциплину "Электропитание РЭА"

Предмет и задачи курса. Структурные схемы источников питания РЭА, включая бестрансформаторные. Необходимость повышения частоты преобразования.

Основные показатели источника: внешние характеристики, внутреннее сопротивление, коэффициенты неустойчивости, удельные характеристики.

Область применения электромеханических устройств в радиосистемах.

Влияние электротехнических устройств на показатели, качество и надёжность РЭА.

1.2. Первичные источники электропитания РЭА

Основные требования к первичным источникам.

Трёхфазные сети питания. Соединение генератора и нагрузки звездой и треугольником. Основные соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями.

Устройство, принцип действия, характеристики и области применения электрохимических элементов и аккумуляторов, термоэлектрических генераторов, топливных и биохимических элементов, солнечных и атомных батарей и т. д.

Выбор типов первичных источников по условиям работы радиосистемы.

1.3. Электромагнитные и электромеханические устройства РЭА

Трансформаторы и дроссели. Их назначение, принцип действия и устройство. Уравнения ЭДС трансформаторов.

Эквивалентная схема двухобмоточного трансформатора. Широкополосные трансформаторы. Многообмоточные и многофазные трансформаторы. Трансформаторы, работающие на повышенной частоте и в импульсном режиме. Автотрансформаторы. Пик – трансформаторы.

Магнитные усилители. Назначение. Устройство и принцип действия магнитного усилителя. Показатели и характеристики магнитного усилителя.

Электрические машины постоянного тока. Устройство и принцип действия машин постоянного тока, режим генератора и двигателя. Особенности микромашин постоянного тока.

Электрические машины переменного тока. Устройство и принцип действия машин переменного тока, области их применения. Синхронные и асинхронные машины.

Специальные электрические машины. Применение электромашинных усилителей в радиоустройствах. Тахогенераторы и индукционные исполнительные двигатели. Сельсины и их применение в радиосистемах. Трансформаторный и индикаторный режимы работы сельсина. Вращающиеся трансформаторы.

1.4. Функциональные звенья источников вторичного электропитания.

Неуправляемые выпрямители гармонического напряжения. Классификация выпрямительных схем и их характеристики. Принципы построения основных схем выпрямителей: однофазные двухтактные, трёхфазные однократная и двухтактная схемы. Процессы в выпрямителях, влияние на них характера нагрузки. Соотношение между токами и напряжениями в выпрямителях с нагрузками, начинающимися с ёмкости и индуктивности. Схемы выпрямления с умножением напряжения. Формы токов и напряжения в цепях основных схем выпрямителей. Пульсации выпрямленного напряжения. Электрические требования к вентилям, диодным сборкам, конденсаторам, трансформаторам и дросселям, входящим в состав выпрямителя и фильтра.

Выпрямители негармонического переменного напряжения. Принцип управления выпрямленным напряжением в тиристорном выпрямителе. Схемы и характеристики тиристорных выпрямителей. Особенности расчёта тиристорного выпрямителя. Схемы управления тиристорами.

Выпрямители напряжения прямоугольной формы. Влияние инерционности полупроводниковых вентилях на процессы в выпрямителе. Требования к компонентам и вентилям выпрямителя при повышенной частоте переменного тока. Способы и техника миниатюризации выпрямителей. Регулирование выходного напряжения в выпрямителях напряжения прямоугольной формы. Основы расчёта выпрямителей, работающих на повышенных частотах.

Сглаживающие фильтры. Пассивные, активные, резонансные. Коэффициент сглаживания. Области применения, принцип действия, достоинства и недостатки. Методики расчёта сглаживающих фильтров.

Стабилизаторы постоянных напряжений и токов непрерывного действия. Принципы построения, назначение и характеристики непрерывных стабилизаторов. Параметрические и компенсационные стабилизаторы.

Схемы и основные расчетные соотношения для параметрических стабилизаторов напряжения. Термокомпенсация в стабилизаторах.

Схемы, принцип действия и функциональные звенья компенсационных стабилизаторов. Расчёт электрических режимов узлов стабилизатора. Расчёт неустойчивости выходного напряжения. Тепловой расчёт силовой цепи непрерывного стабилизатора. Стабилизаторы тока.

Защита непрерывных стабилизаторов. Серийные микросхемы непрерывных стабилизаторов, их характеристики и области применения.

Тиристорные стабилизаторы постоянного напряжения.

Ключевые стабилизаторы напряжения. Принцип действия. Силовая цепь и цепь обратной связи ключевых стабилизаторов. Стабилизаторы с широтно-импульсной модуляцией и линейные. Характеристики ключевых стабилизаторов.

Серийные микросхемы ключевых стабилизаторов, их способы применения. Основные расчётные соотношения для ключевых стабилизаторов.

Стабилизаторы переменного тока. Принцип построения, основные характеристики и особенности стабилизаторов переменного тока.

Инверторы напряжения и преобразователи частоты. Назначение, принцип работы, основные схемы. Особенности работы транзисторов и выпрямительных диодов в преобразователе. Влияние их инерционности на показатели преобразователя. Способы устранения коммутационных всплесков тока и потерь мощности в преобразователе. Требования к трансформаторам инверторов.

Расчёт преобразователей и их конструирование на основе микроэлектронной базы.

Тиристорные инверторы напряжения и преобразователи частоты. Назначение, принцип действия, область применения.

1.5. Заключение

Специфические требования к источникам вторичного электропитания отдельных радиоэлектронных устройств (приёмных, индикаторных, передающих и др.) Миниатюризация источников.

Обеспечение электромагнитной совместимости источника, его надёжность. Резервирование источников вторичного и первичного электропитания. Основные тенденции и направления развития.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа включает выполнение следующих заданий:

- письменные ответы на 2 теоретических вопроса по программе дисциплины, изложенные в разделе 3;
- решение одной задачи в соответствии с индивидуальными заданиями, которые представлены в разделе 4.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради 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.

Выбор варианта задания производится по последней и предпоследней цифре номера зачётной книжки в соответствии с таблицей 1. Первая и вторая цифры в таблице означают номера теоретических вопросов, третья цифра, выделенная жирным шрифтом, – номер задачи.

Выбор варианта задания расчётных данных в каждой задаче ведётся по последней цифре номера зачётной книжки.

При расчёте предлагаемых устройств можно при желании воспользоваться специализированными методами и пакетом прикладных программ расчёта схем на компьютере.

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

Таблица 1 – Выбор вариантов заданий для контрольной работы

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

3. ВОПРОСЫ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Приведите схемы двухтактных выпрямителей (двухтактную со средней точкой, мостовую и мостовую трёхфазную), дайте их краткую характеристику и проведите сравнительный анализ: достоинства, недостатки, область применения.
2. Приведите примеры схем умножения напряжения первого и второго рода при кратности умножения, равной 5. Поясните принцип их работы и дайте сравнительную оценку схем.
3. Приведите структурные схемы преобразователей (инвертора, конвертора и преобразователя частоты) и дайте краткую характеристику каждой из них, указав область её использования.
4. Приведите схему самовозбуждающегося инвертора с насыщающимся трансформатором и опишите вкратце его работу.
5. Приведите схему тиристорного инвертора (последовательного или параллельного), дайте её краткое описание и характеристику.
6. Приведите схему тиристорного однофазного преобразователя частоты, поясните её работу и сферу применения.
7. Приведите структурные схемы компенсационных стабилизаторов напряжения с последовательным и параллельным включением регулирующего элемента относительно нагрузки. Поясните работу этих схем и дайте их сравнительную характеристику.
8. Поясните принцип действия импульсных стабилизаторов с широтно-импульсной модуляцией и релейных стабилизаторов (стабилизаторов с двухпозиционным регулированием). Сравните их особенности, достоинства и недостатки.
9. Дайте характеристику компенсационным стабилизаторам тока. Поясните область их применения. Приведите одну из схем и опишите вкратце принцип её действия.
10. Приведите структурные схемы и сравните достоинства и недостатки тиристорных стабилизированных источников питания двух типов: с включением регулирующего элемента на входе и выходе трансформатора.
11. Перечислите и охарактеризуйте основные направления и методы комплексной миниатюризации устройств электропитания радиоэлектронной аппаратуры.
12. Дайте характеристику основных способов обеспечения электромагнитной совместимости источников электропитания.

13. Приведите и охарактеризуйте методы повышения надёжности устройств электропитания радиоаппаратуры.

14. Дайте характеристику электрохимических источников электрической энергии (гальваническим элементам и аккумуляторам).

15. Поясните принцип работы и укажите свойства и параметры солнечных батарей.

16. Дайте общую характеристику термоэлектрических генераторов.

17. Приведите схему транзисторного сглаживающего фильтра, поясните его работу и сравните её свойства со свойствами пассивных фильтров.

18. Приведите схемы резонансных сглаживающих фильтров, поясните их работу, область применения и сравните их свойства со свойствами нерезонансных индуктивно-ёмкостных фильтров.

19. Опишите принцип действия и особенности автотрансформаторов и сравните со свойствами трансформаторов.

20. Поясните принцип действия, область применения и особенности пик-трансформаторов.

21. Поясните принцип действия, особенности и область применения импульсных трансформаторов.

22. Поясните работу и назначение магнитных усилителей, и их свойства.

23. Поясните принцип действия и назначение сельсинов, опишите область их применения.

24. Приведите структурную схему источника питания с бестрансформаторным входом и поясните её состав и назначение.

4. ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ.

ЗАДАЧА № 1

Рассчитать схемы параметрических стабилизаторов напряжения (без термокомпенсации и с термокомпенсацией) по исходным данным, приведенным в таблице 2. 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 2 – 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
Относительное изменение входного напряжения $\Delta U_{BX}/U_{BX}$, %	10	8	5	10	10	12	8	9	5	10
Коэффициент стабилизации $K_{СТ}$ 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 № 2

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 3.

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 3 – 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 № 3

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 4 – 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 , °C	80	75	90	70	75	83	78	75	70	80

ЗАДАЧА № 4

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 5.

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

Таблица 5 – 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 $r_{ВХ} = h_{11Б}$, 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

ЗАДАЧА №5

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

По исходным данным, приведённым в таблице 6, 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 6 – 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 № 6

Рассчитать тиристорный стабилизатор выпрямленного напряжения по исходным данным, приведённым в таблице 7.

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 7– 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

Продолжение таблицы 7

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 № 7

Рассчитать транзисторный преобразователь напряжения по исходным данным, приведённым в таблице 8.

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 8 – 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

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 электросвязи / В.Ю. Рогинский. – М.: Связь, 1989. – 300с.
8. Руденко В.С. Приборы и устройства промышленной электроники / В.С. Руденко, В.И. Сенько, В.В. Трифонюк. – 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.

Заказ № _____ от " ____ " _____ 2009 г. Тираж _____
Издательство СевНТУ