

**Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический университет**



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к расчетно-графическому заданию
по дисциплине
«КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РЭА»
для студентов направления 6.050901 «Радиотехника»
дневной формы обучения**

**Севастополь
2012**



Методические указания к расчетно-графическому заданию по дисциплине «Компонентная база РЭА» для студентов направления 6.050901 «Радиотехника» дневной формы обучения / А.Д. Плоткин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012.— 12 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при самостоятельном решении задач по отдельным разделам дисциплины «Компонентная база РЭА».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры радиотехники и телекоммуникаций (протокол № 11 от 18.06. 2012 г.).

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний

Рецензент: Слезкин В.Г., кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой радиотехники и телекоммуникаций, доктор технических наук, профессор Гимпилевич Ю.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Порядок выполнения задания и оформления результатов.....	4
2. Контрольные вопросы. Пассивные элементы электрических цепей.....	5
3. Задача 1. Движение заряженных частиц в электрическом поле.....	6
4. Задача 2. Движение заряженных частиц в поле конденсатора.....	7
5. Задача 3. Энергия электрона в металлах.....	8
6. Задача 4. Катоды электровакуумных приборов.....	9
7. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания..	10
Библиографический список.....	11
Приложение А Образец титульного листа.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Компонентная база радиоэлектронной аппаратуры» (КБРЭА) является одной из первых, в цикле дисциплин профессиональной подготовки, в учебном плане подготовки бакалавров. Главная задача дисциплины КБРЭА состоит в том, чтобы на базе знаний и умений полученных в предшествующих дисциплинах, раскрыть принципы работы электронных и полупроводниковых приборов, научить будущего бакалавра рациональному выбору и использованию современной элементной базы при разработке радиоэлектронной аппаратуры в соответствии с тенденциями комплексной миниатюризации и условиями эксплуатации, оценке эффективности принятых технических решений.

Радиотехнические и информационные системы играют все возрастающую роль в жизни общества. Основные качественные показатели систем и входящей в них радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) в значительной степени определяются параметрами элементной базы, т.е. характеристиками интегральных схем, полупроводниковых приборов, резисторов и конденсаторов, контактных устройств, фильтров и т. п.

В результате изучения дисциплины КБРЭА студент должен знать:

- физические основы, принципы работы, характеристики, параметры радиоэлементов и компонентов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА);
- основные методы анализа электронных и полупроводниковых приборов различного назначения;
- современную элементную базу радиоэлектроники и ее функциональные возможности.

В результате изучения дисциплины КБРЭА должен уметь:

— определять параметры эквивалентных схем электронных и полупроводниковых приборов, анализировать их характеристики;

— проводить электрический расчет параметров полупроводниковых приборов по заданным требованиям и простых электрических цепей, содержащих полупроводниковые приборы;

— объективно оценивать функциональные возможности современной элементной базы радиоэлектроники.

Рабочая программа дисциплины КБРЭА построена таким образом, что основное внимание в лекционном курсе отводится принципам работы полупроводниковых приборов, а часть тем вынесена на самостоятельную проработку.

Самостоятельно должны быть изучены особенности следующих элементов:

- электронных ламп;
- пассивных элементов электрических цепей широкого применения;
- элементов функциональной микроэлектроники.

В течение семестра должны быть выполнены пять отдельных заданий.

Ниже приводятся требования к их выполнению и оформлению.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ И ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Цель методических указаний: Облегчить студентам самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины путем целенаправленного изучения литературных источников и решения ряда теоретических задач.

Расчетно-графическое задание состоит из ответа на теоретический вопрос и решения четырех задач. Результаты должны быть оформлены аккуратно на стандартных листах формата А4 с титульным листом стандартного образца. Поля должны составлять 20 мм со всех сторон.

Результаты вычислений следует представлять в численном виде с указанием размерности. Численные значения представляются в нормализованной форме с тремя значащими цифрами после запятой.

В конце работы приводится библиографический список, который оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1 – 84.

В соответствии с графиком самостоятельной работы расчетно-графическое задание выполняется с 3 по 7-ую учебные недели. Ориентировочная трудоемкость – 7...10 часов.

Номер варианта определяется по порядковому номеру студента в списке группы.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Дать письменные ответы на контрольные вопросы в соответствии с номером варианта:

- 1) Конденсаторы. Принцип действия. Основные параметры: емкость, класс точности, напряжение, постоянная времени, частотные свойства, стабильность параметров, допустимое напряжение, тангенс угла диэлектрических потерь.
- 2) Классификация конденсаторов и их маркировка. Обозначение допустимых отклонений емкости от номинала.
- 3) Конденсаторы постоянной емкости. Слюдяные, керамические, стеклянные, стеклокерамические, стекложемальевые конденсаторы. Описание конструкции, маркировка, частотный диапазон.
- 4) Конденсаторы постоянной емкости металлобумажные, пленочные и металlopленочные, электролитические и оксидно-полупроводниковые. Описание конструкции, маркировка, частотный диапазон.
- 5) Конденсаторы подстроечные и переменной емкости. Описание конструкции, маркировка, частотный диапазон.
- 6) Основные сведения о резисторах. Номинальное сопротивление резистора, номинальная мощность, температурный коэффициент сопротивления, электрическая прочность, уровень собственных шумов, частотные свойства, маркировка.
- 7) Резисторы постоянного сопротивления. Углеродистые, композиционные, металlopленочные, металлооксидные и проволочные резисторы. Обозначение, рекомендации по применению.
- 8) Резисторы переменного сопротивления. Типы и параметры.
- 9) Терморезисторы, термисторы и позисторы. Основные характеристики, назначение.
- 10) Электронно-лучевые трубки. Общие сведения.
- 11) Электронно-лучевые трубки с электростатическим отклонением луча. Устройство, принцип работы. Маркировка. Применение.
- 12) Электронно-лучевые трубки с магнитным отклонением луча. Устройство, принцип работы. Маркировка. Применение.
- 13) Классификация конденсаторов и их маркировка. Обозначение допустимых отклонений емкости от номинала.
- 14) Конденсаторы постоянной емкости металлобумажные, пленочные и металlopленочные, электролитические и оксидно-полупроводниковые. Описание конструкции, маркировка, частотный диапазон.
- 15) Основные сведения о резисторах. Номинальное сопротивление резистора, номинальная мощность, температурный коэффициент сопротивления, электрическая прочность, уровень собственных шумов, частотные свойства, маркировка.
- 16) Резисторы переменного сопротивления. Типы и параметры.

- 17) Резисторы постоянного сопротивления. Углеродистые, композиционные, металлопленочные, металлооксидные и проволочные резисторы. Обозначение, рекомендации по применению.
- 18) Катушки индуктивности, дроссели. Назначение, параметры. Конструктивные особенности индуктивностей различных диапазонов частот.
- 19) Трансформаторы. Назначение, параметры. Конструктивные особенности трансформаторов различных диапазонов частот.
- 20) Электромеханические фильтры.
- 21) Изделия функциональной электроники. Фильтры пьезоэлектрические.
- 22) Изделия функциональной электроники. Фильтры на поверхностных акустических волнах.
- 23) Электронно-лучевые трубки. Общие сведения.
- 24) Контактные устройства реле и герконы.
- 25) Жидкокристаллические и светодиодные индикаторы.

3. ЗАДАЧА 1.

ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Частица (Э - электрон, П - протон) массой m ускоряется разностью потенциалов U . При этом она приобретает энергию W и скорость V . Начальная скорость частицы равна нулю.

Определить недостающие параметры в таблице 3.1, отмеченные значком «*».

Таблица 3.1 — Исходные данные к задаче 1

Вариант	Частица	U , В	W , Дж	V , м/с	Вариант	Частица	U , В	W , Дж	V , м/с
1	Э	1	*	*	16	*	*	$4,8 \times 10^{-19}$	$2,39 \times 10^4$
2	П	1	*	*	17	Э	6	*	*
3	Э		*	$5,92 \times 10^5$	18	П	6	*	*
4	П		*	$1,38 \times 10^4$	19	Э	*	*	$1,45 \times 10^6$
5	*	1	*	$5,92 \times 10^5$	20	П	*	*	$3,38 \times 10^4$
6	*	1	*	$1,38 \times 10^4$	21	*	6	*	$1,45 \times 10^6$
7	*	*	$1,6 \times 10^{-19}$	$5,92 \times 10^5$	22	*	6	*	$3,38 \times 10^4$
8	*	*	$1,6 \times 10^{-19}$	$1,38 \times 10^4$	23	*	*	$9,6 \times 10^{-19}$	$1,45 \times 10^6$

Продолжение таблицы 3.1

Ва- риант	Час- тица	U , В	W , Дж	V , м/с	Ва- риант	Час- тица	U , В	W , Дж	V , м/с
9	Э	3	*	*	24	*	*	$9,6 \times 10^{-19}$	$3,38 \times 10^4$
10	П	3	*	*	25	Э	9	*	*
11	Э	*	*	$1,02 \times 10^6$	26	Р	9	*	*
12	П	*	*	$2,39 \times 10^4$	27	Э	*	*	$1,78 \times 10^6$
13	*	3	*	$1,02 \times 10^6$	28	Р	*	*	$4,14 \times 10^4$
14	*	3	*	$2,39 \times 10^4$	29	*	9	*	$1,78 \times 10^6$
15	*	*	$4,8 \times 10^{-19}$	$1,02 \times 10^6$	30	*	9	*	$4,14 \times 10^4$

4. ЗАДАЧА 2

ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ПОЛЕ КОНДЕНСАТОРА

Заряженная частица (Э - электрон, П - протон) под действием напряжения U движется между пластинами плоскопараллельного конденсатора. Расстояние между пластинами d , время пролета частицы t . Считать, что начальная скорость частицы равна нулю.

Определить недостающие параметры в таблице 4.1, отмеченные значком «*».

Таблица 4.1 — Исходные данные к задаче 2

Ва- ри- ант	Час- тица	d , м	U , В	t , с	Ва- ри- ант	Час- тица	d , м	U , В	t , с
1	Э	0,1	5	*	16		0,01	10	$4,59 \times 10^{-7}$
2	П	0,1	5	*	17	Э	0,05	5	*
3	*	0,1	5	$1,51 \times 10^{-7}$	18	П	0,05	5	*
4	*	0,1	5	$6,5 \times 10^{-6}$	19	Э	0,05	*	$7,55 \times 10^{-8}$
5	Э	*	5	$1,51 \times 10^{-7}$	20	П	0,05	*	$3,25 \times 10^{-6}$
6	П	*	5	$6,5 \times 10^{-6}$	21	Э	*	5	$7,55 \times 10^{-8}$
7	Э	0,1	*	$1,51 \times 10^{-7}$	22	П	*	5	$3,25 \times 10^{-6}$

Продолжение таблицы 4.1

Вариант	Частота	d , м	U , В	t , с	Вариант	Частота	d , м	U , В	t , с
8	П	0,1	*	$6,5 \times 10^{-6}$	23	*	0,05	5	$7,55 \times 10^{-8}$
9	Э	0,01	10	*	24	*	0,05	5	$3,25 \times 10^{-6}$
10	П	0,01	10	*	25	Э	0,05	10	*
11	Э	0,01	*	$1,07 \times 10^{-8}$	26	П	0,05	10	*
12	П	0,01	*	$4,59 \times 10^{-7}$	27	Э	0,05	*	$5,35 \times 10^{-8}$
13	Э	*	10	$1,07 \times 10^{-8}$	28	П	0,05	*	$2,29 \times 10^{-6}$
14	П	*	10	$4,59 \times 10^{-7}$	29	Э	*	10	$5,35 \times 10^{-8}$
15	*	0,01	10	$1,07 \times 10^{-8}$	30	П	*	10	$2,29 \times 10^{-6}$

5. ЗАДАЧА 3

ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОНА В МЕТАЛЛАХ

Концентрация электронов в некотором металле составляет N . Максимальное значение энергии электрона при $T=0$ (К) - уровень Ферми W .

Определить недостающие параметры в таблице 5.1, отмеченные значком «*».

Таблица 5.1 — Исходные данные к задаче 3

Вариант	N , м ⁻³	W , эВ	Вариант	N , м ⁻³	W , эВ	Вариант	N , м ⁻³	W , эВ
1	10^{30}	*	10	*	558	19	5×10^{29}	*
2	*	34,6	11	6×10^{30}	*	20	*	22,9
3	2×10^{30}	*	12	*	120	21	9×10^{29}	*
4	5×10^{30}	*	13	9×10^{30}	*	22	*	33,9
5	*	57,9	14	*	158	23	3×10^{29}	*
6	*	106	15	10^{29}	*	24	*	16,3
7	5×10^{31}	*	16	*	7,81	25	6×10^{29}	*
8	*	496	17	2×10^{29}	*	26	*	25,9
9	6×10^{31}	*	18	*	12,4	27	8×10^{29}	*

6. ЗАДАЧА 4

КАТОДЫ ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ

Оксидный катод работает при температуре T (К). Материал катода имеет работу выхода электрона W (Дж) и эмиссионную постоянную A ($\text{А/м}^2 \cdot \text{К}^2$). Плотность тока эмиссии j (А/м^2).

Определить недостающие параметры в таблице 6.1, отмеченные значком «*».

Таблица 6.1 — Исходные данные к задаче 4

№	A	T	W	J	№	A	T	W	J
1	$3,5 \times 10^5$	1200	3×10^{-19}	*	16	*	1200	$2,38 \times 10^{-19}$	$1,65 \times 10^5$
2	$3,5 \times 10^5$	1200	*	6850	17	2×10^5	1600	$4,21 \times 10^{-19}$	*
3	$3,5 \times 10^5$	*	3×10^{-19}	6850	18	2×10^5	1600	*	$1,96 \times 10^3$
4	*	1200	3×10^{-19}	6850	19	2×10^5	*	$4,21 \times 10^{-19}$	$1,96 \times 10^3$
5	$3,5 \times 10^5$	1400	3×10^{-19}	*	20	*	1600	$4,21 \times 10^{-19}$	$1,96 \times 10^3$
6	$3,5 \times 10^5$	1400	*	$1,23 \times 10^5$	21	3×10^5	1800	$4,21 \times 10^{-19}$	*
7	$3,5 \times 10^5$	*	3×10^{-19}	$1,23 \times 10^5$	22	3×10^5	1800	*	$4,23 \times 10^4$
8	*	1400	3×10^{-19}	$1,23 \times 10^5$	23	3×10^5	*	$4,21 \times 10^{-19}$	$4,23 \times 10^4$
9	2×10^5	1200	$2,63 \times 10^{-19}$	*	24	*	1800	$4,21 \times 10^{-19}$	$4,23 \times 10^4$
10	2×10^5	1200	*	$3,66 \times 10^4$	25	3×10^5	1800	$3,5 \times 10^{-19}$	*
11	2×10^5	*	$2,63 \times 10^{-19}$	$3,66 \times 10^4$	26	3×10^5	1800	*	$7,39 \times 10^5$
12	*	1200	$2,63 \times 10^{-19}$	$3,66 \times 10^4$	27	3×10^5	*	$3,5 \times 10^{-19}$	$7,39 \times 10^5$
13	2×10^5	1200	$2,38 \times 10^{-19}$	*	28	*	1800	$3,5 \times 10^{-19}$	$7,39 \times 10^5$
14	2×10^5	1200	*	$1,65 \times 10^5$	29	3×10^5	1600	$3,5 \times 10^{-19}$	*
15	2×10^5	*	$2,38 \times 10^{-19}$	$1,65 \times 10^5$	30	3×10^5	1600	*	$1,01 \times 10^5$

7. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания

При ответе на контрольный вопрос следует воспользоваться литературой [8, 9]. Ориентировочный объем ответов 3 — 5 листов формата А4.

При решении задачи 1 (Движение заряженных частиц в электрическом поле), следует использовать выражение для равенства кинетической энергии и энергии микрочастицы в электрическом поле [10].

$$\frac{mV^2}{2} = eU.$$

где $m_e = 9,12 \cdot 10^{-31}$ — масса электрона (кг);
 $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ — масса протона (кг);
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ — заряд микрочастицы (Кл);
 V — скорость микрочастицы (м/с);
 U — напряжение (В).

Тип частицы определяется по массе электрона или протона.

При решении задачи 2 (Движение заряженных частиц в поле конденсатора), следует использовать выражение для равенства кинетической энергии и энергии микрочастицы в электрическом поле, а также учитывать, что движение микрочастицы в поле конденсатора является равноускоренным [10].

$$d = \frac{at^2}{2}; \quad a = \frac{V - V_0}{t},$$

где a — ускорение микрочастицы в поле конденсатора (м/с²);
 V_0 — начальная скорость микрочастицы (м/с);
 V — конечная скорость микрочастицы (м/с);
 t — время пролета микрочастицы (с).

При решении задачи 3 (Энергия электрона в металлах), следует использовать выражение для энергии уровня Ферми [10]:

$$W_0 = \frac{h^2}{2m} \left(\frac{3N}{8\pi} \right)^{\frac{2}{3}},$$

где $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ (Дж·с) — постоянная Планка,
 $m = 9,12 \cdot 10^{-31}$ (кг) — масса электрона,
 N — концентрация электронов (м⁻³).

При решении задачи 4 (Катоды электровакуумных приборов), следует использовать выражение для плотности тока эмиссии катода [2, 3]:

$$J = AT^2 e^{-\frac{W_1}{kT}},$$

где J — плотность тока эмиссии катода (А/м^2);
 A — эмиссионная постоянная ($\text{А/м}^2 \cdot \text{К}^2$);
 T — температура работы катода в Кельвинах;
 W_1 — работа выхода электрона из материала катода (Дж);
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ (Дж/К) — постоянная Больцмана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания по оформлению текстовых работ для студентов дневной и заочной форм обучения направления 6.050901 — “Радиотехника” / СевНТУ В. Г. Слезкин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. — 20 с.
2. Батушев В.А. Электронные приборы / В.А. Батушев. — М.: Высш. школа, 1990. — 364 с.
3. Дулин В.Н. Электронные приборы / В.Н. Дулин. — М.: Энергия, 1977. — 424 с.
4. Терехов В.А. Задачник по электронным приборам / В.А. Терехов. — М.: Энергоатомиздат, 1993. — 280 с.
5. Изьюрова Г.И. Расчет электронных схем / Г.И. Изьюрова. — М.: Высш. школа, 1997. — 335 с.
6. Полупроводниковые приборы, интегральные микросхемы и технология их производства: учеб. для студ. вузов II — IV уровня аккредитации / Ю.Е. Гордиенко, А.Н. Гуржий, А.В. Бородин, С. С. Бурдукова. — Харьков: Компания СМІТ, 2004. — 620 с.
7. Валенко В. С. Полупроводниковые приборы и основы схемотехники электронных устройств / В. С. Валенко. — М.: Додэка — XXI, 2001. — 366 с.
8. Прохоров Е. Д. Твердотіла електроніка / Е. Д. Прохоров. — Харків: Изд-во Харків. нац. ун-та ім. В. Н. Каразіна, 2007. — 544 с.
9. Москатов Е.А. Электронная техника / Е. А. Москатов. — Таганрог: Изд-во ТРТИ, 2004. — 121с.
10. Яворский Б.М. Справочник по физике / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. — М.: Наука, 1990. — 622 с.

Приложение А
Образец титульного листа

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический университет

Кафедра радиотехники и телекоммуникаций

Расчетно-графическое задание
по дисциплине «Компонентная база РЭА»
Вариант №

Выполнил студент гр. _____

(Ф.И.О.)

Отметка о защите _____

Преподаватель _____
(Ф.И.О.)

Севастополь
201_

Заказ № _____ от “ _____ ” _____ 2012 г. Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ