

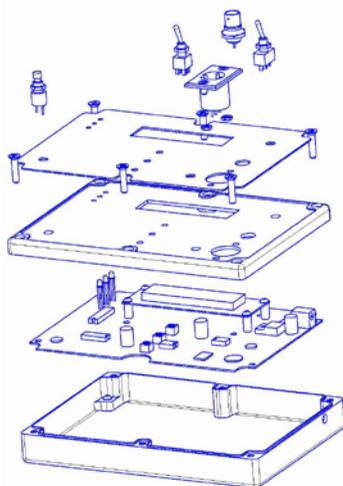
Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсового проекта по дисциплине  
«Конструкторско-технологические системы» по направлению  
11.03.03 «Конструирование и технология электронных  
средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлек-  
тронных средств») и направления 12.03.01 «Приборостроение»  
(профиль «Приборостроение»)  
всех форм обучения



Воронеж 2021

УДК 621.3.049.7.002 (075)  
ББК 38.54

**Составители:**

канд. техн. наук А.В. Турецкий,  
канд. техн. наук Н.В. Ципина.

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкторско-технологические системы» по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») и направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А.В. Турецкий, Н.В. Ципина Воронеж, 2021. 17 с.

Основной целью указаний являются выработка навыков разработки конструкции электронных устройств с применением современных средств проектирования.

Предназначены для проведения курсового проекта по дисциплине «Конструкторско-технологические системы» для студентов 3 курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле KR KTS.pdf.

Библиогр.: 6 назв.

**УДК 621.3.049.7.002 (075)**  
**ББК 38.54**

**Рецензент** - О.Ю. Макаров, д-р техн. наук, проф.  
кафедры конструирования и производства  
радиоаппаратуры ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета*

## **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа выполняется на 4 семестре обучения у бакалавров 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») и направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение»). При выполнении курсовой работы по дисциплине «Конструкторско-технологические системы» студенты должны научиться правильно и творчески использовать знания, полученные ими при прохождении теоретических дисциплин: «Электротехника и электроника», «Схемо- и системотехника электронных средств», «Материалы и компоненты электронных средств». Студенты должны ознакомиться с видами литературных источников и справочной информацией, которые необходимо использовать при проектировании конструкций приборов.

В результате выполнения курсовой работы они должны уметь решать следующие задачи:

- осуществлять обзор литературных источников по заданной теме;
- осуществлять поиск необходимой справочной информации по теме проекта;
- разрабатывать 3 D модели деталей прибора;
- выбирать необходимую элементную базу исходя из задания проектирования;
- проводить необходимые при проектировании расчеты;
- разрабатывать конструкцию несложного печатного узла.

## **2 ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа состоит из двух основных частей: графической части и пояснительной записки. Графическая часть работы должна содержать до 1 листа формата А1, пояснительная записка 25 – 30 страниц машинописного текста формата А4.

### **3 СТРУКТУРА ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Графическая часть курсовой работы должна содержать:

- схема электрическая принципиальная устройства;
- чертеж печатного узла;
- сборочный чертеж печатного узла;
- чертежи деталей;
- сборочный чертеж устройства.

При разработке графической части курсовой работы необходимо руководствоваться требованиями стандартов ЕСКД. Подготовка графической части должна осуществляться с применением современных САПР и возможностей 3D моделирования.

### **4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

#### **4.1 Общие положения**

Структура записки должна быть достаточно четкой и определять последовательность разработки преобразователя. Ниже приводится примерная структура пояснительной записки. Работа должна содержать:

- титульный лист (Приложение А);
- задание на курсовую работу (Приложение Б) ;
- содержание;
- введение;
- выбор элементной базы устройства;
- разработка конструкции печатного узла;
- разработка конструкции деталей;
- разработка сборки устройства.

Заключительная часть записки должна содержать: заключение, список использованных источников, приложения.

## 4.2 Содержание разделов курсовой работы

### *Содержание.*

В содержании последовательно перечисляются заголовки разделов, подразделов и приложений, указываются номера страниц, на которых они начинаются.

### *Введение.*

Во введении излагаются современные тенденции развития приборостроения в том направлении, к которому относится тема курсовой работы.

### *Выбор элементной базы устройства.*

Задание на работу выдается в виде схемы электрической принципиальной электронного устройства или прибора. Схема в первоначальном виде выполнена не по требованиям ЕСКД. Кроме того при выполнении схемы необходимо также выбрать и обосновать состав элементной базы в соответствии с заданными условиями эксплуатации. Перечень элементов является неотъемлемой частью схемы электрической принципиальной.

### *Разработка конструкции печатного узла.*

В этом параграфе приводятся основные сведения для разработки печатного узла. Определяются площади посадочных поверхностей элементной базы, вычисляется площадь всей печатной платы в соответствии с заданным коэффициентом заполнения. Исходя из этого, выбирается размер и конструкция готового корпуса из предложенных вариантов.

При разработке печатного узла уделяется внимание наиболее плотной и рациональной компоновки элементов.

### *Разработка конструкции деталей.*

Исходя из принятых решений на предыдущих этапах, разрабатываются 3 D модели деталей корпуса согласно выбранному варианту. Необходимо более рационально выбирать отдельные способы моделирования. Наиболее оптимальным является вариант с наименьшим количеством операций

### *Разработка сборки устройства.*

По полученным 3D моделям и 3D изображению печатного узла создается сборка устройства. Все детали должны быть сопряжены без ошибок также оптимальным образом. При создании сборки дорабатываются детали устройства, а также печатного узла.

### *Заключение.*

В заключении излагаются основные результаты проектирования. Отмечаются оригинальность, преимущества разработанного устройства. Оцениваются результаты проектирования с точки зрения соответствия требованиям технического задания.

### *Список использованных источников.*

В список включают всю использованную при выполнении курсовой работы литературу. В том числе ГОСТы, патенты и т.д.

Список составляют в порядке упоминания (ссылки) в тексте записки. Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ.

### *Приложения.*

В приложениях следует помещать таблицы, справочные данные к тексту записки, спецификации к чертежам графической части и т.д.

## **5 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Текст пояснительной записки курсовой работы должен быть выполнен по правилам оформления текстовой документации в соответствии с требованиями СТП ВГТУ 005-2007.

Титульный лист оформляется в соответствии с приложением А, задание с приложением Б, рисунки с приложением В, список литературы с приложением Г.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 3D-моделирование в инженерной графике : учебное пособие / С.В. Юшко [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 272 с. — ISBN 978-5-7882-2166-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79241.html>

2. Иванова Н.Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств : учебное пособие / Иванова Н.Ю., Романова Е.Б.. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 121 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66462.html>

3. Бумага А.И. Трехмерное моделирование в системе проектирования КОМПАС - 3D : учебно-методическое пособие / Бумага А.И., Вовк Т.С.. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 78 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92355.html>

4. Справочник конструктора РЭА [Текст ] / Р.Г. Варламов, В.К. Нефедов, Р.Ю. Перовский и др. ; под ред. Р.Г.Варламова. — М.: Советское радио, 1980. — 480 с.

5. Гель П.П. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: учебник для вузов [Текст ] / П.П. Гель, Н.К. Иванов-Есипович. -Л.: Энергоатомиздат, 1984. — 536 с.

6. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: учеб. для радиотехнич. спец. вузов [Текст ] / А.П. Ненашев. — М.: Высш. шк., 1990. — 432 с.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1 Цели и задач и курсовой работы .....	3
2 Объем курсовой работы.....	3
3 Структура графической части курсовой работы.....	4
4.1 Общие положения .....	4
4.2 Содержание разделов курсовой работы .....	5
5 Общие требования к оформлению пояснительной записки и темы курсовых работ .....	6
Библиографический список.....	7

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец титульного листа курсовой работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕР-  
СИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

\_\_\_\_\_ (факультет)  
Кафедра \_\_\_\_\_

## КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине \_\_\_\_\_

Тема \_\_\_\_\_

### Расчетно-пояснительная записка

Разработал(а) студент(ка) \_\_\_\_\_

Подпись, дата                      Инициалы, фамилия

Руководитель \_\_\_\_\_

Подпись, дата                      Инициалы, фамилия

Члены комиссии \_\_\_\_\_

Подпись, дата                      Инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

Подпись, дата                      Инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

Подпись, дата                      Инициалы, фамилия

Защищена \_\_\_\_\_ Оценка \_\_\_\_\_

дата

20\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Образец листа задания курсовой работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕР-  
СИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

Кафедра \_\_\_\_\_

#### ЗАДАНИЕ на курсовую работу

по дисциплине \_\_\_\_\_

Тема работы \_\_\_\_\_

Студент группы \_\_\_\_\_

Фамилия, имя, отчество

Номер варианта \_\_\_\_\_

Технические условия \_\_\_\_\_

Содержание и объем работы (графические работы, расчеты и прочее) \_\_\_\_\_

Сроки выполнения этапов \_\_\_\_\_

Срок защиты курсовой работы \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Подпись, дата

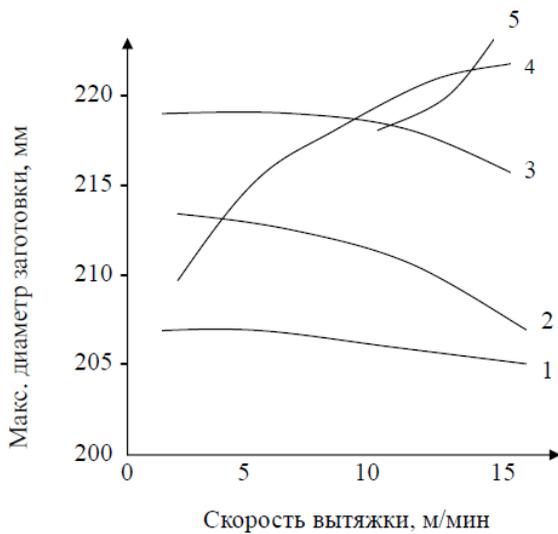
Инициалы, фамилия

Задание принял студент \_\_\_\_\_

Подпись, дата

Инициалы, фамилия

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Пример оформления рисунка



1 \_\_\_\_\_ ;  
2 \_\_\_\_\_ ; 3 \_\_\_\_\_ ;  
4 \_\_\_\_\_ ; 5 \_\_\_\_\_

Рисунок 1 – Название рисунка (приводят при необходимости)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### КНИГИ

#### Одного автора

1 Тихомиров В.А. Основы проектирования самолетостроительных заводов и цехов: учеб. пособие для вузов / В.А. Тихомиров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1975. – 472 с.

2 Семенов В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология / В.В. Семенов. – Пушкино: ПНЦ РАН, 2000. – 64 с.

#### Двух авторов

3 Басовский Л.Е. Управление качеством: учебник / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасов. М.: ИНФА-М, 2005. – 212 с.

#### Трех авторов

4 Пентюхов В.В. Информатика. Основы программирования на языке Паскаль: учеб. пособие / В.В. Пентюхов, Г.А. Кащенко, С.И. Лавлинский. – Воронеж: ВГТУ, 2001. – 130 с.

#### Четырех и более авторов

5 Радиолокационные станции бокового обзора / А.П. Реутов, Б.А. Михайлов, Г.С. Кондратенков и др.; под ред. А.П. Реутова. – М.: Советское радио, 1970. – 360 с.

6 История России: учеб. пособие для студентов всех специальностей / В.Н. Быков и др.; отв. ред. В.Н. Сухов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СПбЛТА, 2001. – 231 с.

7 Объединенная Германия: десять лет: проблем. темат. сб. / Рос. акад. наук, Ин-т науч. информ. по обществ. наукам. – М.: ИНИОН, 2001. – 273 с.

#### Многотомный документ в целом

8 Горюнов Н.Н. Полупроводниковые приборы. Справочник: в 2 ч. / Н.Н. Горюнов и др.; под ред. Н.Н. Горюнова. – М.: Энергоиздат, 1988. – 904 с.

#### Отдельный том

9 Савельев И.В. Курс общей физики: учеб. пособие для студентов вузов: в 3 т. / И.В. Савельев. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1982. – Т. 1. Механика. – 432 с.

### СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ДОКУМЕНТОВ

#### Статья из ....

... книги или другого разового издания

10 Двинянинова Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. – Воронеж: ВГТУ, 2001. – С. 101 - 106.

... сериального издания

11 Броко О. Высококачественный 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь / О. Броко // Электроника. – 1978. – № 8. – С. 25 - 34.

12 Коробочкин И.Ю. Повышение стойкости линеек при прошивке заготовок из сплавов на основе титана / И.Ю. Коробочкин, А.Н. Смелин, К.К. Ботвиновская // Черная металлургия. – М., 1996. – Вып. 23. – С.18 – 31.

13 Иванов И.М. Разработка процессов электрохимической обработки импульсами тока / И.М. Иванов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. – Т. 2. – № 1. – С. 95 - 103.

14 Aplevich J.D. Time-Domain Input-Output Representation of Linear Systems / J.D. Aplevich // Automatika. – 1981. Vol. 17. – № 3. – P. 509 - 522.

#### Законодательные материалы

15 Конституция Российской Федерации. – М.: Приор, 2001. – 32 с.

16 Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования электроснабжающих организаций: РД 153-34.0-03.205-2001. – М.: ЭНАС, 2001. – 158 с.

#### Стандарты

17 ГОСТ Р 51771-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.

#### Патентные документы

18 Пат. 2187888 Российская Федерация, МКИ7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / В.И.Чугаева – № 2000131736/09; Бюл. № 23. – 3 с.: ил.

19 А. с. 1007970 СССР, МКИЗ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В.С. Ваулин, В.Г. Кемайкин (СССР). – № 33600585/25; заявл. 23.11.81; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. – 2 с.: ил.

#### Диссертации

20 Вишняков И.В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13 / Вишняков Илья Владимирович. – М., 2002. – 234 с.

21 Рыбалко А.В. Разработка процессов электрохимической размерной обработки микросекундными импульсами тока и оборудования для их реализации: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Рыбалко Александр Васильевич. – Воронеж, 1997. – 32 с.

#### Отчеты о научно-исследовательской работе

22 Производство испытаний: отчет по НИОКР (промежут.) / ВЗИИП ; ОЦО 102Т3 ; № ГР 800571138. – М., 1981. – 90 с.

### Электронные ресурсы

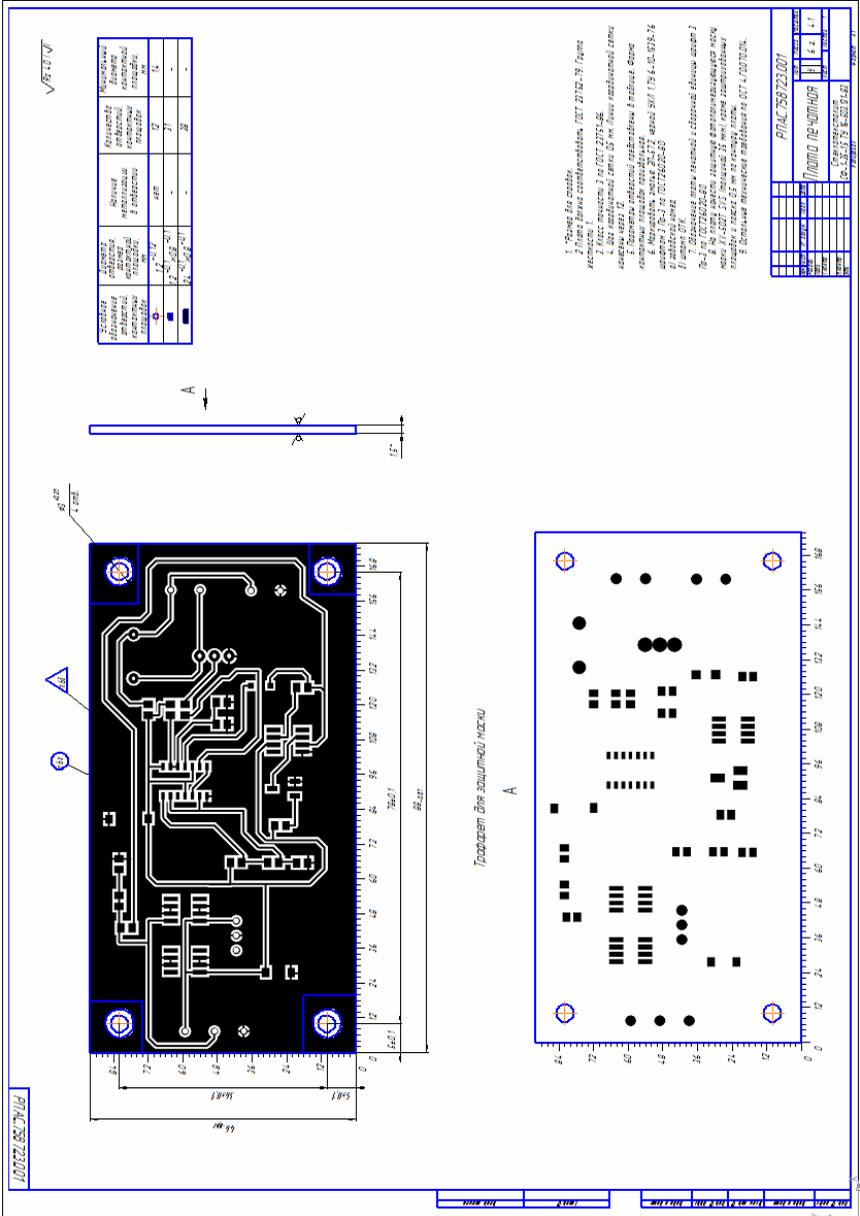
23 Библиография по социальным и гуманитарным наукам. 1993-1995. / Ин-т науч. информ. по обществ. наукам (ИНИОН). – Электрон. дан. и прогр. – М.: ИНИОН, 1995. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

24 Электронный каталог ГПНТБ России. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http // www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html](http://www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html).

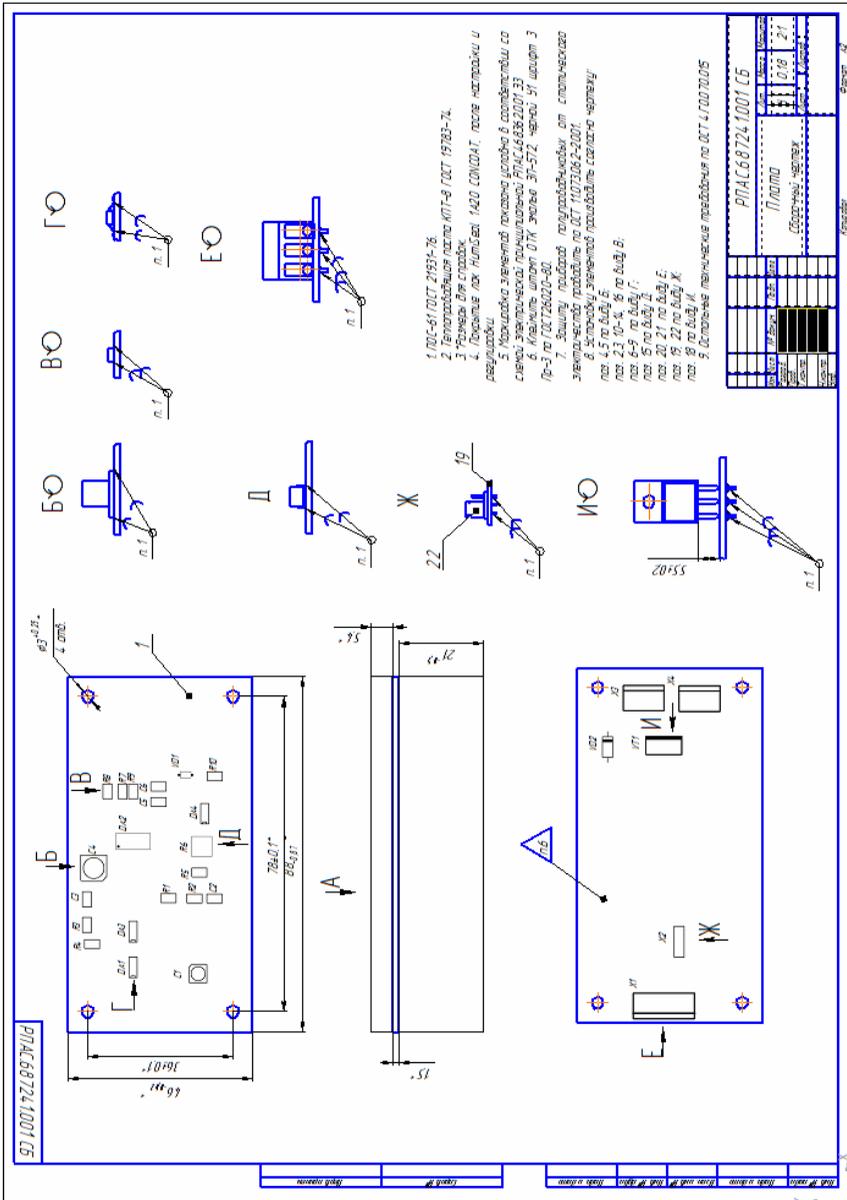
25 Цветков В.Я. Компьютерная графика: рабочая программа / В.Я. Цветков. – Электрон. дан. и прогр. – М.: МИИГАиК, 1999. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).



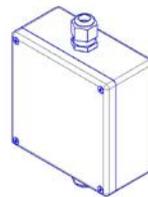
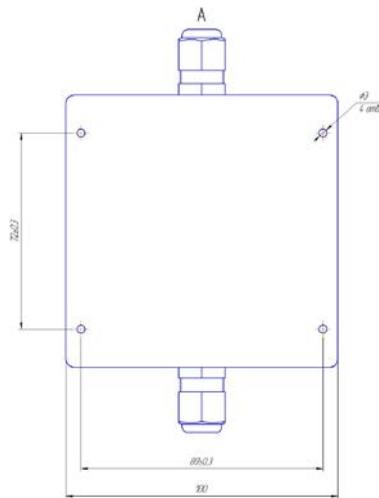
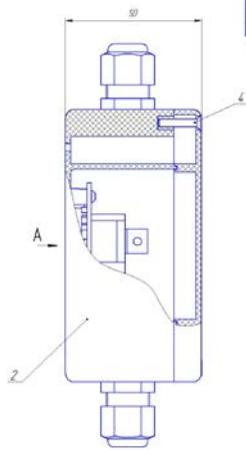
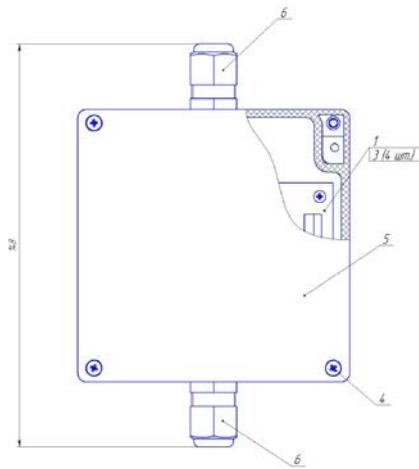
# Чертеж печатной платы



# Сборочный чертеж платы







1 - Размеры для справок;  
2 - Изготовить по техническим требованиям на ОСТ 4 / 0070105

РПАЕ 468362.001.05		Исполнение	
№	Изм.	Дата	Внесено
1	01	06	21
2	02	1	1988

Исполнитель: \_\_\_\_\_

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсового проекта по дисциплине  
«Конструкторско-технологические  
системы» по направлению 11.03.03 «Конструирование и тех-  
нология электронных средств» (профиль «Проектирование и  
технология радиоэлектронных средств») и направления  
12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение»)  
всех форм обучения

Составители:  
Турецкий Андрей Владимирович  
Ципина Наталья Викторовна

Компьютерный набор А.В. Турецкого

Подписано к изданию \_\_\_\_\_  
Уч.-изд. л. 1,1

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14