

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Пензенский государственный университет
Кафедра «Вычислительная техника»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту
по курсу «Электротехника, электроника и схемотехника»
на тему:
«Устройство измерения и управления»

Выполнила:
студентка группы 21BBS1
Федоренко В.А.

Принял:
к.т.н., доцент Бычков А.С.

Удобн
14.06.23
[подпись]

Пенза 2023

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет: Вычислительная техника
Кафедра: Вычислительная техника

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой М.А. Митрохин

«___» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование по курсу
Электротехника, электроника и схемотехника

Студенту Федоренко Веронике Анатольевне

Группа: 21ВВ01

Тема проекта: Устройство измерения и управления

Исходные данные (технические требования) на проектирование

Устройство предназначено для контроля температуры окружающей среды и использует в качестве датчика двухвыводную микросхему с токовым выходом AD590, которая питается от 5В, при 25°C выдаёт ток 298,2мкА и имеет чувствительность +1мкА/°C. Требуемый диапазон измерения простирается от 0°C до 120°C

Устройство преобразует сигнал с датчика в выходное напряжение, меняющееся в диапазоне (-2...+2) В. Для устройства задаются верхний порог 80°C и нижний порог 10°C. При преодолении установленных порогов устройство выполняет определённые действия, управляя двумя светодиодами, двумя реле и одним динамиком с активным сопротивлением 50 Ом. В устройстве должны использоваться реле типа РЭС -22 с сопротивлением обмотки $R_p = 7000 \text{ Ом}$ и током срабатывания $I_{cp} = 21 \text{ мА}$

Если температура окажется выше верхнего порога, то первый светодиод должен мигать с периодом 2,8 сек во время преодоления порога три раза, первое реле должно включиться спустя 4 секунды с момента превышения порога, если превышение сохраняется, выключается в момент преодоления другого порога, динамик должен гудеть с частотой 1024Гц.

Если температура окажется ниже нижнего порога, то второй светодиод должен включиться на 3 сек, второе реле должно включиться на время преодоления порога, динамик должен гудеть с частотой 1024Гц четыре раза с периодом 2 сек.

При проектировании принципиальной схемы устройства следует ориентироваться на применение цифровых элементов серии 564. Разрешается применять для питания устройства напряжения $\pm 5\text{В}$, $\pm 15\text{В}$.

Объём работы по курсу

1. Расчётная часть

Разработать структурную, функциональную и принципиальную схемы устройства, максимально используя интегральные микросхемы, привести краткие технические параметры используемых микросхем, рассчитать все навесные компоненты, описать работу устройства по функциональной и принципиальной схемам с привлечением временных диаграмм, выполнить электронное моделирование устройства (входной усилитель, компараторы уровней, часть выходных цепей по согласованию с руководителем) и привести результаты, определив при этом параметры смоделированной части.

2. Графическая часть

Схема электрическая структурная – 1 лист формата A3 (297x420 мм²)

Схема электрическая функциональная – 1 лист формата A3 (297x420 мм²)

Схема электрическая принципиальная – (1-2) формата A2 (420x594 мм²)

3. Экспериментальная часть

Электронное моделирование блока

Срок выполнения проекта по разделам

Согласно графику выполнения проекта, представленного в методических указаниях к курсовому проекту

Дата выдачи задания 16.02.2023

Дата защиты проекта.....

Руководитель

16.02.2023

Задание получил

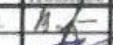
16.02.2023

Студент

Федоренко В. А.

Содержание

Введение	5
1 Разработка структурной схемы устройства	6
2 Разработка функциональной схемы устройства	8
2.2 Разработка функциональных схем блоков управления	9
2.2.1 Блок управления первым светодиодом	9
2.2.2 Блок управления первым реле	10
2.2.3 Блок управления вторым светодиодом	10
2.2.4 Блок управления вторым реле	11
2.2.5 Блок управления динамиком	11
2.2.6 Описание работы устройства по функциональной схеме	12
3 Разработка принципиальной схемы устройства	13
3.1 Расчет усилителя	13
3.2 Расчет схем формирования порогов	17
3.3 Расчет схем управления светодиодами	18
3.4 Расчет схем управления реле	19
3.5 Расчет схемы управления динамиком	20
3.6 Описание работы устройства по принципиальной схеме	21
Заключение	23
Список использованных источников	24
Приложение А —	25
Приложение Б —	27
Приложение В —	29
Приложение Г —	31

<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">ПГУ ПЗ</div>								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Устройство измерения и управления Пояснительная записка	Лит	Лист	Листов
Разраб.		Федоренко В.А.					4	35
Провер.		Бычков А.С.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.					гр. 21BBC1			

Введение

При создании автоматизированных систем управления широкое применение находят устройства для контроля температуры окружающей среды. В подобных устройствах при изменении температуры применяемые датчики выдают сигналы управления, которые преобразуются в заданные выходные напряжения. Кроме преобразования уровня температуры окружающей среды устройства должны выполнять некоторые функции по управлению исполнительными элементами. Задача разработки подобного устройства поставлена в данной курсовой работе.

Целью курсового проекта является закрепление знаний и приобретение практических навыков в расчёте и использовании основных типов аналоговых и цифровых элементов и узлов (блоков), в проектировании электронных устройств различного назначения с использованием микросхем малой и средней степени интеграции.

1 Разработка структурной схемы устройства

1.1 Постановка задачи

В рамках разработки курсового проекта необходимо спроектировать устройство, которое предназначено для контроля температуры окружающей среды и использует в качестве датчика двухвыводную микросхему с токовым выходом AD590. Требуемый диапазон измерения простирается от 0°C до 120 °C.

Устройство преобразует сигнал с датчика в выходное напряжение, меняющееся в диапазоне (-2...+2) В. Для устройства задаются верхний порог 80°C и нижний порог 10°C. При преодолении установленных порогов устройство выполняет определённые действия, управляя двумя светодиодами, двумя реле и одним динамиком с активным сопротивлением 50 Ом. В устройстве должны использоваться реле типа РЭС -22 с сопротивлением обмотки $R_p = 700 \text{ Ом}$ и током срабатывания $I_{cp} = 21 \text{ мА}$.

Если температура окажется выше верхнего порога, то первый светодиод должен мигать с периодом 2,8 сек во время преодоления порога три раза, первое реле должно включиться спустя 4 секунды с момента превышения порога, если превышение сохраняется, выключается в момент преодоления другого порога, динамик должен гудеть с частотой 1024Гц.

Если температура окажется ниже нижнего порога, то второй светодиод должен включиться на 3 сек, второе реле должно включиться на время преодоления порога, динамик должен гудеть с частотой 1024Гц четыре раза с периодом 2 сек.

При проектировании принципиальной схемы устройства следует ориентироваться на применение цифровых элементов серии 155 - ТТЛ. Разрешается применять для питания устройства напряжения $\pm 5\text{В}$, $\pm 15\text{В}$.

1.1 Описание структурной схемы устройства

В соответствии с поставленной задачей была разработана структурная схема устройства (Рисунок 1).

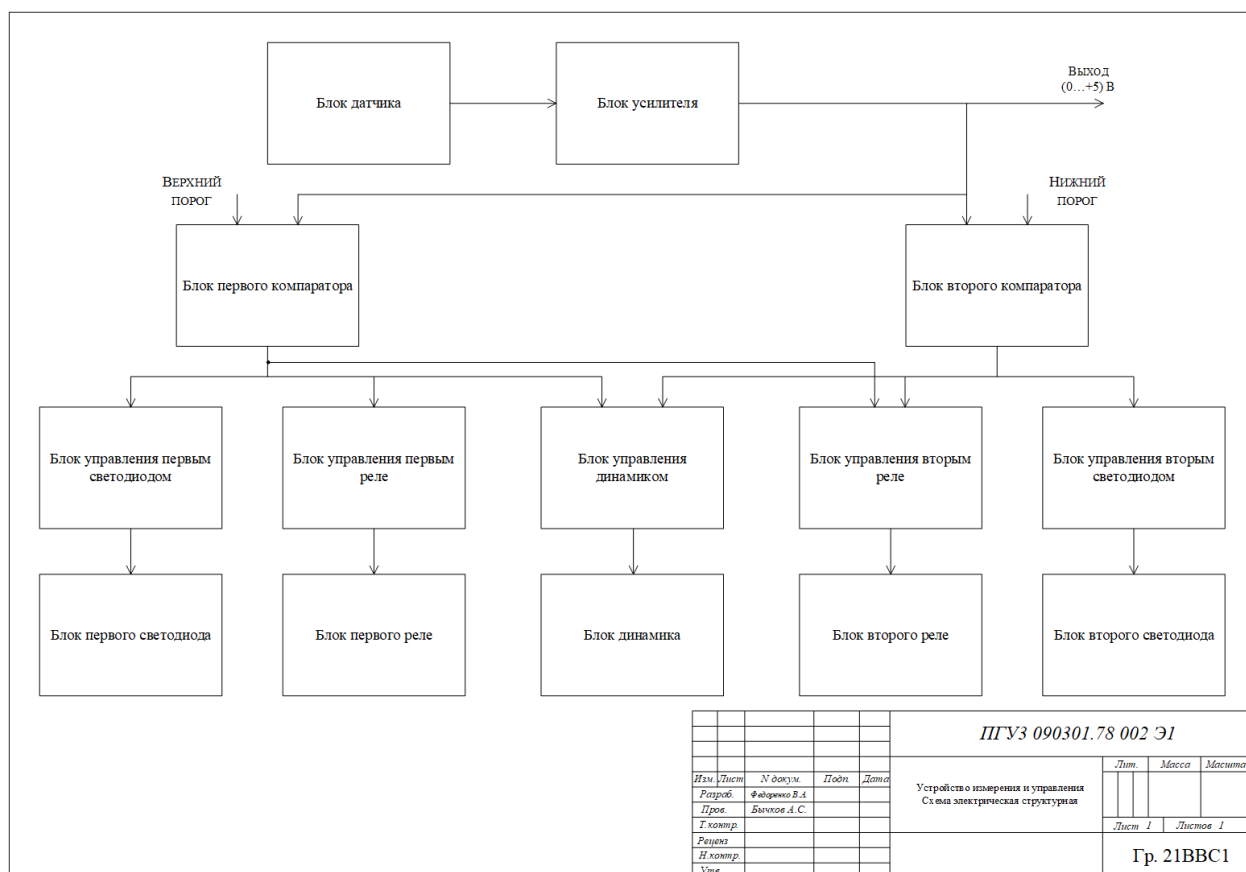


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Как видно из схемы, напряжение с датчика через усилитель преобразуется в напряжение 0...5В, это напряжение подается на 2 компаратора, которые сравнивают сигнал с усилителя и порогами и преобразуют в логический 0 или 1, эти сигналы подаются на блоки управления реле и светодиодами. Блок управления вторым реле подключен к первому и второму компаратору, так как второе реле должно включиться, а после чего выключается в момент преодоления другого порога. Работа динамика зависит от 2 порогов, поэтому на него поступает сигнал с 2 компараторов.

2 Разработка функциональной схемы устройства

В ходе курсового проекта была разработана функциональная схема устройства, которую можно видеть на схеме Э2. Ниже приведено детальное описание работы каждого блока в соответствии с временными диаграммами (Рисунок 2).

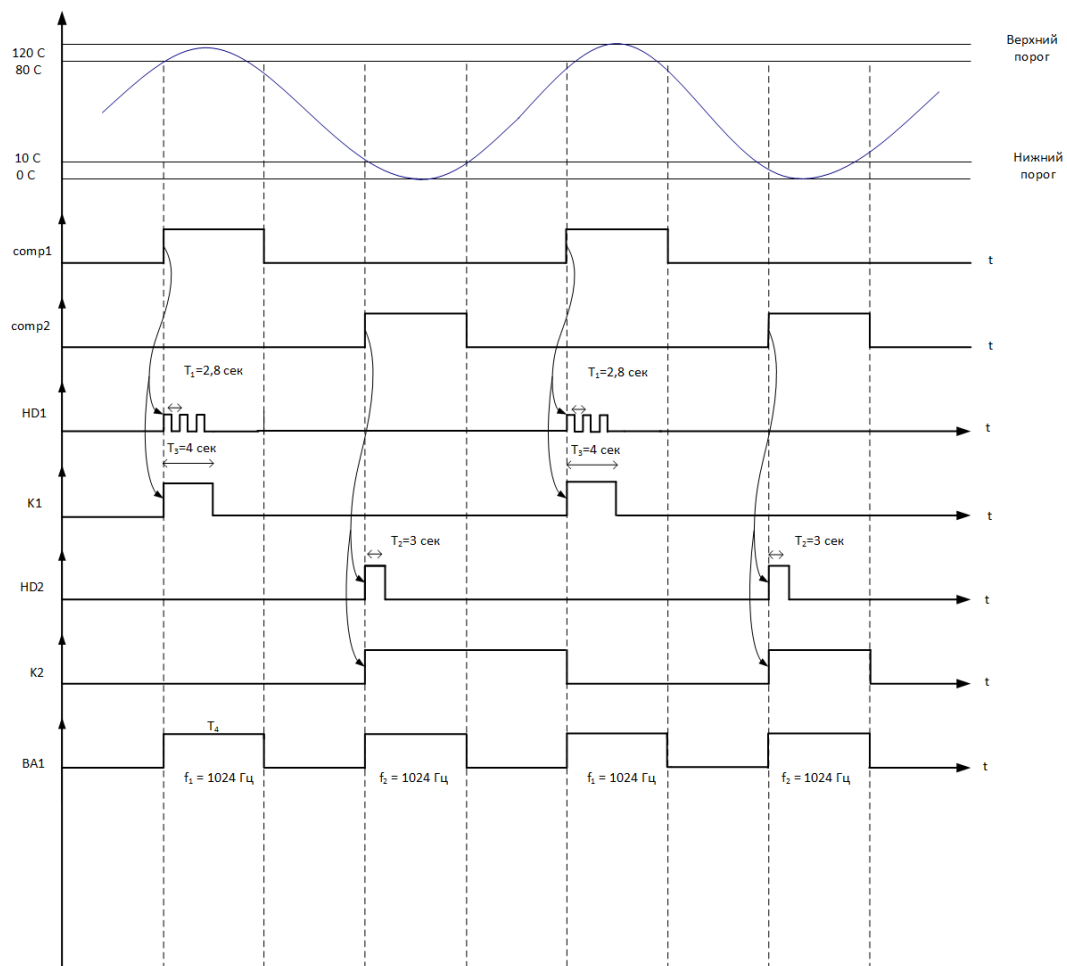


Рисунок 2 – Диаграмма работы

Из диаграммы видно, что при превышении верхнего порога, компаратор COMP1 формирует на своем выходе уровень логической единицы. Активный фронт компаратора является причиной включения первого светодиода (HD1), который мигает 3 раза с периодом $T = 2,8$ секунд. По активному фронту первого компаратора включается первое реле (K1), которое работает 4

секунды. Так же активный фронт первого компаратора активирует работу динамика (BA1), который гудит с частотой 1024 Гц.

Если был преодолен нижний порог в 10°C , создается активный фронт второго компаратора COMP2, это становится причиной включения второго светодиода (HD2), который должен включиться на $T = 3$ сек, а также реле (K2), которое должно включиться, выключается в момент преодоления другого порога. Динамик (BA1) гудит с частотой 1024Гц с периодом $T = 2$ сек.

2.2 Разработка функциональных схем блоков управления

2.2.1 Блок управления первым светодиодом

Блок управления первым светодиодом представлен на рисунке 3.

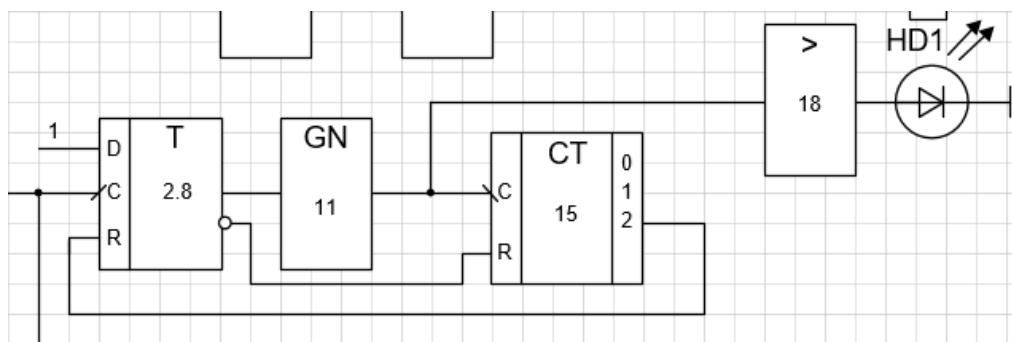


Рисунок 3 – Блок управления первым светодиодом

Сигнал с первого компаратора поступает на D-триггер 6, с которого сигнал поступает на генератор 11, который формирует период 2,8 секунд. Сигнал с генератора поступает на светодиод. Для того, чтобы светодиод мигал четыре раза, был использован счётчик 15.

2.2.2 Блок управления первым реле

Блок управления первым реле приведён на рисунке 4.

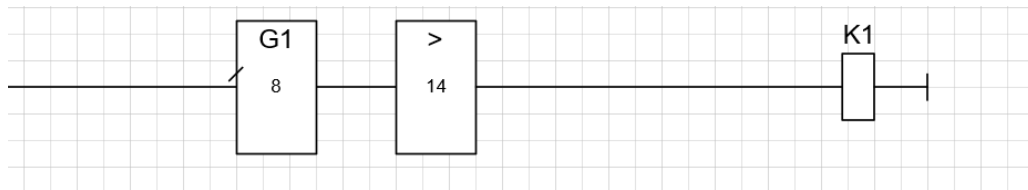


Рисунок 4 – Блок управления первым реле

Сигнал с первого компаратора поступает на одновибратор 8, который формирует время работы первого реле, равное 4 секундам.

2.2.3 Блок управления вторым светодиодом

Блок управления вторым светодиодом изображён на рисунке 5.



Рисунок 5 – Блок управления вторым светодиодом

Сигнал со второго компаратора поступает на одновибратор 10, который формирует время работы второго светодиода на 3 сек, после, сигнал поступает на усилитель 20.

2.2.4 Блок управления вторым реле

Блок управления вторым реле представлен на рисунке 6.

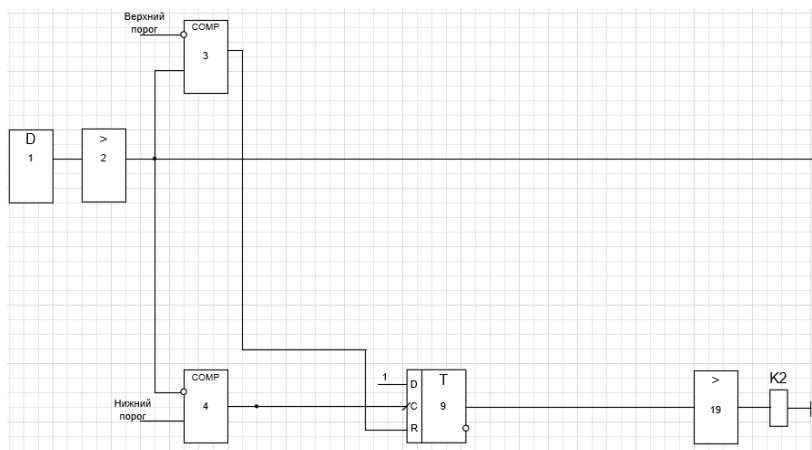


Рисунок 6 – Блок управления вторым реле

Сигнал с первого и второго компаратора поступает на D-триггер 9, после чего на усилитель 19.

2.2.5 Блок управления динамиком

Блок управления динамиком приведён на рисунке 7.

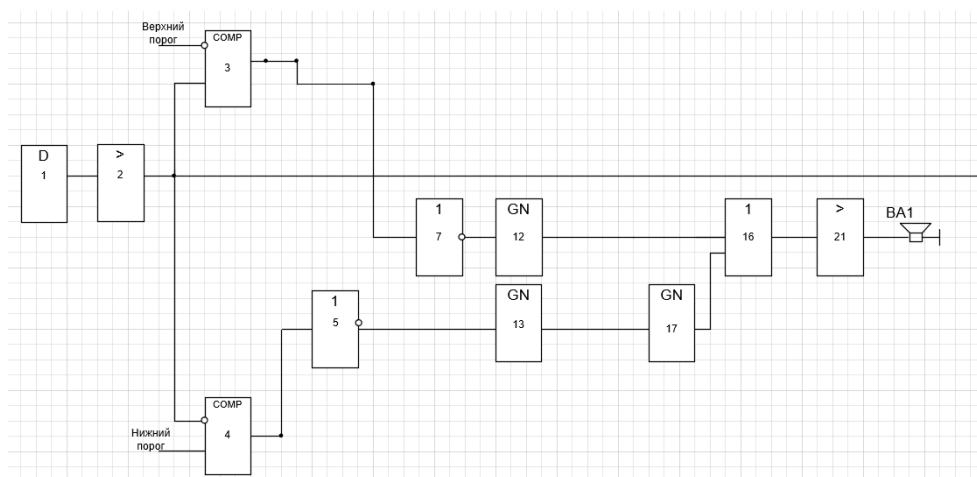


Рисунок 7 – Блок управления динамиком

Динамик управляется сразу двумя компараторами. Как только верхний порог будет превышен, единица с первого компаратора пойдёт на инвертор 7,

который разрешит работу генератору 12. Сигнал с генератора 12 пойдёт на дизъюнктор 16, после чего, сигнал перейдет на усилитель 21, чтобы динамик сработал с частотой 1024Гц.

Как только температура окажется ниже нижнего порога, сигнал со второго компаратора поступает на другой инвертор 5, который передаст сигнал на два генератора 13 и 17, отвечающие за частоту работы 1024 Гц и период $T = 2$ сек. После чего сигнал перейдет в дизъюнктор 16 пойдёт на усилитель 21 и вызовет работу динамика.

2.2.6 Описание работы устройства по функциональной схеме.

Функциональная схема устройства представлена в приложении на чертеже Э2.

Сигнал с датчика D через операционный усилитель поступает на два компаратора COMP 1 и COMP 2. В зависимости от порогов, сигналы пойдут на различные блоки, которые были рассмотрены ранее.

3 Разработка принципиальной схемы устройства

Мы рассмотрели все необходимые функции нашего устройства, на основе этого разработали принципиальную схему устройства ЭЗ, по заданию необходимо использовать элементы серии 155 - ТТЛ.

3.1 Расчет усилителя.

Согласно заданию для измерения температуры используется датчик AD590, который при 25°C, выдает ток 298,2 мкА, имеет чувствительность 1мкА/1°C. Необходимый диапазон измерений от 0 до 120°C, учитывая соотношение 1мкА/1°C микросхема будет выдавать ток от 273,2 мкА до 393,2 мкА.

Этот ток необходимо преобразовать в напряжение от 0 до +5 В. Для этого используем схему с операционным усилителем, которая представлена на рисунке 8.

Возьмем усилитель LM324.

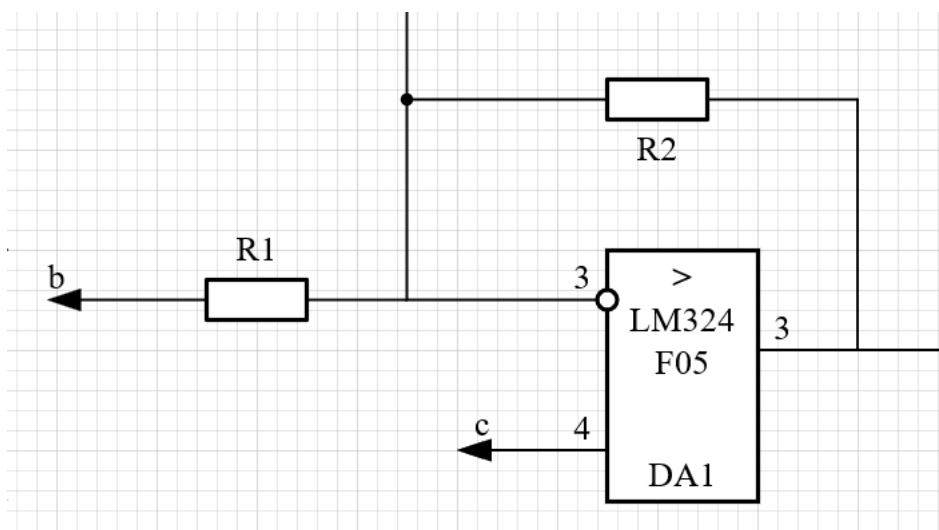


Рисунок 8 – Операционный усилитель

Найдём $I_{(0^{\circ}\text{C})}$:

$$I_{(0^{\circ}\text{C})} = I_{(25^{\circ}\text{C})} - 25\text{мкА} = 298,2 - 25 = 273,2\text{мкА}$$

Аналогично, найдём $I_{(120^{\circ}\text{C})}$:

$$I_{(120^{\circ}\text{C})} = I_{(25^{\circ}\text{C})} + 95^{\circ}\text{C} = 393,2 \text{ мкА.}$$

Найдём значение R_1 :

$$\frac{E_2}{R_2} + \frac{E_1}{R_1} = - \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{R_3} \quad (1)$$

При $I_{\min} = 273,2 \text{ мкА}$,

$$R_1 = \frac{5 \text{ В}}{273,2 \text{ мкА}} = 18,302 \text{ кОм.}$$

При $I_{\max} = 393,2 \text{ мкА}$,

$$R_1 = \frac{5 \text{ В}}{393,2 \text{ мкА}} = 12,716 \text{ кОм.}$$

Найдём значение R_2 :

Подставим в формулу (1) граничные значения R_1 :

$$\frac{5 \text{ В}}{R_2} + \frac{-5 \text{ В}}{18,302 \text{ кОм}} = - \frac{-2 \text{ В}}{R_3} \quad (2)$$

$$\frac{5 \text{ В}}{R_2} + \frac{-5 \text{ В}}{12,302 \text{ кОм}} = - \frac{2 \text{ В}}{R_3} \quad (3)$$

Из (1) имеем:

$$\frac{5 \text{ В}}{R_2} = \frac{5 \text{ В}}{15,006 \text{ кОм}}$$

$$R_2 = 15,006 \text{ Ом.}$$

Подставив R_2 во второе уравнение, находим R_3 :

$$\frac{5 \text{ В}}{15,006} + \frac{-5 \text{ В}}{18,302 \text{ кОм}} = - \frac{-2 \text{ В}}{R_3}$$

$$R_3 = 33,333 \text{ кОм}$$

Моделирование в статике представлено на рисунках 9 и 10.

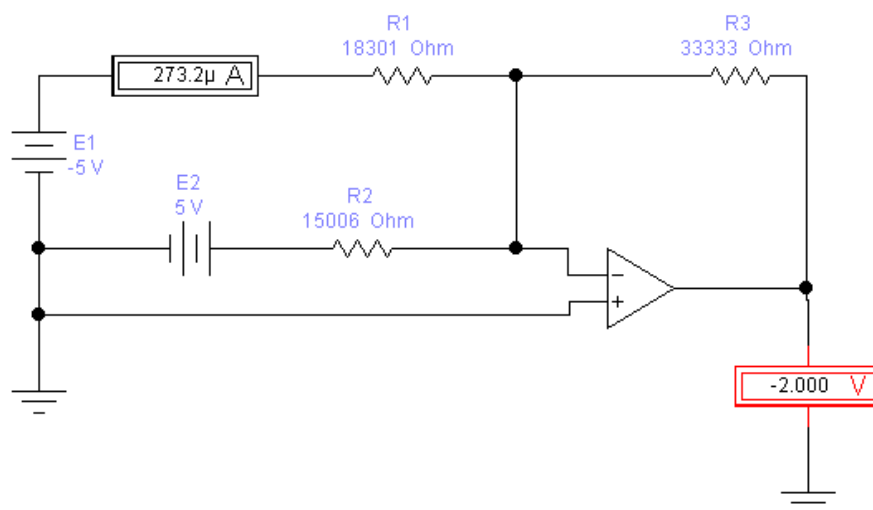


Рисунок 9 – Моделирование в статике при $I_{\min}$

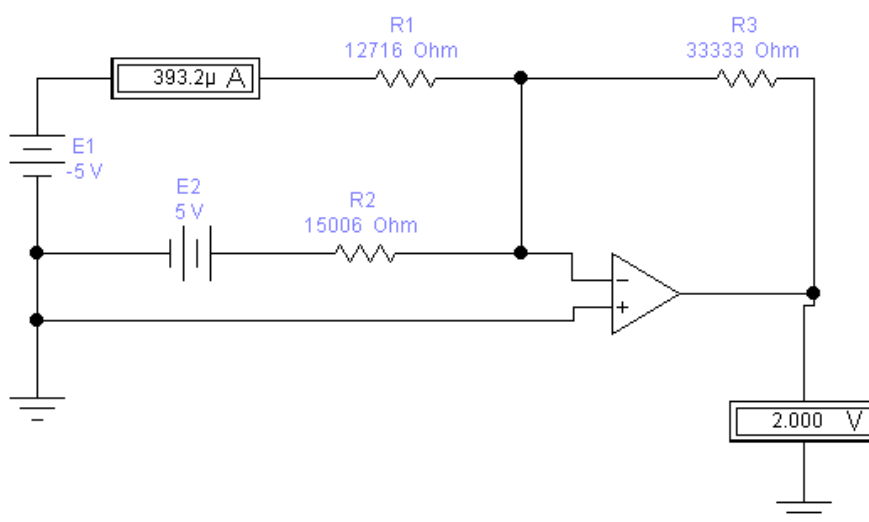


Рисунок 10 – Моделирование в статике при $I_{\max}$

Моделирование в динамике представлено на рисунках 11 и 12.

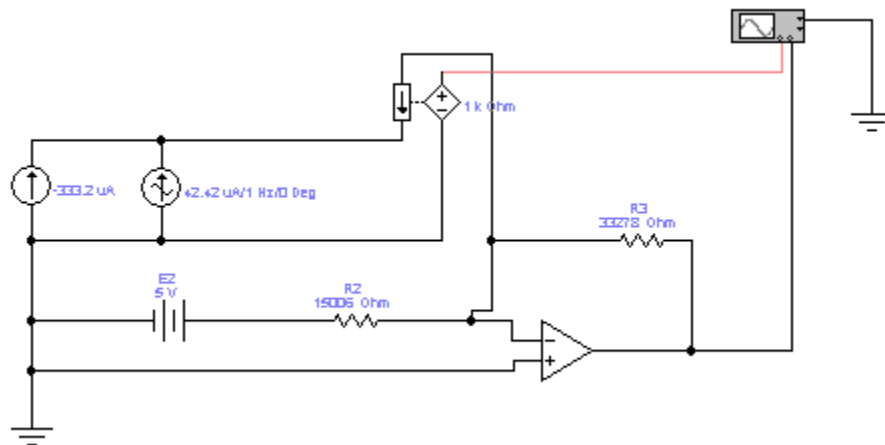


Рисунок 11 – Моделирование в динамике

$$2A_{\sin} = I_{\max} - I_{\min} = 393.2 - 273.2 = 120\mu\text{A} \rightarrow A_{\sin} = 60\mu\text{A}$$

$$A_{\sin \text{ действ}} = 60 \cdot 0.707 = 42,42\mu\text{A}$$

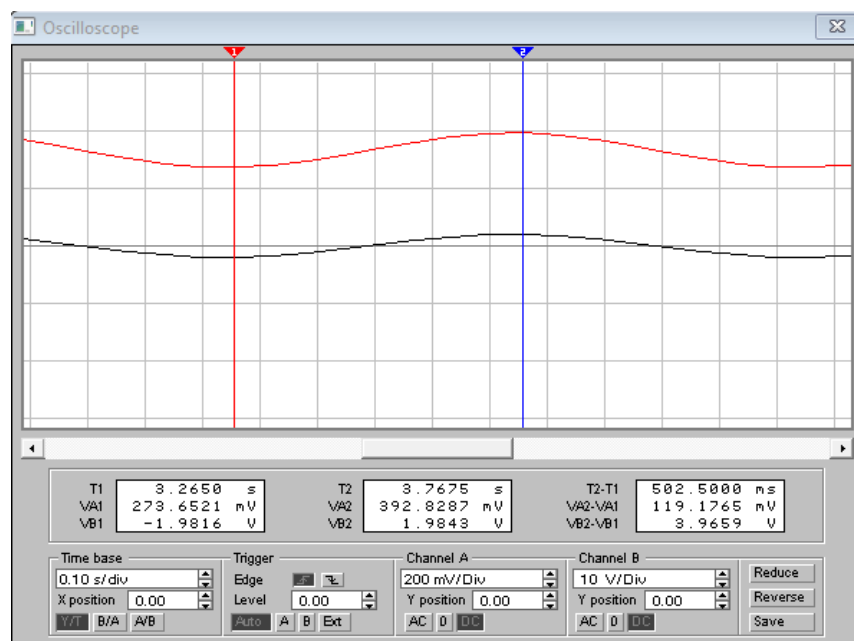


Рисунок 12 – Моделирование в динамике

Исходя из полученных значений резисторов, возьмём $R2 = 15 \text{ кОм} \pm 5\%$ и $R3 = 34 \text{ кОм} \pm 5\%$.

3.2 Расчет схем формирования порогов

Верхний порог задан температурой 80°C, ему соответствует ток через датчик 368,2 мкА, нижний порог задан температурой 10°C с током 293,2 мкА. Рассчитаем напряжение, которое будет формировать ОУ усилитель на выходе. Для этого удобно воспользоваться результатами расчёта усилителя и выразить выходное напряжение через ток резистора R1:

$$U_{\text{пор}} = -R3 \left[\frac{E2}{R2} - I_{\text{пор}} \right].$$

С учётом этого уравнения, получим напряжение верхнего порога, равное $U_{\text{в}}=4,423$ В, а нижний порог равен $U_{\text{н}}=1,538$ В. Схема делителя предложена на рисунке 13.

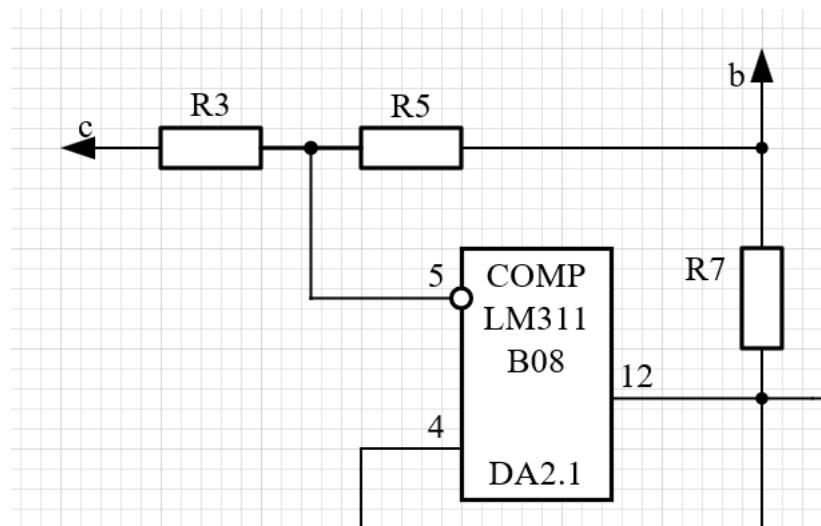


Рисунок 13 – Схема делителя

Зададим ток через делитель равный $I=10$ мА. Тогда справедливо: $R3 + R5 = \frac{E}{I}$.

Сопротивление резистора R3 определится из выражения: $R3 = \frac{|U_{\text{пор}}|}{I} = 153,8$ Ом.

Возьмём $R3 = 150$ Ом $\pm 5\%$.

Сопротивление резистора R5 найдём из выражения:

$$R5 = \frac{E - |U_{\text{пор}}|}{I} = 153,8 \text{ Ом.}$$

Возьмём $R5 = 150 \text{ Ом} \pm 5\%$.

Аналогично, найдём значения резисторов для верхнего порога:

$R6 = 442,3 \text{ Ом}$, возьмём $R6 = 430 \text{ Ом} \pm 5\%$.

И $R4 = 57,7 \text{ Ом}$, возьмём $R4 = 56 \text{ Ом} \pm 1\%$.

3.3 Расчет схем управления светодиодами

Согласно заданию, первый светодиод должен мигать 4 раза с периодом 6 секунд с момента превышения порога. Для формирования импульсов потребуется использование генератора К155ГГ1. Необходимо рассчитать значение C .

$$f = \frac{5 * 10^{-4}}{C}$$

$$C = \frac{5 * 10^{-4}}{f}$$

$$f = 1/6 \text{ с} \approx 0,17 \text{ Гц.}$$

Тогда значение конденсатора $C \approx 3 \text{ мкФ}$.

В устройстве используется светодиод АЛ310А, у которого ток срабатывания 10 мА. Поэтому поставим светодиод на выход необходимой микросхемы и параллельно с ним установим ограничивающий ток резистор.

Известно, что К155ГГ1 имеет на выходе 4,95 В. Был выбран транзистор КТ343Г с общим эмиттером и коэффициентом усиления по току β равным 20.

$$I_{R2} = 10 \text{ мА}$$

$$R2 = \frac{5 - 1.4}{0.01} = 360 \text{ Ом}$$

$$h_{21э} \approx \beta$$

$$I_{R1} \geq \frac{I_{R2}}{h_{213}} = \frac{0.01}{20} = 0.5 \text{ мА}$$

$$R1 = \frac{4,9 - 0.7}{0.0005} = 8400 \text{ Ом}$$

С учетом номинальных значений резисторов $R16 = 360 \text{ Ом} \pm 5\%$, $R14 = 8,2 \text{ кОм} \pm 5\%$. Аналогично, для другого светодиода.

Схема управления светодиодом представлена на рисунке 14.

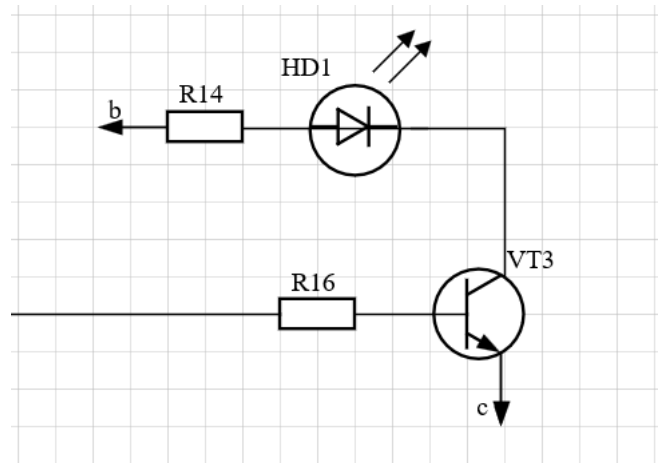


Рисунок 14 – Схема управления светодиодом

3.4 Расчет схем управления реле

Согласно заданию первое реле должно работать 4 секунды. Для формирования импульса потребуется использование одновибратора К155АГЗ. Необходимо рассчитать значение RC . Пусть сопротивление равно 30 кОм, тогда значение конденсатора

$$C = \frac{2}{0,45 \cdot 30000} \approx 148 \text{ мкФ},$$

что соответствует конденсатору К50-29-16В-100 мкФ.

В устройстве используются реле типа TRC-D-5 с сопротивлением обмотки 56 Ом, током срабатывания $I_{ср} = 91 \text{ мА}$. Тогда напряжение, требуемое для срабатывания реле, равно $U_{ср} = I_{ср} \cdot R = 5 \text{ В}$. Это напряжение формируется из +15 В.

$$R_{12} = \frac{15 - 5}{0,091} = 110 \text{ Ом}$$

В схеме было решено использовать резистор $R_{12} = 110 \text{ Ом} \pm 5\%$.

В качестве усилителя используется транзисторный ключ. Был выбран транзистор КТ343Г, с коэффициентом усиления по току равным 20.

$$I_{R1} \geq \frac{I_{R2}}{h_{21э}} = \frac{0.091}{20} = 0,45 \text{ мА}$$

Микросхема АГ1 имеет на выходе 4,95 В при уровне логической единицы, следовательно $R_{10} = \frac{4,95-0.7}{0.00045} = 934,07 \text{ Ом}$. Был выбран резистор $R_{10} = 910 \text{ Ом} \pm 5\%$. Схема управлением реле показана на рисунке 15.

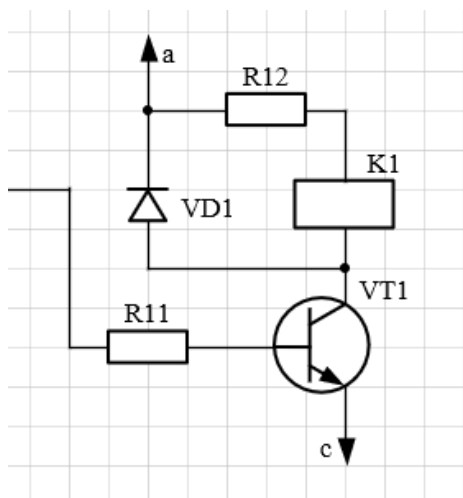


Рисунок 15 – Схема управления реле

3.5 Расчет схемы управления динамиком

В устройстве используется динамик с активным сопротивлением 50 Ом. Подключим его к цепи питания +5 вольт. Ток через динамик $I = 5\text{В}/50\text{Ом} = 100 \text{ мА}$.

Подключим его через транзистор КТ343Г.

Получим:

$$I_6 \leq \frac{100\text{мА}}{20} = 5 \text{ мА};$$

$$R17 = \frac{2.4-0.7}{5 \cdot 10^{-3}} = 340 \text{ Ом.}$$

Используем резистор R18 = 330 Ом ± 1%.

Схема управления динамиком представлена на рисунке 16.

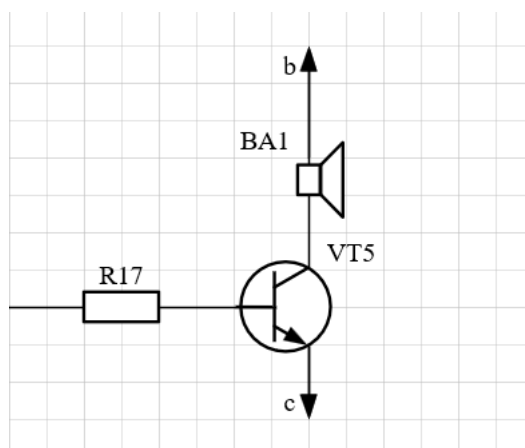


Рисунок 16 – Схема управления динамиком

3.6 Описание работы устройства по принципиальной схеме

Устройство содержит, усилитель LM324, 2 компаратора LM311, цифровые элементы 155 серии, резисторы: прецизионные С2-29В с отклонением от номинального значения ± 1%, общего применения С2-23, подстроечные СП5-2, конденсаторы: керамические К10-17 и электролитические К50-35.

Пока температура окружающей среды находится в диапазоне между нижним и верхним порогами срабатывания компараторы DA2.1 и DA2.2 генерируют «0», светодиоды, реле и динамик выключены. Устройство в пассивном состоянии.

Когда температура превышает верхний порог, компаратор DA2.1 перестает генерировать «0» и из внешней цепи подается «1». При активном фронте через D-триггер DD1 работает генератор из микросхем DD6, пока счётчик DD9 не закончился, импульсы с него подаются на светодиод HD1 и он периодически моргает; работает одновибратор DD5, сигнал с него идёт на реле К2 и оно работает 4 секунды; через инвертор DD2.1 работает генератор DD7, сигнал с него идёт в дизъюнктор DD11.1, передавая сигнал на динамик BA1.

Когда температура пересекла нижний порог, компаратор DA2.2 выдаёт «1». При активном фронте сигнал идёт на D-триггер DD4, в котором проходит сигнал из компаратора DA2.1 на сброс и после на реле K2, а также на динамик BA1 через инвертор DD2.2, генератор DD8 и DD10, проходя через дизъюнктор DD11.1 и усилитель DD11.2. На светодиод HD2 проходит через одновибратор DD3.

Заключение

В выполненной мной курсовой работе была разработана, спроектирована и смоделирована система предварительной обработки аналогового сигнала, поступающего от датчика температуры AD590. Она является работоспособной для контроля температуры. Все используемые элементы были выбраны с заданной в задании серии и возможности работы в данных температурных условиях. К пояснительной записке прилагаются структурная, функциональная и принципиальная схемы системы и перечень элементов.

Список использованных источников

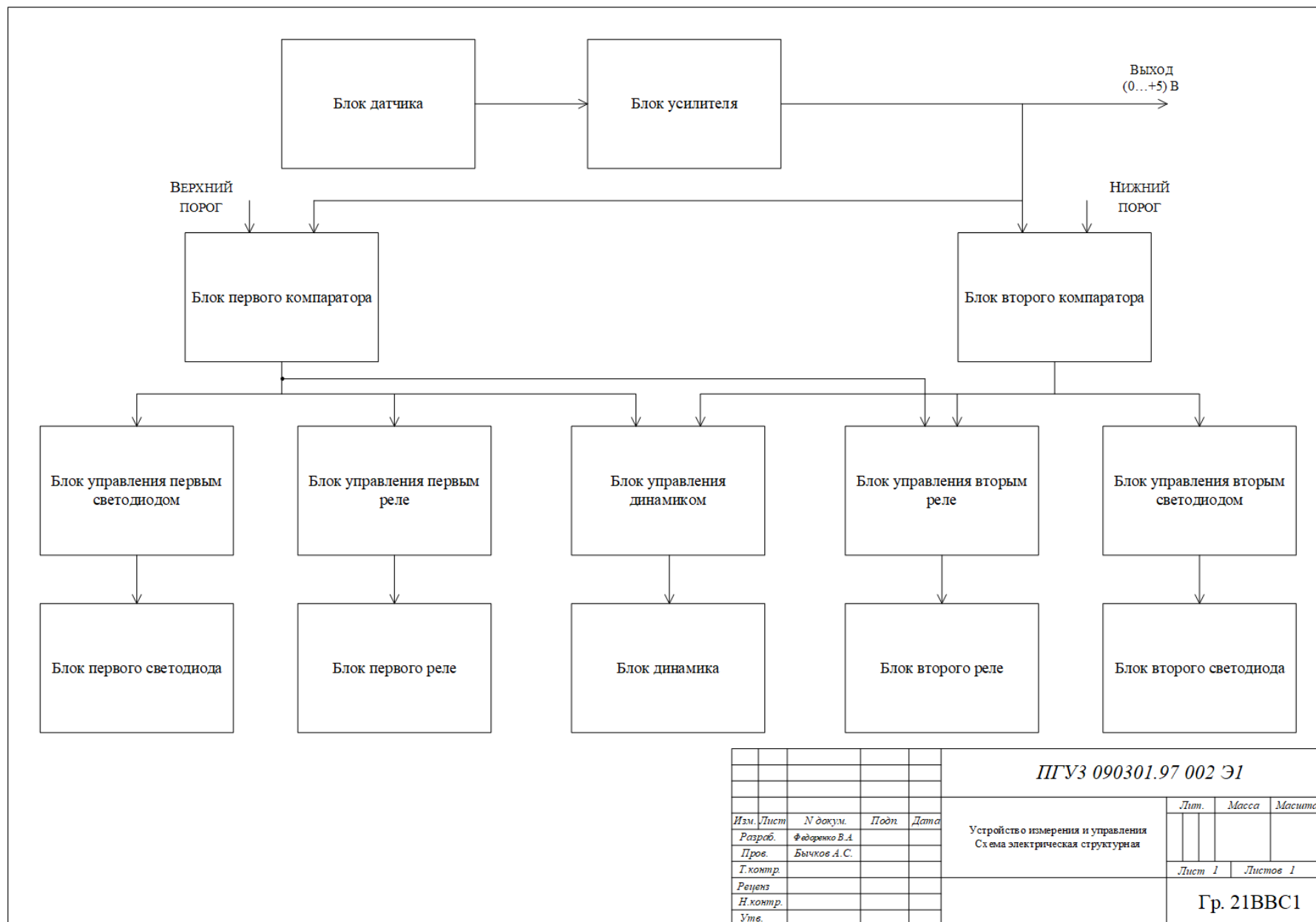
1. Л.А. Брякин. Электротехника и электроника. Методические указания к выполнению курсовой работы. 2010 г. – 91 стр.
2. Я. Ю. Волкова. Базовые элементы цифровой техники. Изд-во Екатеринбургского государственного университета, 2018.
3. А.В. Нефёдов. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник. – М.: РадиоСофт, 2001.
4. Сайт: «<https://www.rlocman.ru/comp/koz/cd/cdh00.htm>».

Приложение А

(обязательное)

Устройство измерения и управления

Схема электрическая структурная

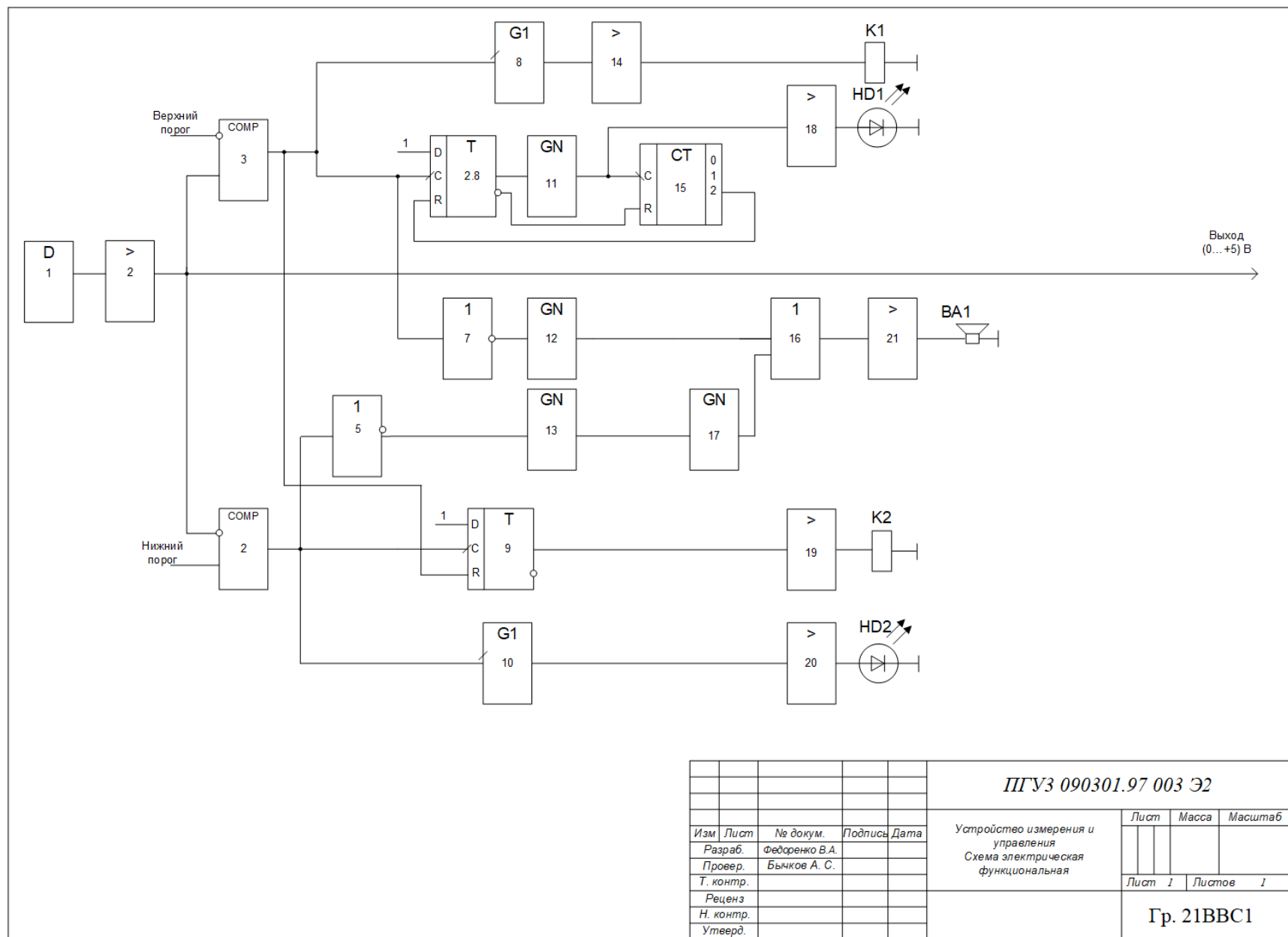


Приложение Б

(обязательное)

Устройство измерения и управления

Схема электрическая функциональная

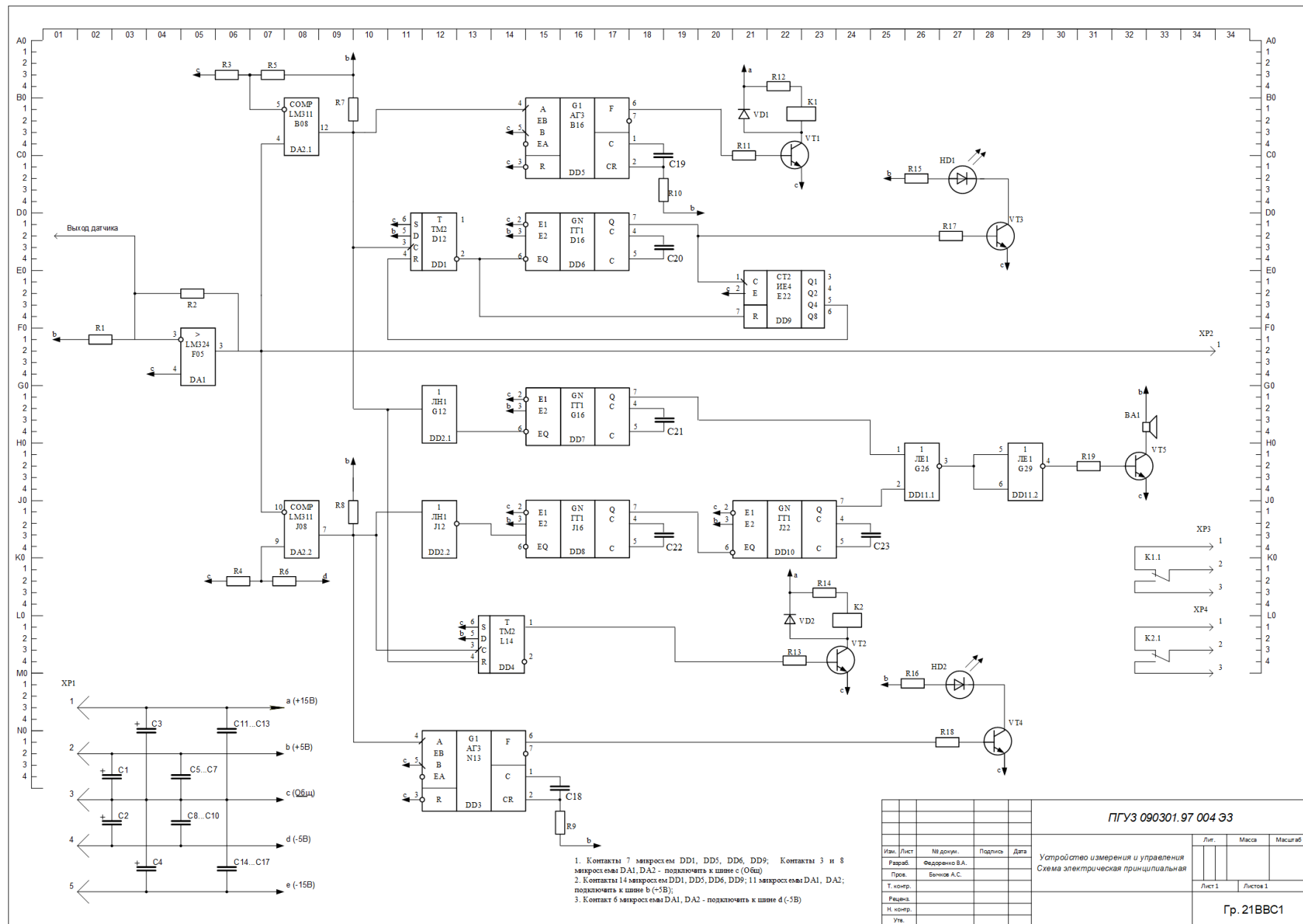


Приложение В

(обязательное)

Устройство измерения и управления

Схема электрическая принципиальная



Приложение Г

(обязательное)

Устройство измерения и управления

Перечень элементов

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Динамик		
BA1	Динамик R = 50 Ом	1	
	Датчик		
BT1	Температуры AD590	1	Импорт
	Конденсаторы		
C1...C4	K50-16-16B-20мкФ	4	
C5...C17	K10-176-H90-68нФ	13	
C18	K50-29-16B-100мкФ	1	
C19...C22	K10-17a-H90-6мкФ	4	
	Микросхемы		
DA1	LM324	1	Импорт
DA2	LM311	2	Импорт
DD1, DD4	K155TM2	2	
DD2	K155ЛН1	2	
DD3, DD5	K155АГ3	2	
DD6...DD8	K155ГГ1	3	
DD9	K155ИЕ4	1	
DD10	K155ГГ1	1	
DD11	K155ЛЕ1	2	
K1,K2	Реле TRC-D-5	2	

					ПГУЗ 090301.97 004 ПЭЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		Федоренко В.А.								
Пров.		Бычков А.С.								
Т. контр.										
Н. контр.										
Утв.										

Устройство измерения и управления Перечень элементов						Лит.	Лист	Листов
							1	3
						Гр. 21BBC1		

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Резисторы		
R1	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 19 кОм $\pm$ 5%	1	Импорт
R2	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 20 кОм $\pm$ 5%	1	Импорт
R3	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 39 Ом $\pm$ 1%	1	Импорт
R4	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 56 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R5	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 150 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R6	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 430 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R7	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 56 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R8	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 240 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R9	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 30 кОм $\pm$ 5%	1	Импорт
R10	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 9.1 кОм $\pm$ 5%	1	Импорт
R11	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 4.3 кОм $\pm$ 5%	1	Импорт
R12	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 110 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R13	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 150 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R14	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 8,2 кОм $\pm$ 5%	1	Импорт
R15	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 8.2 кОм $\pm$ 5%	1	Импорт
R16	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 360 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R17	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 370 Ом $\pm$ 5%	1	Импорт
R18	CF-100 (C1-4) 1 Вт, 330 Ом $\pm$ 1%	1	Импорт
	Диоды		
VD1	1N4007	1	Импорт
VD2	1N4007	1	Импорт
HD1	АЛ310А красный	1	
HD2	АЛ310А красный	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
			Дата
			ПГУЗ 090301.97 004 ПЭЗ
			Лист
			2

[illegible]