



Министерство образования Республики Беларусь
Филиал Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Утверждаю
Зам.директора по учебной работе
Филиала БрГТУ
Политехнический колледж
_____ С.В.Маркина
" ____ " _____ 2016г.

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашних контрольных работ для учащихся специальности 2-39
02 32 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств»

для заочной формы обучения

Разработал А.Н.Басалаев, преподаватель Филиала БрГТУ Политехнический колледж.

Методические указания разработаны на основании учебной программы, утверждённой, Директором Филиала БрГТУ Политехнический колледж 14.06.2016 г.

Методические указания обсуждены и рекомендованы к использованию на заседании цикловой комиссии радиотехнических дисциплин _____ 2016 г. Протокол № _____

Председатель цикловой комиссии _____ Л.П.Бойко

1 Пояснительная записка

Целью дисциплины "Конструирование радиоэлектронных средств" является изучение основ конструирования РЭС с учетом требований технического задания, объекта установки, обеспечения высокой надежности.

Материал дисциплины преподается с опорой на знания, полученные по дисциплинам "Электрорадиоматериалы", "Стандартизация и сертификация", «Электро-радиоэлементы и устройства функциональной электроники», дисциплинам специального цикла.

Данная дисциплина является базовой для изучения дисциплин "Технология и автоматизация производства РЭС, дисциплин специального цикла и специализации, для выполнения курсовых и дипломного проектов по специальности.

Специалист должен в области конструирования РЭС

знать на уровне представления:

- основные научные и практические достижения в области конструирования РЭС;
- степень воздействия внешних и внутренних дестабилизирующих факторов на работоспособность РЭС;
- системные методы конструирования радиоэлектронных средств;

знать на уровне понимания:

- основные факторы, определяющие конструкцию РЭС,
- реализацию иерархического принципа конструирования,
- правила и особенности оформления конструкторской документации (КД);
- основы компоновки и трассировки печатных плат (ПП);
- основы теории и расчета надежности;

уметь:

- пользоваться специальной литературой, справочниками, стандартами;
- решать задачи компоновки элементов и трассировки ПП;
- разрабатывать конструкцию РЭС с учетом воздействия механических и климатических факторов при обеспечении высокой надежност

2 Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Количество	
	всего	в том числе лабораторно-практиче-
1	2	3
Введение	2	
1. Общие вопросы проектирования РЭС	8	
1.1 Область применения и условия эксплуатации радио-электронных средств (РЭС)	2	
1.2 Общие технические требования к РЭС	4	
1.3 Материалы и покрытия, их влияние на параметры конструкций	2	
2. Конструкторская документация	18	6
2.1 Общие сведения об изделиях и конструкторской документации	4	
2.2 Разработка конструкторских документов	2	
2.3 Требования к оформлению графических и текстовых конструкторских документов	6	
Практическая работа №1 Оформление схемы электрической структурной		2
Практическая работа №2 Оформление схемы электрической принципиальной		2
Практическая работа №3 Оформление перечня элементов		2
3. Надежность РЭС	14	6
3.1 Основные понятия теории надежности. Показатели надежности	4	
Практическая работа № 4 Расчет единичных показателей безотказности и ремонтно-пригодности		2
3.2 Расчет надежности при проектировании	2	
Практическая работа №5 Ориентировочный расчет надежности изделий		2
Практическая работа №6 Полный расчёт надёжности проектируемых изделий		2
3.3 Обеспечение надежности РЭС	2	
4. Конструирование РЭС с применением печатного монтажа	18	8

7. Компоновка РЭС	16	2
7.1 Способы компоновки РЭС	2	
7.2 Компоновка РЭС различных конструктивных уровней	4	
7.3 Особенности компоновки РЭС различного назначения	4	
Практическая работа №15 Изучение компоновочных моделей РЭС различного функционального назначения		2
7.4 Требования эргономики к РЭС	2	
7.5 Обеспечение ремонтпригодности РЭС	2	
Итого	100	30

единицы ГЭС

Обязательная контрольная работа	1	
5 Конструирование РЭС диапазона сверхвысоких частот	5	
5.1 Функциональные особенности РЭС СВЧ диапазона	3	
5.2 Конструкции пассивных и активных элементов СВЧ диапазона	2	
6. Защита РЭС от внешних воздействий	18	8
6.1 Защита РЭС от механических воздействий	2	
Практическая работа №11 Оценочный расчет собственных частот конструкций РЭС		2
6.2 Защита РЭС от температурных воздействий	4	
Практическая работа №12 Расчёт тепловых режимов элементов РЭС в герметичном корпусе		2
Практическая работа № 13 Расчёт тепловых режимов работы элементов РЭС в перфорированном корпусе		2
Практическая работа №14 Расчёт радиатора		2
6,3 Защита РЭС от воздействия влаги	4	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Блаут-Блачева, В.И. Технология производства радиоаппаратуры/ В.И. Блаут-Блачева. М., 1972.
- [2] Борушак, С.С. Терминология ЕСКД. Справочник/ С.С. Борушак. М., 1990.
- [3] Буловский, П.И. Технология и оборудование производства электроизмерительных приборов/ П.И. Буловский, А.Н. Лукичев. М., 1983.
- [4] Грумбина, А.Б. Электронные машины и источники питания радиоэлектронных устройств/ А. Б. Грумбина. М., 1990.
- [5] Достанко, А.П. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства / А.П. Достанко, В.П. Панин [и др.]; Мн., 2002.
- [6] Егунов, А.В. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах/ А.В. Егунов. М., 1988.
- [7] Мысловский, Э.В. Промышленные роботы в производстве электронной аппаратуры/ Э.В. Мысловский. М., 1988.
- [8] Норенков, И.П. Основы теории и проектирования САПР / И.П. Норенков, В.Б. Маничев. М., 1990.
- [9] **Общетехнический справочник**/ под ред. Е.А. Скороходова. М., 1990.
- [10] Павловский, В.В. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. Пособие по курсовому проектированию/ В.В. Павловский, В. И. Васильев [и др.]; М., 1982.
- [11] Фрумкин, Г.Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры / Г.Д. Фрумкин. М., 1989.
- [12] Шамгин, Ю.В. Монтаж радиоэлектронной аппаратуры и приборов/ Ю. В. Шамгин, В. М. Алефиренко. Мн., 1998.

Нормативные документы

- [13] ЕСТД. ГОСТ 3.1118–82. Формы и правила оформления маршрутных карт.
- [14] ЕСТД. Справочное пособие. М., 1992.
- [15] ЕСКД. ГОСТ 2.105–95. Общие требования к текстовым документам.

Дополнительный список использованных источников

- [16] Акимов, Н.Н. Справочник. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА/ Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков [и др.]; Мн., 1994.
- [17] Алексеев, А.Г. и др. Усилительные устройства» сборник задач и упражнений/ А. Г. Алексеев. М., 1986.
- [18] Асенов, А.И. Мощные транзисторы в радиоустройствах/ А. И. Асенов, Д. Н. Глушакова. М., 1974.
- [19] Бараканова, Д.С. Порядок и правила разработки, оформления и обращения конструкторской документации/ Д. С. Бараканова, Ю. С. Тихомиров. М., 1992.
- [20] Воронков, Э.Н., Овечкин Ю.А. Основы проектирования

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант контрольного задания определяется по двум последним цифрам шифра (номера зачётной книжки) учащегося. Например, учащийся, имеющий шифр 1234, выполняет вариант 34 (см. таблицу вариантов контрольной работы).

При оформлении работ следует придерживаться следующих требований:

1. Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А4 с пронумерованными страницами одним из следующих способов:

- машинописным; текст печатается на одной стороне листа через 1 (один) интервал, шрифт 14,

- рукописным чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм; следует писать чётко, чёрной пастой, тушью или чернилами;

машинным, с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Текст печатается через один интервал, размер шрифта 14.

2. Контрольная работа включает:

- титульный лист;

- содержание;

- основную часть;

- список использованных источников.

3. Титульный лист является первым листом и оформляется в соответствии с приложением Д Стандарта предприятия СТП БГПК 001– 2011.

4. Текстовая часть домашней контрольной работы также оформляется в соответствии со Стандартом предприятия СТП БГПК 001– 2011.

5. Последовательность заполнения листов домашней контрольной работы должна выдерживаться в соответствии с заданием. Условие каждого задания должно быть приведено полностью.

7. Все рисунки и таблицы должны быть пронумерованы сквозной нумерацией.

8. После выполнения последнего задания должен быть приведен список использованных источников.

9. Домашняя контрольная работа помещается в папку с верхним прозрачным листом, либо в папку-скоросшиватель, либо листы работы могут быть скреплены с помощью степлера или ниток .

10. Работа должна быть выполнена и предоставлена на рецензию своевременно, в соответствии с учебным графиком. После получения зачтенной работы необходимо внести дополнения и исправления по замечаниям рецензии.

Если работа не зачтена, учащийся дорабатывает ее в соответствии с рекомендациями преподавателя. Доработка производится в той же контрольной работе после рецензии преподавателя.

11. При затруднении в выполнении какого – либо задания учащийся может обратиться к преподавателю за консультацией.

критерии оценки домашней контрольной работы для учащихся заочной формы обучения

Показатели оценки ДКР по учебной дисциплине «конструирование РЭС»

Отметка	Показатели оценки
Не зачтено	Несоответствие варианту ДКР, воспроизведение части программного учебного материала (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), наличие грубых существенных ошибок, нарушение методических указаний в оформлении ДКР, отсутствие списка использованных источников.
Зачтено	Описание и объяснение объектов изучения, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики. Раскрытие сущности вопросов, обоснование и доказательство, подтверждение аргументами и фактами, формулирование выводов, отсутствие существенных ошибок и нарушений методических указаний в оформлении ДКР.

Перечень теоретических вопросов и практических заданий для контрольной работы

1. Сравните эволюцию поколений и перспективы развития РЭС.
2. Классифицируйте материалы и покрытия, обоснуйте их влияние на параметры конструкций.
3. Характеризуйте основные области применения РЭС.
4. Объясните влияние материалов на габариты, вес, экономичность и точность изготовления РЭС
5. Классифицируйте РЭС по функциональному назначению.
6. Объясните влияние материалов на габариты, вес, экономичность и точность изготовления РЭС.
7. Классифицируйте РЭС по функциональному назначению.
8. Назовите защитные покрытия, применяемые в РЭС.

9. Классифицируйте РЭС по климатическим районам.
10. Аргументируйте факторы, влияющие на время и стоимость восстановления РЭС.
11. Оцените условия эксплуатации РЭС.
12. Дайте характеристику печатным платам, дать определения: печатный монтаж, контактная площадка, монтажное отверстие.
13. Классифицируйте РЭС по устойчивости к климатическим воздействиям.
14. Дайте характеристику параметрическим усилителям: конструкция ПУ, параметры.
15. Классифицируйте РЭС по устойчивости к механическим воздействиям.
16. Дайте характеристику способам изготовления ПП, обоснуйте основы выбора способа.
17. Сформулируйте эксплуатационные требования к РЭС.
18. Раскройте нормы топологического конструирования ПП.
19. Раскройте конструктивно-технологические требования к РЭС.
20. Сформулируйте основные правила оформления КД на ПП.
21. Объясните, чем определяется технологичность конструкции: основные понятия, показатели.
22. Объясните, какие механические соединения в конструкциях РЭС вы знаете: перечислить, дать пояснения и привести пример.
23. Объясните, какие электрические соединения в конструкциях РЭС вы знаете: перечислить и дать пояснения, привести пример
24. Какие основные характеристики человека-оператора при конструировании РЭС необходимо учитывать
25. Какие требования эргономики необходимо учитывать при конструировании РЭС.
26. Объясните сущность реализации иерархического принципа конструирования с помощью уровней разукрупнения РЭС.
27. Перечислите виды и комплектность КД РЭС. Дать определения.
28. Объясните назначение и особенности радиоэлектронных модулей РЭМ-0, РЭМ-1, РЭМ-2, РЭМ-3.
29. Перечислите виды схем и типы электрических схем.
30. Объясните сущность блочного и функционально-модульного способа компоновки РЭС.
31. В чем заключается сущность процесса конструкторско-технологического проектирования.
32. Перечислите современные требования к компоновке РЭС.
33. Назовите этапы проектирования: дать характеристику техническому заданию, цели, задачи.
34. Дайте характеристику микрополосковым линиям: конструкции, параметры, применение.

35. Назовите этапы проектирования: дать характеристику техническому предложению, цели, задачи, результаты.
36. Дайте характеристику внешней и внутренней компоновке РЭС, микроминиатюризация.
37. Назовите этапы проектирования: дать характеристику эскизному проекту, цели, задачи.
38. Объясните влияние механических воздействий на работоспособность РЭС.
39. Назовите этапы проектирования: дать характеристику техническому проекту, цели, задачи, результаты.
40. Сформулируйте порядок расчета собственных частот плат при различных способах крепления.
41. Перечислите общие сведения о классификаторе ЕСКД, объясните принцип кодирования.
42. Дайте характеристику теплообмену в конструкциях РЭС, дать определение: конвекции, теплопроводности, радиации.
43. Объясните влияние требований эргономики на эффективность и качество РЭС.
44. Объясните порядок теплового расчета РЭС коэффициентным методом.
45. Объясните порядок кодирования КД изделия РЭС и его составных частей (ПЗ, Э 1, ЭЗ)
46. Перечислите системы охлаждения РЭС, дать характеристику, привести пример.
47. Объясните влияние ремонтнопригодности на эффективность и качество РЭС.
48. Перечислите способы защиты РЭС от влаги, дать характеристику, привести пример.
49. Дайте характеристику конструкторскому коду изделия РЭС и его составных частей.
50. Перечислите факторы, определяющие надежность РЭС: долговечность, безотказность, ремонтнопригодность, сохраняемость и дать определения, привести пример.
51. Перечислите требования, предъявляемые к графическому выполнению текстовых документов.
52. Назовите виды отказов, дать характеристику количественным показателям надежности.
53. Перечислите требования, предъявляемые к графическому выполнению электрических схем, перечня элементов.
54. Сформулируйте пути и методы повышения надежности.
55. Перечислите требования, предъявляемые к графическому выполнению чертежей детали.
56. Сформулируйте порядок расчета надежности узла РЭА, конечные результаты.
57. Перечислите требования, предъявляемые к графическому выполнению

нию сборочных чертежей, спецификаций.

58. Дайте характеристику материалам элементов конструкций РЭС диапазона СВЧ.

59. Объясните назначение фильтров СВЧ перечислить конструкции.

60. Характеризуйте особенности конструкций наземных РЭС диапазона НЧ и ВЧ (носимых, стационарных, переносных, транспортируемых)

61. Дайте характеристику конструкции генератора на диоде Ганна.

62. Характеризуйте особенности конструкций бортовых РЭС.

63. Дайте характеристику объемным резонаторам: назначение, конструкции.

64. По заданной схеме электрической принципиальной составьте перечень элементов.

65. По заданной схеме электрической принципиальной составьте спецификацию.

66. По заданной схеме электрической принципиальной составьте перечень требований к сборочному чертежу.

67. По заданной схеме электрической принципиальной составьте перечень требований к печатной плате.

68. Сформулируйте правила оформления графических конструкторских документов.

ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
вопросы варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	61	62	63	64	65	66	67	68	1	2	3	4	5	6	7
№ варианта	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
вопросы варианта	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] **Блаут-Блачева, В.И.** Технология производства радиоаппаратуры/ В.И. Блаут-Блачева. М., 1972.
- [2] **Борушак, С.С.** Терминология ЕСКД. Справочник/ С.С. Борушак. М., 1990.
- [3] **Буловский, П.И.** Технология и оборудование производства электроизмерительных приборов/ П.И. Буловский, А.Н. Лукичев. М., 1983.
- [4] **Грумбина, А.Б.** Электронные машины и источники питания радиоэлектронных устройств/ А. Б. Грумбина. М., 1990.
- [5] **Достанко, А.П.** Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства / А.П. Достанко, В.П. Панин [и др.]; Мн., 2002.
- [6] **Егунов, А.В.** Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах/ А.В. Егунов. М., 1988.
- [7] **Мысловский, Э.В.** Промышленные роботы в производстве электронной аппаратуры/ Э.В. Мысловский. М., 1988.
- [8] **Норенков, И.П.** Основы теории и проектирования САПР / И.П. Норенков, В.Б. Маничев. М., 1990.
- [9] **Общетехнический справочник/** под ред. Е.А. Скороходова. М., 1990.
- [10] **Павловский, В.В.** Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. Пособие по курсовому проектированию/ В.В. Павловский, В. И. Васильев [и др.]; М., 1982.
- [11] **Фрумкин, Г.Д.** Расчет и конструирование радиоаппаратуры / Г.Д. Фрумкин. М., 1989.
- [12] **Шамгин, Ю.В.** Монтаж радиоэлектронной аппаратуры и приборов/ Ю. В. Шамгин, В. М. Алефиренко. Мн., 1998.

Нормативные документы

- [13] **ЕСТД. ГОСТ 3.1118–82.** Формы и правила оформления маршрутных карт.
- [14] **ЕСТД.** Справочное пособие. М., 1992.
- [15] **ЕСКД. ГОСТ 2.105–95.** Общие требования к текстовым документам.

Дополнительный список использованных источников

- [16] **Акимов, Н.Н.** Справочник. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА/ Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков [и др.]; Мн., 1994.
- [17] **Алексеев, А.Г. и др.** Усилительные устройства» сборник задач и упражнений/ А. Г. Алексеев. М., 1986.
- [18] **Асенов, А.И.** Мощные транзисторы в радиоустройствах/ А. И. Асенов, Д. Н. Глушакова. М., 1974.
- [19] **Бараканова, Д.С.** Порядок и правила разработки, оформления и обращения конструкторской документации/ Д. С. Бараканова, Ю. С. Тихомиров. М., 1992.
- [20] **Воронков, Э.Н., Овечкин Ю.А.** Основы проектирования