

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Российский государственный университет нефти и газа (Национальный  
Исследовательский Университет) имени И.М. Губкина**

**Кафедра информационно-измерительных систем**

**А.В. Горохов, Я.Д. Попова**

**Методические указания к выполнению курсового проекта**

**“Проектирование усилителей на транзисторах и ОУ”**

**Для студентов направления 12.03.01 “Приборостроение”**

**Москва, 2020**

Данные методические указания содержат требования к составу и содержанию курсовых проектов, выполняемых студентами по дисциплине "Аналоговая электроника".

## **ВВЕДЕНИЕ**

Дисциплина "Аналоговая электроника" занимает важное место в подготовке специалистов в области проектирования электронных устройств приборостроения.

Навыки, полученные студентами при выполнении курсового проекта по дисциплине "Аналоговая электроника", являются необходимым условием успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Курсовой проект – вид учебного процесса по изучаемой дисциплине, предусмотренный учебным планом и выполняемый студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Целями курсового проекта являются закрепление на практике теоретических положений, развитие навыков анализа работы заданной схемы, расчёта её характеристик и параметров элементов; обучение навыкам пользования специальной технической литературой, справочниками, стандартами; подготовка студента к выполнению выпускной квалификационной работы.

Тема курсового проекта «Проектирование усилителей на транзисторах и ОУ» предполагает анализ, расчёт элементов и характеристик схемы усилительного каскада на биполярном транзисторе, проектирование и расчет усилителя на основе операционного усилителя, а также моделирование рассчитанных схем устройств с помощью программы Electronics Workbench.

Справочные данные выписываются с указанием марки полупроводникового прибора и источника информации. После расчёта каждого резистора, который входит в принципиальную электрическую схему устройства, выбирают его номинал, ближайший к одному из *стандартного ряда значений с указанием этого ряда (например, E24)*. И для дальнейшего расчета используют это выбранное значение. При моделировании схем на вход устройства подать низкочастотный синусоидальный сигнал (например, частотой 1000 Гц) и посмотреть, во сколько раз он увеличился, нет ли искажений и соответствует ли это коэффициенту усиления данного устройства; на сумматор на все входы подавать одинаковый сигнал (например, 100 мВ); для усилительного каскада проверить амплитудную передаточную характеристику, подавая сигнал разной амплитуды и наблюдая за формой выходного сигнала. Результаты моделирования в распечатанном виде представляются в соответствующем пункте пояснительной записки.

## 1.1 Требования к оформлению курсового проекта

### **Общие требования**

По ГОСТ 7.32-2001 текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегель) - 14. ГОСТ не определяет тип шрифта, но обычно - Times New Roman, отступ - 1,27 см. Размеры полей: правое - не менее 10 мм, верхнее и нижнее - не менее 20 мм, левое - не менее 25 мм. Объем пояснительной записки – 25-30 страниц печатного текста.

### **Структура пояснительной записки**

Текст должен быть насыщен схемами, графиками, формулами, техническими данными электронных компонентов, описанием и анализом схем и характеристик устройств. Графическая часть курсового проекта должна содержать принципиальные электрические схемы. Пояснительная записка должна содержать следующий состав и порядок расположения материала:

1. Титульный лист;
2. Задание;
3. Оглавление (содержание);
4. Введение с актуальностью, целями и задачами, предметом и объектом исследования;
5. Главы и параграфы (реферативная или обзорная часть, расчётная часть, результаты компьютерного моделирования, принципиальные электрические схемы, графики и т.д.);
6. Заключение;
7. Список литературы;
8. Приложения (по необходимости).

Образцы титульного листа и задания курсового проекта находятся на сайте университета на странице учебно-методического управления (УМУ) в разделе «Титульные листы и задания».

Помимо общей структуры, курсовая работа может содержать в себе: ссылки/сноски, список принятых сокращений, перечень терминов.

### **Нумерация страниц**

По ГОСТ 7.32-2001 страницы работы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная по всему тексту). Номер страницы ставится в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию, номер на нем не ставится. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц. Согласно ГОСТу Р 6.30-2003, номер страницы ставится в центре верхней части листа без точки.

### **Оформление заголовков**

По ГОСТ 7.32-2001 заголовки структурных элементов работы располагают в середине строки без точки в конце и печатают заглавными буквами без подчеркивания. Каждый структурный элемент следует начинать с новой страницы.

Расстояние между заголовками и текстом при выполнении работы печатным способом - 3-4 межстрочных интервала, расстояние между заголовками раздела и подраздела - 2 межстрочных интервала.

Текст делят на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Их обычно нумеруют в пределах всего текста, кроме приложений следующим образом: разделы – 1, 2, 3 и т.д., подразделы – 1.1, 1.2, 1.3 и т.д., пункты – 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т.д.

Заголовки разделов, подразделов, пунктов и подпунктов (для пунктов и подпунктов наличие заголовков необязательно) следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются.

По ГОСТ 2.105-95 наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

#### ***Оформление рисунков***

По ГОСТ 7.32-2001 на все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (например: Рисунок 1.1). Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. «Рисунок 2 – Структура усилителя». Точка в конце названия рисунка не ставится.

Если в работе есть приложения, то рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Рисунок А.3).

#### ***Оформление таблиц***

По ГОСТ 7.32-2001 на все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела - в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (например: Таблица 1.2)). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Таблица В.2). Слово «Таблица» пишется полностью. Название таблицы следует помещать над таблицей справа, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (например: Таблица 3 – Параметры операционного усилителя). Точка в конце названия таблицы не ставится.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят. Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается.

Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

При делении таблицы на части и переносе их на другую страницу допускается шапку таблицы заменять соответственно номерами граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы. Слово "Таблица" указывают один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут "Продолжение таблицы" или "Окончание таблицы" с указанием номера таблицы.

### ***Написание формул***

По ГОСТ 7.32-2001 формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Над и под каждой формулой или уравнением нужно оставить по пустой строке. Если уравнение не уместится в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:) или других математических знаков, причем этот знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «x».

Если нужны пояснения к символам и коэффициентам, то они приводятся сразу под формулой в той же последовательности, в которой они идут в формуле.

Все формулы нумеруются. Обычно нумерация сквозная. Номер проставляется арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке, например:

$$A = a:b \tag{1}$$

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой, например:

$$A = a:b \tag{1.4}$$

Формулы в приложениях имеют отдельную нумерацию в пределах каждого приложения с добавлением впереди обозначения приложения, например: (B.2).

### ***Список литературы***

Государственного стандарта по оформлению списка литературы нет, но существует общепринятая практика. Например, источники в списке литературы принято располагать в алфавитном порядке (относительно заголовка соответствующей источнику библиографической записи). При этом независимо от алфавитного порядка впереди обычно идут нормативные акты. Исходя из этого, можно считать устоявшимся правилом следующий порядок расположения источников:

- нормативные акты (например, ГОСТы);
- книги;
- печатная периодика;
- источники на электронных носителях локального доступа;
- источники на электронных носителях удаленного доступа (т.е. интернет-источники).

В каждом разделе сначала идут источники на русском языке, а потом - на иностранных языках (так же в алфавитном порядке).

Внутритекстовая ссылка делается в квадратных скобках, где указывается номер источника, детально расписанного в списке литературы в конце курсового проекта, а также после запятой пишется страница в источнике (например, [3, с. 69]);

### ***Оформление приложений***

По ГОСТ 7.32-2001 в тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием сверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность (например: ПРИЛОЖЕНИЕ Б). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в документе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Текст каждого приложения может быть разделен на разделы, подразделы и т.д., которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Нумерация страниц приложений и основного текста должна быть сквозная.

### ***Условные графические обозначения электронных компонентов***

Условные графические обозначения электронных компонентов принципиальных электрических схем производят в соответствии со следующими нормативными актами:

ГОСТ 2.730-73 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые (с Изменениями N 1-4);

ГОСТ 2.759-82 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники (с Изменением N 1);

ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.

## **1.2 Организация работы по выполнению курсового проекта**

Работа над курсовым проектом является самостоятельной работой студента, проводимой под контролем руководителя проекта. Студент консультируется у своего руководителя в установленное время.

При написании реферативной (обзорной) части студент пользуется литературой, рекомендованной преподавателем и другой литературой по теме

проекта. При этом должен быть виден индивидуальный подход при анализе рассматриваемых вопросов. Материалы, скопированные без переработки и индивидуального анализа, а также одинаково освещенные у разных студентов, к рассмотрению приниматься не будут, такие работы к защите допускаться не будут.