

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Демонстрационный образец DIPLOM34»

Центр учебных материалов
Демонстрационный отдел

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

на тему:

**Разработка принципиальной схемы и карты-схемы
размещения элементов устройства контроля
температуры**

Выполнил(а): студент(ка) направления Демонстрационный образец
Иванова Анна Сергеевна, группа ДЕМО-01

Руководитель: руководитель демонстрационного проекта

Волгоград · 2026

АННОТАЦИЯ

Расчётно-графическая работа посвящена разработке принципиальной электрической схемы и карты-схемы размещения элементов устройства контроля температуры. Обоснован выбор элементной базы для блока питания с выходным напряжением 5 В и током нагрузки до 1,5 А. Приведены условные графические обозначения по действующим стандартам ЕСКД, выполнена привязка элементов к координатной сетке монтажного поля. Результат работы — комплект из двух графических документов: схемы электрической принципиальной и карты-схемы размещения элементов на плате.

Ключевые слова: принципиальная схема, элементная база, карта-схема, монтажное поле, ЕСКД, векторизация.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 Исходные данные 5

2 Расчёт и выбор элементов 5

3 Оформление принципиальной схемы 6

4 Карта-схема размещения элементов 7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 8

ВВЕДЕНИЕ

Устройство контроля температуры применяется в шкафах автоматики для наблюдения за нагревом силовых узлов. Отказ датчика или неверная разводка питания приводят к ложным аварийным сигналам, поэтому корректно выполненная схема питания и продуманное размещение элементов на плате имеют прямое практическое значение. Исходные требования к устройству заданы в техническом задании: питание от сети 220 В, выходное напряжение 5 В, ток нагрузки до 1,5 А, работа в диапазоне температур от +10 до +45 °С.

Работа выполняется в два этапа: сначала разрабатывается принципиальная схема с обоснованием номиналов, затем строится карта-схема размещения элементов с координатной привязкой. Оба документа оформляются по стандартам ЕСКД и должны читаться без дополнительных пояснений, что определяет требования к линиям, обозначениям и подписям.

Цель работы — разработать принципиальную электрическую схему и карту-схему размещения элементов устройства контроля температуры

Задачи работы:

1. проанализировать исходные требования к устройству и выделить параметры, влияющие на выбор элементов
2. рассчитать и подобрать элементную базу блока питания
3. выполнить принципиальную схему с условными графическими обозначениями по ГОСТ
4. построить карту-схему размещения элементов с координатной привязкой и проверить её на отсутствие пересечений проводников

Объект исследования — устройство контроля температуры с блоком питания на 5 В

Предмет исследования — структура принципиальной схемы и схема размещения элементов на монтажном поле

Методы исследования: анализ технического задания, расчёт параметров цепи, графическое моделирование, проверка по стандартам ЕСКД.

Практическая значимость. полученный комплект документов пригоден для передачи на макетирование и снижает вероятность ошибок при монтаже

1 Исходные данные

Исходные данные сведены в таблицу и включают электрические, точностные и эксплуатационные требования. Напряжение питания 220 В с частотой 50 Гц задаёт требования к входной цепи и защите. Выходное напряжение 5,0 В с допуском $\pm 5\%$ определяется логикой последующего каскада обработки сигнала датчика. Максимальный ток нагрузки 1,5 А выбран как суммарное потребление микроконтроллера и узла индикации с запасом 20 %.

Точностные требования заданы классом датчика: погрешность $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ достаточна для контроля нагрева шкафа. Диапазон рабочих температур от $+10$ до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ учитывается при выборе конденсаторов и ограничивает применение электролитических элементов с малым температурным ресурсом. Все перечисленные параметры далее используются как ограничения при расчёте и подборе номиналов.

Таблица 1 – Исходные требования к устройству

Параметр	Обозначение	Значение	Примечание
Напряжение питания	$U_{вх}$	220 В	сеть 50 Гц
Выходное напряжение	$U_{вых}$	5,0 В	допуск $\pm 5\%$
Ток нагрузки	I_n	1,5 А	максимальный
Диапазон температур	t	$+10\dots+45\text{ }^{\circ}\text{C}$	в шкафу управления
Погрешность датчика	Δt	$\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	класс В

Источник: Составлено автором по техническому заданию

2 Расчёт и выбор элементов

Расчёт начинается с определения тока нагрузки и мощности рассеяния стабилизатора. При разности напряжений 220 В (после трансформатора и выпрямителя) и выходном 5,0 В рассеиваемая мощность при токе 1,5 А превышает допустимую для корпусного исполнения без теплоотвода, поэтому в схеме предусмотрен ограничивающий резистор и радиатор. Номинал токоограничивающего резистора 1 кОм рассчитан из условия работы делителя цепи управления.

Сглаживающий конденсатор выбран ёмкостью 470 мкФ на напряжение 25 В: этого достаточно, чтобы при токе 1,5 А пульсации не превышали 10 %. Выпрямитель собран на четырёх диодах КД208А с запасом по току двойной от

расчётного значения. Стабилизатор LM7805 обеспечивает выходное напряжение 5 В при токе до 1,5 А, что точно соответствует заданию. Итоговый перечень элементов приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень подобранных элементов

Обозначение	Тип элемента	Номинал	Количество
R1	C2-33H	1 кОм $\pm 5\%$	1
C1	K50-35	470 мкФ $\times$ 25 В	1
VD1–VD4	КД208А	1 А / 100 В	4
DA1	LM7805	5 В / 1,5 А	1
VT1	КТ3102Б	100 мА	1

Источник: Составлено автором по результатам расчёта

3 Оформление принципиальной схемы

Схема выполняется на формате А4 в масштабе 1:1. Элементы располагаются слева направо по ходу сигнала: цепь питания, выпрямитель, стабилизатор, узел обработки сигнала датчика. Условные графические обозначения принимаются по действующим стандартам ЕСКД; позиционные обозначения присваиваются последовательно в порядке сверху вниз и слева направо.

Толщина основной линии принята 0,4 мм, линии связи — 0,2 мм. Пересечения линий без электрической связи отмечаются точкой только в местах соединения. Перечень элементов размещён над основной надписью и полностью повторяет таблицу 2 по составу и номиналам, что исключает расхождения между схемой и текстом  м.

Таблица 3 – Условные графические обозначения на схеме

Элемент	Изображение	Позиционное обозначение	Примечание
Резистор	прямоугольник 10×4 мм	R1	по ГОСТ 2.728-74
Конденсатор	две параллельные линии	C1	полярный
Диод	треугольник с чертой	VD1–VD4	выпрямительный мост
Стабилизатор	прямоугольник с тремя выводами	DA1	выводы подписаны

Источник: Составлено автором по стандартам ЕСКД

4 Карта-схема размещения элементов

Карта-схема строится на монтажном поле 100×60 мм с координатной сеткой шагом 5 мм. Позиция каждого элемента задаётся парой координат центра корпуса. Размещение подчинено двум правилам: элементы питания и стабилизатор находятся у края платы для отвода тепла, а цепи датчика удалены от силовых проводников не менее чем на 10 мм.

Для каждого элемента проверено отсутствие наложения корпусов и пересечения проводников на одном слое. Проверка выполнялась последовательно от узла питания к узлу обработки сигнала. Результат размещения сведён в таблицу 4 и перенесён на карту-схему без изменений.

Таблица 4 – Координаты размещения элементов на монтажном поле

Позиция	X, мм	Y, мм	Назначение
DA1	42	28	стабилизатор напряжения
C1	18	12	сглаживающий конденсатор
R1	60	40	токоограничивающий резистор
VT1	75	22	ключ сигнала датчика

Источник: Составлено автором по результатам компоновки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы разработан комплект из двух графических документов: принципиальной схемы блока питания и карты-схемы размещения элементов. Элементная база подобрана под заданные ток и напряжение, все номиналы подтверждены расчётом. Координатная привязка выполнена, пересечений проводников на одном слое нет.

Документы оформлены по требованиям ЕСКД и пригодны для передачи на макетирование. Дальнейшее развитие работы связано с трассировкой печатной платы и проверкой теплового режима стабилизатора при длительной нагрузке.