

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

Дата подписания: 01.09.2020

Уникальный программный ключ:

1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20237f3ab5c65

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Норильский государственный индустриальный институт»  
Политехнический колледж

**Методические указания  
по дисциплине «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»  
для заочного отделения**

для специальности

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

2020

# Содержание

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>1 ПРОГРАММА КУРСА И ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗА-</b>            |          |
|          | <b>НИЯ.....</b>   | <b>6</b> |
| <b>2</b> | <b>2 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РА-</b>                |          |
|          | <b>БОТЫ.....</b>  | <b>9</b> |
| <b>3</b> | <b>3 ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ И УКАЗАНИЯ ПО ЕЁ ВЫПОЛ-</b> |          |
|          | <b>НЕНИЮ.....</b>   | <b>9</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

Для заочной формы обучения в соответствии с учебными планами специальностей процесс изучения курса предусматривает проведение установочных и обзорных лекций и лабораторных занятий по ключевым практическим темам, а также проведение консультаций. Наибольшая часть учебного времени отводится на самостоятельную работу студентов, во время которой студентами заочной формы обучения должны быть выполнены контрольные работы.

Курс лекций читается в аудитории с мультимедийным оборудованием. При изложении курса отдельные чертежи (эпюры) могут выполняться на доске.

Цель лекций рассмотреть принципиальные вопросы, сформулировать и доказать основополагающие предложения, рассмотреть типовые задачи, дать алгоритмы их решения. Особое внимание обращается на четкость формулировок понятий и их определения.

Разработанные методические указания для студентов заочного обучения по проведению практических занятий учебной дисциплины «Компьютерное моделирование» способствуют приобретению студентами практических навыков по экспериментальному исследованию в среде VisSim динамических систем, к которым относятся системы автоматического управления.

Программа VisSim представляет собой удачное сочетание возможностей математики с достижениями в области вычислительной техники.

Важность изучаемого курса заключается в овладении приемами и технологией практического решения задач моделирования систем на ЭВМ.

Студенты самостоятельно изучают курс в соответствии с учебной программой и рекомендациями, полученными во время установочной сессии. Полученные знания реализует в самостоятельно выполненных контрольных работах.

Для студентов заочной формы обучения обязательным условием допуска к зачету является выполнение контрольной работы.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **уметь**:  
-работать с пакетами прикладных программ профессиональной направленности;

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать**:  
- численные методы решения прикладных задач;  
-особенности применения системных программных продуктов.

**В процессе освоения дисциплины у студентов должны формироваться общие и профессиональные компетенции:**

| Код | Наименование результата обучения |
|-----|----------------------------------|
|-----|----------------------------------|

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| ОК 1                                | Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес  |
| ОК 2                                | Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.     |
| ОК 3                                | Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.  |
| ОК 4                                | Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. |
| ОК 6                                | Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.   |
| ОК 7                                | Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.   |
| ОК 8                                | Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации     |
| <b>Профессиональные компетенции</b> |  |
| ПК 4.1                              | Проводить анализ систем автоматического управления с учетом специфики технологических процессов.   |
| ПК 4.2                              | Выбирать приборы и средства автоматизации с учетом специфики технологических процессов.  |
| ПК 4.3                              | Составлять схемы специализированных узлов, блоков, устройств и систем автоматического управления.  |
| ПК 4.4                              | Рассчитывать параметры типовых схем и устройств.   |
| ПК 4.5                              | Оценивать и обеспечивать эргономические характеристики схем и систем автоматизации.  |

# 1. ПРОГРАММА КУРСА И ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## Тематический план

| Номера разделов и тем  | Наименование разделов и тем    |
|--|--------------------------------|
| <b>Введение</b>  |                                |
| <b>Раздел 1 Основы моделирования</b>                                   |                                |
| <b>Тема 1.1</b>  | Основные понятия моделирования |
| <b>Раздел 2 VISSIM-современная система компьютерного моделирования</b> |                                |
| <b>Тема 2.1</b>  | Общее представление о VisSim.  |
| <b>Тема 2.2</b>  | Принципы построения моделей    |
| <b>Раздел 3. Математическое моделирование</b>                          |                                |
| <b>Тема 3.1</b>  | Разнообразие моделей           |
| <b>Раздел 4. 3D моделирование</b>                                      |                                |
| <b>Тема 4.1</b>  | Графическое моделирование      |

### Введение

Следует уяснить цели и задачи учебной дисциплины «Компьютерное моделирование», роль моделирования в науке и технике, изучить прикладной программный пакет VisSim, графический интерфейс программы.

### Контрольные вопросы

1. Что представляет собой импульсная система?
2. Назовите и поясните виды импульсной модуляции.
3. Когда следует использовать теорему Котельникова-Шеннона?
4. Что представляют собой концептуальная и машинная модели?
5. Каким образом исследовать устойчивость и качество САУ?
6. Как определить частоту среза с с непрерывной части системы?
7. Каким образом корректировать коэффициент передачи амплитудного усилителя импульсной системы при изменении скважности импульсов?
- 8.

### Содержание учебной дисциплин

#### Раздел 1 Основы моделирования

##### Тема 1.1 Основные понятия моделирования

При изучении темы следует рассмотреть особенности компьютерного моделирования. Решение профессиональных задач методами моделирования,

классификацию моделей. Принципы построения моделей Формализация и моделирование.

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой компьютерное моделирование?
2. Что такое модель?
3. Виды моделей?

## **Раздел 2 VISSIM-современная система компьютерного моделирования**

### **Тема 2.1** Общее представление о VisSim.

При изучении темы следует рассмотреть прикладной программный пакет VisSim, графический интерфейс программы.

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой нелинейная система? Перечислите особенности нелинейных систем.
2. Что такое релейный элемент? Назовите основные типы релейных элементов.
3. Как выбирать параметры реле?
4. Поясните метод фазовой плоскости исследования систем.
5. Назовите виды коррекции нелинейных систем.

### **Тема 2.2** Принципы построения моделей

## **Раздел 3. Математическое моделирование**

При изучении темы следует рассмотреть основные понятия математического моделирования, умение решать прикладные задачи.

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет математическое моделирование? Перечислите особенности математического моделирования.
1. Назовите основные виды математического моделирования.

### **Тема 3.1** Разнообразие моделей

При изучении темы следует рассмотреть виды и методы математического моделирования, умение применять их в своей профессиональной деятельности.

1. Что представляет математическое моделирование?
2. Перечислите особенности математического моделирования.
3. Назовите основные виды математического моделирования

## **Раздел 4. 3D моделирование**

## Тема 4.1 Графическое моделирование

При изучении темы следует рассмотреть возможности 3D моделирования, его возможности и преимущества.

- 1 Что представляет 3D моделирование?
- 2 Возможности 3D моделирования.
- 3 Применение 3D моделирования в своей профессиональной деятельности.

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....

Контрольная работа для студентов заочного отделения составлена в соответствии с учебным планом и предусматривает практическое закрепление и контроль полученных студентами знаний. Работа содержит 10 вариантов. В качестве практических заданий предложены фрагменты электрических схем. Теоретические вопросы оформляются в текстовом редакторе. Практическое задание выполняется в системе автоматизированного проектирования **Auto-Cad** в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению чертежей.

Контрольная работа должна быть представлена на проверку в виде твердой копии (распечатана на листах формата А3) и в электронном варианте (на магнитном диске – в качестве имени файла использовать свою фамилию).

Номер варианта соответствует номеру фамилии учащегося по журналу.

### Задания для контрольной работы

- Лист 1 - Титульный лист.
- Лист 2 - Чертеж модели
- Лист 3 - Электрическая схема Формат
- Лист 4 - Принципиальная схема Формат

Чертежи распечатать, сброшюровать в файловую папку и сдать на заочное отделение.

#### Лист 1 «Титульный лист»

**Цель работы:** закрепление навыков выполнения форматов, заполнение основной надписи.

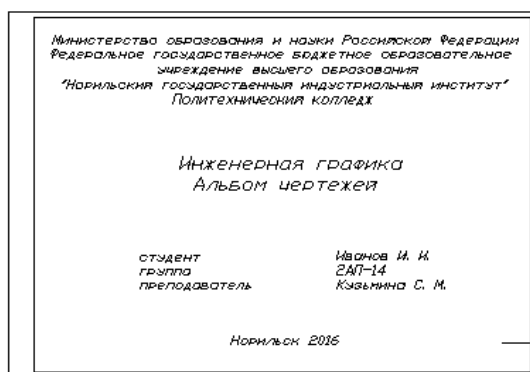
#### Порядок выполнения работы

На листе формата А3 выполнить рамку сплошной основной линией.

- зона 1 – наименование учебного заведения;
- зона 2 – наименование документа;
- зона 3- -данные о студенте, фамилия преподавателя;
- зона 4 – год выполнения работы.

Заполнить титульный лист стандартным шрифтом (Simplex).

Пример оформления титульного листа приведен на рисунке 1.





## Лист 2 - Чертеж модели

**Цель работы:** закрепление навыков построения чертежей, построения третьей проекции по двум заданным, выполнение простых разрезов; закрепление правил нанесения размеров на чертежах.

**Содержание работы:** построить третью проекцию модели по двум заданным.

Нанести размеры. Выполнить простые разрезы; закрепить правила нанесения размеров на чертежах.

### Методические указания

#### Последовательность построения чертежа модели по двум заданным проекциям:

При построении третьей проекции применить метод переноса размеров по высоте с фронтальной проекции, по ширине - с горизонтальной или профильной проекций, по длине - с фронтальной проекции (рисунок 2.13).

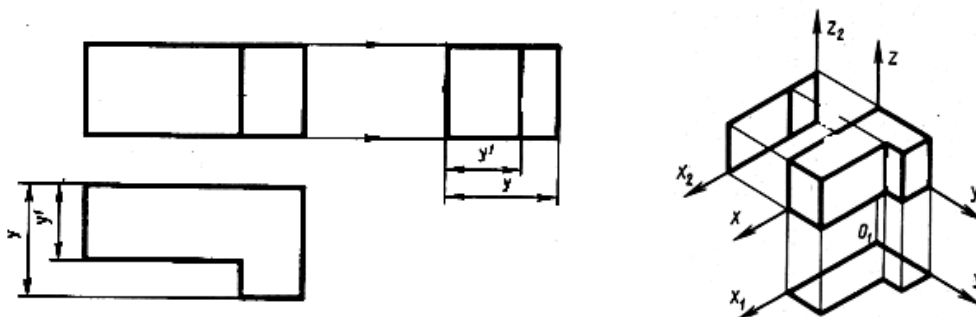


Рисунок 2.13- построении третьей проекции

#### Порядок выполнения работы:

- мысленно разделить модель на геометрические тела;
- построить заданные две проекции модели;
- методом проецирования построить третью проекцию;
- проставить размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68;
- построить изометрическую проекцию по комплексному чертежу модели.

#### Вопросы для самопроверки:

- 1 Каково содержание комплексного чертежа модели?
- 2 С какой целью модели расчленяют на составляющие их геометрические тела?

Литература: [1, с.114-120; 7,

Образец оформления листа показан на рисунке 2.  
Задания по вариантам представлены в таблице 1.

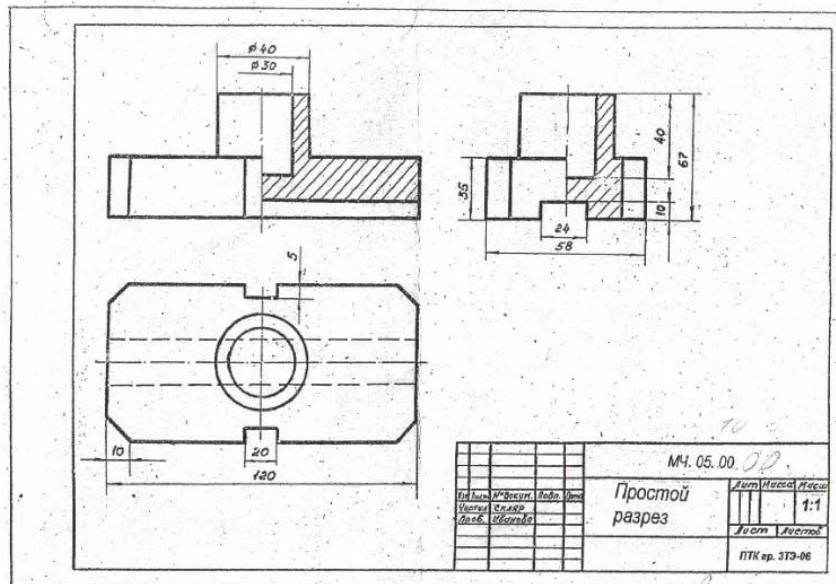
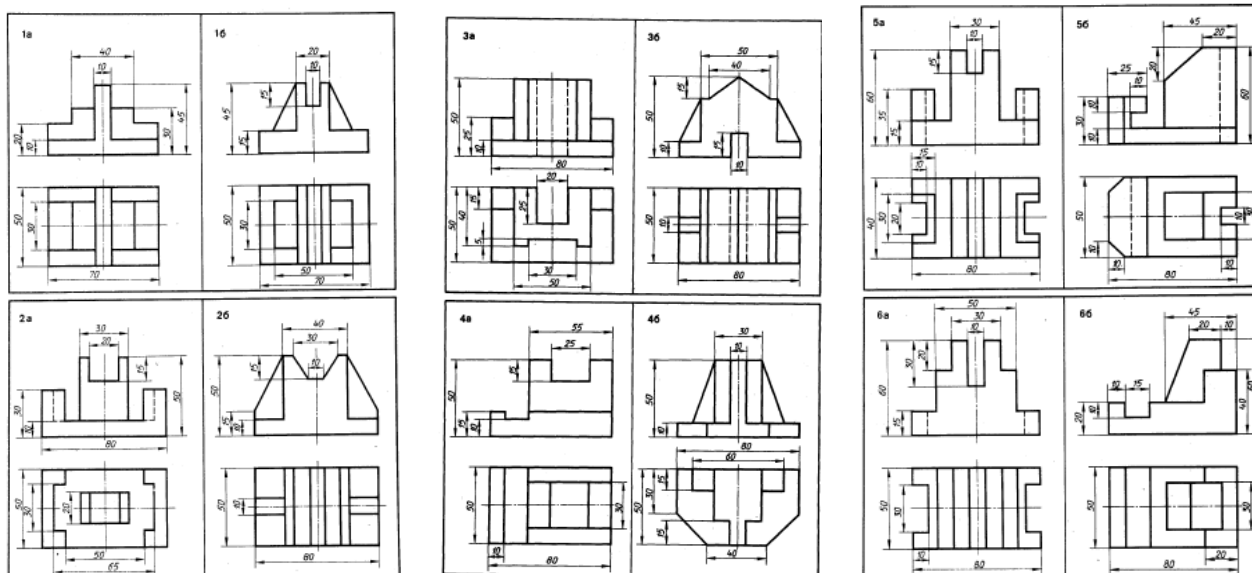


Рисунок 2 – Образец оформления листа 5

Таблица 1 - Варианты заданий к листу 5



### Содержание работы

**Построение третьей проекции модели по двум заданным, с применением простых разрезов.**

### Порядок выполнения работы

Построить третью проекцию модели по двум заданным. Нанести размеры. Построить по комплексному чертежу модели изометрическую прямоугольную проекцию

Рекомендуемый порядок выполнения работы:

- мысленно разделить модель на геометрические тела;
- построить заданные две проекции модели;

- методом переноса размеров построить третью проекцию, соблюдая правила прямоугольного проецирования;
- проставить размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68;
- по комплексному чертежу модели построить прямоугольную изометрическую проекцию модели. Чертеж выполнить, соблюдая типы линии

### **Лист 3. Схема электрическая**

**Цель работы:** приобретение навыков выполнения электрических схем.

**Содержание работы:** выполнить принципиальную схему, заполнить спецификацию.

#### **Методические указания**

Перед выполнением схемы следует ознакомиться с ГОСТ 2.107-84, ГОСТ 2.704-76; выяснить, как обозначаются элементы в электрических схемах по ГОСТ 2.710-81, в гидравлических и пневматических схемах по ГОСТ 2.780-68, ГОСТ 2.781-68 и ГОСТ 2.784-70.

Каждой схеме присваивают шифр, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы.

Для уяснения принципа действия, выполнения настройки, монтажа, устранения неисправностей, расчетов изделия (станков, машин, аппаратов, приборов) приходится пользоваться кинематическими, пневматическими, гидравлическими, электрическими и другими схемами.

Схемой называется конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

#### **Виды и типы схем**

Виды и типы схем, общие требования к их выполнению установлены ГОСТ 2.701—76. Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяются на следующие виды (обозначаются буквами): электрические — Э; гидравлические — Г; пневматические — П; кинематические — К; оптические — Л; также допускается разрабатывать схемы вакуумные — В; газовые — Х; автоматизации — А; комбинированные — С (содержащие элементы и связи разных видов схем).

В зависимости от основного назначения схемы подразделяются на следующие типы (обозначаются цифрами):

*структурные (1)* — определяющие основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи;

*функциональные (2)* — разъясняющие определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или установки или в изделии в целом;

*принципиальные (3)* — определяющие полный состав элементов и связей между ними и дающие детальное представление о принципах работы изделия или установки (они служат основанием для разработки других конструкторских документов);

*схемы соединений, монтажные (4)* — показывающие соединения составных частей изделия и определяющие провода, жгуты, кабели или трубопроводы, осуществляющие эти соединения, а также места их присоединений и ввода;

*схемы подключения (5)* — показывающие внешние подключения изделия;

общие схемы (6) — определяющие составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации;

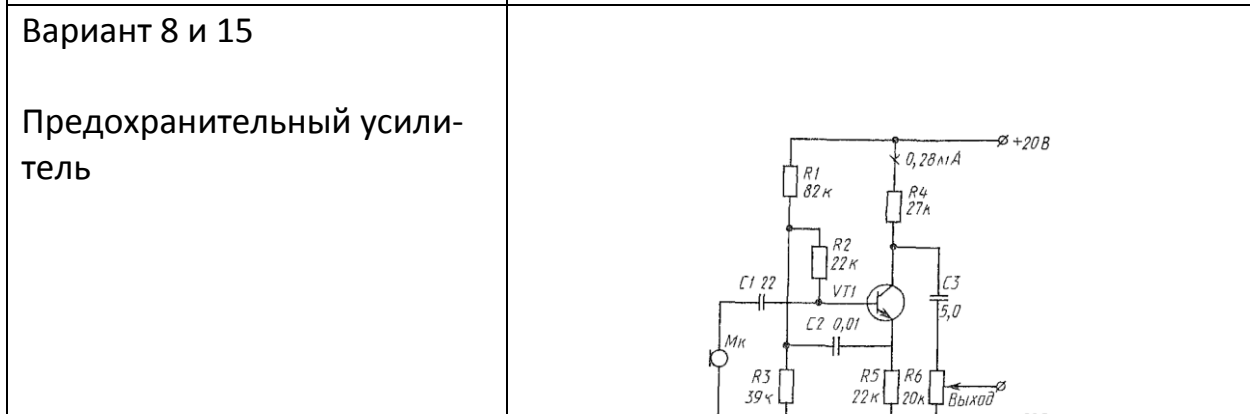
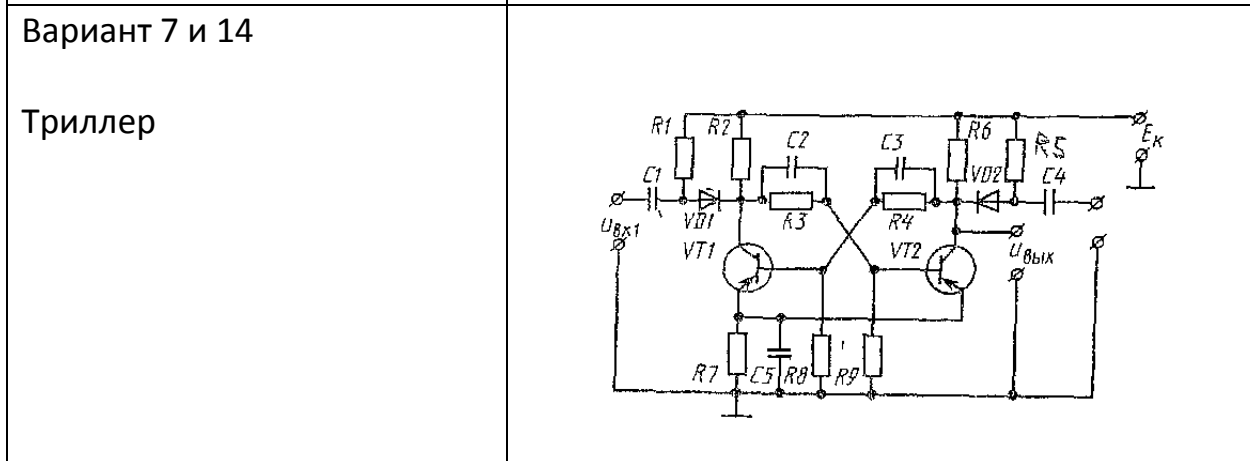
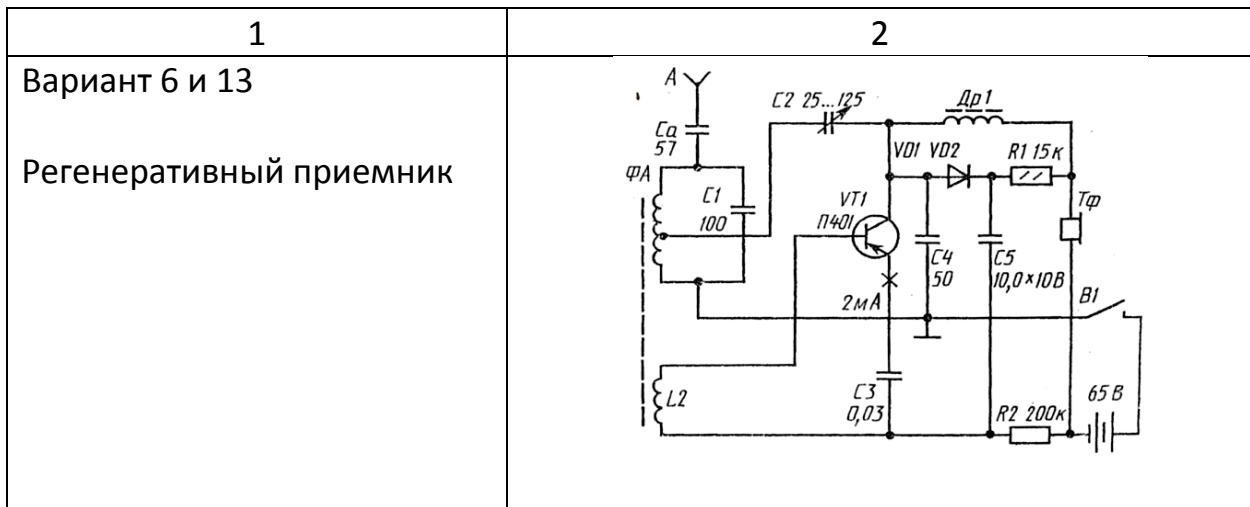
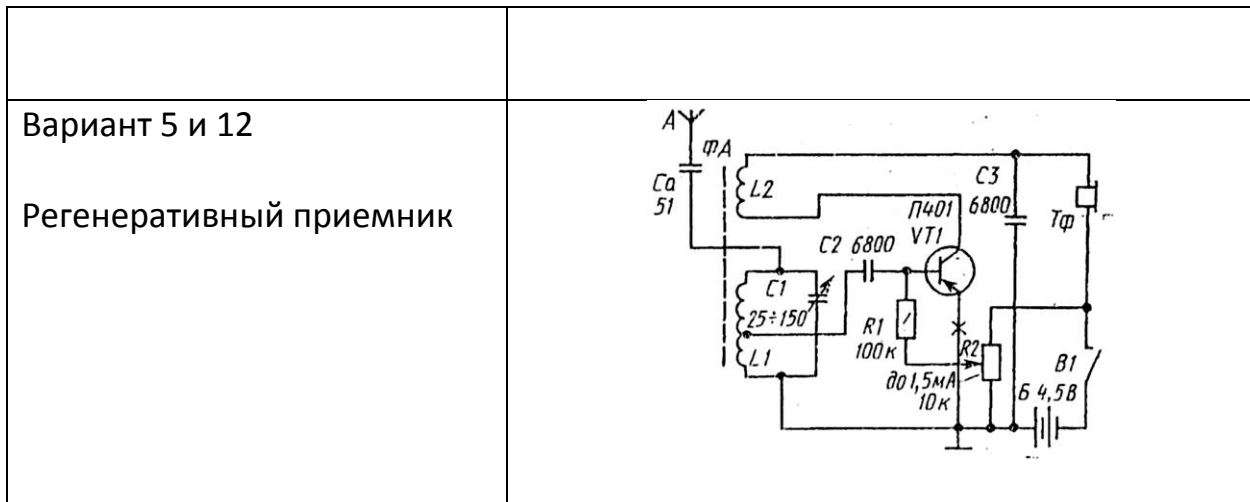
схемы расположения (7) — определяющие относительное расположение составных частей изделия, а также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т. п.;

схемы прочих типов — 8;

объединенные (0) — два и более типа схем, выпущенных на одно изделие и выполненных на одном конструкторском документе, например: принципиальная и соединений, соединений и подключения.

Таблица 4 - Варианты заданий

| № варианта и наименование схемы  | Схема |
|--|-------|
| 1  | 2     |
| <p>Вариант 1</p> <p>Датчик внешней информации</p>                                      |       |
| <p>Вариант 2</p> <p>Индуктивный датчик с точной установкой расстояния срабатывания</p> |       |
| <p>Вариант 3</p> <p>Выпрямитель</p>  |       |
| <p>Вариант 4</p> <p>Предохранительный усилитель</p>                                    |       |



|   |   |
|---|---|
| Продолжение таблицы 5.3                     |   |
| Вариант 9<br><br>Индуктивный датчик         |   |
| Вариант 10<br><br>Усилитель высокочастотный |   |
| 1   | 2 |
| Вариант 11<br><br>Приемник                  |   |

#### Лист 4. Схема принципиальная

**Цель работы:** приобретение навыков выполнения электрических схем.

**Содержание работы:** выполнить принципиальную схему, заполнить спецификацию.

#### Методические указания

Перед выполнением схемы следует ознакомиться с ГОСТ 2.107-84, ГОСТ 2.704-76; выяснить, как обозначаются элементы в электрических схемах по ГОСТ 2.710-81, в гидравлических и пневматических схемах по ГОСТ

#### Оформление перечня элементов схем

Перечень элементов схемы помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа на листах формата А4, основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104 – 68\* (формы 2 и 2а).

Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз. При необходимости продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Перечень элементов приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень элементов схемы

| Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|------------------|--------------|------|------------|
| 1                |              |      |            |
| 2                |              |      |            |
| 3                |              |      |            |
| 4                |              |      |            |
| 20               | 110          | 10   |            |
| 185              |              |      |            |

Основная надпись по ГОСТ 2.104-68

В графах перечня указывают следующие данные:

- в графе «Поз. обозначение» - позиционное обозначение элемента;
- в графе «Наименование» - наименование элемента схемы в соответствии с документом, на основании которого он применен, и обозначение этого документа (для функциональной группы – наименование);
- в графе «Кол.» - количество одинаковых элементов;
- в графе «Примечание», при необходимости, - технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

-

Буквенно-позиционное обозначение заносится в перечень элементов в алфавитном порядке (по группам). В пределах каждой группы с одинаковым позиционным обозначением элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

Элементы одного вида с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень одной строкой. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают позиционные обозначения только с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, а в графе «Кол.» указывают общее число этих элементов.

При выполнении на схеме цифровых обозначений в перечень их записывают в порядке возрастания.

При записи элементов одинакового наименования, отличающихся техническими характеристиками и другими данными и имеющих одинаковое буквенно-позиционное обозначение, допускается в графе «Наименование» записывать наименование этих элементов в виде общего наименования (заго-



ловка), указывая тип и обозначение документа, на основании которого эти элементы применены. Заголовок подчеркивают сплошной тонкой линией. Выше и ниже наименования в этом случае должно быть пропущено не менее одной строки.

В таблице 3 приведен пример записи элементов одинакового наименования.

Таблица 3 - Запись элементов одинакового наименования

### Порядок выполнения работы

На чертежной бумаге формата А3 выполнить электрическую принципиальную схему и оформить ее согласно действующих стандартов. Задания даны в таблице 4.

| <i>Поз. обознач.</i> | <i>Наименование</i>                   | <i>Кол-во</i> | <i>Примечание</i> |
|----------------------|---------------------------------------|---------------|-------------------|
| <i>МП 1</i>          | <i>Насос пластинчатый 8БГ-120-23</i>  | <i>1</i>      | <i>p=12,5 МПа</i> |
| <i>Ф 1</i>           | <i>Фильтр АБВГ. xxxxxx. 003</i>       | <i>1</i>      |                   |
| <i>А1, А2</i>        | <i>Устройство предохранительное</i>   |               |                   |
|                      | <i>АБВГ. xxxxxx. 004</i>              | <i>2</i>      |                   |
| <i>КД 1</i>          | <i>Гидроклапан обратный Г 51-23</i>   | <i>1</i>      | <i>p=20 МПа</i>   |
|                      | <i>Гидроклапаны предохранительные</i> |               |                   |
|                      | <i>ГОСТ 21148-75</i>                  |               |                   |
| <i>КП 1</i>          | <i>Клапан 10-100-1к-11</i>            | <i>1</i>      |                   |
| <i>КП2...К4</i>      | <i>Клапан 10-320-1к-11</i>            | <i>3</i>      |                   |
|                      |                                       |               |                   |
|                      |                                       |               |                   |

# ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Образец выполнения практического задания

The diagram shows a three-phase power supply (A, B, C) connected to a distribution panel with fuses (F14, C4, S4) and switches (K1-K4). It includes a transformer (TV), a fan motor (M), and various control relays (SK1-SK10) and switches (K1-K4). The incubator is divided into sections for heating, ventilation, and lighting.

|  |
|--|
| Температуратор                         |
| Двигатель нагнетателя                  |
| Селекты воздушной обдувки              |
| Трансформатор                          |
| Лампы (специальные или люминесцентные) |
| Насос                                  |
| Реле                                   |
| Охлаждение                             |
| Селекты охлаждения                     |
| Регулятор влажности?                   |
| Пневматическое реле                    |
| Управление вентиляторами               |
| Шкаф с электрическим подогревом        |
| Система вентиляции                     |
| Лампы освещения                        |

|               |
|---------------|
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |
| Имя и фамилия |

|          |         |     |      |  |
|----------|---------|-----|------|--|
|          |         |     |      |  |
| Имя лист | № докум | Имя | Дата |  |
| Разраб.  |         |     |      |  |
| Проект   |         |     |      |  |
| Техник   |         |     |      |  |
| Начник   |         |     |      |  |
| УТВ.     |         |     |      |  |

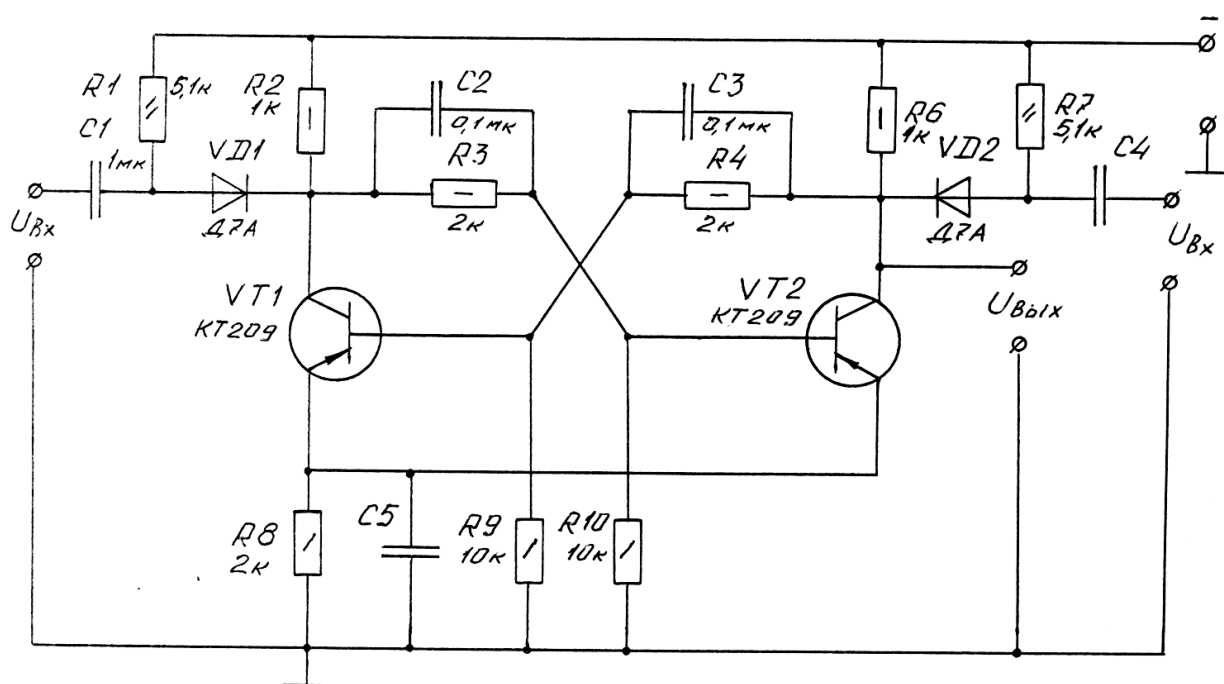
|   |     |         |  |
|---|-----|---------|--|
|   | Имя | Фамилия |  |
| Схема принципиальная электрическая<br>инкубатора ИКП-90 |     |         |  |
| Лист      Листов  |     |         |  |

## Требования к оформлению теоретической части работы

1. Теоритические вопросы оформляется в текстовом редакторе MS WORD:  
тип шрифта для теста – Times New Roman, для заголовков разделов – Arial  
размером 16, полужирный;  
размер шрифта – 14 пт  
междустрочный интервал – полуторный  
абзацный отступ – 1,25 см  
выравнивание: по ширине
2. Каждая страница должна иметь поля:  
левое – 25 мм,  
верхнее – 20 мм,  
правое – 15 мм,  
нижнее – 20 мм.
3. Нумерация страниц.

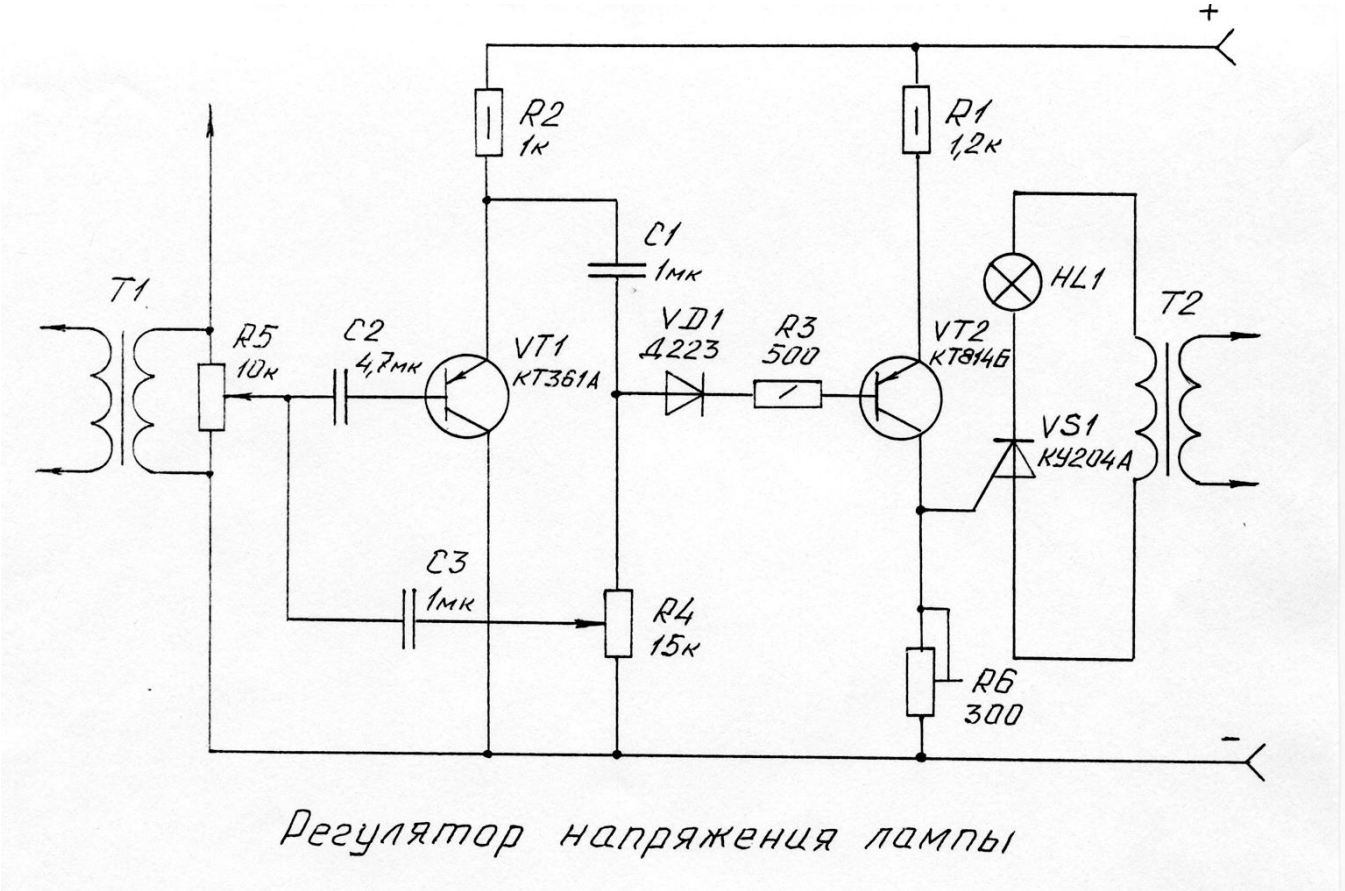
### Варианты задани

Вариант № 1



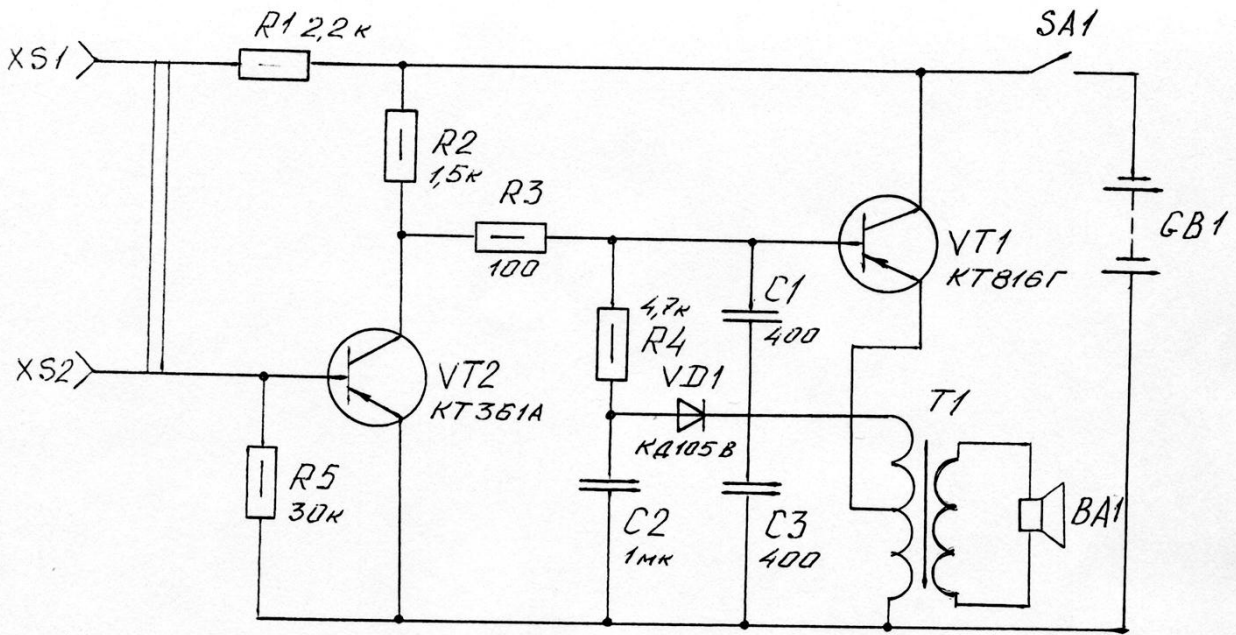
МультиВибратор

Вариант № 2

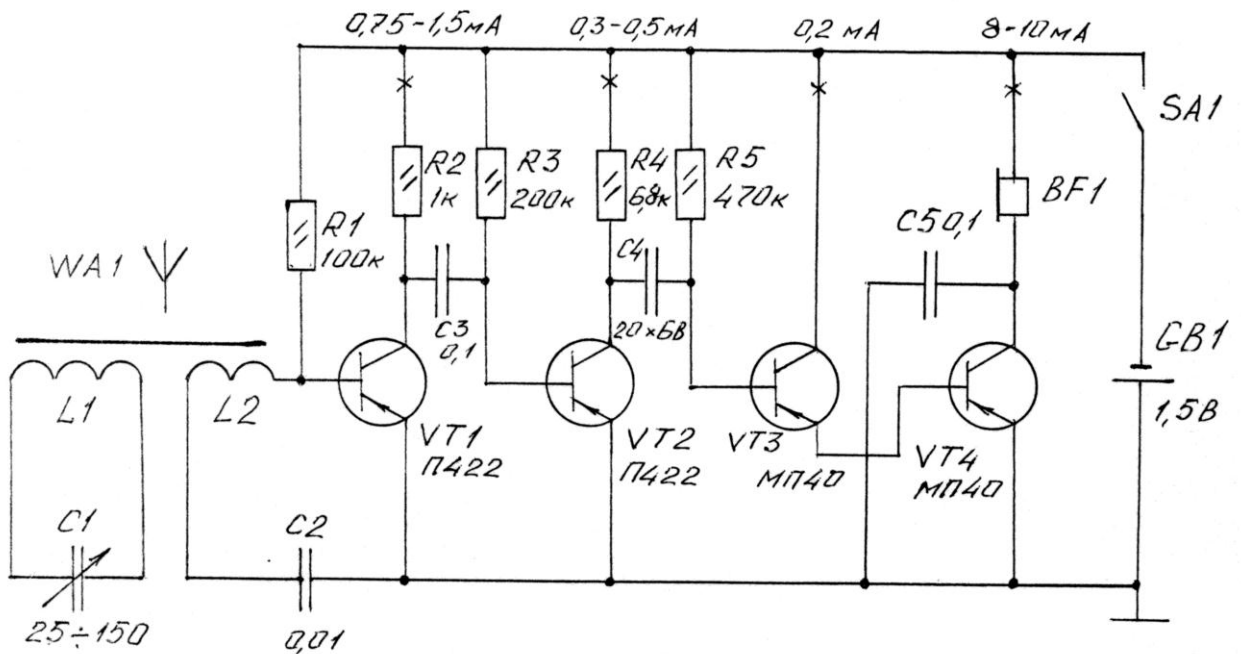


Регулятор напряжения лампы

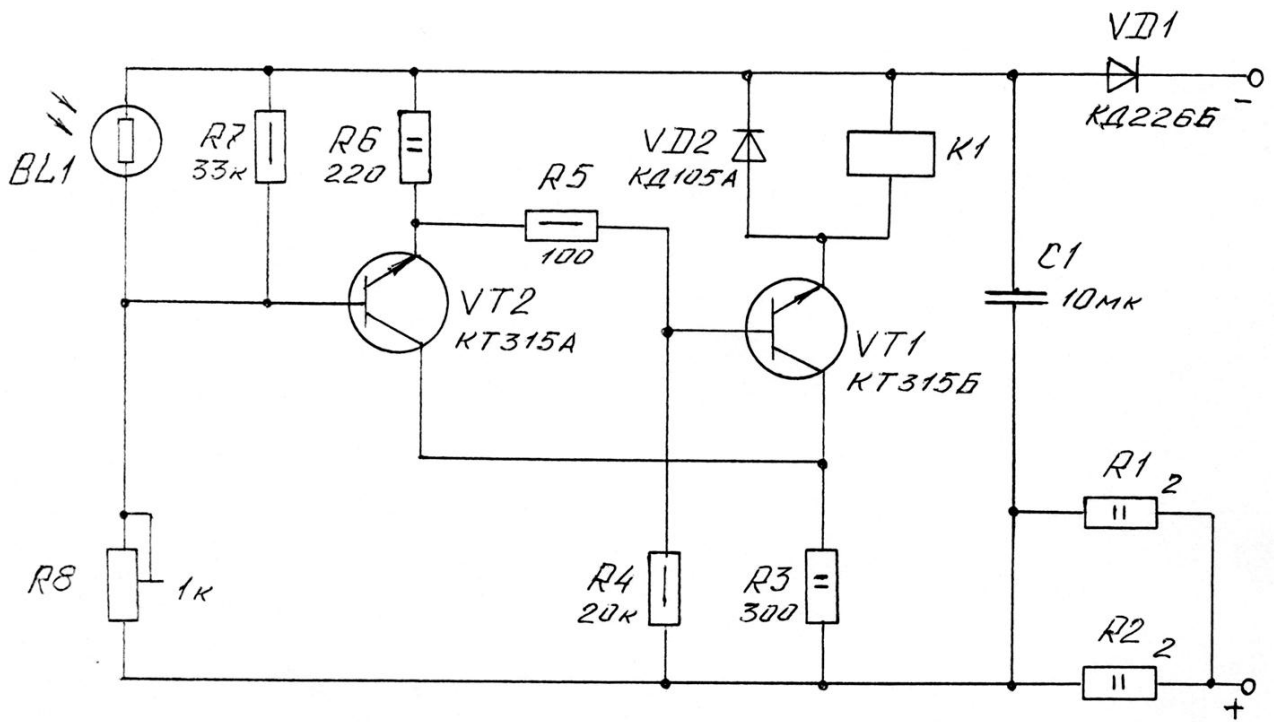
Вариант № 3



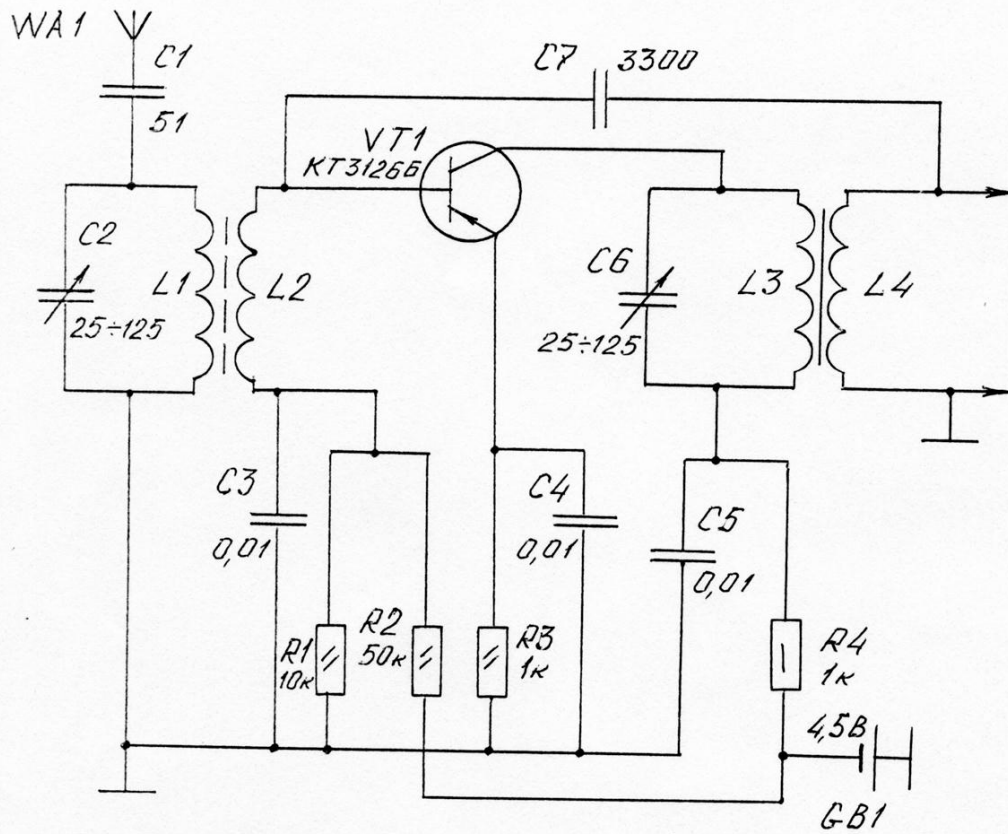
Звуковой сигнализатор



Радиоприемник 1-V-2

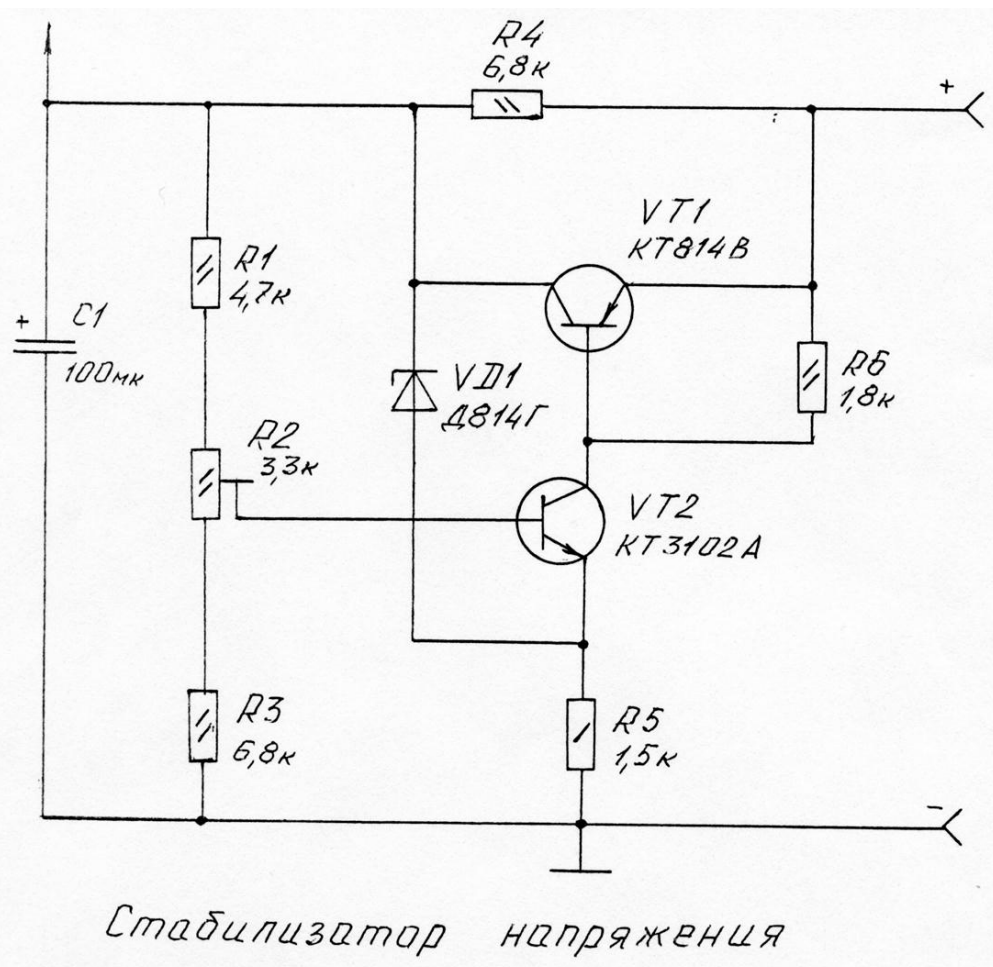
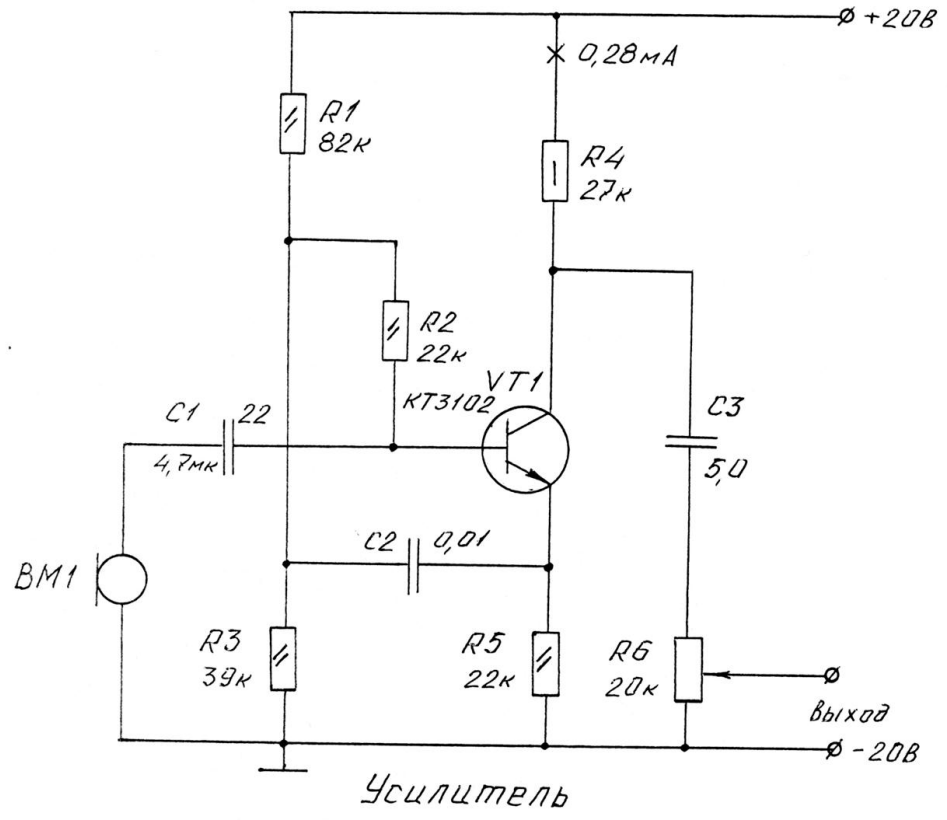


Фотореле



Приемник

Вариант № 5



## Блок питания

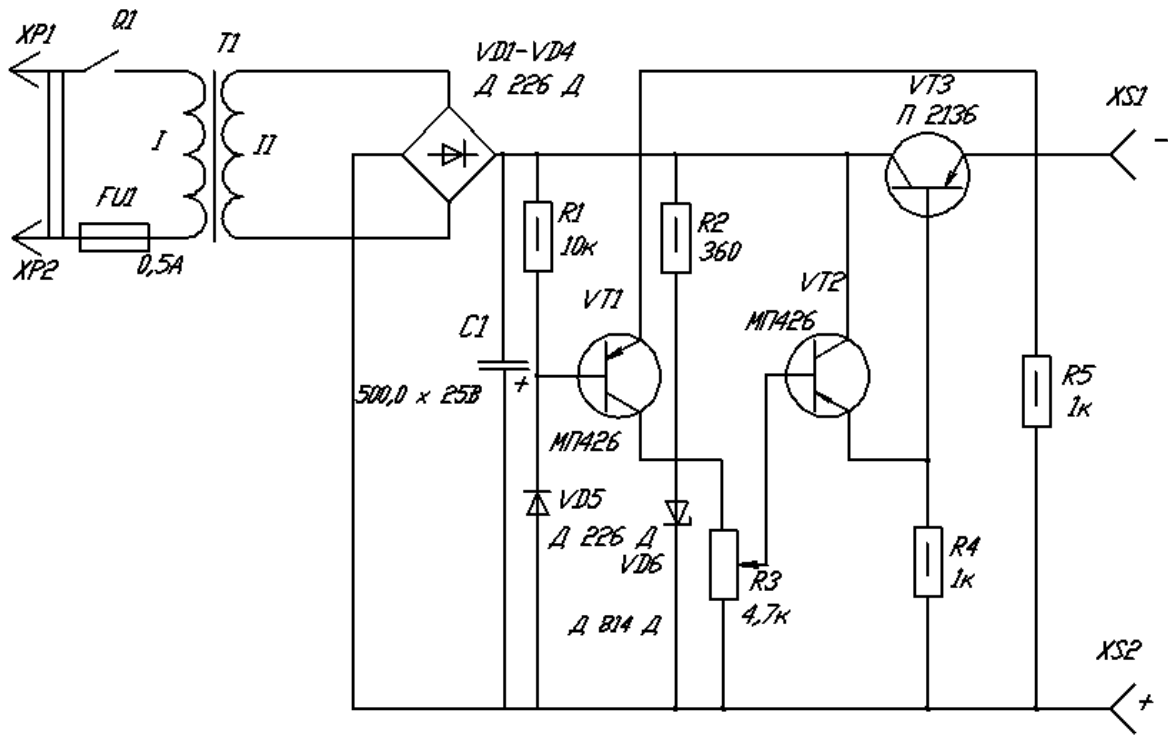
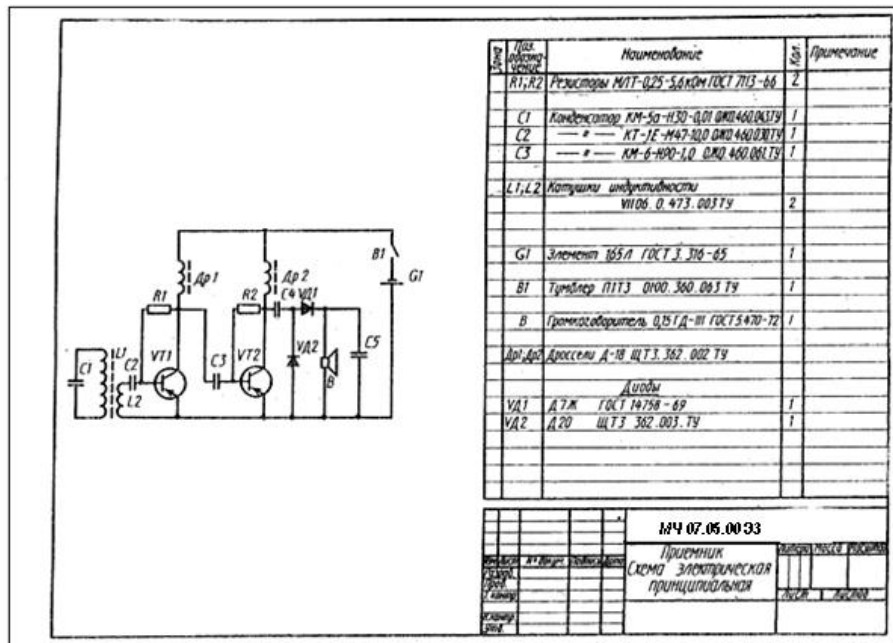








Рисунок 5.1 - оформления листа 4



| №        | Наименование                              | Кол-во | Примечание |
|----------|---|--------|------------|
| R1, R2   | Резисторы МЛТ-0,25-5кОм ГОСТ 713-66       | 2      |            |
| C1       | Конденсатор КМ-50-1130-0,01 0,00460,00379 | 1      |            |
| C2       | — " — КТ-1Е-М47-300 0,00460,00379         | 1      |            |
| C3       | — " — КМ-6-100-1,0 0,00460,00379          | 1      |            |
| L1, L2   | Катушки индуктивности<br>ИИ06 0.473.00379 | 2      |            |
| G1       | Элемент 165А ГОСТ 3.316-65                | 1      |            |
| B1       | Трубка П113 0100.360.00379                | 1      |            |
| B        | Громкоговоритель 0,251Д-111 ГОСТ 5470-72  | 1      |            |
| Dp1, Dp2 | Дроссели Д-18 ШТЗ 362.00279               |        |            |
| Диоды    |   |        |            |
| VA1      | Д7Ж ГОСТ 14758-69                         | 1      |            |
| VA2      | Д20 ШТЗ 362.00379                         | 1      |            |

|                      |          |           |      |
|----------------------|----------|-----------|------|
| <b>ИЧ 07.05.0033</b> |          |           |      |
| Проектировщик        |          |           |      |
| Схема электрическая  |          |           |      |
| принципиальная       |          |           |      |
| Исполнитель          | Проверен | Утвержден | Дата |
|                      |          |           |      |
|                      |          |           |      |
|                      |          |           |      |

## ЛИТЕРАТУРА

### Основные источники:

1. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учеб. Пособие. – М.: Кнорус, 2016
2. Бродский А.М. Инженерная графика (металлообработка): учебник. – М.: Академия, 2016
3. Томилова С.В. Начертательная геометрия: учебник. – М.: Академия, 2016
4. Боголюбов С.К. Индивидуальные задания по курсу черчения: учеб. пособие. – М.: Альянс, 2015
5. Бродский А.М. Практикум по инженерной графике: учеб. пособие. – М.: Академия, 2014
6. Бродский А.М. Практикум по инженерной графике: учеб. пособие. – М.: Академия, 2013
7. Куликов В.П. Инженерная графика: учебник. – М.: Форум, 2013
8. Васильева Л.С. Черчение (металлообработка). Практикум: учеб. пособие. – М.: Академия, 2013

### Дополнительные источники:

1. Куликов В.П. Стандарты инженерной графики: учебник. – М.: Форум, 2011
2. Боголюбов С.К. Инженерная графика: учебник. – М.: Машиностроение, 2009
3. Кулакова И.А. Инженерная графика: метод. указ., 2009

### Интернет-ресурсы:

1. <http://graph.power.nstu.ru/wolchin/umm/PKG/ИКТ> Портал Интернет-ресурсы Инженерная и прикладная компьютерная графика
2. <http://www.twirpx.com/files/machinery/nig> Видео-уроки по начертательной геометрии и инженерной графике.
3. [http://www.pomoshvuchebe.ru/index/test\\_po\\_discipline\\_quot\\_inzhenernaja\\_grafika\\_quot](http://www.pomoshvuchebe.ru/index/test_po_discipline_quot_inzhenernaja_grafika_quot) Сайт помощи студентам - Тесты по дисциплине "Инженерная графика"

### Интернет-ресурсы:

4. <http://graph.power.nstu.ru/wolchin/umm/PKG/ИКТ> Портал Интернет-ресурсы Инженерная и прикладная компьютерная графика
5. <http://www.twirpx.com/files/machinery/nig> Видео-уроки по начертательной геометрии и инженерной графике.
6. [http://www.pomoshvuchebe.ru/index/test\\_po\\_discipline\\_quot\\_inzhenernaja\\_grafika\\_quot](http://www.pomoshvuchebe.ru/index/test_po_discipline_quot_inzhenernaja_grafika_quot) Сайт помощи студентам - Тесты по дисциплине "Инженерная графика"

