

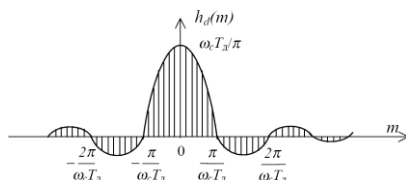
Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»
Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Проектирование цифровых устройств обработки сигналов»
для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и техноло-
гия электронных средств» (направленность «Проектирование и
технология радиоэлектронных средств»)
всех форм обучения



Воронеж 2018

УДК 621.3.049.7.002 (075)
ББК 38.54

Составитель:
канд. техн. наук Н. В. Ципина

Проектирование цифровых устройств обработки сигналов: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Н. В. Ципина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2018. 17 с.

Основной целью указаний является выработка навыков работы с цифровыми устройствами обработки сигналов, уяснение их принципа действия, характеристик и параметров.

Предназначены для проведения курсового проекта по дисциплине «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» для студентов 4 курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле КП_ПроектЦУОС.pdf.

Табл. 3. Библиогр.: 22 назв.

УДК 621.3.049.7.002 (075)

ББК 38.54

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

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовая работа выполняется на 8 семестре обучения у бакалавров 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств. Направленность «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». При выполнении курсового проекта по дисциплине **«Проектирование цифровых устройств обработки сигналов»** 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 печатных плат.

В результате выполнения курсового проекта они должны уметь решать следующие задачи:

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

1 ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из двух основных частей: пояснительной записки и графической части. Графическая часть работы должна содержать чертеж принципиальной схемы; чертеж размещения конструктивных элементов на печатной плате, сборочный чертеж функционального узла на печатной плате, по-

яснительная записка 20 – 25 страниц машинописного текста формата А4.

2 СТРУКТУРА ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Графическая часть курсового проекта должна содержать:

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

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

3 Общие положения

В настоящее время широкое распространение получает использование методов цифровой обработки сигналов (ЦОС) для решения различных задач (измерение и контроль в промышленных установках, телефония, радиолокация и радионавигация, обработка видеоизображений и т. д.). Однако в России ощущим дефицит инженеров, способных использовать алгоритмы и аппаратуру цифровой обработки.

Одной из причин такого положения является отставание в области математической подготовки студентов, связанное с изменением методики преподавания специальных дисциплин, когда много времени отводится на самостоятельную работу. Про самостоятельном изучении возникает проблема выбора соответствующей литературы. Данное методическое указание позволяет обеспечить самостоятельную подготовку студентов

АНАЛОГОВЫЕ СИГНАЛЫ И СИСТЕМЫ

Основные термины и определения

Информация – свойство материи, отличное от её вещественных и энергетических свойств, являющееся содержательной характеристикой отражения. Являясь свойством материи, информация может рассматриваться как величина.

Физическая величина (ФВ) – это свойство, общее в качественном отношении множеству объектов и индивидуальное в количественном отношении у каждого из них. Часто вместо термина «величина» применяют термин «параметр сигнала», понимая под сигналом физический процесс.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путём с помощью специальных технических средств (средств измерения).

Систематизация физических величин

Таблица 1.1

Признак	Виды ФВ	Пояснение	Примеры ФВ
По видам явлений	Вещественные	Свойства веществ и их состав	Сопротивление, ТКС, диэлектрическая проницаемость
	Энергетические	Энергетические характеристики процессов	Напряжение, ток, мощность, энергия
	Информационные	Свойства, отражающие динамические и статические характеристики процессов	АЧХ, ФЧХ, корреляционная функция, суммы, разности, интегральные и дифференциальные значения

Сигналом называют физический носитель сообщения, т. е. информации, предназначенной для передачи. в качестве сигналов могут выступать параметры самых различных физических процессов (давления, температуры, освещенности и т. п.). в радиотехнике сигнал, поступающий от первичного источника информации в виде изменения во времени или пространстве указанных параметров, преобразуется в электрическое колебание, описываемое законом изменения напряжения или тока.

для того, чтобы сделать сигнал объектом теоретического изучения, вводят математическую модель сигнала — способ его математического описания, представляющий собой функциональную зависимость, аргументом которой, как правило, является время — $s(t)$, $x(t)$, $u(t)$.

Математическая модель позволяет абстрагироваться от физической природы носителя сообщения и описывает наиболее существенные свойства сигнала. введение математической модели позволяет провести классификацию сигналов.

а н а л о г о в ы м или континуальным называют сигнал, произвольный по величине и непрерывный во времени. аналоговый сигнал $x(t)$ описывается н е п р е р ы в н о й или кусочно-непрерывной функцией времени. аргумент и сама функция принимают любые значения на интервале:

$$x_{\min} \leq x \leq x_{\max}; t_{\min} \leq t \leq t_{\max}.$$

например:

$$x(t) = \exp(-at), 0 \leq t < \infty.$$

$x_0 = x(t_0)$, $x_1 = x(t_1)$, ..., $x_n = x(t_n)$. при постоянном интервале дискретизации

$$\Delta t = t_i - t_{i-1} = t_{i-1} - t_{i-2} = \dots = T_{\text{д}}.$$

в этом случае значения решетчатой функции записываются как $x(nT_D)$, $x(n)$ или просто x_n . таким образом, дискретный сигнал задается как

$$x_D(t) = \{x(nT_D)\}.$$

переход от аналогового сигнала к дискретному — операция **д и с к р е т и з а ц и и** — состоит в том, что заданному аналого- вому сигналу ставится в соответствие дискретный сигнал:

$$x(t) \rightarrow x_D(t_n),$$

$$x_D(nT_D) = x(nT_D).$$

причем

для приведенного выше примера

$$x_D(n) = x_D(nT_D) = \exp(-anT_D) = a^{-n}, a = e^{\alpha T_D}, n = 0, 1, 2,$$

... .

обратный переход — операция **в о с с т а н о в л е н и я** — состоит в том, что заданному дискретному сигналу ставится в соответствие аналоговый сигнал:

$$x_D(t_n) \rightarrow x(t),$$

причем

$$x(nT_D) = x_D(nT_D).$$

Эти операции являются взаимно обратными при выполнении условий теоремы отсчетов (теоремы уиттекера — котельникова — шеннона).

цифровой сигнал — это квантованный по уровню дискретный сигнал. он описывается квантованными решетчатыми функциями (квантованными последовательностями отсчетных значений), принимающими конечный ряд дискретных значений $d_0, d_1, \dots, d_k$, называемых уровнями квантования.

связь между решетчатой функцией $x_D(nT_D)$ и квантованной

решетчатой функцией $x_C(nT_D)$ определяется нелинейной функцией — амплитудной характеристикой квантования $Q(x)$:

общий вид амплитудной характеристики квантования при квантовании с постоянным шагом $\Delta_V = \Delta$ приведен на рис. в.1.

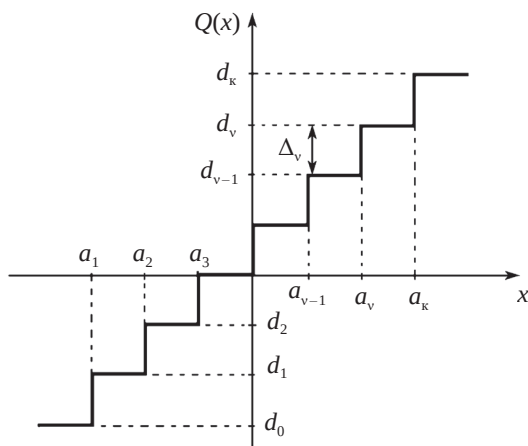


рис. в.1. общий вид амплитудной характеристики квантования

каждый уровень квантуется кодом, чаще всего двоичным. в этом случае число разрядов кода, описывающего цифровой сигнал, определяется как

$$m = \text{int} [\log_2(K + 1)]. \quad (\text{в.2})$$

здесь функция $\text{int}(\cdot)$ означает определение наименьшего целого числа, не менее заданного.

таким образом, переход от дискретного сигнала к цифровому $x_d(nT_d) \rightarrow x_{\text{ц}}(nT_d)$ осуществляется путем применения операций квантования и кодирования (рис. в.2).

соответственно переход от аналогового сигнала к цифровому $x(t) \rightarrow x_{\text{ц}}(nT_d)$ проводится путем осуществления операций дискретизации, квантования и кодирования, составляющих аналого-цифровое преобразование (ацп) сигнала (рис. в.3).

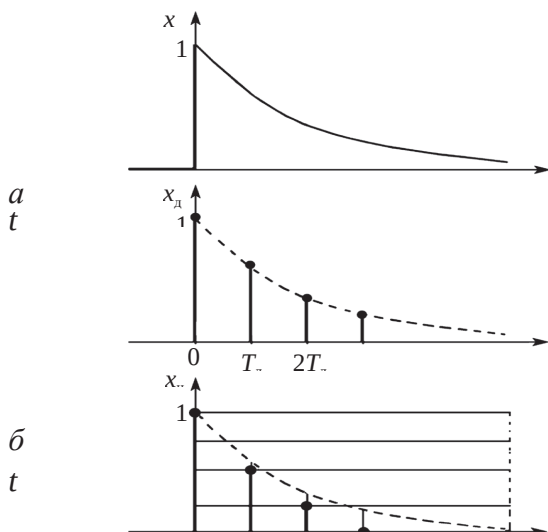


рис. в.2. аналоговый (а), дискретный (б) и цифровой (в) сигналы

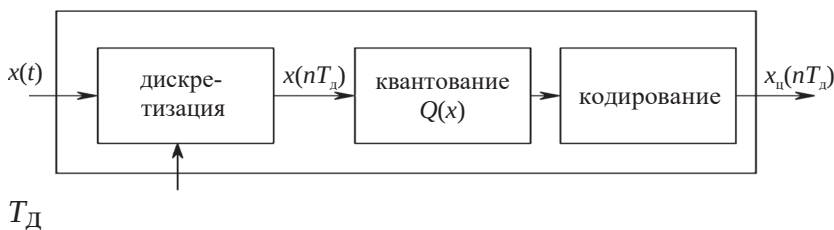


рис. в.3. структура аналого-цифрового преобразования

при этом возможны два типа искажений сигнала — за счет дискретизации и за счет конечного числа уровней квантования. выбирая достаточно большое число разрядов, можно увеличить точность представления сигнала, но это приводит к усложнению и удорожанию обработки.

обратный переход — операция цифроаналогового преобразования (цап) состоит в построении сигнала $x(t)$ по заданному цифровому сигналу:

$$x_{ц}(nT_d) \rightarrow x(t).$$

Эти операции не являются взаимно обратными из-за необратимых погрешностей при квантовании.

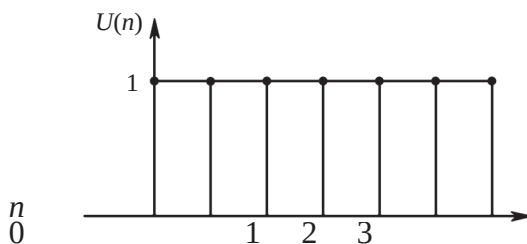


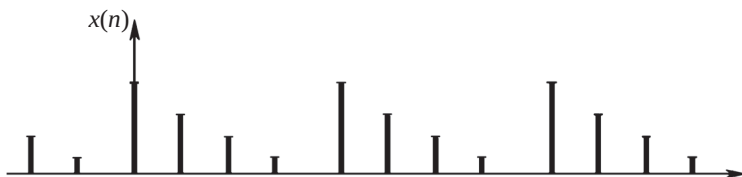
рис. в.5. единичная последовательность

связь между единичным импульсом и единичной последовательностью устанавливается следующими соотношениями:

$$x(nT_d) = x(nT_d + mNT_d), m = 1, 2, 3, \dots, \quad (\text{в.8}) \text{ при этом}$$

величина NT_d называется периодом последовательности от

сдвига на $k < N$ отсчетов, где $k = (k_1) \bmod N$ — остаток от деления k_1 на N . такой сдвиг называется **циклическим**.



цифровые фильтры

под **цифровым фильтром (цФ)** в общем случае понимают систему, преобразующую один цифровой сигнал в другой. цифровой фильтр может быть реализован как программа на цифровом сигнальном процессоре или аппаратным способом в виде цифровой схемы, содержащей регистры, сумматоры, умножители и т. п. Эта схема может быть реализована и на универсальном кристалле.

как указано ниже, в настоящем пособии в соответствии со сложившейся методикой изучения курса «основы цифровой обработки сигналов» сначала рассматриваются цифровые фильтры без учета эффектов квантования. то есть вместо понятий «дискретный фильтр» и «цифровой фильтр» используется ниже только термин

«цифровой». затем отдельно анализируются эффекты, связанные с цифровыми представлениями сигнала.

4. Структура и содержание разделов курсового проекта

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

- титульный лист;
- задание на курсовой проект;

- содержание;
- введение;
- обзор литературы по тематике;
- описание схемы электрической принципиальной;
- разработка конструкции печатного узла;
- разработка сборки устройства.

Заключительная часть записки должна содержать: заключение, список использованных источников, приложения (чертежи, перечень элементов, спецификации).

Содержание.

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

Введение.

Во введении излагаются современные тенденции развития САПР направлении, к которому относится тема курсового проекта. Определяется актуальность тематики курсового проекта.

Обзор литературы по тематике.

Обзор научно технической литературы — часть исследования, в которой анализируются существующие в настоящий момент точки зрения на вопрос, который поднимается в дипломе (курсовой). Задача автора - изучить взгляды разных ученых и найти место своей работы среди них, выявить ее особенность (уникальность). Обзор может быть представлен во введении или оформлен как отдельная глава. Главная цель обзора литературы - определение текущих границ познания в избранной области науки. В конце обзора могут быть сделаны выводы о перспективах дальнейших исследований.

Описание схемы электрической принципиальной.

Схемы электрические принципиальные электронного устройства в первоначальном виде выполнены не по требованиям ЕСКД. Кроме того при выполнении схемы необходимо также выбрать и обосновать состав элементной базы в соот-

ветствии 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, можно выбирать размер и конструкцию готового корпуса.

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

Разработка сборки устройства.

При создании сборки дорабатываются детали 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. Текст пояснительной записки курсового проекта должен быть выполнен по правилам оформления текстовой

документации в соответствии с требованиями СТП ВГТУ
<https://cchgeu.ru/upload/iblock/fd6/pravila-oformleniya-vkr.pdf>

Титульный лист оформляется в соответствии с приложением А, задание с приложением Б.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

Факультет

Кафедра _____

Направление подготовки /специальность _____
(код и наименование направления подготовки)

Профиль/программа/направленность _____

Курсовой проект

по дисциплине

Тема:

Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка на _____ страницах

Графическая часть на _____ листах

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 курсового проекта

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

Факультет _____

Кафедра _____

Направление подготовки /специальность _____
(код и наименование направления подготовки)

Проиль/программа/направленность _____

ЗАДАНИЕ на курсовой проект

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 _____

Руководитель

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. Кашенко, 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 Брок О. Высококачественный 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь / О. Брок // 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. Приемопередаточное 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.

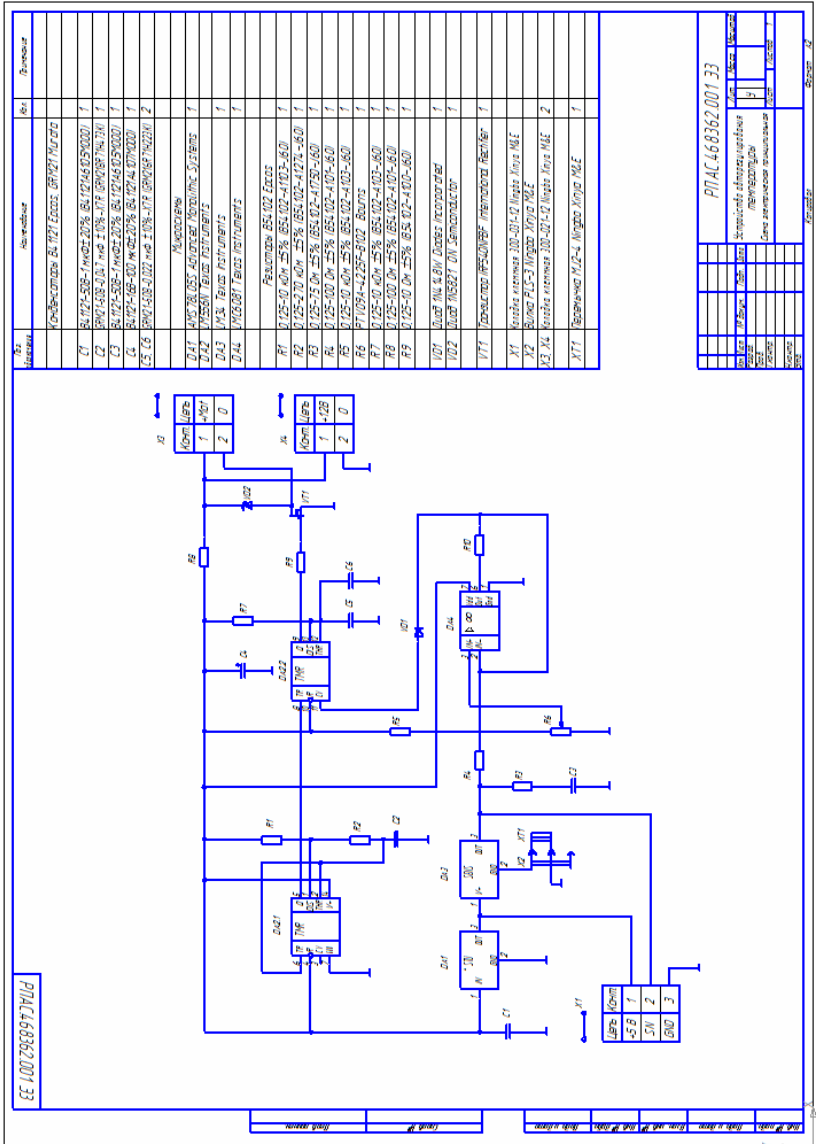
Электронные ресурсы

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.: МПИГАиК, 1999. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Схема электрическая принципиальная



Чертеж печатной платы

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсового проекта по дисциплине
«Проектирование цифровых устройств обработки сигналов»
по направлению 11.03.03 Конструирование и технология элек-
тронных средств
Направленность «Проектирование и технология радиоэлек-
тронных средств» всех форм обучения

Составитель:
Ципина Наталья Викторовна

В авторской редакции

Компьютерный набор Н.В. Ципиной

Подписано к изданию 16.09.2018
Уч.-изд. л.

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