

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
информационных технологий
и электроники
наименование факультета

Кафедра
Нано- и микроэлектроники
наименование кафедры

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»
код и наименование

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника
наименование профиля

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

ПУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ
обозначение, присваиваемое кафедрами

на тему

Лазерная подгонка датчиков уровня топлива
тема бакалаврской работы

Студент группы 19ПД1
номер группы

15.06.23
подпись, дата

Мальшиев В.Ю.
фамилия, имя

Руководитель к.т.н доцент, кафедра НимЭ
должность

15.06.23
подпись, дата

Доросинский А.Ю.
фамилия, имя

ген. директор ООО НПП <<Сонар>>
наименование организации

Нормоконтролер ст. преподаватель
должность

15.06.23
подпись, дата

Рыжова Г.Н.
фамилия, имя

Работа допущена к защите в ГЭК (протокол заседания кафедры от 15.06.23 № 14)

Заведующий кафедрой

15.06.23
подпись, дата

Пронин И.А.
фамилия, имя

Работа защищена с оценкой «с» (протокол ГЭК от 28.06.23 № 13)

Секретарь ГЭК

28.06.23
подпись, дата

Вольсков А.А.
фамилия, имя

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка состоит из 101 страницы, 33 рисунков, 1 таблицы, 28 формул, списка использованных источников из 13 наименований и 3-х приложений.

Цель работы : Разработка автоматического программно-аппаратного комплекса контроля нелинейности функциональной характеристики, образованной элементами набора резисторов типа НР1 – 52, для управления лазерной подгонкой датчиков уровня топлива

Задачи:

- 1.Выбрать метод контроля нелинейности функциональной характеристики датчика НР1-52.
- 2.Разработать схемы электрические для системы контроля НФХ ДУТ.
- 3.Разработать схему устройства для лазерной подгонки функциональной характеристики НР1-52 в автоматическом режиме

Ключевые слова:

Датчик,лазерная подгонка,функциональная характеристика,контроль,схема.

					<i>ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Анализ объекта контроля. Резисторы НР1 -52.....	6
1.1 Резисторы НР1 –52.....	6
1.2 Основные параметры, размеры и характеристики.....	6
1.3 Требования по надёжности и безопасности.....	7
2 Разработка автоматического программного комплекса.....	9
2.1 Постановка задачи ВКР.....	9
2.2 Разработка структурной схемы	17
2.3 Разработка функциональной схемы.....	19
2.4 Выбор элементной базы.....	23
2.5 Исследования функции преобразования НР1 – 52.....	34
2.6 Разработка принципиальной схемы.....	38
2.7 Анализ погрешностей.....	49
3 Технология по проведению лазерной подгонки.....	52
3.1 Описание установки для лазерной подгонки.....	52
3.2 Последовательность проведения операций лазерной подгонки резистивного элемента датчика уровня топлива.....	53
4 Организация рабочего места оператора.....	59
4.1 Условия труда оператора.....	59
4.2 Организация рабочего места с учетом эргономических требований.....	61
4.3 Пожароопасность на рабочем месте оператора.....	67
4.4 Электроопасность на рабочем месте оператора.....	68
4.5 Планировка и оснащение рабочего места с учетом эргономических требований.....	69
4.6 Расчет освещенности помещения.....	72
Заключение.....	75
Список использованных источников	76
Приложение А. Задание на выпускную квалификационную работу	77
Приложение Б. Заявление и протокол проверки ВКР на оригинальность в системе «Антиплагиат.ВУЗ»	81
Приложение В. Презентация ВКР	84

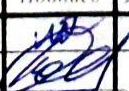
ВВЕДЕНИЕ

Целью данной ВКР является разработка автоматического программного комплекса контроля нелинейности функциональной характеристики, образованной элементами набора резисторов типа НР1 – 52 (АДШК.434311.012) - датчика уровня топлива, разработанного и изготавливаемого в ФГУП «НИИЭМП». Разработанная установка предназначена для определения отклонения измеряемого электрического сопротивления от номинального значения в зависимости номера элемента набора резисторов (положения подвижной системы датчика уровня топлива).

В процессе преддипломной практики были поставлены следующие задачи: выбрать метод контроля нелинейности функциональной характеристики и разработать функциональную схему для аппаратного решения поставленной задачи.

Технические требования на автоматический программный комплекс контроля нелинейности функциональной характеристики, образованной элементами набора резисторов типа НР1 – 52:

- погрешность измерения сопротивления не более $\pm 0,5\%$;
- напряжение на контролируемом наборе резисторов $U_{пит} = (5 \pm 0,05) \text{ В}$;
- нелинейность функциональной характеристики должна быть не более $\pm 2\%$ от расчётной величины текущего напряжения;
- входное сопротивление измерительной схемы разрабатываемого автоматического программного комплекса не менее $5 \text{ МОм} \pm 5\%$;
- автоматический программный комплекс должен обеспечивать задание угла поворота подвижной системы датчика не менее 120° с погрешностью не более $\pm 1^\circ$;

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ВВЕДЕНИЕ		
Разраб		Малышев					
Пров		Доросинский					
Н. Контр.		Рыжова		15.06			
Утв					19ПД1		

- время перемещения подвижной системы при проверке нелинейности функциональной характеристики в заданных точках не более 60 сек.

Состав автоматического программного комплекса:

- измерительный блок;
- задатчик углового положения подвижной системы датчика.

Необходимость разработки автоматического программного комплекса обусловлена необходимостью автоматизации контрольных операций при серийном производстве, в том числе, наборов резисторов НР1-52 различных модификаций, сложностью пересчётных операций и повышением требований к точности контрольных операций.

Областью применения разработанного устройства служит производство наборов резисторов НР1-52, имеющих ряд модификаций для автомобилей марок ВАЗ, ГАЗ и УАЗ (и бензобаков различной формы), а также аналогичных изделий различного типа различными номинальными функциями.

Отраслями хозяйства, для которых предназначено данное устройство, является машиностроение и приборостроение.

					<i>ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Анализ объекта контроля. Резисторы НР1 – 52

1.1 Резисторы НР1 – 52 (далее набор резисторов) предназначенные для работы в составе датчика уровня топлива, устанавливаемого на автомобили с номинальным напряжением 12В. Наборы резисторов выпускаются в климатическом исполнении «О» по ГОСТ 15150 в незащищённом исполнении для эксплуатации в составе датчика внутри топливного бака.

Набор резисторов должен подлежать установке на автомобиль, рассчитанный на эксплуатацию в условиях умеренного и тропического климата при температуре окружающей среды -50°C до $+80^{\circ}\text{C}$.

Набор резисторов относится к необслуживаемым и неремонтируемым изделиям. Режим работы продолжительный номинальный S1 по ГОСТ Р52230.

Гарантийный срок эксплуатации резисторов 2 года при пробеге автомобиля не более 90000 км.

1.2 Основные параметры, размеры и характеристики

Основные параметры наборов резисторов должны соответствовать габаритным чертежам, прилагаемым к настоящим ТУ. Внешний вид наборов резисторов должен соответствовать описанию образцов внешнего вида КЮТР. 434311.003.Д2 образцы внешнего вида, отобранным и утверждённым в порядке, установленном РД11.070.001 – 77. Шероховатость контактных поверхностей – не хуже 0,7 мкм по Ra. Масса наборов резисторов должна быть не более 1,5 г. Нелинейность изменения сопротивления резисторов должна быть не более $\pm 5\%$ от номинального значения сопротивления на каждом поддиапазоне.

Набор резисторов должен обеспечивать непрерывность электрической цепи при перемещении контактов в изделии.

				ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб	Малышев				Выпущено	Листы	Итого
Пров	Доросинский						100
Н. Контр	Рыжова			15.06	АНАЛИЗ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ РЕЗИСТОРЫ НР1 – 52		
Утв							
					19ПД1		

К характеристикам резисторов относятся :

- диапазон рабочих температур окружающей среды от -50°C до $+80^{\circ}\text{C}$;
- набор резисторов должен быть стойким к воздействию синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 20 Гц до 300 Гц с амплитудой ускорения 49 м/с^2 (5g);
- наборы резисторов должны быть стойкими к воздействию ударов многократного действия с ускорением 98 м/с^2 (10g) и длительного воздействия $6\pm 2 \text{ мс}$;
- наборы резисторов должны быть стойкими к воздействию повышенной влажности воздуха с относительной влажностью $(95\pm 3\%)$ при 40°C , и стойкими к воздействию соляного тумана, стойкими к воздействию следующих сред: неэтилированный бензин ГОСТ 2084, дистиллированная вода ГОСТ 6709, неэтилированный бензин с 10% изотропного спирта ГОСТ 9805, неэтилированного бензина с концентрацией аризонской пыли 10 мг/л.

1.3 Требования по надёжности ,безопасности и внешний вид

Критерии надёжности резисторов:

- 90% наработка до отказа набора резисторов в условиях и режимах должны быть не менее 5000 часов;
- набор резисторов должны выдавать не менее $2 \cdot 10^6$ циклов перемещений скользящего контакта по проводным дорожкам при номинальном значении давления контакта $(0,4\pm 0,1) \text{ Н}$;
- отказом считается отклонение значения сопротивления между контрольными точками от указанных в габаритном чертеже, отсутствие проводникового слоя в зоне движения контакта и межламельное замыкание;

К требованиям безопасности резисторов принадлежат:

- наборы резисторов должны быть электропрочными;
- сопротивление изоляции между токоведущими цепями наборов резисторов не менее 10 Мом.

Внешний вид набора резисторов НР1-52 приведен на рисунке 1.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Разработка автоматического программного комплекса

2.1 Постановка задачи ВКР

Задача ВКР состоит в разработке оборудования для контроля функциональной характеристики датчика уровня топлива.

В связи с повышением эксплуатационных характеристик автомобильного транспорта повышаются требования к ответственным узлам, в том числе узлам электрооборудования. Повышение ресурса автомобиля ведет к ужесточению требований к надежности узла, точности (достоверности), безопасности. Повысить качество датчиков можно посредством улучшения его конструктивных и технических характеристик.

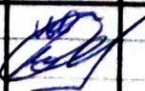
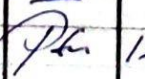
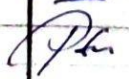
Основные параметры, определяющие качество:

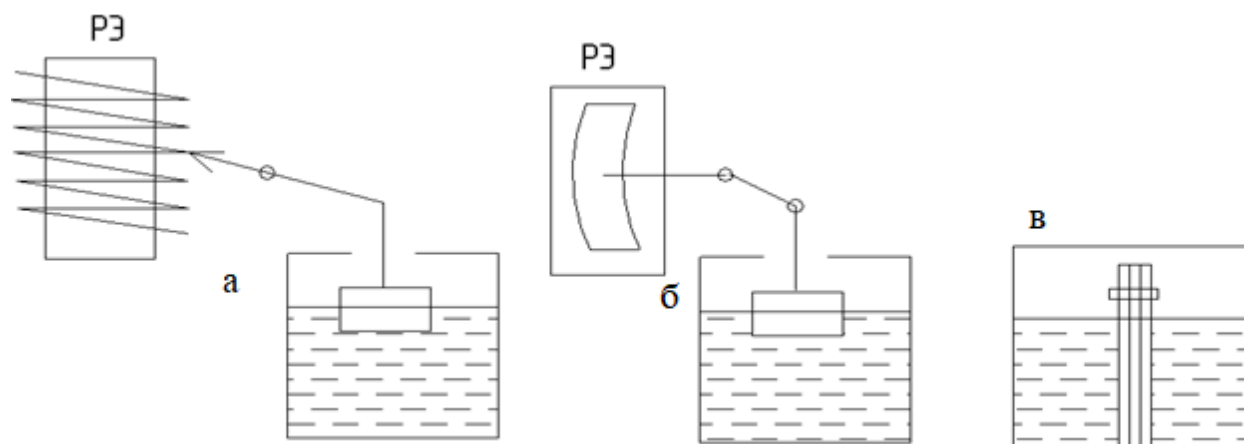
– надежность, определяется количеством перемещений подвижного элемента. Например, для намоточного датчика (рисунок 2, а) количество перемещений около 0,5 млн., для керамического 2 более 1 млн.

– достоверность, определяется точностью показаний (для двигателей с системами впрыска этот фактор оказывается очень важным, т.к. при значительном снижении уровня топлива бензонасос может выйти из строя).

– безопасность, т.е. пожаробезопасность (особенно для погруженных).

– стоимость.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб	Малышев						
Пров	Доросинский						
И. Контр	Рыжова			15.06			
Утв							
					Разработка автоматического программного комплекса		
					Итого	Всего	Листов
							100
					19ПД1		



а)–намоточный ДУТ; б)–керамический ДУТ; в)–оптический ДУТ

Рисунок 2 – Структура некоторых видов ДУТ

Мы рассмотрим резистивный ДУТ на керамической подложке т.к он является наиболее предпочтительным из рассмотренных. Намоточный не отвечает требованиям надежности и безопасности, а оптический (рисунок 2, б) слишком дорог.

При производстве ДУТ на этапе технического и выходного контроля некоторые образцы подвергаются проверке.

К основным характеристикам контроля относятся:

- полное сопротивление;
- функциональная характеристика;
- износостойкость;
- коррозионная стойкость.

Контроль функциональной характеристики является неотъемлемым этапом производства датчиков уровня топлива. Поэтому, контролю подвергаются все образцы.

Поскольку повышение точности функциональной характеристики напрямую способствует улучшению качества при производстве, предлагается разработать контрольно-измерительную систему, которая осуществляла бы измерение характеристик в автоматическом режиме. Реализация автоматического режима особенно важна потому, что в настоящий момент определение функциональной характеристики является достаточно трудоемкой задачей, поскольку обязывает оператора выполнять большое количество

измерений в различных участках функциональной характеристики с помощью стандартных приборов. Отсюда время, отводимое на проведение данной операции, оказывается достаточно большим. Ее автоматизация значительно сократит время, а также сократит человеческий ресурс и повысит достоверность измерений.

Под функциональной характеристикой понимается зависимость выходных параметров от углового положения вала подвижной системы ДУТ. В данном случае выходным параметром является напряжение на подвижном контакте. Нелинейность функциональной характеристики может быть задана формой бака.

Для измерения функциональных характеристик (ФХ) применяют указанные в ГОСТ 21342.3-87 методы проверки функциональной характеристики:

- 1) по изменению выходного напряжения;
- 2) по изменению установленного сопротивления;
- 3) метод сравнения с образцовой характеристикой.

Методы 1 и 2 применяют при заданных границах допуска функциональной характеристики, а метод 3 – при наличии устройства, формирующего образцовую функциональную характеристику. Каждый из данных методов разделяются на методы непрерывного измерения и методы измерения в отдельных точках. Часть методов и основные требования к организации измерений изложены в ГОСТ 21342.3-75.

Метод проверки по напряжению в отдельных точках заключается в сравнении напряжений на выходе испытуемого резистора при разных положениях его подвижного контакта с расчётными значениями.

Структурная схема метода (1) при проверке функциональной характеристики в дискретных положениях подвижной системы представлена на рисунке 3, на рисунке G1 – источник питания постоянного тока; R1 – проверяемый резистор; P1, P2 – вольтметры.

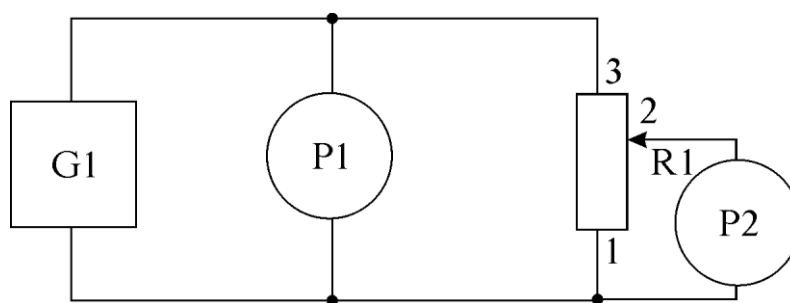


Рисунок 3 – Схема проверки функциональной характеристики в дискретных положениях подвижной системы

При измерении по точкам замеряют значение напряжения питания резистора U_{P1} и напряжения U_{P2} не менее чем в семи точках. Подвижной контакт резистора перемещают с помощью делительного устройства. Результаты измерений напряжений в точках, выраженные в процентах от поданного напряжения, сравнивают с расчётными значениями и определяют погрешность.

Основная погрешность вольтметров $P1$ и $P2$ не должна выходить за пределы 2,5% допускаемого отклонения ФХ резистора. Входное сопротивление вольтметров должно быть не менее чем в 50 раз превышать номинальное сопротивление резистора. Погрешность установления подвижной системы резистора должна быть такой, при которой соответствующая составляющая погрешности измерения будет находиться в пределах $\pm 3\%$ от допускаемого отклонения ФХ резистора.

Метод непрерывного измерения отличается тем, что напряжение на выходе испытуемого резистора сравнивается с аналогичным напряжением на образцовом резисторе при синхронном перемещении их подвижных контактов. Как правило, такое сравнение проводится с помощью осциллографа при подаче на вход вертикальной развёртки сигнала с испытуемого резистора, а на вход горизонтальной развёртки – сигналов образцового резистора.

Структурная схема метода (2) при проверке функциональной характеристики для непрерывного перемещения представлена на рисунке 4, где

N – осциллограф; $R1$ – проверяемый резистор; x – вход горизонтальной развёртки; y – вход вертикальной развёртки; $R_{обр}$ – образцовый резистор; $P1$ – вольтметр; $G1$ – источник питания постоянного тока.

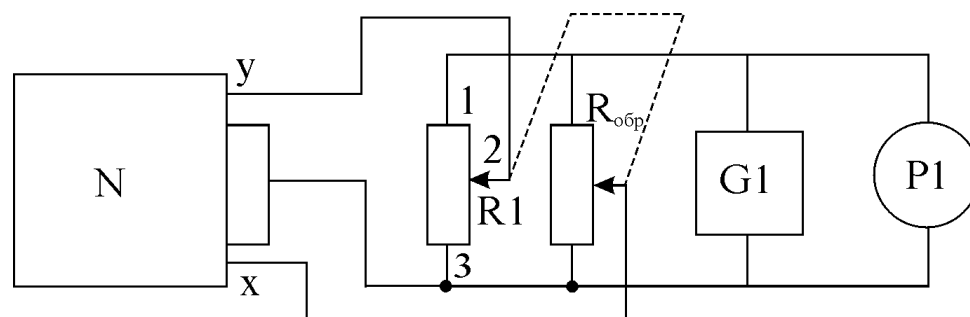


Рисунок 4 – Схема проверки ФХ для непрерывного перемещения

При измерении непрерывным способом напряжение с измеряемого резистора подают на вертикальный вход осциллографа, а на его горизонтальный вход подают напряжение с выхода образцового резистора ($R_{обр}$), как показано на рисунке 4. Образцовый резистор должен иметь линейную зависимость функциональной характеристики. Входы резисторов подключают к источнику питания, а подвижные контакты синхронно перемещают. На экране осциллографа во время их перемещения возникает линия, характеризующая функциональную зависимость резистора. Оценку её производят по сравнению с допустимыми пределами, которые предварительно наносятся на экран осциллографа.

Образцовый резистор должен иметь линейную ФХ (допускаемое отклонение – $\pm 1\%$ от допускаемого отклонения ФХ контролируемого резистора).

Для каждого положения подвижной системы координату ФХ вычисляют коэффициент:

$$k_i = (U_{i1,2}/U_{1,3})100\%, \quad (1)$$

где $U_{i1,2}$ – измеренное выходное напряжение; $U_{1,3}$ – напряжение, подаваемое на резистор.

Погрешность измерения при проверке ФХ находится в интервале $\pm 10\%$ значения допускаемого отклонения от ФХ с установленной вероятностью 0,95.

Интервал, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения координат (в процентах):

$$\delta_{Ki} = \pm \hat{E} \sum \sqrt{\left(\frac{\delta_M}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{P10}}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{1П}}{K_3}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{P20}}{K_4}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{2П}}{K_5}\right)^2 + \left(\frac{\delta_Y}{K_6}\right)^2} \quad (2)$$

где K_1-K_6 – коэффициенты, зависящие от законов распределения частных погрешностей;

δ_M – погрешность, обусловленная конечностью входного сопротивления вольтметра;

δ_{P10} – основная погрешность вольтметра P1 (с учётом измерения в последней трети шкалы);

δ_{P1g} – дополнительная температурная погрешность;

δ_Y – погрешность неточности установления подвижной оси;

K_Σ – коэффициент, зависящий от закона распределения суммарной погрешности и установленной вероятности.

Суммарная погрешность измерения принимают распределённой по нормальному закону, δ_M – по закону арксинуса, а остальное – по равномерному закону.

Метод (2) проверки по сопротивлению отличается от описанного выше только тем, что вместо напряжения информативным сигналом является сопротивление резистора, измеряемое омметром.

Для проверки ФХ по изменению установленного сопротивления резистора применяют приборы, позволяющие измерять сопротивление с погрешностью в пределах $\pm 5\%$ от допускаемого отклонения.

Составляющая погрешности измерения, обусловленная неточностью установления подвижной системы резистора в заданной точке, должна быть в пределах $\pm 5\%$ от допускаемого отклонения ФХ резистора.

Интервал, в котором с установленной вероятностью определяется погрешность измерения $K_i (\delta_{Ki})$ в процентах от допускаемого отклонения:

$$\delta_{Ki} = \pm K_{\Sigma} \sqrt{\left(\frac{\delta_{P1}}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{Py}}{K_2}\right)^2} \quad (3)$$

Метод (3) сравнения с образцовой характеристикой представлен на рисунке 5. Сущность данного метода заключается в том, что проверяемый резистор включается в мостовую схему как это показано на рисунке и образует первый делитель напряжения.

В качестве второго выступает управляемый делитель напряжения, который имеет в контролируемых точках, при перемещении подвижного механизма, контролируемую функциональную характеристику. Напряжение снимаемое с измерительной диагонали будет пропорционально отклонению функциональной характеристики от образцовой.

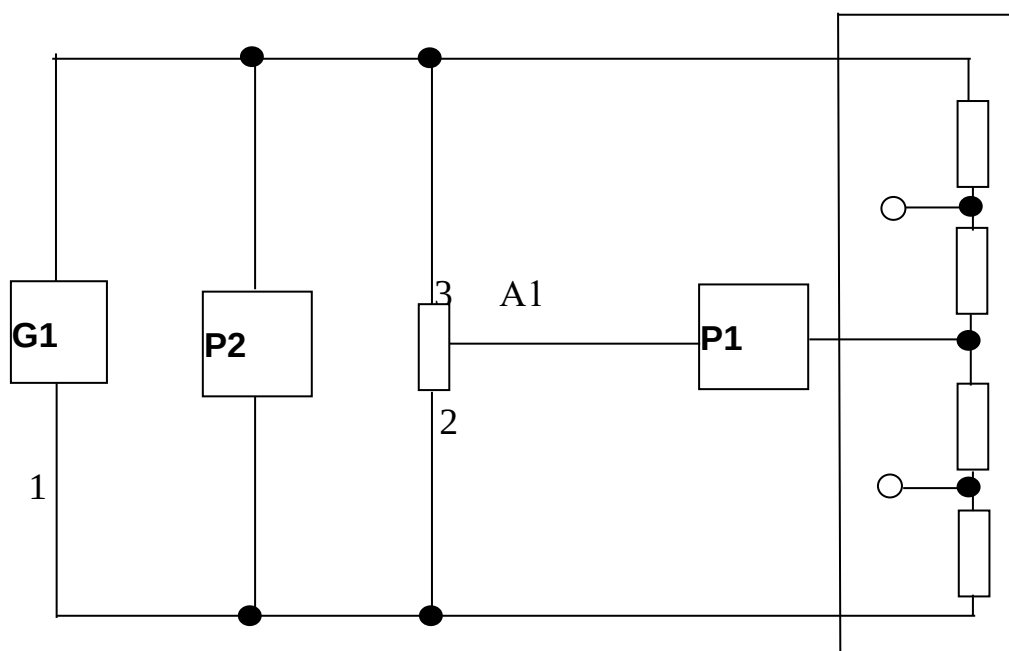


Рисунок 5 – Измерение ФХ методом сравнения
с образцовой характеристикой

Коэффициент пульсаций источника $G1$ не более 3%. Основная погрешность вольтметра не должна выходить за пределы $\pm 3\%$ от допускаемого отклонения ФХ. Образцовый делитель должен обеспечивать воспроизведение ФХ резистора в пределах $\pm 3\%$ от допускаемого отклонения. Составляющая погрешности, обусловленная неточностью установления подвижной системы, должна быть в пределах $\pm 3\%$ от допускаемого отклонения ФХ.

Интервал, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения ФХ (δ) в процентах от допускаемого отклонения ФХ:

$$\delta = \pm K_{\Sigma} \sqrt{\left(\frac{\delta_{P10}}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{P1g}}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{20}}{K_3}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{2g}}{K_4}\right)^2 + \left(\frac{\delta_0}{K_5}\right)^2 + \left(\frac{\delta_y}{K_6}\right)^2}, \quad (4)$$

где δ_0 – погрешность формирования образцовой ФХ.

Характеристику можно легко изменить и сделать нелинейной, ступенчатой, с разной крутизной на участках, чем широко пользуются при изготовлении датчиков с требуемой характеристикой преобразования. Целесообразно для этого использовать компьютер.

Достигается это как изменением ширины резистивной дорожки на участках, так и распределением толщины резистивного слоя на ней.

Датчик считают годным, если отклонение значений действительного выходного напряжения датчика от расчетного в каждой измеренной точке не превышают $\pm 2\%$.

Погрешность преобразования пассивного потенциометрического датчика зависит как от точности изготовления чувствительного элемента и преобразователя, так и от стабильности постоянного напряжения внешней энергии.

Расчетное значение выходного напряжения ($U_{\text{вых.расчет.}}$) для каждого значения угла поворота определяется по формуле:

$$U_{\text{вых.расчет.}} = TGA \cdot F + B \quad (5)$$

$$TGA = (U_2 - U_1) / (F_2 - F_1) \quad (6)$$

где: F_1 и F_2 – начальный и конечный углы поворота датчика;

U_1 и U_2 – действительные значения (значения, полученные при измерении) выходного напряжения датчика при углах F_1 и F_2 соответственно;

F – угол поворота в текущей точке.

$B = U_1 - TGA \cdot F_1$ – коэффициент смещения характеристики по оси ординат.

$$U_{\text{вых.расчет.}} = (U_2 - U_1) / (F_2 - F_1) \cdot F + U_1 - (U_2 - U_1) / (F_2 - F_1) \cdot F_1 \quad (7)$$

Расчет относительной погрешности в каждой точке производится по формуле:

$$\alpha = ((U_{\text{ВЫХ.ДЕЙСТ.}} - U_{\text{ВЫХ.РАСЧ.}}) / (U_{\text{ВЫХ.РАСЧЕТ}})) \cdot 100\% \quad (8)$$

где, $U_{\text{вых.дейст.}}$ – действительное (измеренное) значение выходного напряжения датчика для данного угла поворота.

$U_{\text{вых. расчет.}}$ – расчетное значение выходного напряжения датчика для того же угла поворота.

Максимальные значения относительной погрешности, полученные по формуле, являются значениями нелинейности.

Нелинейность функциональной характеристики (далее НФК) в расчётном диапазоне должна быть $\pm 2\%$ от расчетной величины текущего напряжения.

2.2 Разработка структурной схемы

На рисунке 6 представлена структурная схема устройства для проверки выходного напряжения в начальной и конечной точках и для контроля нелинейности функциональной характеристики датчика уровня топлива.

В состав системы входят:

- 1) ИОН – источник образцового напряжения;
- 2) ДУТ – контролируемый датчик уровня топлива;
- 3) ШД – шаговый двигатель с редуктором;

- 4) Схема управления ШД;
- 5) ДУ–дифференциальный усилитель;
- 6) ЦАП–цифро-аналоговый преобразователь;
- 7) АЦП–аналого-цифровой преобразователь;
- 8) К–контроллер;
- 9) ПК–персональный компьютер.

Система работает следующим образом.

В ПК заложена расчетная характеристика (та, которая требуется). Характеристика контролируемого датчика должна соответствовать расчетной. Последовательно с помощью шагового двигателя устанавливают углы поворота с дискретностью не более 1°. Контроль НФХ в расчетном диапазоне производят методом проверки по напряжению по ГОСТ 21342.3. Для каждого значения угла поворота измеряют действительное выходное напряжение датчика. Напряжение на выходе датчика и напряжение с выхода ЦАП поступает на дифференциальный усилитель. Отклонение значений действительного выходного напряжения датчика от расчетного в каждой измеренной точке угла поворота через АЦП и контроллер регистрируется в ПК.

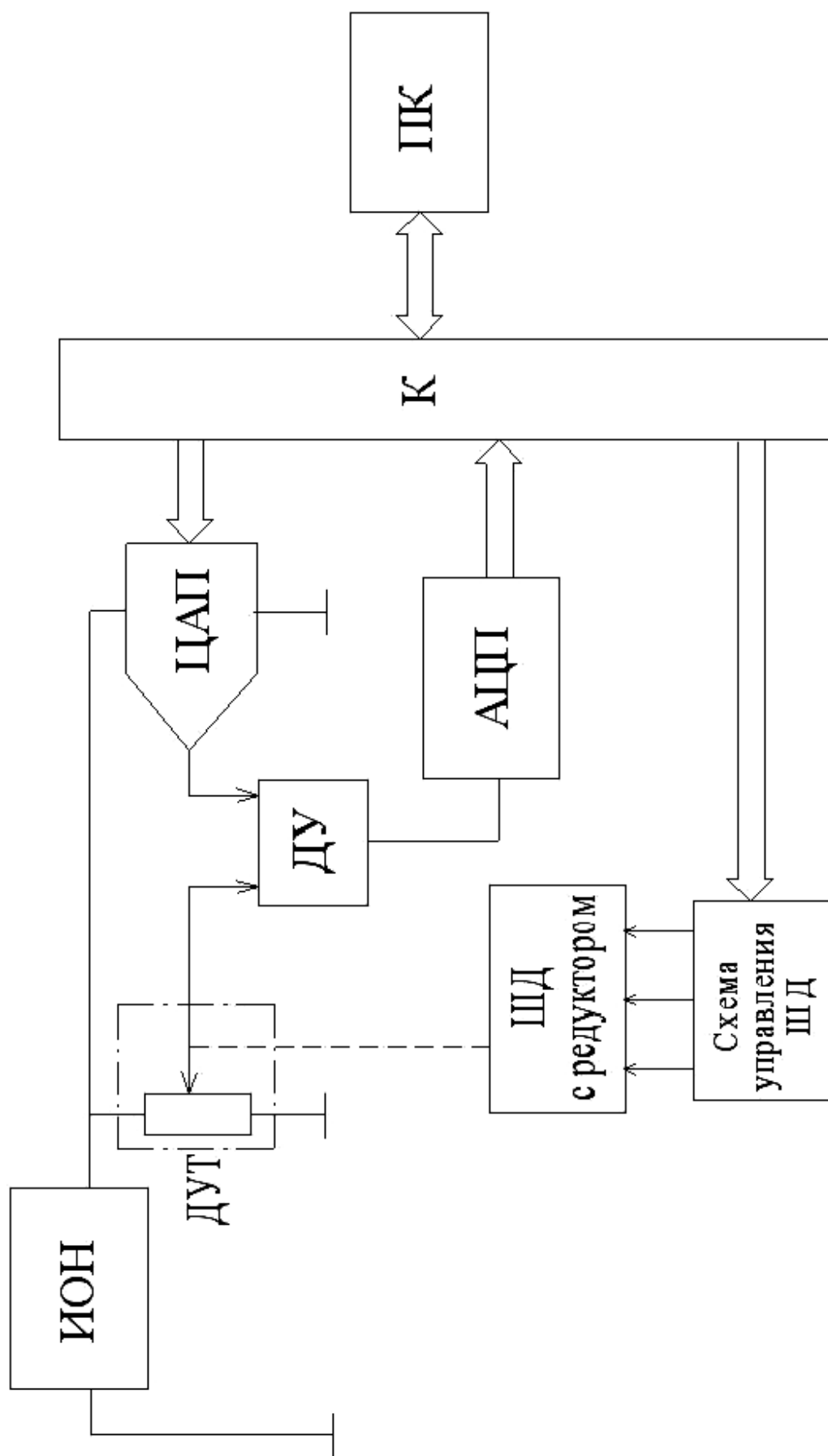


Рисунок 6 – Структурная схема системы контроля НФХ ДУТ

2.3 Разработка функциональной схемы

Разработка функциональной схемы автоматического программного комплекса контроля нелинейности функциональной характеристики, образованной элементами набора резисторов типа НР1 – 52 заключается в последовательном измерении значений сопротивлений всех ламелей резистивного элемента. Подобная проверка, в простейшем случае осуществляется с помощью схемы представленной на рисунке

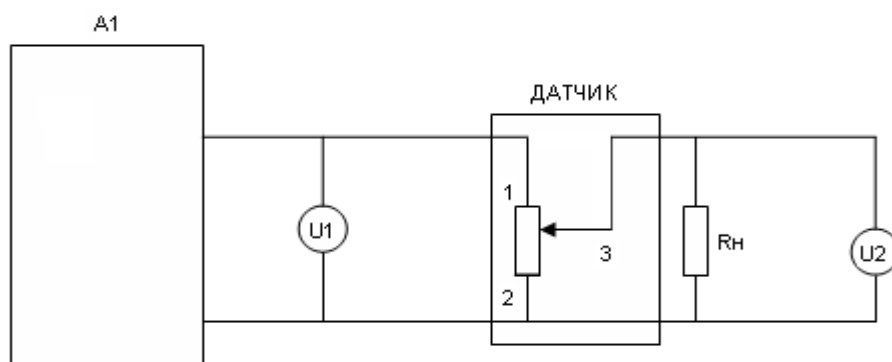


Рисунок 7 – Функциональная схема

На рисунке 3:

- $A1$ – источник питания постоянного тока;
- $U1$ – вольтметр;
- датчик – испытуемое изделие;
- $U2$ – вольтметр.

Имитируя работу подвижной системы датчика уровня топлива задавать положение контакта «3» и контролировать напряжение на выходе изделия (вывод «2») в контрольных точках. Количество контролируемых точек должно соответствовать количеству токосъемных ламелей набора резисторов. Изделие считается годным, если во всех контролируемых точках его функциональная характеристика (см. рисунок 8) не выходит за границы допуска:

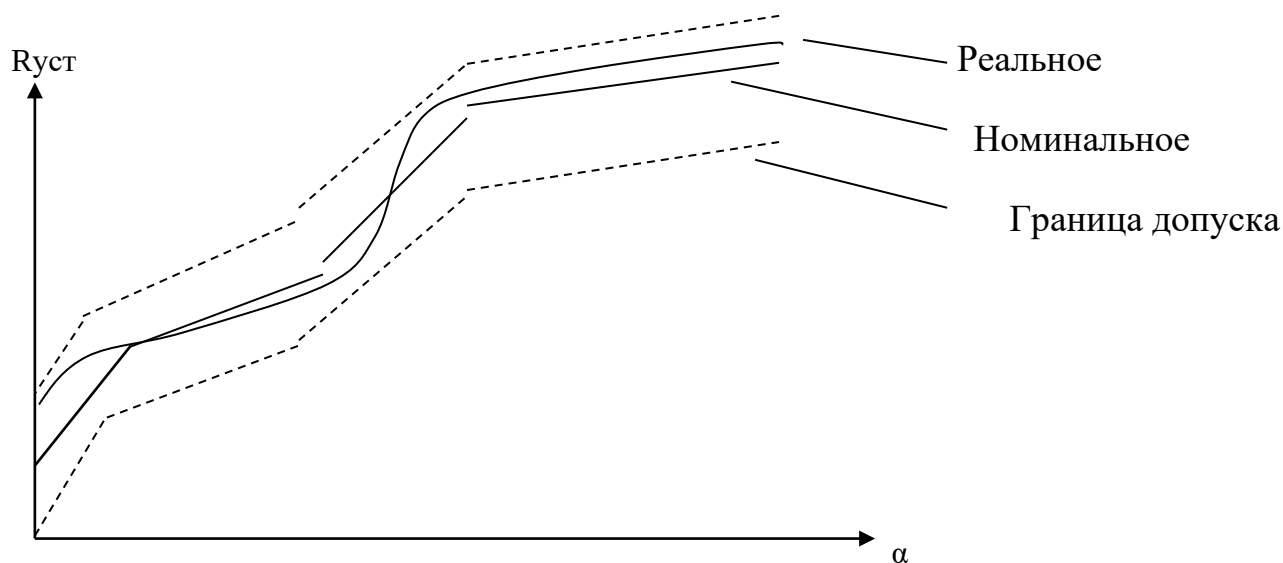


Рисунок 8 – Функциональная характеристика резистивного элемента датчика уровня топлива

На основании данной схемы разработана установка в которой с выходных обмоток трансформатора берется напряжение, которое выпрямляется двухполупериодным мостом и стабилизируется с помощью компенсационного стабилизатора, в качестве которого можно использовать интегральную микросхему. Выходное напряжение стабилизатора используется как напряжение питания для устройств и преобразователей, входящих в состав данной схемы, а именно, микроконтроллер, усилители и ДУТ. Это необходимо для минимизации погрешностей вызванных статической и временной нестабильностью питания. Компенсационный ЦАП необходим для формирования образцовой (номинальной), функциональной характеристики. ЦАП можно использовать с разрядностью от 10 до 16 разрядов. Сигнал с выхода ДУТ, через повторитель напряжения поступает на один из входов вычитающего устройства (субтрактор). Его необходимо выполнить на операционном усилителе. Ко второму входу субтрактора подключен ЦАП. Таким образом, схема измерения отклонения ФХ от заданной представляет собой мостовую схему включения, которая способна обеспечить наивысшую точность.

Сигнал с выхода вычитающего устройства преобразуется в цифровую форму посредством АЦП (также входит в состав микроконтроллера).

Код АЦП несет информацию о величине абсолютного отклонения ФХ ДУТ от номинальной ФХ. Выходной код АЦП читается микроконтроллером, обрабатывается и передается через интерфейс связи (RS232) в ПЭВМ.

МК также формирует код для ЦАП и последовательность команд для управления шаговым двигателем, который, перемещая контактирующее устройство, обеспечивает коммутацию измерительной схемы в любой точке ФХ, точность и возможное количество которых определяется техническими характеристиками шагового двигателя.

Сигналы с МК передаются сначала на контроллер управления (типовая микросхема), а затем на усилитель мощности (интегральная микросхема) с выходами которой соединены обмотки шагового двигателя. ПЭВМ осуществляет сбор данных и строит график погрешности ФХ в абсолютной и относительной формах.

Схема системы контроля нелинейной функциональной характеристики ДУТ приведена на рисунке 9.

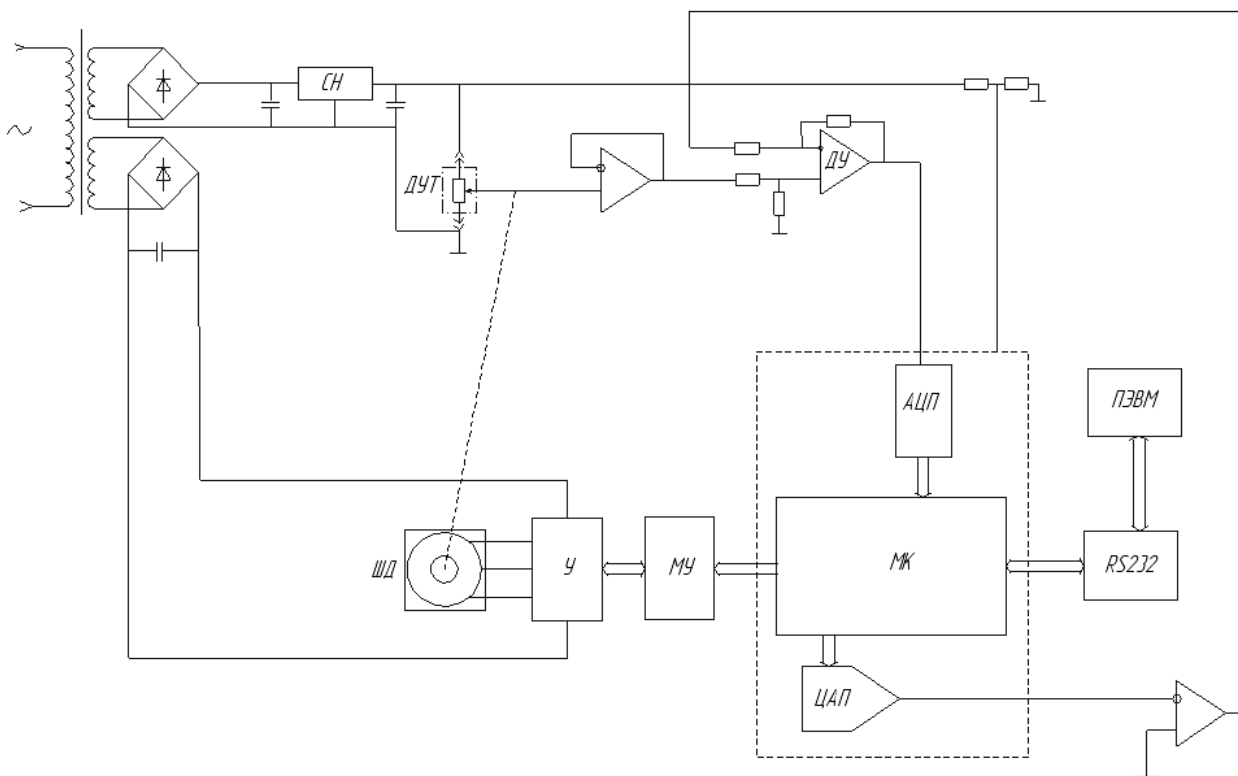


Рисунок 9 –Схема системы контроля НФХ ДУТ

Шаговые двигатели широко используются в высокой точности позиционирования и микропроцессорного управления. Небольшие шаговые двигатели часто используются, например, в автомобильных приборных панелях (инструментальных кластерах) и выполняют там функции вращения стрелок спидометра, тахометра, указателя температуры охлаждающей жидкости и уровня топлива. При этом по сравнению с традиционно используемыми гальванометрическими системами отсутствует вибрация стрелки, увеличивается точность показаний. Шаговые двигатели имеют широкий диапазон угловых разрешений. Более грубые моторы обычно вращаются на 90° за шаг, в то время как прецизионные двигатели могут иметь разрешение $1,8^\circ$ или $0,72^\circ$ на шаг.

					<p><i>ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ</i></p>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.4 Выбор элементной базы

В качестве микроконтроллера, который обрабатывает сигнал разности образцовой (номинальной) функциональной характеристики и характеристики поступающей с контролируемого датчика уровня топлива, а также формирует сигнал управления шаговым двигателем, будем использовать процессор *ADuC824*.

ADuC824 является законченным препроцессором интеллектуального датчика (преобразователя), включающим в себя: два сигма дельта АЦП высокого разрешения, 8-разрядное микропроцессорное устройство управления, встроенную *FLASH/EEPROM* память программ/данных. Это малопотребляющее устройство принимает сигналы низкого уровня непосредственно с первичного преобразователя.

Кроме двух независимых АЦП (основного и дополнительного) в составе имеется датчик температуры и усилитель *PGA* (что позволяет выполнять прямые измерения сигналов низкого уровня). АЦП с встроенным цифровым фильтром предназначены для измерения низкочастотных сигналов в широком динамическом диапазоне таких, как сигналы с устройств взвешивания, тензометров или сигналы с температурных датчиков. Частота (поток) данных на выходе АЦП программируется, и его выходное разрешение будет меняться в зависимости от установленных усиления и частоты. Устройство работает с кварцем 32 КГц, а встроенная система ФАПЧ образует требуемую внутреннюю рабочую частоту 12.58 МГц. Эта частота подается на программируемый делитель, на выходе которого и образуется рабочая тактовая частота ядра. Ядро представляет собой микроконтроллер 8052, поэтому система команд совместима с набором 8051. Машинный цикл ядра состоит из 12 циклов выбранной рабочей тактовой частоты. На кристалле содержится 8 Кб неразрушаемой *FLASH/EEPROM* памяти программ, 640 байт *FLASH/EEPROM* памяти данных и 256 байт оперативной памяти данных с произвольным доступом (*RAM*). В составе *ADuC824* имеются дополнительные аналоговые элементы: 12-разрядный ЦАП, источники тока, монитор источника питания. Встроенная

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

цифровая периферия кристалла включает в себя: сторожевой таймер, счетчик временного интервала, три таймера/счетчика и последовательные порты. Заводское ПЗУ поддерживает режимы последовательной загрузки и отладки (через *UART*), а также режим эмуляции через единственный внешний контакт EA/. Устройство работает от источника питания от +3В до +5В. При работе от источника +3В рассеиваемая мощность составляет менее 10 мВт. *ADuC824* выпускается в 52-контактном корпусе *MQFP*. Подробная схема *ADuC824* показана на рисунок 10.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

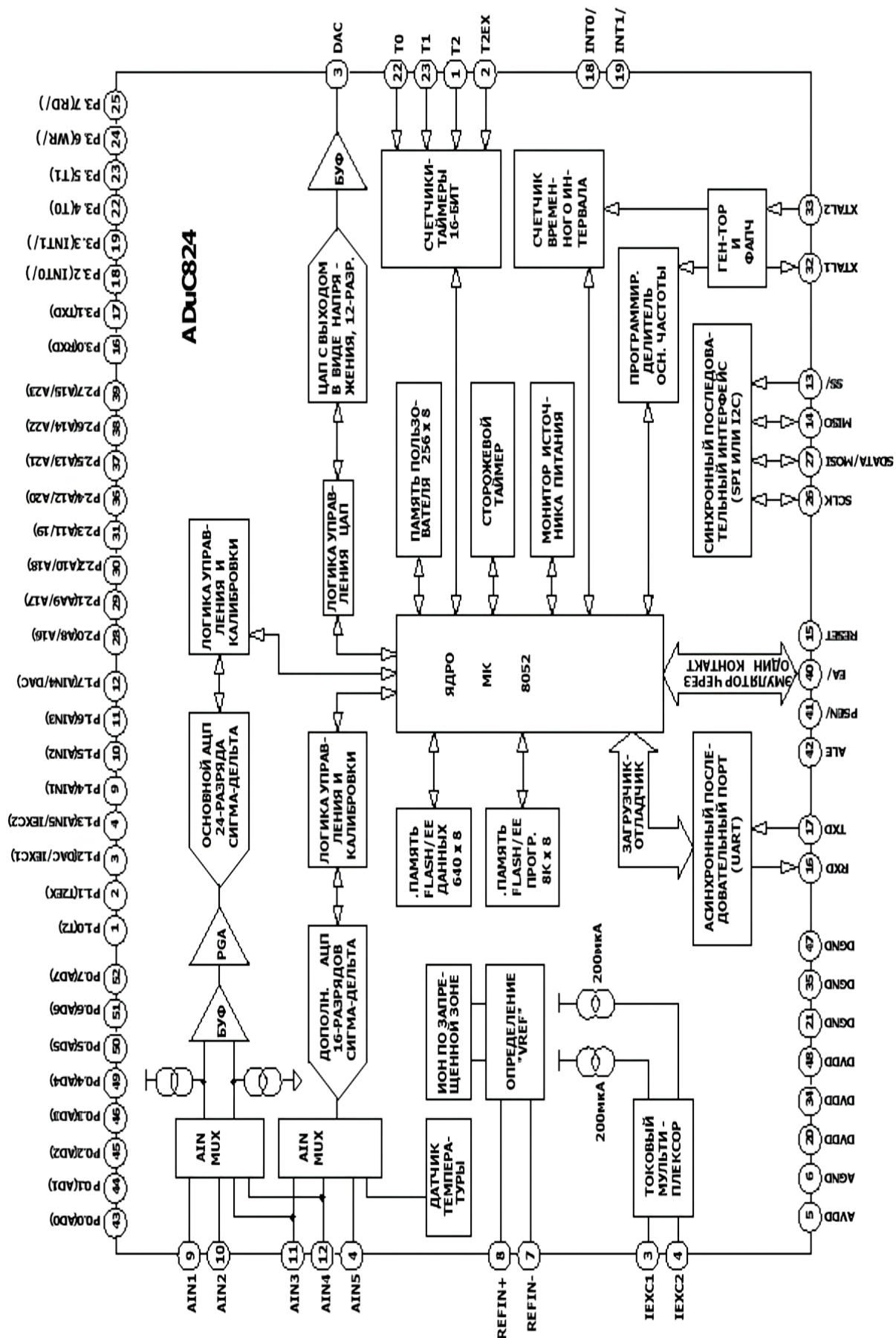


Рисунок 10 – Подробная схема ADuC824

Характеристики *ADuC824* представлены ниже.

ADuC824 состоит из сигма дельта АЦП высокого разрешения, имеющий 2 независимых канала (16- и 24-битного разрешения). Предварительный входной усилитель с программируемым коэффициентом (*PGA*). Основной АЦП - 24 разряда, без пропуска кодов. 13-битное разрешение р-р @ 20 Гц, диапазон 20 мВ. 18-битное разрешение р-р @ 20 Гц, диапазон 2.56 В.

Память. 8 Кбайт внутренней *FLASH* памяти программ. 640 байт внутренней *FLASH* памяти данных. Сохранность 100 лет. Максимальное число циклов программирования 100К. 256 байт внутренней памяти данных ОЗУ.

8051 – совместимого ядра

12.58 МГц номинальная частота. 32 КГц внешний кварц с системой ФАПЧ. Три 16-разрядных счетчика/таймера. 26 программируемых линии ввода/вывода. 11 источников прерываний, 2 уровня приоритета.

Питание. Специфицирован для питания +3В и +5В. Норма потребления 3 мА @ 3В ($CLK = 1.5$ МГц). Пониженное потребление: 20 мкА.

Встроенная периферия. Встроенный датчик температуры. 12-разрядный ЦАП с вольтовым выходом. 2 источника тока возбуждения. Схема определения наличия внешнего ИОН. Счетчик временного интервала (*TIC*). Последовательный порт (*UART*). 2-проводной (*I2C*) и *SPI* совместимые стандарты. Сторожевой таймер (*WDT*). Монитор источника питания (*PSM*).

Приложение. Интеллектуальные сенсоры (*IEEE 1451.2*). Взвешивающие устройства. Переносные измерительные приборы. Датчики давления. Передатчики 4-20 мА.

Предельно допустимые параметры:

1. AV_{DD} к $AGND$	-0.3 В .. +7 В
2. AV_{DD} к $DGND$	-0.3 В .. +7 В
3. DV_{DD} к $AGND$	-0.3 В .. +7 В
4. DV_{DD} к $DGND$	-0.3 В .. +7 В
5. $AGND$ к $DGND$ ²	-0.3В .. +0.3В

6. AV_{DD} к DV_{DD}	-2В .. +5В
7. Аналоговое вх. напряжение к $AGND^3$	-0.3В .. $AV_{DD}+0.3В$
8. Напряжение ИОН к $AGND$	-0.3В .. $AV_{DD}+0.3В$
9. Входной ток на AIN/REF	30 мА
10. Напряжение цифрового входа к $DGND$	-0.3В .. $DV_{DD}+0.3В$
11. Напряжение цифрового выхода к $DGND$	-0.3В .. $DV_{DD}+0.3В$
12. Диапазон рабочих температур	-40°C .. +85°C
13. Температура перехода	+150°C
14. Температурное сопротивление $9j_A$	90°C/Вт
15. Температура выводов при пайке:	
- в паровой фазе (60 с)	+215°C
- инфракрасная (15 с)	+220°C

Для управления и правильной работы шагового двигателя используем пару микросхем *L297* (контроллер шагового двигателя) и *L298N* (драйвер электродвигателя).

Описание L297. *L297/A/D* контроллер шагового двигателя. Генерирует четырехфазный сигнал управления шаговым двигателем из двухфазного биполярного и четырехфазного униполярного сигналов микроконтроллера. Возможен поворот двигателя на половину шага, целый шаг, вращение по часовой или против часовой стрелки. Выпускается в *DIP20* и *SO20* корпусах, *L297* может использоваться с драйверами двигателя в виде монолитного моста типа *L298N* или *L293E*, или с дискретными транзисторами Дарлингтона .

Описание L298N. *L298N* - монолитная интегральная микросхема. Выпускается в 15-контактных *Multiwatt* и *PowerSO20* корпусах.

Представляет собой двойной драйвер в виде моста и имеет логические уровни стандарта *TTL*. Микросхема рассчитана на работу с индуктивной нагрузкой типа реле, соленоидов, двигателей постоянного тока и шаговых

двигателей. Также имеет два разрешающих входа EnA и EnB , обеспечивающих, разрешение или запрет устройства независимо от входных сигналов. Дополнительный питающий вход реализован так, чтобы логика работала на более низком напряжении.

Данная микросхема позволяет использовать питающее напряжение до 46 В. Входное напряжение при уровне логического «0» до 1,5 В.

Внешний вид соединения и работы описанных микросхем представлен на рисунке 11.

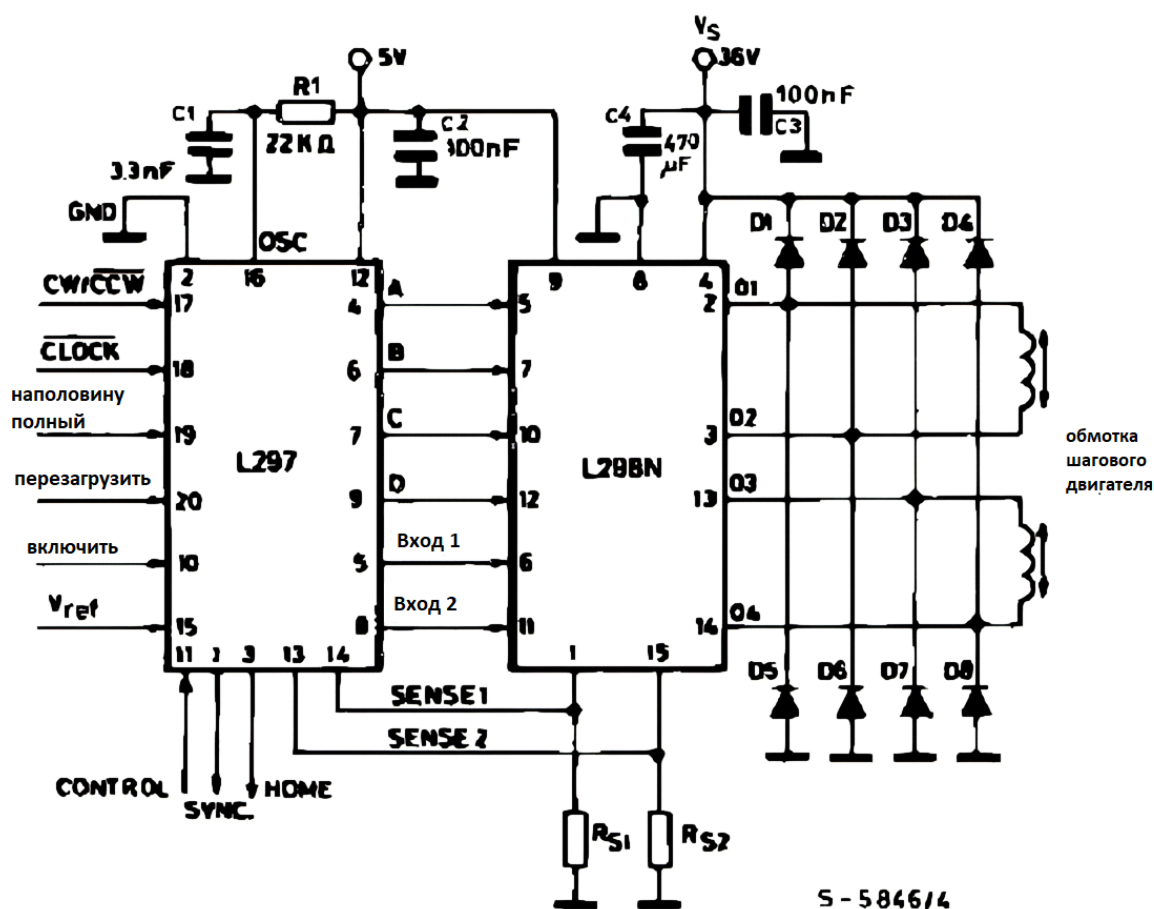


Рисунок 11 – Типовая схема включения микросхем L297 и L298N

Для организации коммуникационного интерфейса RS-232 используем микросхему MAX202.

Основные характеристики. MAX202 сконструирован для организации коммуникационных интерфейсов RS-232 и V.28. Встроенные конвертеры повышают уровень входного напряжения +5 В до уровня выходного напряжения ± 10 В, необходимого для RS-232. MAX202 поддерживает скорость

передачи 20 Кбит/с в соответствии со спецификациями *EIA/TIA – 232C* и *CCITT V.28*. *MAX202* содержит два приемника и два передатчика. На рисунке 12 представлены условно – графическое изображение и принципиальная схема *MAX202*.

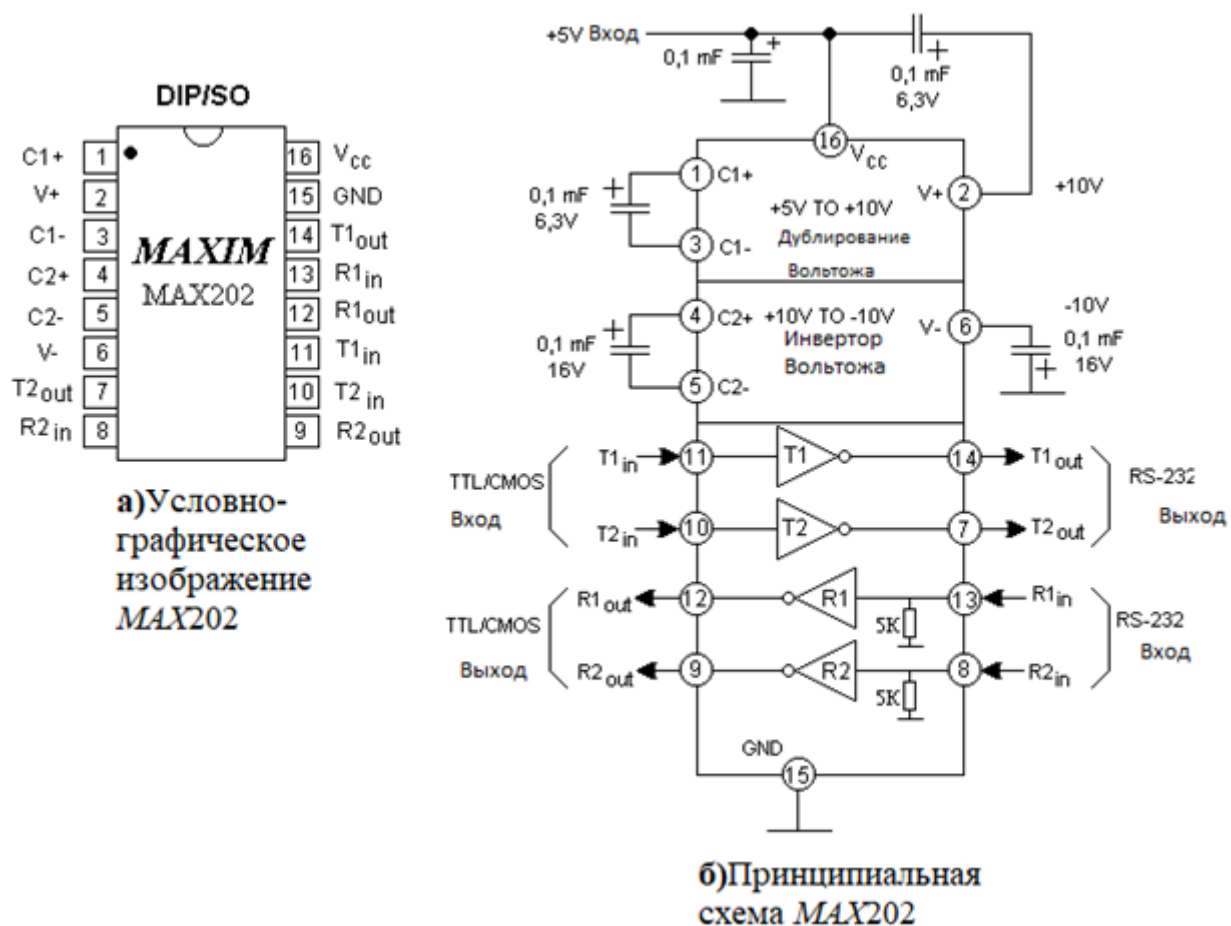


Рисунок 12 – Условно-графическое изображение *MAX202* и Принципиальная схема *MAX202*

На рисунке 13 приведена схема стабилизатора напряжения на ИС КР 142ЕН5А, обеспечивающая +5В при выходном токе до 3А (с использованием радиатора). Для обеспечения устойчивости схемы используются конденсаторы C1 и C2 .

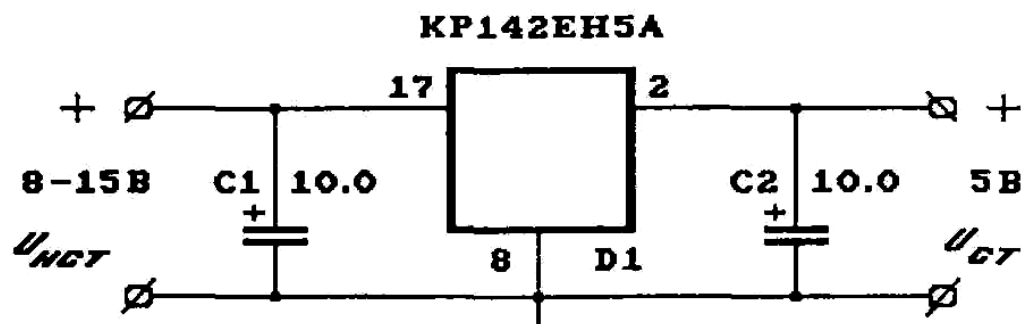


Рисунок 13– Схема включения ИС КР 142ЕН5А

На рисунке 14 приведена схема стабилизатора напряжения на ИС КР 142ЕН6, обеспечивающая +5В при выходном токе до 3А (с использованием радиатора). Для обеспечения устойчивости схемы используются конденсаторы C1 и C2 .

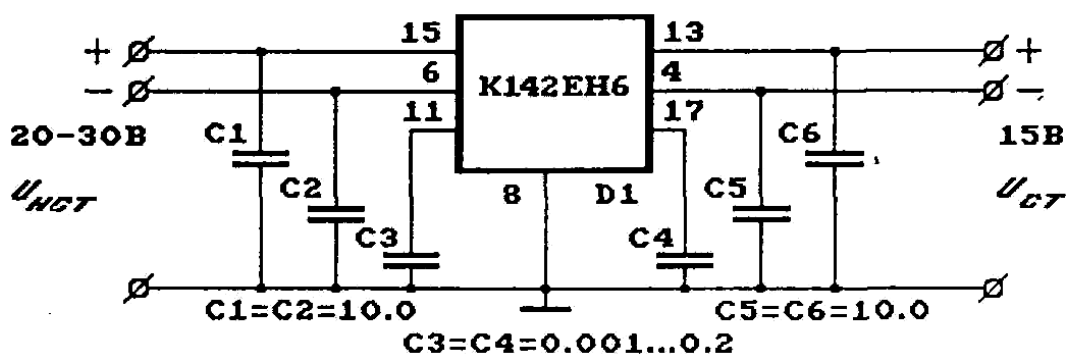


Рисунок 14 – Схема включения ИС КР 142ЕН5А

Для построения дифференциального усилителя, а также двух повторителей используем операционные усилители К140УД17.

К140УД17 – прецезионный усилитель с малым напряжением смещения и высоким коэффициентом усиления напряжения. Имеет внутреннюю

частотную коррекцию. Обладает отличным сочетанием параметров входных напряжений и тока шума. Предназначен для применения в высокоточных измерительных цепях с большим коэффициентом усиления [6].

На рисунке 15 показана цоколевка корпуса 301.8-2 К140УД17.



Рисунок 15 – Цоколевка корпуса 301.8-2 К140УД17

Электрические параметры К140УД17:

1. Напряжение питания $\pm 15 \text{ В} \pm 10\%$
2. Максимальное выходное напряжение не менее $\pm 12 \text{ В}$
3. Напряжение смещения нуля
 - при $U_{\text{п}} = \pm 15 \text{ В}$ не более 75 мкВ
 - при $U_{\text{п}} = \pm 16,5 \text{ В}$ не более 135 мкВ
4. Входной ток
 - при $U_{\text{п}} = \pm 15 \text{ В}$ не более $\pm 4 \text{ нА}$
 - при $U_{\text{п}} = \pm 16,5 \text{ В}$ не более $\pm 5 \text{ нА}$
5. Ток потребления
 - при $U_{\text{п}} = \pm 15 \text{ В}$ не более 4 мА
 - при $U_{\text{п}} = \pm 16,5 \text{ В}$ не более $4,5 \text{ мА}$
6. Разность входных токов
 - при $U_{\text{п}} = \pm 15 \text{ В}$ не менее $3,8 \text{ нА}$
 - при $U_{\text{п}} = \pm 16,5 \text{ В}$ не менее $4,5 \text{ нА}$
7. Коэффициент усиления напряжения

- при $U_{\text{п}} = \pm 15 \text{ В}$ не менее 200000
- при $U_{\text{п}} = \pm 13,5 \text{ В}$ е менее 200000

8. Коэффициент ослабления синфазных входных напряжений 106 дБ

9. Синфазное входное напряжение

- не менее $\pm 13 \text{ В}$
- типовое $\pm 15 \text{ В}$

10. Коэффициент влияния нестабильности источников питания на напряжение смещения не менее 94 дБ

11. Частота единичного усиления не менее 0,4 МГц

12. Скорость нарастания выходного напряжения 0,1 В/мкс

13. Средний температурный дрейф напряжения смещения 3 мкВ/°С

14. Средний температурный дрейф разности входных токов 120 пА/°С

В приводе подвижной системы используем шаговый двигатель ДШИ-200-1. Шаговый двигатель ДШИ-200-1 предназначен для обработки дискретных угловых перемещений. Изготавливается в четырех исполнениях: ДШИ-200-1-1, ДШИ-200-1-2, ДШИ-200-1-3, ДШИ-200-1-4 и соответствует с Я2М3.595.057 ТУ. Максимально допустимый ток в фазе электродвигателя 2А. Средний ресурс электродвигателя 5550 ч.

Основные технические характеристики:

- | | |
|--|------|
| 1. Максимальный статический синхронизирующий момент, нт | 0,25 |
| 2. Единичный шаг, град | 1,8 |
| 3. Погрешность обработки шага, % | 3 |
| 4. Максимальная частота приемистости, Гц | 1200 |
| 5. Номинальный ток питания в фазе, А | 1,5 |
| 6. Номинальное напряжение питания коммутирующих устройств, В | 30 |
| 7. Максимальная потребляемая мощность, Вт, не более | 8,8 |
| 8. Масса, кг | 0,36 |

Внешний вид шагового двигателя ДШИ-200-1 показан на рисунке 16.



Рисунок 16 – Внешний вид шагового двигателя ДШИ-200-1

2.5 Исследования функции преобразования НР1 – 52

В данном разделе представлены результаты исследования функции преобразования резисторов НР1 – 52 .

2.5.1 Необходимые сведения. Погрешность линейности (измеряемые Δ_L) для данных резисторов нормируется следующими значениями:

$\pm 0.3\%$; $\pm 0.5\%$; $\pm 0.75\%$; $\pm 1.0\%$.

Погрешность измерения данных значений составляет 10% от измеряемого значения Δ_L , что составляет:

$\pm 0.03\%$; $\pm 0.05\%$; $\pm 0.075\%$ и $\pm 0.1\%$.

2.5.2 Результат исследования функции преобразования. Детально рассмотрим погрешность измерения нелинейности, выделяя ее составляющие. Как известно погрешность измерения нелинейности в существующем варианте измерения оценивается, как:

$$\Delta_{ИЗМ}^L = \Delta_{ЗУ} + \Delta_{ИФХ}, \quad (8)$$

где $\Delta_{ЗУ}$ – погрешность задания углового положения;

$\Delta_{ИФХ}$ – погрешность измерения ординаты ФХ.

Данная формула не учитывает методическую составляющую погрешности.

В относительной форме значения данных составляющих погрешности составляют:

$$\delta_{\text{зy}} = 0.02\%$$

$$\delta_{\text{ифx}} = 0.01\%$$

Угловое положение в процессе измерения задается шаговым двигателем в качестве которого был выбран ДШИ 200 - 1.

Реально его погрешность $\Delta_{\text{дши}} = \pm 3.25'$, что составляет 0.016%.

Учитывая то, что составляющие погрешности берутся с удвоенным весом, то допуск на них уменьшается.

Как промежуточный результат было выяснено, что разброс оценок зависит в основном от двух причин:

1. Усилия, прикладываемого к подвижной системе резистора в поперечном направлении (из-за несовершенства устройства, фиксирующего корпус резистора);
2. Расфазировки валов контролируемого резистора и шагового двигателя.

Шаг обеспечиваемый шаговым двигателем найдем как:

$$\Delta\alpha = \frac{\varphi_{\text{изм}}}{N_{\text{ш}}}, \quad (9)$$

где $\varphi_{\text{изм}}$ – диапазон изменения угла поворота;

$N_{\text{ш}}$ – количество шагов двигателя за весь диапазон измерения (в данном случае 46)

Отсюда, зная шаг двигателя и начальную расфазировку, запишем выражение для определения углового положения в каждой измеряемой точке:

$$\alpha_i = \alpha_1 + \Delta\alpha \cdot i, \quad (10)$$

где α_1 – начальная расфазировка;

i – номер точки положения, где производится измерение ($0 \leq i \leq 45$).

Расфазировку или ошибку из-за позиционирования можно вычислить как:

$$\beta_{xi} = \alpha_i - \beta \cdot Ent\left(\frac{\alpha_i}{\beta}\right) = \alpha_1 + \Delta\alpha \cdot i - \beta \cdot Ent\left(\frac{\alpha_1 + \Delta\alpha \cdot i}{\beta}\right). \quad (11)$$

Переходя на значения измеряемой величины получим:

$$x_i = \frac{\beta_{xi}}{\beta} \cdot q = \frac{\alpha_1 + \Delta\alpha \cdot i - \beta \cdot Ent\left(\frac{\alpha_1 + \Delta\alpha \cdot i}{\beta}\right)}{\beta} \cdot q \quad (12)$$

Упрощая выражение будем иметь:

$$x_i = \frac{\alpha_1 + i - \frac{180}{N_B} \cdot Ent\left(\frac{(\alpha_1 + i) \cdot N_B}{180}\right)}{180} \cdot N_B \cdot q \quad (13)$$

2.5.3 Способы уменьшения погрешности от пульсаций. Одним из возможных способов уменьшения амплитуды погрешности от пульсаций является изменение шага двигателя, вращающего подвижную часть резистора, с учетом количества витков резистора.

Для реализации этого варианта необходим мультипликатор к ШД200 приблизительно на 4.8 для получения промежуточных делений частоты перемещения. Схематично деления для частоты перемещения отображены на рисунке 17.

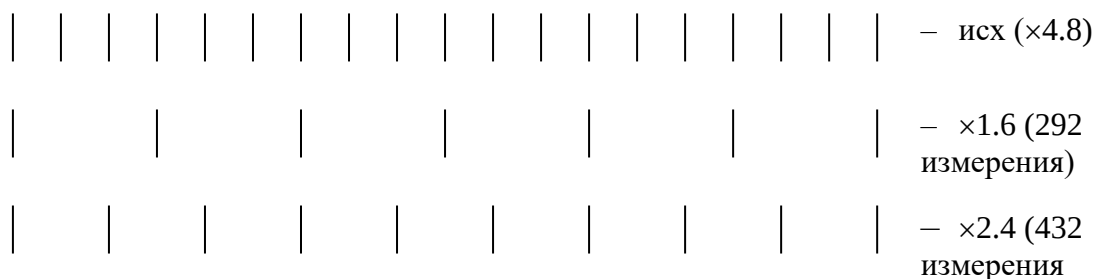


Рисунок 17 – Деление частоты перемещения

Приведем методику расчета для выбора оптимального значения коэффициента передачи редуктора. На рисунке 18 приведено схематичное изображение графиков погрешности от пульсаций.

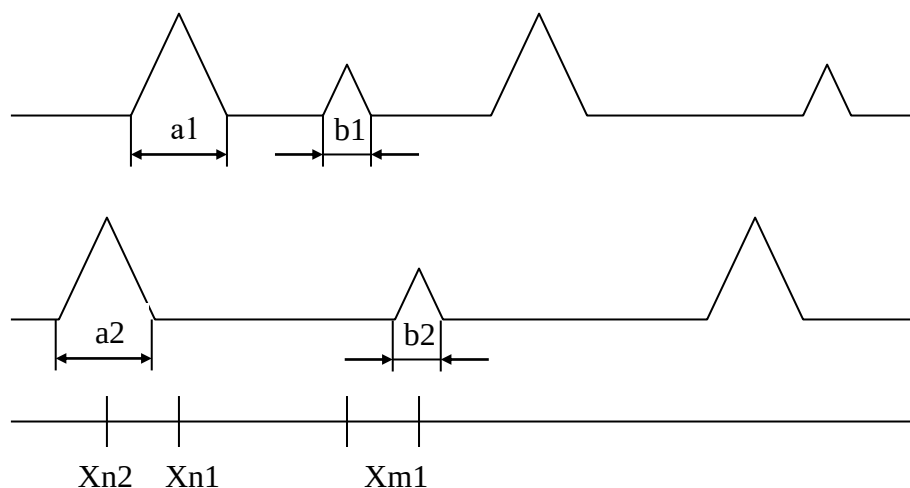


Рисунок 18 – Графики погрешности от пульсаций

Ординаты находятся как:

$$Y_1 = \frac{180 \cdot K}{4} \text{ и } Y_2 = \frac{180 \cdot K}{3}. \quad (14)$$

Абсциссы в абсолютных значениях определяются как:

1. $X_{n1} = Y_1 \cdot n$, где $n = 1, 2, 3, \dots$
2. $X_{n2} = Y_2 \cdot n$, где $n = 1, 2, 3, \dots$
3. $X_{m1} = Y_1 \cdot n$, где $n = 0.5, 1.5, 2.5, \dots$
4. $X_{m2} = Y_2 \cdot n$, где $n = 0.5, 1.5, 2.5, \dots$

Ширина биения выражается как:

1. $a_1 = 0.16 \cdot Y_1 \quad b_1 = 0.09 \cdot Y_1$.
2. $a_2 = 0.16 \cdot Y_2 \quad b_2 = 0.09 \cdot Y_2$.

Поиск осуществляется для $K=2\div 6$ при разрешении равном единице. Пределы измерения количество витков от 200 до 800. Критерием оптимизации берется минимальные пересечения зон увеличения характеристик

$$A\sigma = f\left(\frac{N_B}{N_{III}}\right), \quad (15)$$

$$\text{для } N_{III} = \frac{180 \cdot K}{4} \text{ и } N_{III} = \frac{180 \cdot K}{3} \quad (16)$$

при объеме усреднения от 6 до 8.

Выше рассмотрены результаты моделирования с использованием упрощенной модели. Достаточно полная модель контролируемого резистивного элемента должна содержать следующие составляющие:

- нелинейность, обусловленная эксцентричностью подвижной системы ($1/2 - 2$ периода $\sin$);
- погрешность квантования;
- погрешность искажения характеристики в зоне приварки выводов.

Таким образом, используя более полную модель можно в большей степени учесть влияние различных факторов на измерение нелинейности, а также выявить возможные пути уменьшения их влияния на точность измерения.

Полученные результаты показывают как, изменяя шаг двигателя с помощью дополнительного редуктора уменьшать влияние погрешности от пульсаций. При более детальном изучении могут быть выявлены другие способы уменьшения и коррекции подобных факторов.

2.6 Разработка принципиальной схемы

Разработаем принципиальную схему согласно выбранной структуре устройства и элементной базе.

Рассмотрим реализацию каждого элемента принципиальной схемы.

На рисунке 19 показана схема включения микроконтроллера *ADuC824*.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

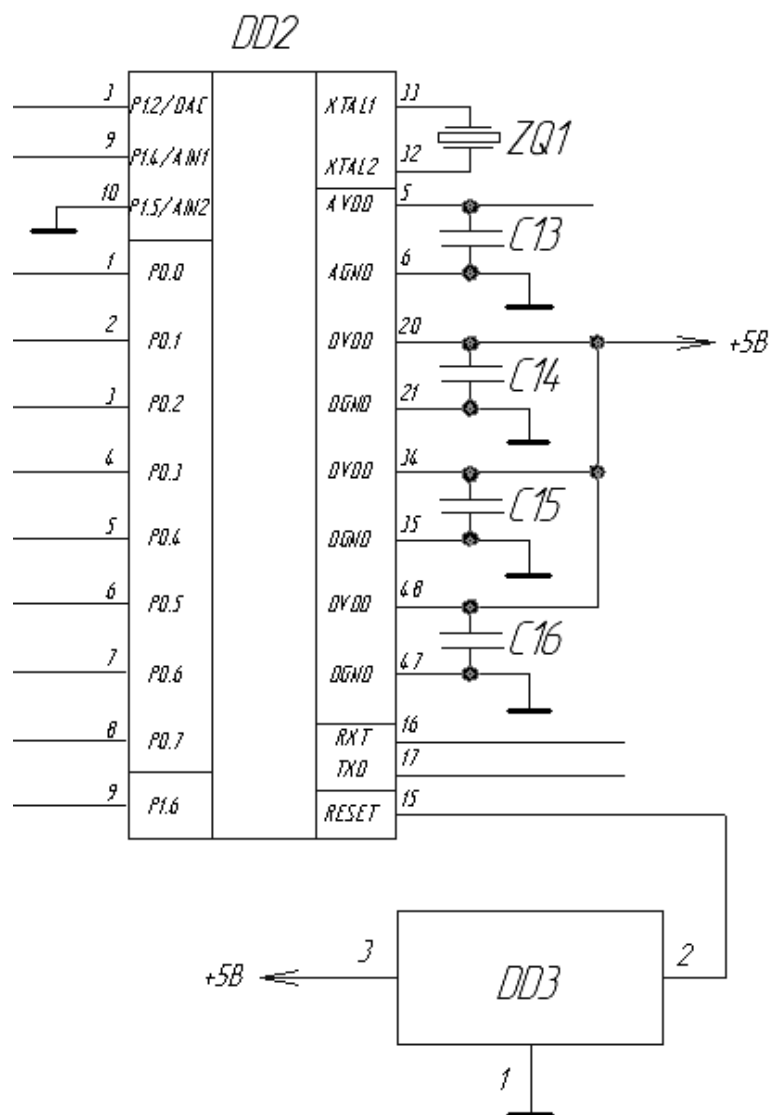


Рисунок 19 – Схема включения микроконтроллера ADuC824

Согласно типовой схеме включения, значения конденсаторов:

$C13 = C14 = C15 = C16 = 0.1 \text{ мкФ}$;

Выберем тип конденсаторов:

$C13 = C14 = C15 = C16$: K10Y – 5 – 50V – 0,1 мкФ.

Для управления входом *RESET* ADuC824 следует использовать внешнюю схему управления по выработке сброса при включении питания (*POR* – *poweronreset*) – DD3. Схема должна удерживать контакт *RESET* в высоком состоянии до тех пор, пока источник питания (DV_{DD}) имеет напряжение ниже 2.5В. Более того, V_{DD} должно оставаться выше 2.5В в течение, по крайней мере 10 мсек, до снятия сигнала *RESET*, в течение этого времени напряжение источника питания должно установиться на уровне не менее 2.7В. Внешняя схема

POR должна оставаться работоспособной до напряжения питания 1.2В или менее. Лучший способ использовать внешнюю схему сброса (*POR*), которая бы удовлетворяла указанным выше требованиям, состоит в применении специально разработанных для этой цели ИС *POR*, таких как *ADM809/ADM810* в корпусе *SOT-23* от *AnalogDevices*.

Для управления шаговым двигателем используем типовую схему включения микросхем *L297* (контроллер шагового двигателя) и *L298* (драйвер электродвигателя).

На рисунке20 показана схема включения микросхем *L297* и *L298N*.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

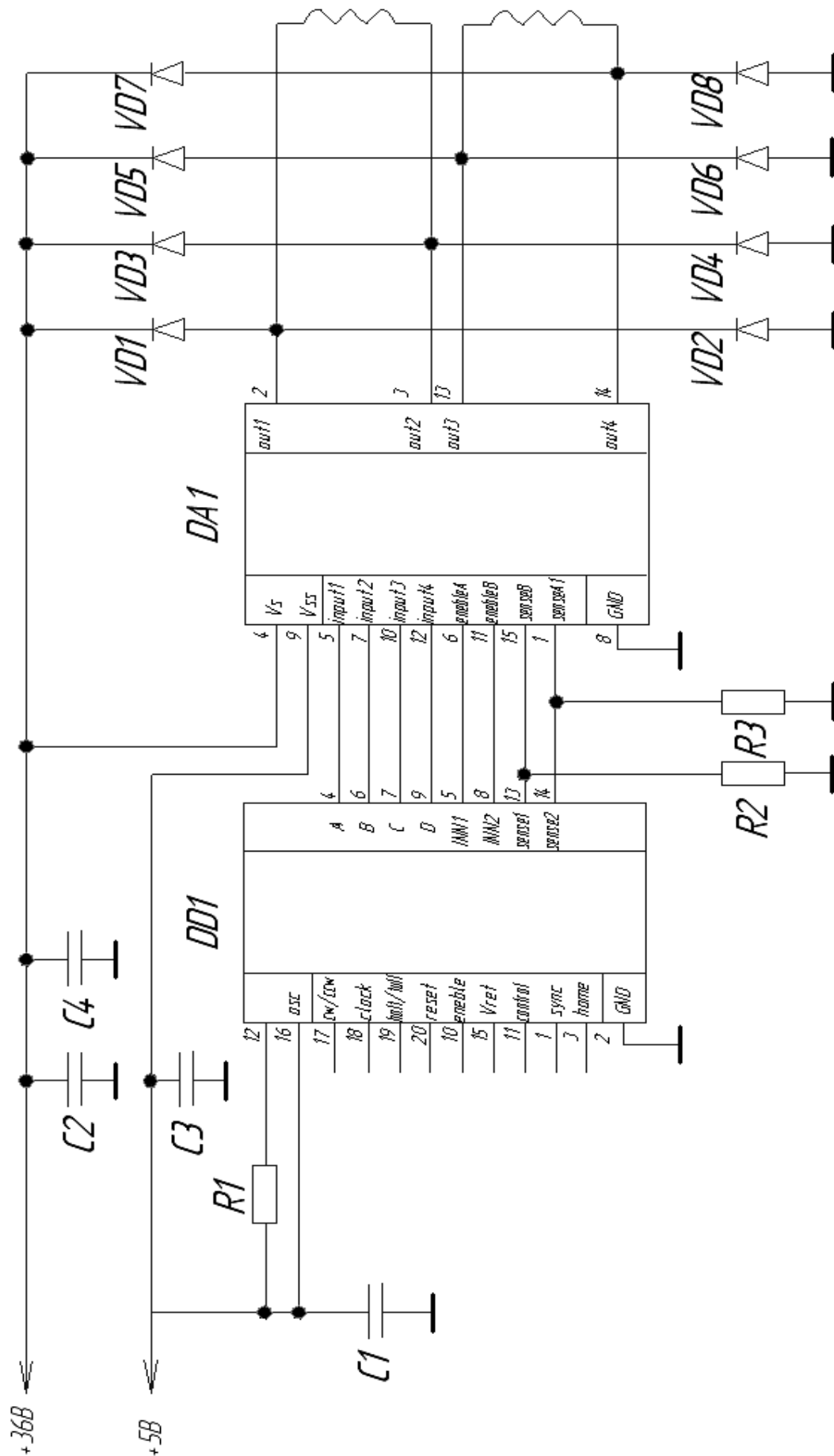


Рисунок 20 – Схема включения микросхем L297 и L298N

Согласно типовой схеме включения, значения резисторов и конденсаторов:

$$R1=22 \text{ КОм};$$

$$R2=R3=0,5 \text{ Ом}$$

$$C1=3,3 \text{ пФ};$$

$$C2=C3=100 \text{ пФ};$$

$$C4=470 \text{ мкФ}.$$

Диоды VD1–VD8 подбираются из условия, что, рабочие ток и напряжение: $I=2\text{А}$, $U_p \leq 1,2 \text{ В}$. Ранее используемые в такой схеме диоды – SF35WTE.

VD1–VD8: SF35WTE

Выберем тип конденсаторов:

$$C1: K50 - 35 - 50 \text{ В} - 3,3 \text{ пФ}$$

$$C2=C3: K50 - 35 - 50 \text{ В} - 100 \text{ пФ}$$

$$C4: K50 - 35 - 63 \text{ В} - 470 \text{ мкФ} \pm 10\%.$$

Так как, резисторы R1, R2 и R3 входят в схему управления, где на них не рассеивается большая мощность, нет необходимости ее расчета.

Выберем тип резисторов:

$$R1: \text{МЛТ} - 0,125 - 22 \text{ КОм} \pm 10 \%;$$

$$R2= R3: \text{МЛТ} - 0,125 - 0,5 \text{ Ом} \pm 10 \%;$$

Для организации коммуникационного интерфейса RS–232 используем типовую схему включения микросхемы MAX202.

На рисунке 21 показана схема включения микросхемы MAX202.

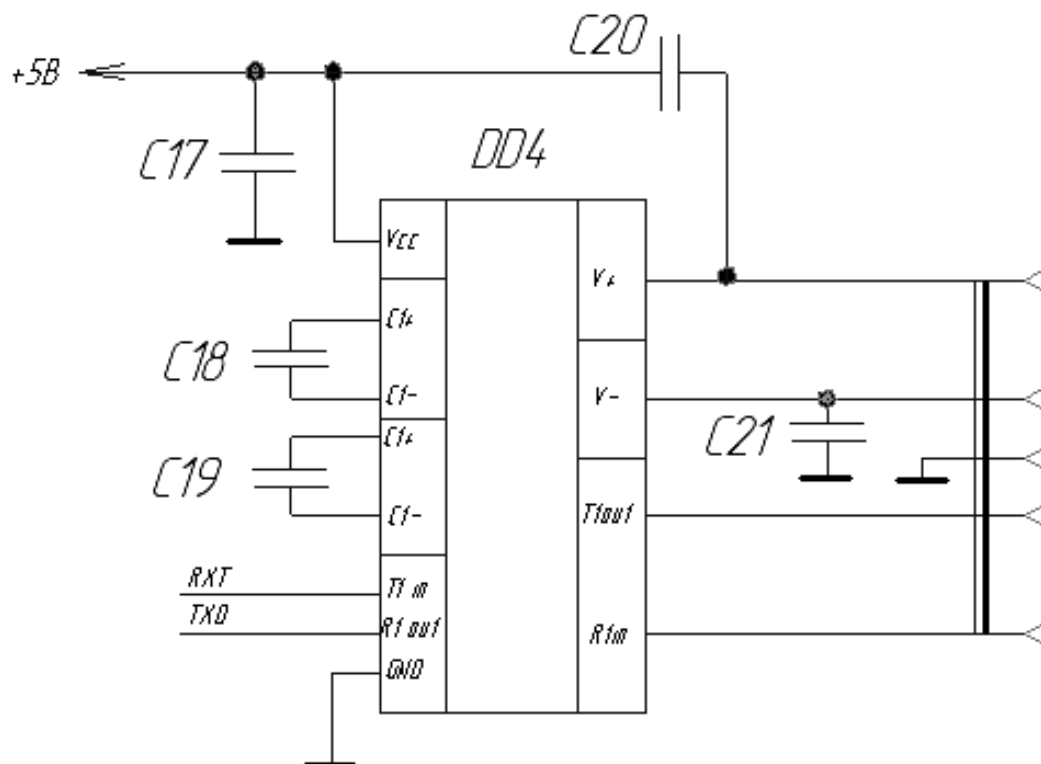


Рисунок 21 – Схема включения микросхемы MAX202

Согласно типовой схеме включения, значения конденсаторов:

$C17 = C18 = C20 = 0,1 \text{ мкФ, } 6,3\text{В};$

$C19 = C21 = 0,1 \text{ мкФ, } 16\text{В}.$

Выберем тип конденсаторов:

$C17 = C18 = C20: K50 - 35 - 6,3 \text{ В} - 0,1 \text{ мкФ} \pm 10\%$

$C19 = C21: K50 - 35 - 16 \text{ В} - 0,1 \text{ мкФ} \pm 10\%.$

Задачей дифференциального усилителя является усиление разности выходного напряжения с датчика и напряжения с компенсирующего ЦАП.

На рисунке 22 представлена принципиальная схема дифференциального усилителя на ОУ К140УД17.

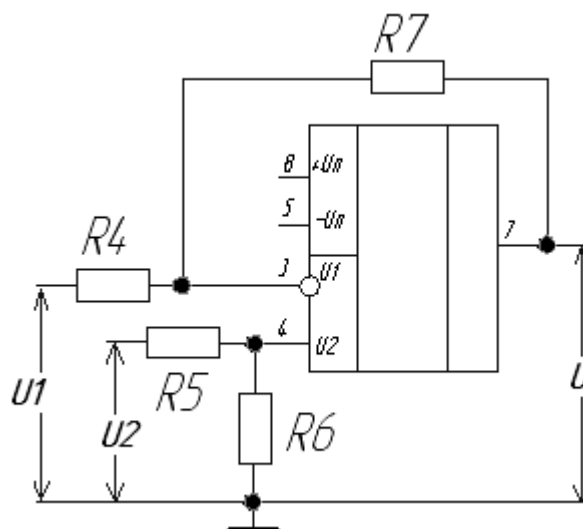


Рисунок 22 – Принципиальная схема дифференциального усилителя
на ОУ К140УД17

Напряжение на не инвертирующем входе усилителя определяется:

$$U_{и.вх.} = \frac{R6}{R5 + R6} \cdot U2 \quad (17)$$

где $U_{и.вх.}$ - напряжение на инвертирующем входе.

Основываясь на стандартной методике расчета и принимая токи протекающие через резисторы $R5$ и $R8$ равными получим:

$$\frac{U1 - U2 \frac{R6}{R5 + R6}}{R4} = \frac{U2 \frac{R6}{R5 + R6} - U}{R7}, \quad (18)$$

где U - напряжение на выходе усилителя.

Решая данное уравнение относительно выходного сигнала усилителя будем иметь:

$$U2 \left(\frac{R6}{R5 + R6} + \frac{R6R7}{R4(R5 + R6)} \right) - U1 \frac{R7}{R4} = U, \quad (19)$$

$$U2 \frac{R6(R4 + R7)}{R4(R5 + R6)} - U1 \frac{R7}{R4} = U, \quad (20)$$

Рассчитаем соотношение, из которого можно получить значения резисторов, входящих в схему дифференциального усилителя.

$$\frac{R6(R4 + R7)}{R4(R5 + R6)} = \frac{R7}{R4},$$

$$R6 \frac{(R4 + R7)}{(R5 + R6)} = R7,$$

$$R4R6 + R7R6 = R7R5 + R6R7,$$

$$R4R6 = R7R5,$$

$$\frac{R6}{R5} = \frac{R7}{R4}$$

Примем значение сопротивления резисторов $R7=10$ кОм, $R4=100$ Ом.

Тогда,

$$\frac{R6}{R5} = \frac{100}{1},$$

$$R6 = 100R5$$

Принимаем значение сопротивления резистора $R5=300$ Ом.

Тогда, $R6=30$ кОм.

Определяем мощности рассеяния резисторов $R3$ и $R6$.

$$P_{R3} = \left(\frac{U_{\text{вх}}}{R3 + R6} \right)^2 \cdot R3 = \left(\frac{15}{0,3 \cdot 10^3 + 30 \cdot 10^3} \right)^2 \cdot 0,3 \cdot 10^3 = 0,07 \text{ мВт},$$

$$P_{R6} = \left(\frac{U_{\text{вх}}}{R3 + R6} \right)^2 \cdot R6 = \left(\frac{15}{0,3 \cdot 10^3 + 30 \cdot 10^3} \right)^2 \cdot 30 \cdot 10^3 = 7,3 \text{ мВт},$$

где $U_{\text{вх}}$ – максимальное напряжение на выходе датчика и на выходе ЦАП.

Определяем мощности рассеяния резисторов $R4$ и $R7$.

$$P_{R3} = \left(\frac{U_{\text{вх}}}{R4 + R7} \right)^2 \cdot R4 = \left(\frac{15}{0,1 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3} \right)^2 \cdot 0,1 \cdot 10^3 = 0,2 \text{ мВт},$$

$$P_{R6} = \left(\frac{U_{\text{вх}}}{R4 + R7} \right)^2 \cdot R7 = \left(\frac{15}{0,1 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3} \right)^2 \cdot 1,0 \cdot 10^3 = 22 \text{ мВт},$$

Выберем тип резисторов:

$R4$: МЛТ – 0,125– 100 Ом ± 10 %;

$R5$: МЛТ – 0,125– 300 Ом ± 10 %;

R6: МЛТ – 0,125– 30 КОм ± 10 %;

R7: МЛТ – 0,125– 10 КОм ± 10 %.

На рисунке23 показан ограничитель напряжения, построенный на диодах VD1 и VD8. Он предназначен для защиты АЦП от возможного перенапряжения на входе. В данной схеме можно использовать любые диоды, например КД212В.

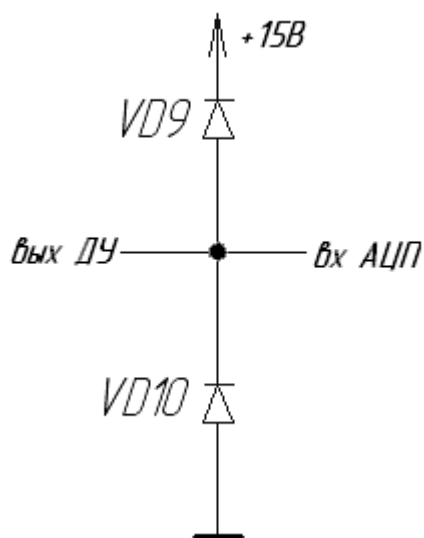


Рисунок23 – Ограничитель напряжения

Для обеспечения необходимого напряжения питания аналогового входа микроконтроллера (+5В) используем делитель напряжения (рисунок 24).

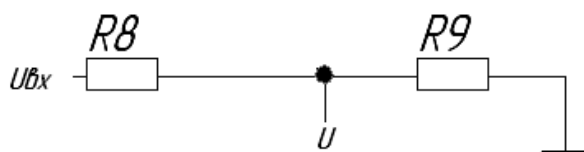


Рисунок 24 – Делитель напряжения

Рассчитываем параметры резисторов, входящих в делитель R8, R9.

$$\frac{U}{U_{вх}} = \frac{R9}{R8 + R9} \quad (21)$$

Отсюда,

$$R8 = \frac{U_{\text{вх}} \cdot R9}{U} - R9 \quad (22)$$

Принимаем значение сопротивления резистора $R6=1 \text{ кОм}$.

Тогда,

$$R8 = \frac{15 \cdot 1 \cdot 10^3}{5} - 1 \cdot 10^3 = 2 \text{ кОм}.$$

Выбираем значение сопротивления резистора $R3$ из ряда $E6$.

$$R3 = 2 \text{ кОм}.$$

Определяем мощности рассеяния резисторов $R3$ и $R6$.

$$P_{R8} = \left(\frac{U_{\text{вх}}}{R8 + R9} \right)^2 \cdot R8 = \left(\frac{15}{1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3} \right)^2 \cdot 1 \cdot 10^3 = 25 \text{ мВт}.$$

$$P_{R9} = \left(\frac{U_{\text{вх}}}{R8 + R9} \right)^2 \cdot R8 = \left(\frac{15}{1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3} \right)^2 \cdot 2 \cdot 10^3 = 50 \text{ мВт}.$$

Выбираем тип резисторов:

$R8$: МЛТ – 0,125– 1 кОм $\pm 10 \%$;

$R9$: МЛТ – 0,125– 2 кОм $\pm 10 \%$.

Для организации стабилизированного питания микроконтроллера, операционных усилителей, схемы управления шаговым двигателем, микросхемы коммуникационного интерфейса RS-232 и исследуемого датчика используем типовые схемы включения микросхем КР 142ЕН5А (+5В) и КР 142ЕН6 ($\pm 15В$).

На рисунке 25 и рисунке 26 показаны схемы включения микросхем КР 142ЕН5А (+5В) и КР 142ЕН6 ($\pm 15В$).

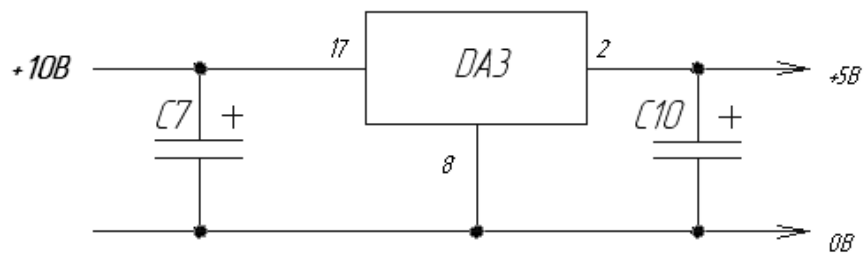


Рисунок 25 – Схема включения микросхемы КР 142ЕН5А

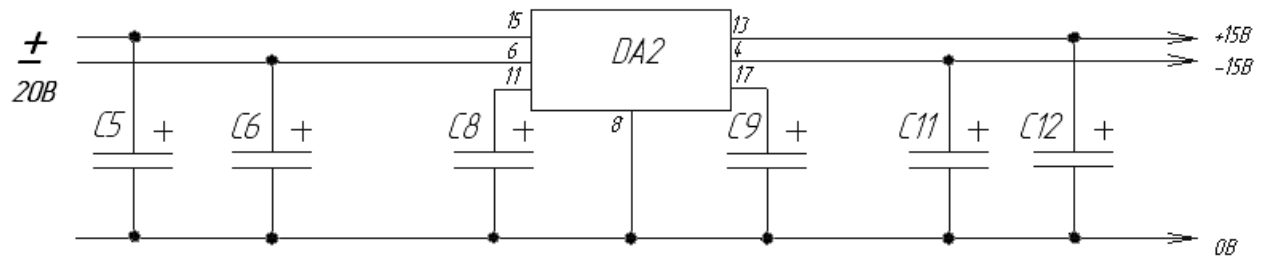


Рисунок 26 – Схема включения микросхемы КР 142ЕН6

Здесь $C5=C6=C7=C10=C11=C12=10$ мкФ, а $C8=C9=0,1$ мкФ

Выберем тип конденсаторов:

$C5=C6=C11=C12: K50-29-25B-10\text{мкФ} \pm 10\%$

$C7=C10: K50-20-6,3B-10\text{мкФ} \pm 10\%$

$C8=C9: K50-35-16B-0,1\text{мкФ} \pm 10\%$.

2.7 Анализ погрешностей

На основе функциональной схемы контролирующего блока была составлена метрологическая модель для режима измерения нелинейности функциональной характеристики контролируемых датчиков, представленная на рисунке 27.

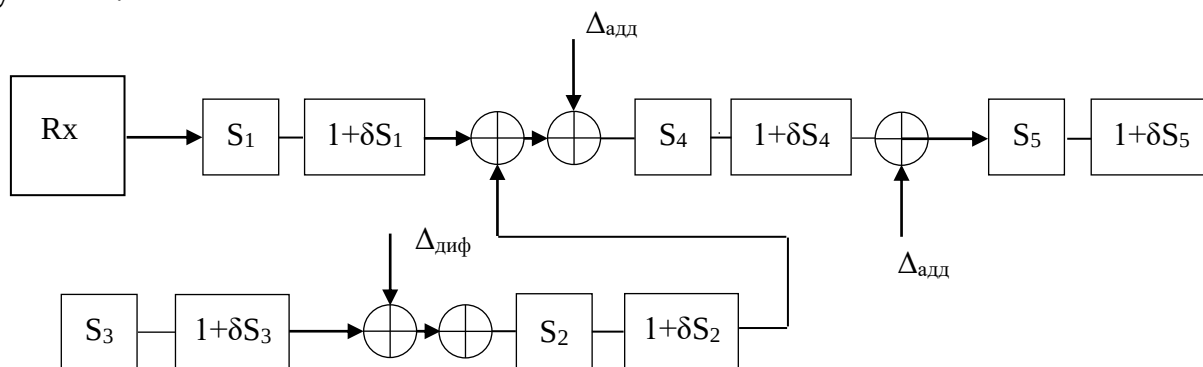


Рисунок 27 – Метрологическая модель измерительного блока установки
в режиме измерения нелинейности

Основные обозначения на схеме:

S_1 – функция преобразования преобразователя напряжения;

S_2 – функция преобразования ЦАП;

S_3 – функция преобразования источника опорного напряжения;

S_4 – функция преобразования дифференциального усилителя;

S_5 – функция преобразования аналого-цифрового преобразователя;

$1+\delta S$ – мультипликативная погрешность.

Изначально первым преобразователем, которым измеряемое сопротивление преобразуется в определенную электрическую величину является преобразование сопротивления в напряжения. Метрологический анализ данного преобразователя показывает, что в данном преобразовании присутствуют составляющие погрешности исходя из полученной зависимости:

$$U_x = R_x \cdot I(1 + \delta_1), \quad (23)$$

где δ_1 – погрешность задания тока.

Погрешности дифференциального усилителя

1) погрешность от разброса параметров резисторов обратной связи.

Эту погрешность можно оценить, предположив нормальный закон распределения по формуле:

$$\gamma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \gamma_i} \quad (24)$$

где γ_i погрешность i-го резистора.

$$\gamma_i = 0,25\%$$

При

$$\gamma_{\Sigma} = \sqrt{4 * 0,25^2} = 0,2\%$$

Погрешность мультипликативная систематическая.

2) погрешность от конечного петлевого усиления.

Погрешность от конечного петлевого усиления определяется по формуле:

$$\gamma_5 = \frac{1}{K * \beta} \quad (25)$$

где K - коэффициент усиления ОУ на рабочей частоте.

$$\beta = 1$$

$$\gamma_5 = \frac{1}{200000} * 100\% = 0,00005\%$$

Погрешность мультипликативная систематическая.

3) погрешность от напряжения смещения ОУ.

Эта погрешность по характеру аддитивная, систематическая.

$$\delta_{CM} = \frac{U_{CM}}{U_{BX.HOM}} * 100\% \quad (26)$$

Для К140УД17 $\Delta U_{CM} < 75$ мкВ.

Тогда:

$$\delta_{CM} = \frac{75 * 10^{-6}}{12} = 0,0000625 = 0,00625\%$$

Дополнительная температурная погрешность от дрейфа напряжения смещения ОУ равна:

$$\delta_t = \frac{\frac{\partial U_{CM}}{\partial T} * \Delta T}{U_{BX, НОМ}} * 100\% \quad (27)$$

где $\frac{\partial U_{CM}}{\partial T}$ - температурный дрейф К140УД17 - 3 мкВ/°С;

$$\Delta T = \max[T_{max} - T_{norm}; T_{norm} - T_{min}] = 5^\circ$$

где $T_{min}, T_{max}, T_{norm}$ - минимальная, максимальная и нормальная рабочая температура окружающей среды соответственно.

$$\delta_t = \frac{3 * 10^{-6} * 5}{12} = 0,0000125 = 0,001\%$$

Погрешности АЦП

1) погрешность от дискретности преобразования.

Погрешность определяется как:

$$\delta = \frac{1}{2^{n+1}} * 100\% = \frac{1}{2^{11}} * 100\% = 0,05\% \quad (28)$$

погрешность по характеру аддитивная, случайная (равномерный закон распределения).

2) погрешность от нелинейности АЦП.

Не превышает 0,012%. По характеру мультипликативная, систематическая.

3) погрешность источника опорного напряжения АЦП.

Погрешность определяется отклонением $U_{ст}$ от номинального значения и температурной нестабильностью стабилитрона.

Разброс $U_{ст}$ может достигать 5%, но эта погрешность корректируется калибровкой.

3 Технология по проведению лазерной подгонки

3.1 Описание установки для лазерной подгонки

В процессе выполнения ВКР была разработана установка контроля функциональной характеристики датчика уровня топлива предназначенная для определения отклонения измеряемого электрического сопротивления от номинального значения в зависимости номера элемента набора резисторов (положения подвижной системы датчика уровня топлива. Для датчика уровня топлива используется набор резисторов типа НР1 – 52, для которого проводят лазерную подгонку (рисунок 28).

Точность установления повышают путём лазерной подгонки резистивного элемента датчика, она увеличивает значения сопротивления и не имеет обратного действия.

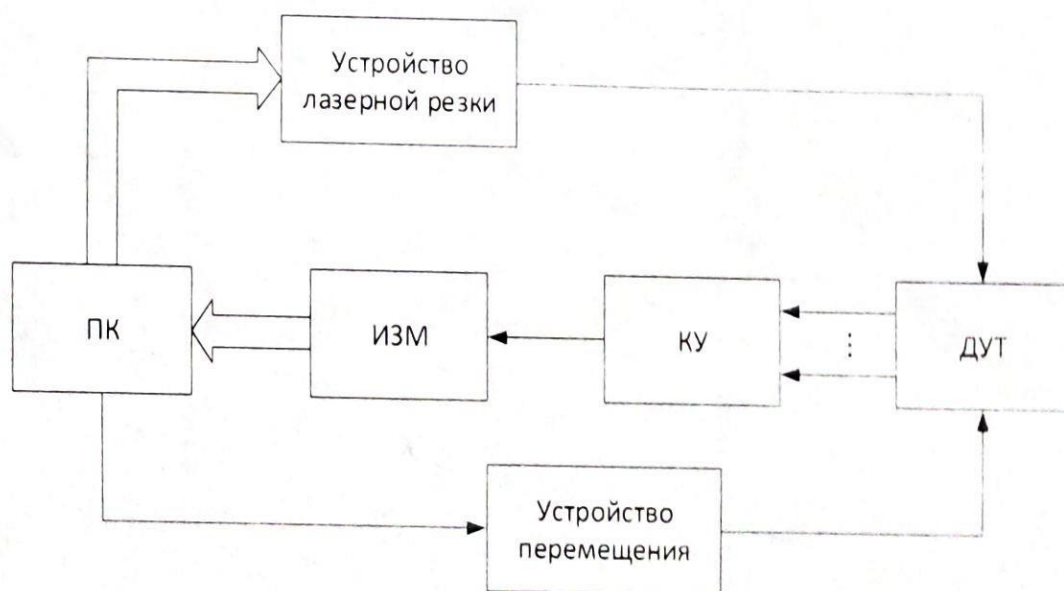


Рисунок 28 – Структурная схема лазерной подгонки

Установка для лазерной подгонки состоит из устройства лазерной резки, персонального компьютера, контролирующего устройства, измерительного блока и устройства перемещения.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ		
Изм	Лист	Ау докум	Подпись	Дата			
Разраб	Малышев				Итого	Лист	Листов
Пров	Доросинский						100
Н. Контр	Рыжова			15.05	Технология по проведению лазерной подгонки		
Утв					19ПД1		

Для проведения лазерной подгонки резистивного элемента датчика уровня топлива необходима технологическая оснастка, детали, сборочные единицы:

- установка подгонки резисторов ЮУМ2.672.026;
- приспособление контактное УРКЮ. 411212.502;
- магазин сопротивлений Р 4831 ГОСТ 23737 – 79;
- тара ЮУ – 0714 – 4003;
- зажим лабораторный тип «крокодил» ТУ37.463 – 030 – 78;
- отходы х/б материалов ГОСТ – 4622 – 75;
- напальчники резиновые вид А №3 К20Ш20 ТУ38.106.567 – 88.

Для начала проведения лазерной подгонки необходимо провести подготовительные работы, содержащие операции:

- включить местное освещение;
- протереть рабочее место отходами х/б материалов, увлажненными водой;
- протереть приспособление для разлома пластины отходами х/б материалов, смоченными спиртом;
- сверить номер сопроводительной маршрутной карты с номером, указанной на этикетке тары с пластинами;
- установить пластину в паз приспособления скрайбом к себе и легким нажатием руки от себя отломить один ряд единичных платы;
- поднять рукоятку приспособления, при этом отломленные ряды единичных плат удаляются из пазов приспособления;
- разломить ряды пластины на единичные платы;
- проверить качество разлома плат. Края керамики должны быть ровными, без сколов и трещин. Не допускаются трещины на керамике;
- уложить единичные платы в тару, заполнить маршрутную карту и передать на следующую операцию.

3.2 Последовательность проведения операций лазерной подгонки резистивного элемента датчика уровня топлива

Последовательность проведения операций лазерной подгонки резистивного элемента датчика уровня топлива состоит из следующих операций:

- 1) протереть рабочее место отходами х/б материалов, увлажненными водой;
- 2) подготовить к работе установку для подгонки резисторов в соответствии с техническим паспортом на установку;
- 3) подключить прибор Щ – 300 (вольтметр) к контактам первой погоняемой секции резисторов на приспособлении контактом при помощи зажима «крокодил»;
- 4) установить плату в приспособление контактное. При этом на цифровом табло прибора отражается значение сопротивления нулевой секции или первой секции резисторов в зависимости от исполнения платы;
- 5) установить луч лазера, управляя перемещением координатного столика, на нулевую секцию или первый резистор первой секции;
- 6) найти в графе 2 таблицы 1 значение сопротивления подгоняемой секции резисторов;
- 7) определить по графе 3 таблицы 1 соответствующее значение сопротивления, до которого необходимо подогнать первый резистор первой секции;
- 8) включить луч лазера нажав кнопку «Подг» на блоке контроля и управления;
- 9) произвести подгонку первого резистора первой секции до значения в 3 графе таблицы. Произвести подгонку последующих резисторов секции, кроме последнего, без измерения сопротивления секции, повторив переходы 5, 8, 9. При этом длина реза этих резисторов приблизительно должна соответствовать длине реза первого резистора;

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Последний резистор секции резать до момента достижения требуемого значения сопротивления с учётом допускаемого отклонения согласно таблицы 1 (графа 4).

Нулевая секция состоит из одного резистора и подгоняется до значения сопротивления указанного в таблице 1 (графа 1).

10) отключить луч лазера при достижении требуемого сопротивления, нажав кнопку «Стоп»;

11) подключить прибор Щ – 300 к контактам второй подгоняемой секции резисторов;

12) повторить переходы 3 – 11 для подгонки резисторов остальных секций платы.

Извлечь подогнанную плату из приспособления и уложить в тару;

13) повторить переходы 3 – 14 для остальных плат партии;

14) по окончании работы отключить установку подгонки резисторов в соответствии с техническим паспортом на неё;

15) заполнить маршрутную карту и передать платы на следующую операцию.

Пример результата лазерной подгонки показан на рисунке 29.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

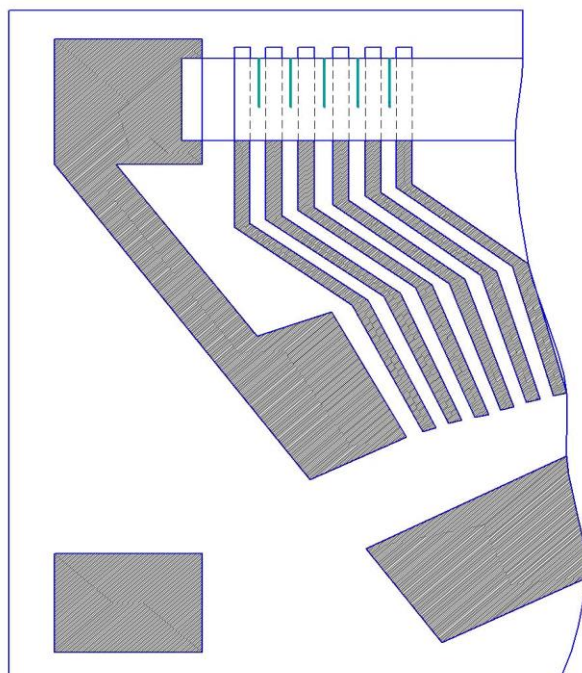


Рисунок 29 – Лазерная подгонка для набора резисторов типа НР1 – 52

Таблица 1 – Значения сопротивлений полупроводниковых элементов ЛУТ

Таблица 1 — значения сопротивлений и потерь в секциях резистивного элемента ГЛУ																				
Секция 0			Секция 1			Секция 2			Секция 3			Секция 4			Секция 5			Секция 6		
Рн, Ом После Подгонки	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом	Рн, Ом		
	До	После	Подгонки	После	Подгонки	После	Подгонки	После	Подгонки	После	Подгонки	После	Подгонки	После	Подгонки	После	Подгонки	После		
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист	резист		
	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора	ора		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –	28.3 –		
	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7		
	24.5	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4		
	25	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
	19.3 –	24.5	25.4	28.3 –	34.5	35.6	39.3–	52.5	53.9	63.9–	88.5	91.1	110.6–	149	156.6	184.7–	236.5	238.4		
	20.7	25	25.8	29.7	35	36	40.7	53	54.3	66	89.5	92	113.4	150	157.4	189.3	237.5	239.3		
		25.5	26.2		35.5	36.4		53.5	54.8		90.5	92.9		151	158.2		238.5	240.1		
		26	26.6		36	36.8		54	55.2		91.5	93.8		152	159		239.5	241		
		26.5	27		36.5	37.2		54.5	55.7		92.5	94.7		153	159.8		240.5	241.9		
		27	27.4		37	37.6		55	56.1		93.5	95.6		154	160.6		241.5	242.7		
		27.5	27.8		37.5	38		55.5	56.6		94.5	96.4		155	161.4		242.5	243.6		
		28	28.2		38	38.4		56	57		95.5	97.3		156	162.2		243.5	244.4		
		28.5	28.6		38.5	38.8		56.5	57.4		96.5	98.2		157	163		244.5	245.3		
	29	29		39	39.2		57	57.9		97.5	99.1		158	163.8		245.5	246.1			
				39.5	39.6		57.5	58.3		98.5	100		159	164.6		246.5	247			
				40	40		58	58.8		99.5	100.9		160	165.4		247.5	247.9			
							58.5	59.2		100.5	101.8		161	166.2		248.5	248.7			
							59	59.7		101.5	102.7		162	167		249.5	249.6			
							59.5	60.1		102.5	103.6		163	167.8		250.5	250			
							60	60.6		103.5	104.4		164	168.6						
							60.5	61		104.5	105.3		165	169.4						

4 Организация рабочего места оператора

4.1 Условия труда оператора

Рабочее место оператора — первичное звено производства, находящееся в непосредственном ведении одного рабочего и включающее в себя комплекс материальных элементов, обеспечивающих процесс труда. Рабочее место состоит из следующих элементов:

- производственной площади;
- основного оборудования;
- устройств для хранения материалов, заготовок, готовой продукции, отходов и брака;
- устройства для хранения инструментов, оснастки и приспособлений;
- подъемно-транспортных устройств;
- приспособлений для безопасности и удобства работы.

Организация рабочего места — это комплекс мероприятий, направленных на создание на рабочем месте необходимых условий для высокопроизводительного труда, на повышение его содержательности и охрану здоровья рабочего.

Комплекс мероприятий охватывает:

- выбор рациональной сигнализации рабочего места и его оснащение оборудованием и инвентарем;
- создание комфортных условий труда;
- рациональную планировку;
- бесперебойное обслуживание рабочего места по всем его функциям;
- оператор на своем рабочем месте обязан осуществлять такие функции:
- до начала работы подготовить оборудование к работе, ознакомиться со сменным заданием, подготовить инструмент и т.п.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разрб	Малышев				Итого	Лист	Листов
Пров	Доросинский						100
И. Контр	Рыжова			15.06	Организация рабочего места оператора		
И. отв					19ПД1		

4 Организация рабочего места оператора

4.1 Условия труда оператора

Рабочее место оператора — первичное звено производства, находящееся в непосредственном ведении одного рабочего и включающее в себя комплект материальных элементов, обеспечивающих процесс труда. Рабочее место состоит из следующих элементов:

- производственной площади;
- основного оборудования;
- устройств для хранения материалов, заготовок, готовой продукции, отходов и брака;
- устройства для хранения инструментов, оснастки и приспособлений;
- подъемно-транспортных устройств;
- приспособлений для безопасности и удобства работы.

Организация рабочего места — это комплекс мероприятий, направленных на создание на рабочем месте необходимых условий для высокопроизводительного труда, на повышение его содержательности и охрану здоровья рабочего.

Комплекс мероприятий охватывает:

- выбор рациональной сигнализации рабочего места и его оснащение оборудованием и инвентарем;
- создание комфортных условий труда;
- рациональную планировку;
- бесперебойное обслуживание рабочего места по всем его функциям;
- оператор на своем рабочем месте обязан осуществлять такие функции:
- до начала работы подготовить оборудование к работе, ознакомиться со сменным заданием, подготовить инструмент и т.п.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- во время работы поддерживать порядок и чистоту на рабочем месте, исправлять мелкие дефекты, смазывать оборудование, сигнализировать обслуживающему персоналу о необходимых услугах;
- после работы сдать или убрать инструмент и приспособления, убрать рабочее место и передать его сменщику.

В процессе дипломного проектирования была разработана установка контроля функциональной характеристики датчика уровня топлива, которая предназначена для определения отклонения измеряемого электрического сопротивления от номинального значения в зависимости номера элемента набора резисторов (положения подвижной системы датчика уровня топлива).

Несмотря на все положительные аспекты существует и ряд отрицательных факторов, выявление которых, оценка влияния на человека и разработка мер по их устранению или минимизации являются актуальными задачами на сегодняшний день.

К работе на установке допускаются лица, изучившие настоящий паспорт, инструкцию по технике безопасности при работе на данной установке, а также прошедшие на рабочем месте инструктаж по технике безопасности труда. Сложные изменения в характере труда, дальнейшая дифференциация его видов остро ставит вопрос об учёте индивидуальных особенностей каждого человека при выполнении трудовых обязанностей.

Обслуживание установки должно осуществляться одним оператором.

При подготовке на рабочем месте необходимо:

1) произвести осмотр установки в надёжности сочленения всех разъёмов. установить переключатель «Сеть» блока питания в положение «Выключено», а измерительного блока в положение «Включено». При этом все элементы индикации установки должны находиться в погашенном состоянии.

Подготовку рабочего места и подготовительные работы на установке, осмотр и ремонт производить только после отключения установки от сети питания.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Перед эксплуатацией установку подключить к цеховому контуру заземления с помощью зажима заземления, находящегося на лицевой панели блока комбинированного гибким медным проводом сечением не менее 2,5 мм.[2]

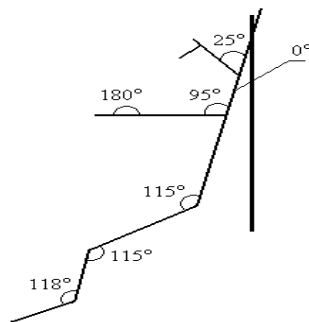
Запрещается во время работы установки отключать жгуты и шнуры, соединяющие между собой отдельные составные части установки.

4.2 Организация рабочего места с учетом эргономических требований

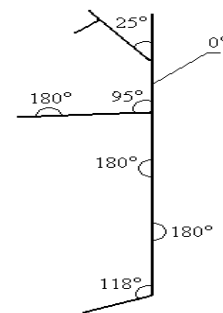
Рабочее место оператора – это место человека в системе, которое оснащено средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием и на котором осуществляется его трудовая деятельность (ГОСТ 21.0.34-75). Рабочее место может быть рассчитано на работу оператора сидя, стоя, сидя и стоя попеременно. Предусматривая то или иное рабочее положение, следует избегать длительно фиксированных рабочих поз. Поэтому для некоторых видов труда целесообразно предусматривать смену рабочих положений сидя и стоя, что способствует перераспределению статической нагрузки на мышцы.

При любом рабочем положении оператора его поза должна быть физиологически правильно обусловленной. Для этого, прежде всего, должны быть обеспечены оптимальные положения частей тела, как показано на рисунке 30, (а, б).

					<i>ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



а) эпюра позы сидя;



б) эпюра позы стоя.

Рисунок 30 - Оптимальные значения углов в суставных сочетаниях тела

Как правило, базовая конструкция всех типов рабочих мест должны быть единой, позволяющей наращивать дополнительные устройства и формировать новые рабочие места операторов применительно к выполняемым функциям.

При конструировании рабочих мест необходимо соблюдать следующие основные условия:

- достаточное рабочее пространство для оператора, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;
- достаточные физические, зрительные и слуховые связи между операторами и оборудованием, а также между операторами;
- оптимальное размещение рабочих мест в помещениях для оперативной работы, а также безопасные и достаточные проходы для операторов;
- оптимальное размещение оборудования (главным образом средств отображения информации и органов управления), благодаря чему обеспечивается удобное положение оператора при работе;

- четкое обозначение органов управления, индикаторов и других элементов оборудования, которые нужно находить, опознавать и которыми приходится манипулировать;

- необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения оперативных задач, технического обслуживания или тренировок;

- оптимальное распределение яркостей в поле восприятия (величина и равномерность внешнего освещения, цвет поверхности панели и несветящихся индикаторов, яркость светящихся индикаторных устройств);

- допустимый уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума и вибрации;

- достаточную простоту и быстроту сборки и разборки оборудования;

- исключение возможности неправильной установки, замены и монтажа блоков или элементов оборудования, а также неправильной идентификации, ориентации и расположение кабелей и разъемов;

- наличие необходимых инструкций и предупредительных знаков, предостерегающих об опасностях, которые могут возникнуть при работе, и указывающих на меры предосторожности;

- необходимые опоры и подставки для временного размещения вынутых блоков и элементов оборудования, а также для испытательного оборудования, приборов, инструментов и технических руководств;

- надежную индикацию для случаев отказа электрического питания, а также отказа оборудования или его функционирования с выходом за допустимые пределы.

В особых случаях должны быть предусмотрены необходимые средства защиты персонала от радиационной, термической, токсической, электромагнитной и других опасностей.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

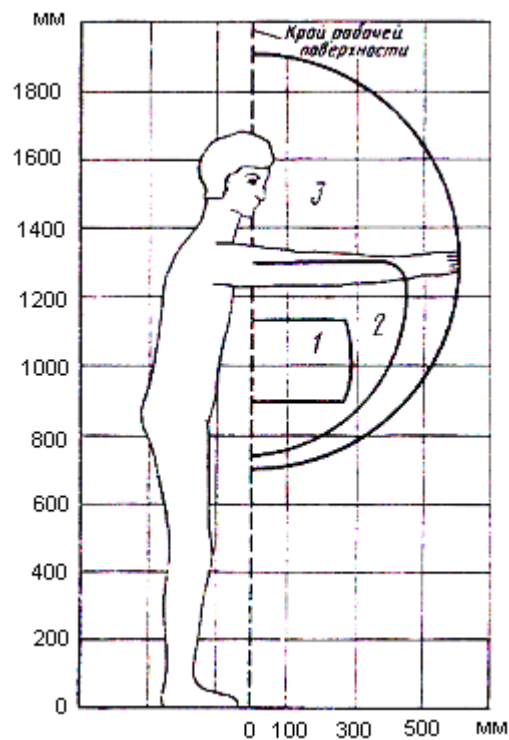
При конструировании и размещении рабочих мест следует предусматривать меры, предупреждающие или снижающие преждевременное утомление оператора, предотвращающие возникновение у него психофизического стресса, а также появление ошибочных действий.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ – по ГОСТ 12.1.005-76.

Конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

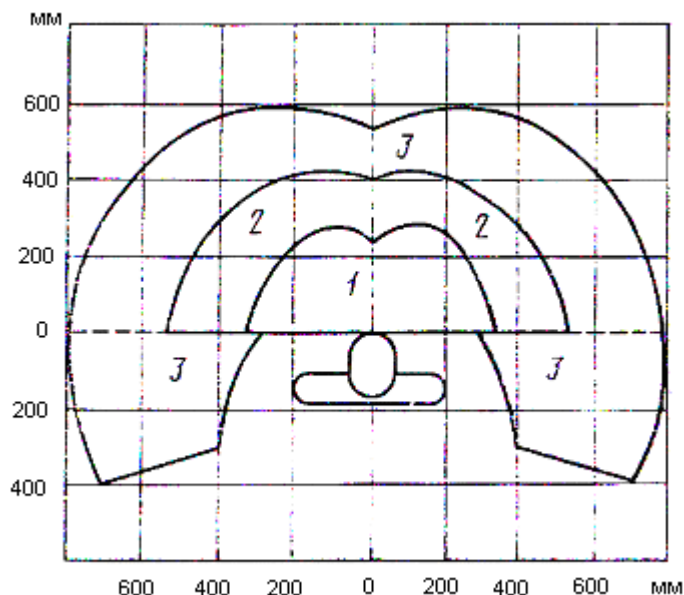
Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунке 31 и 32.

					<i>ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



1 – зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления; 2 – зона для размещения очень часто используемых органов управления; 3 – зона для размещения редко используемых органов управления

Рисунок 31 – Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в вертикальной плоскости



1 – зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления; 2 – зона для размещения очень часто используемых органов управления; 3 – зона для размещения редко используемых органов управления

Рисунок 32 – Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в горизонтальной плоскости

При проектировании оборудования и организации места следует учитывать антропометрические показатели женщин (если работают только женщины) и мужчин (если работают только мужчины); если оборудование обслуживают мужчины и женщины – общие средние показатели мужчин и женщин.

Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15° .

Конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высота рабочей поверхности;

- подставки для ног при нерегулируемой высоте рабочей поверхности.

Для обеспечения удобного, возможно близкого подхода к столу, станку или машине должно быть предусмотрено пространство для стоп размером не менее 150 мм по глубине, 150 мм по высоте и 530 мм по ширине.

Общие требования к размещению органов управления по ГОСТ 22.2.69-76.

Органы управления, используемые до 5 раз в смену, допускается располагать за пределами зоны досягаемости моторного поля.

Общие требования к размещению средств отображения информации - по ГОСТ 22.2.69-76.

Используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости.

4.3 Пожароопасность на рабочем месте оператора

Рабочее место оператора работающего на установке должно соответствовать требованиям пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004 и обеспечиваться первичными средствами пожаротушения в соответствии с требованиями Правил пожарной безопасности в Российской Федерации, а также пожарным инвентарём в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009, и иметь степень огнестойкости, согласно классификации производств по пожарной безопасности. Оператор работающий за установкой должен быть обучен правилами ликвидации первичных очагов пожара и правильному применению первичных средств по пожарной безопасности. [1]

Возникновение горения связано с нагревом системы. В основе теории горения лежит учение академика Н.Н. Семенова о цепных реакциях. Согласно теории цепных реакций процесс окисления начинается с активации горючего

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вещества. Реакция окисления сопровождается выделением тепла и при определённых условиях может самоускоряться. Этот процесс самоускорения реакции окисления с переходом в горение называется самовоспламенением. Самовоспламенение может быть тепловое и цепное. В первом случае самовоспламенение возникает вследствие превышения скорости тепловыделения над скоростью теплоотвода.

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей и материальные ценности, является повышение температуры корпусов оборудования и окружающей среды, а также пониженная концентрация кислорода в воздухе рабочей зоны и вызванные описанными факторами их вторичные проявления: осколки, движущиеся части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций.

Эти факторы приводят к отравлениям, ухудшению работы органов дыхания, к травмированию рабочих.

Во взрывоопасных и пожароопасных помещениях используют кабели с бумажной или резиновой изоляцией.

Согласно ССБТ ГОСТ 12.1.004. – 91 допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих допустимые значения, в год в расчёте на каждого человека.

Непревышение такого уровня опасности обеспечивается созданием на предприятиях системы пожарной безопасности [2].

4.4 Электроопасность на рабочем месте оператора

На установке может работать один человек, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже второй.

Все токоведущие части электрической сети, находящиеся под напряжением, должны быть надёжно изолированы от земли. Однако любой провод сети имеет некоторое проводящее соединение с землёй и другими проводами через сопротивление изоляции.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сопротивлением изоляции или сопротивлением утечки называется сопротивление провода по отношению к земле или другому проводу. Например, сопротивление изоляции по отношению к земле складывается из сопротивления самого провода и последовательно включённых участков пути тока на землю:

- 1) сопротивления изоляции (изоляторов) - $R_{из}$;
- 2) сопротивления воздушного слоя - $R_{вс}$;
- 3) сопротивления пола - $R_{пл}$;
- 4) сопротивления почвы - $R_{пч}$;
- 5) переходного сопротивления и т.д. - $R_{пер}$.

Под действием разности потенциалов между проводом и землёй по этой цепочке сопротивлений протекает ток утечки. Сопротивление изоляции проводов по отношению к земле на схеме изображается в виде сосредоточенных сопротивлений R_1 и R_2 , хотя в действительности они распределены по всей длине проводов (рисунок 33)

$R_{1,2}$ - сопротивление изоляции между 1 и 2 проводом складываются из сопротивления изоляции $R_{из}$ и сопротивления воздушного слоя - $R_{вс}$ (для воздушной линии электропередачи выполненной проводом в изоляции).

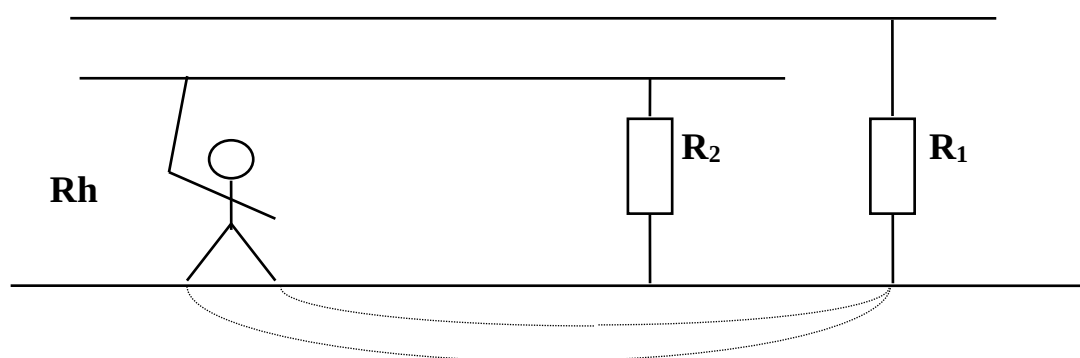


Рисунок 33 - Сопротивление провода по отношению к земле

Хорошая изоляция всей электроустановки во всех её частях является основным требованием безопасности, предъявляемым к электроустановкам.

Только исправная изоляция выполняет свою защитную функцию от возможности поражения током, от чрезмерных утечек токов и от пожара.

Повседневный опыт эксплуатации промышленных электроустановок убеждает в том, что сопротивление изоляции на предприятиях в некоторых случаях не удовлетворяет существующим нормам. Неудовлетворительное состояние изоляции может вызываться неизбежным старением естественным с течением времени под действием влаги, едких паров, газа, пыли, повышенной температуры, а также в результате перегрузок в электросетях и механических повреждений. Разрушение изоляции проводов кабелей электросети может привести к возникновению тока короткого замыкания, который в несколько раз превышает рабочий ток, и на участке короткого замыкания происходит пожар, если не сработает защита.

Безопасность и безаварийность работы электроустановок промышленных предприятий обеспечивается правильным выбором проводов и кабелей с учётом условий эксплуатации и окружающей среды, доброкачественным контролем сопротивления изоляции и т.д.

Электропроводки могут быть открытыми (по стенам, потолкам, колоннам зданий) и скрытыми (положенными под штукатуркой, под полом, в замкнутых каналах, коробках, заложенными в строительные конструкции и т.д.). В зависимости от металла жилы провода выпускаются медные и алюминиевые. Для экономии меди применяют в большинстве случаев алюминиевые провода. Медные провода прочнее алюминиевых, а поэтому во взрывоопасных помещениях применяют только медные провода. [2]

4.5 Планировка и оснащение рабочего места с учетом эргономических требований

Одним из важных вопросов организации рабочих мест является рациональная их планировка.

Под планировкой рабочего места понимается рациональное пространственное размещение всех материальных элементов производства на

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рабочем месте: оборудования, технологической и организационной оснастки, инвентаря, которые обеспечивают экономное использование производственной площади, высокопроизводительный и безопасный труд рабочего.

Различают внешнюю и внутреннюю планировку рабочих мест. Внешняя планировка представляет собой целесообразное размещение на рабочем месте основного и вспомогательного оборудования, инвентаря и организационной оснастки. Проектируется специально с учетом рабочего и вспомогательного пространства (зоны). Рабочая зона — это участок трехмерного пространства, ограниченный пределами досягаемости рук рабочего в горизонтальной и вертикальной плоскостях с учетом поворота его корпуса на 180° и перемещения на один-два шага. Здесь размещаются орудия и предметы труда, постоянно используемые в работе. Остальная площадь рабочего места — вспомогательное пространство, в котором располагаются редко используемые предметы, элементы интерьера и т. п.

К основным требованиям к рациональной внешней планировке относятся:

- обеспечение минимальных траекторий перемещения предметов
- трудосокращение лишних трудовых движений;
- уменьшение до минимума количества наклонов и поворотов корпуса рабочего;
- экономное использование производственной площади.

Внутренняя планировка рабочего места представляет собой целесообразное размещение технологической оснастки и инструмента в инструментальном шкафу, правильное расположение заготовок и деталей на рабочем месте. Внутренняя планировка должна обеспечивать удобную рабочую позу, короткие и малоутомительные трудовые движения, равномерное и по возможности одновременное выполнение трудовых движений двумя руками. Проектируется такая планировка с учетом зон досягаемости рук рабочего, которые представляют собой участок трехмерного пространства, ограниченный траекториями движения рук рабочего в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Помещения, их размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству работающих и размещаемому в них комплексу технических средств. В них предусматриваются соответствующие параметры температуры, освещения, чистоты воздуха, обеспечивают изоляцию, от производственных шумов и т.п. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СН 245-71 устанавливают на одного работающего, объем производственного помещения не менее 15 м³, площадь помещения выгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4,5 м². Основные помещения располагаются в непосредственной близости друг от друга. Их оборудуют обще обменной вентиляцией и искусственным освещением.. Расстояние подвесным и основным потолками должно быть 0,5-0,8 м. Высоту подпольного пространства принимают равной 0,2-0,6 м. Рабочие комнаты и кабинеты должны иметь естественное освещение. В остальных помещениях допускается искусственное освещение.

В тех случаях, когда одного естественного освещения не хватает, устанавливается совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяется не только в темное, но и в светлое время суток. Искусственное освещение по характеру выполняемых задач делится на рабочее, аварийное, эвакуационное.

Рациональное цветовое оформление помещения направленно на улучшение санитарно-гигиенических условий труда, повышение его производительности и безопасности. Окраска помещений влияет на нервную систему человека, его настроение и в конечном счете на производительность труда. Основные производственные помещения целесообразно окрашивать в соответствии с цветом технических средств. Освещение помещения и оборудования должно быть мягким, без блеска.. При планировке помещения для сервисной аппаратуры необходимо располагать вдали от шумящего и вибрирующего оборудования. Снижение уровня шума, проникающего в производственное помещение извне, может быть достигнуто увеличением звукоизоляции ограждающих

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструкций, уплотнением по периметру притворов окон, дверей. Таким образом для снижения шума создаваемого на рабочих местах внутренними источниками, а также шума, проникающего из вне следует: ослабить шум самих источников (применение экранов, звукоизолирующих кожухов); снизить эффект суммарного воздействия отраженных звуковых волн (звукопоглощающие поверхности конструкций); применять рациональное расположение оборудования; использовать архитектурно-планировочные и технологические решения изоляций источников шума.[1]

4.6 Расчет освещенности помещения

К современному производственному освещению предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

Основной расчет освещенности помещения . Имеем цех предприятия с размерами:

A (длина) = 25 м, B (ширина) = 20 м, H (высота) = 4 м.

Для этого помещения предусмотрены потолочные светильники типа УСП-35 с двумя люминесцентными лампочками типа ЛБ-40. Коэффициенты отражения светового потока от потолка, стен и пола соответственно $\rho_{\text{п}} = 70 \%$, $\rho_{\text{с}} = 50 \%$, $\rho_{\text{пол}} = 10 \%$

Освещение в помещении общее равномерное.

Уровень рабочей поверхности над полом составляет 1,5 м.

Высота подвеса светильников $h = H - 1,5 = 4 - 1,5 = 2,5$ м.

У светильников наивыгоднейшее отклонение $\zeta = L/h = 1,3$, отсюда $L = \zeta \times h$, где L – рассеивание между рядами светильников $L = 1,3 \times 2,5 = 3,25 \approx 3,5$ (м).

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Светильники расположены вдоль длинной стороны помещения. Расстояние между стенами и крайними рядами светильников равно $\ell = 0,4 \times L = 1,4$ (м).

При ширине помещения 20 м имеет число рядов светильников $n = \beta/L = 20/3,5 = 5$.

Согласно норме освещенности в производственном цехе $E_n = 400$ лк. С учетом известных параметров ρ и при индексе помещения

$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{500}{2,5(20 \cdot 25)} = 4,44$ из справочных данных известен коэффициент использования светового потока $\eta = 0,68$.

Номинальный световой поток лампы ЛБ-40 $\Phi_{\text{л}} = 3120$ лм, а световой поток, излучаемый светильником $\Phi_{\text{св}} = 2 \Phi_{\text{л}} = 6240$ лм.

Расчет количества светильников произведен по формуле:

$$N = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot \Phi_{\text{св}} \cdot \eta \cdot \gamma} = \frac{400 \cdot 1,4 \cdot 500 \cdot 1,1}{5 \cdot 6240 \cdot 0,68} = 15,$$

где E_n – нормируемая минимальная освещенность;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации;

S – площадь помещения;

n – коэффициент неравномерности освещения;

$\Phi_{\text{св}}$ – световой поток;

η – коэффициент использования излучаемого светильниками светового потока, который показывает, какая часть от общего светового потока приходится на расчетную плоскость;

γ – коэффициент затенения.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автотракторные поплавковые датчики уровня , использующие механический принцип измерения, по точностным характеристикам не относятся к измерительным средствам. Они относятся к советующим приборам и не могут быть использованы для измерения расхода и запасов топлива в баке ввиду неудовлетворительной достоверности.

Несмотря на актуальность задачи по созданию и промышленному производству высокоточных и надежных штатных датчиков уровня топлива для АТС, ни одна из передовых стран мира их не выпускает.

Данный факт, вообще говоря, подтверждает достаточно высокую категорию сложности решения этой научно-технической и практической проблемы. Ее особенность заключается в реализации высокой точности измерения .

Данная установка контроля функциональной характеристики датчика уровня топлива автомобиля имеет преимущество перед некоторыми разработками в том, что имеет микропроцессорный вариант топливомера, значительно расширяющий возможности, в частности, на оценку количества и расхода топлива в условиях рядовой эксплуатации АТС . Установка имеет пошаговый двигатель, контроллер, АЦП, ЦАП, источник образцового напряжения, т.е имеет современную компоновку. С помощью контроллера задаются управляющие сигналы на пошаговый двигатель, который в свою очередь изменяет положение подвижного контакта на определённый угол.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ТЗ на автоматический программный комплекс (АПК) контроля функциональной характеристики датчика уровня топлива.
- 2 Комплект технологической документации на типовой процесс изготовления изделия.
- 3 <http://www.fips.ru>
- 4 <http://www.alldatasheet.com>
- 5 <http://www.radshpion.chat.ru>
- 6 <http://www.chipinfo.ru>
- 7 <http://www.fedal.spb.ru>
- 8 С.Т.Усатенко, Т.К.Каченюк, М.В.Терехова. “Выполнение электрических схем по ЕСКД”: справочник, М.: Издательство стандартов, 1989. - 325| с.
- 9 В.С.Гутников “Интегральная электроника в измерительных устройствах”, Л.:Энргоатомиздат, 1988
- 10 ГОСТ 12.1.007 – 76. ССБТ. Вредные вещества. – М.: Издательство стандартов, 1980, - 24 с.
- 11 ГОСТ 12.1.042 – 82. ССБТ. Заземление. – М: Издательство стандартов, 1982, - 32 с.
- 12 ГОСТ 12.1.005 – 88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1989, - 48 с.
- 13 П.Хоровиц, У.Хилл “ Искусство схемотехники” Москва “ Мир”, 1986 г.

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Задание на выпускную квалификационную работу

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«Утверждаю»
Дав. кафедрой ИиМЭ
Пронин И.А.
(фамилия, инициалы)
«08» июня 2023 г.

ЗАДАНИЕ
на бакалаврскую работу

1. Студент гр. 19ПД1 факультета информационных технологий и электроники

Направление подготовки 11.03.04. «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

Малышев Владимир Юрьевич

(фамилия, имя, отчество)

2. Руководитель к.т.н. доцент Доросинский Антон Юрьевич

(фамилия, имя, отчество)

3. Тема бакалаврской работы Лазерная подгонка датчиков уровня топлива

Тема утверждена приказом ПГУ № 359а/о от «4» апреля 2023 г.

4. Техническое задание на бакалаврскую работу (вид работы: разработка, проектирование, исследование, и т.д.; назначение; основные параметры; условия функционирования и т.д.)

Разработать автоматический программный комплекс контроля нелинейности функциональной характеристики;

Назначение:

Разработанная установка предназначена для определения отклонения измеряемого электрического сопротивления от номинального значения в зависимости номера элемента набора резисторов

Основные параметры:

1. Погрешность измерения сопротивления не более $\pm 0,5\%$;

2. Напряжение на контролируемом наборе резисторов $U_{пит} = (5 \pm 0,05) В$;

3. Нелинейность функциональной характеристики должна быть не более $\pm 2\%$ от расчётной величины текущего напряжения;

4. Входное сопротивление измерительной схемы разрабатываемого автоматического программного комплекса не менее $5 МОм \pm 5\%$;

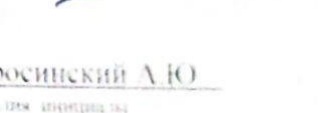
5. Автоматический программный комплекс должен обеспечивать задание угла поворота подвижной системы датчика не менее 120° с погрешностью не более $\pm 1\%$;

6. Время перемещения подвижной системы при проверке нелинейности функциональной характеристики в заданных точках не более 60 сек.

5. Объем и содержание основной части бакалаврской работы

5.1. Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, обоснований, описаний, расчетов и т.д.)

7. Календарный график по выполнению бакалаврской работы

Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1. Анализ объекта контроля. Регистры НР1 – 52	15 %	09.06.2023	
2. Разработка автоматического программного комплекса	30 %	10.06.2023	
3. Технология по проведению лазерной подгонки	20 %	11.06.2023	
4. Организация рабочего места оператора	15 %	12.06.2023	
Графическая часть	10 %	13.06.2023	
Оформление пояснительной записки	10 %	14.06.2023	

Руководитель бакалаврской работы

подпись

Доросинский А.Ю.

фамилия, инициалы

Дата выдачи задания

«08»

июня

2023г.

Задание к исполнению принял

подпись

Матышев В.Ю.

фамилия, инициалы

«08»

июня

2023 г.

Бакалаврскую работу к защите допустить

Декан факультета

подпись

Кривчик В.Д.

фамилия, инициалы

«20»

июня

2023г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Заявление и протокол проверки ВКР на оригинальность в системе
«Антиплагиат.ВУЗ»

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ректору Пензенского государственного
университета Гулякову А.Д.
студента 4 курса ФИТЭ очной формы
обучения
Малышева Владимира Юрьевича

ЗАЯВЛЕНИЕ

Я, Малышев Владимир Юрьевич, студент(ка) 4 курса очной формы обучения направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, Микроэлектроника и твердотельная электроника, прошу провести проверку с использованием системы «Антиплагиат.ВУЗ» бакалаврской выпускной квалификационной работы на тему «Лазерная подгонка датчиков уровня топлива», выполненной мной самостоятельно, на содержание элементов плагиата.

Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищенных ранее выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Я ознакомлен(а) с действующим Стандартом университета «Выпускная квалификационная работа обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры», согласно которому обнаружение плагиата является основанием для недопуска ВКР к защите и отчисления из университета.

15 июля 2022 «15» _____»

ВКР представлена на проверку «15 июля 2022»

Руководитель ВКР

«15» _____»

Доросинский А.Ю.

Протокол

проверки на оригинальность в системе «Антиплагиат.ВУЗ» выпускной
бакалаврской работы на тему «Лазерная подгонка датчиков уровня
топлива»

студента (ки) 4 курса Малышев В.Ю.

направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника,

профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»

Руководитель ВКР Доросинский А.Ю.



СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

(Пензенский государственный университет)

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Малышев Владимир Юрьевич
Самодитирование
рассчитано для: Малышев Владимир Юрьевич
Название работы: Лазерная подгонка датчиков уровня топлива
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: Кафедра "Нано- и микроэлектроника"

РЕЗУЛЬТАТЫ

■ ОТЧЕТ О ПРОВЕРКЕ КОРРЕКТИРОВАЛСЯ: НИЖЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ДО КОРРЕКТИРОВКИ

СОВПАДЕНИЯ	43.06%	СОВПАДЕНИЯ	43.06%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	54.39%	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	54.39%
ЦИТИРОВАНИЯ	2.55%	ЦИТИРОВАНИЯ	2.55%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%	САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 15.06.2023

ДАТА И ВРЕМЯ КОРРЕКТИРОВКИ: 15.06.2023 14:27

Структура
документа:
Модули поиска:

Проверенные разделы: основная часть с 1-73

ИПС Адилет; Библиография; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс; Сводная коллекция РГБ;
Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU
(EnRu); Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика; Переводные
заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Переводные заимствования по
Интернету (EnRu); Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте;
Переводные заимствования издательства Wiley; eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ: аналитика, СПС
ГАРАНТ: нормативно-правовая документация; IEEE; Медицина; Диссертации НББ; Коллекция
НБУ; Перефразирование по eLIBRARY.RU; Перефразирование по СПС ГАРАНТ: аналитика;
Перефразирование по Интернету; Перефразирование по Интернету (EN); Перефразированные
заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Перефразированные
заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте; Перефразирование по коллекции

Работу проверил: Головяшкин Алексей Николаевич
ФИО проверяющего

Дата подписи: 15.06.2023.

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR код,
который содержит ссылку на отчет

Ответ на вопрос: является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставит на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

Руководитель ВКР

«18» июня 2023 год

подпись

Доросинский А.Ю.
фамилия, инициалы

СПРАВКА

Пензенский государственный университет

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Малышев Владимир Юрьевич
Самоцитирование
рассчитано для: Малышев Владимир Юрьевич
Название работы: Лазерная подгонка датчиков уровня топлива
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: Кафедра "Нано- и микроэлектроника"

РЕЗУЛЬТАТЫ

■ ОТЧЕТ О ПРОВЕРКЕ КОРРЕКТИРОВАЛСЯ: НИЖЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ДО КОРРЕКТИРОВКИ

СОВПАДЕНИЯ		43.06%	СОВПАДЕНИЯ		43.06%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ		54.39%	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ		54.39%
ЦИТИРОВАНИЯ		2.55%	ЦИТИРОВАНИЯ		2.55%
САМОЦИТИРОВАНИЯ		0%	САМОЦИТИРОВАНИЯ		0%

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 15.06.2023

ДАТА И ВРЕМЯ КОРРЕКТИРОВКИ: 15.06.2023 14:27

Структура документа: Проверенные разделы: основная часть с 1-73
Модули поиска: ИПС Адилет; Библиография; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс*; Сводная коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu); Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика; Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Переводные заимствования по Интернету (EnRu); Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте; Переводные заимствования издательства Wiley; eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ: аналитика; СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация; IEEE; Медицина; Диссертации НББ; Коллекция НБУ; Перефразирования по eLIBRARY.RU; Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика; Перефразирования по Интернету; Перефразирования по Интернету (EN); Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте; Перефразирования по коллекции

Работу проверил: Головашкин Алексей Николаевич

ФИО проверяющего

Дата подписи: 15.06.2023



Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Презентация ВКР

					ПГУ 02. 11.03.04. 011 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Министерство образования и науки Российской Федерации
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Нано – и микроэлектроника»

Выпускная квалификационная работа:

«Лазерная подгонка датчиков уровня топлива»

ПГУ 02. 11.03.04. 011

Автор : Малышев В.Ю.

Руководитель: к. т. н. доцент

Доросинский А. Ю.

Пенза 2023

Цель работы

Разработка автоматического программно-аппаратного комплекса контроля нелинейности функциональной характеристики, образованной элементами набора резисторов типа НР1 – 52, для управления лазерной подгонкой датчиков уровня топлива

Задачи:

1. Выбрать метод контроля нелинейности функциональной характеристики датчика НР1-52.
2. Разработать схемы электрические для системы контроля нелинейности функциональной характеристики ДУТ.
3. Разработать схему устройства для лазерной подгонки функциональной характеристики НР1-52 в автоматическом режиме.

Методы измерения уровня топлива и виды ДУТ

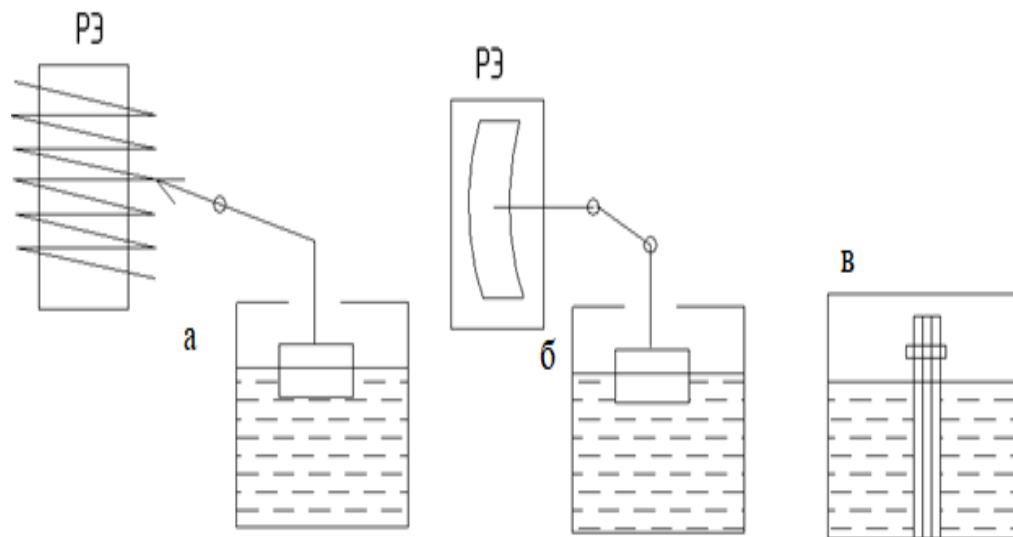
Методы

1. Поплавковый

2. Ёмкостной

3. Ультразвуковой

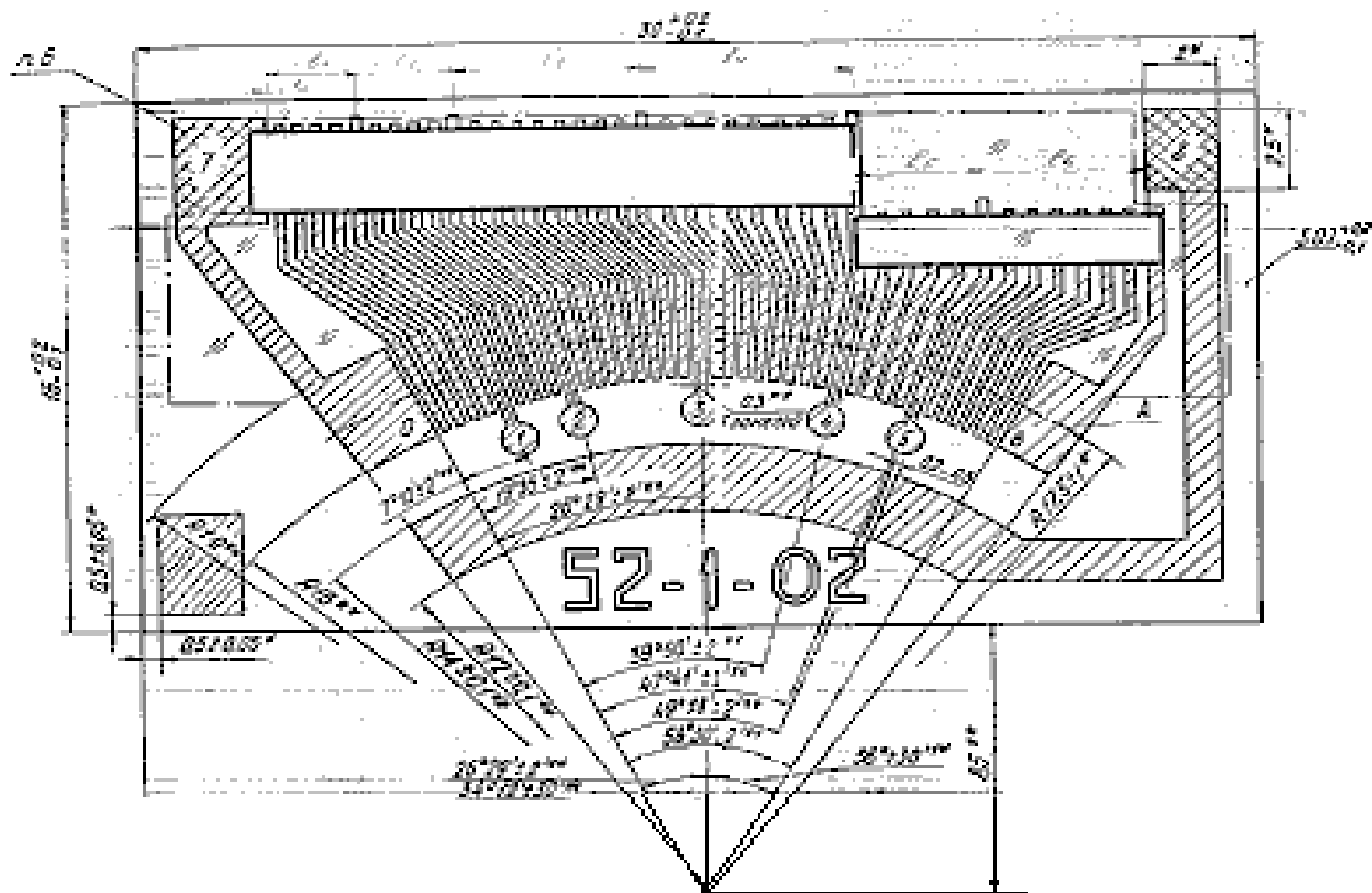
Виды ДУТ при реализации поплавковых методов



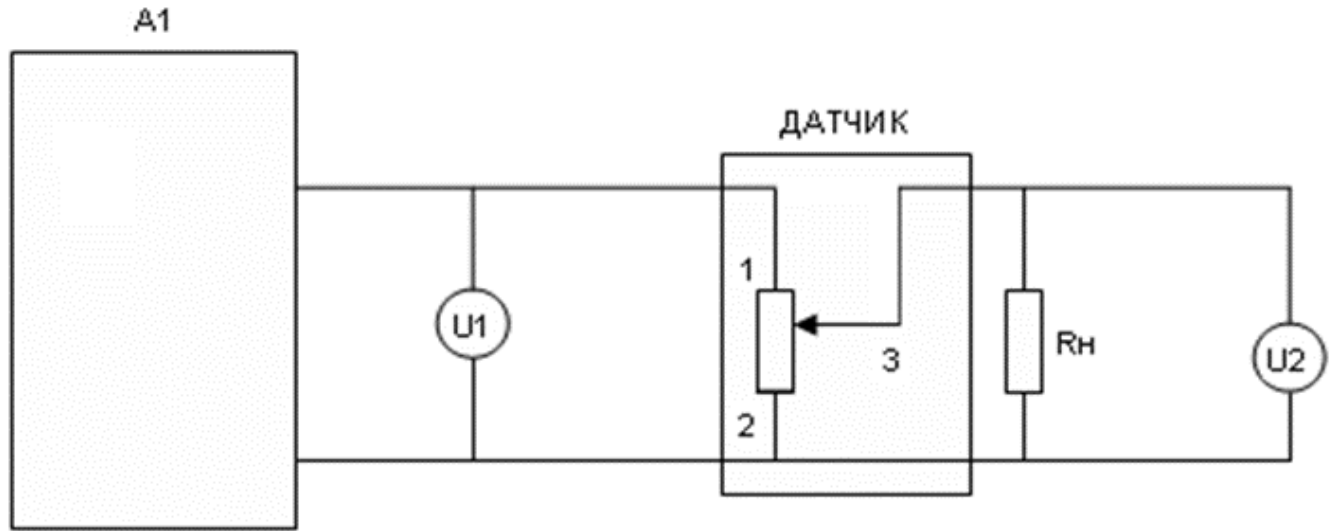
а) — намоточный ДУТ; б) — керамический ДУТ;

в) — оптический ДУТ

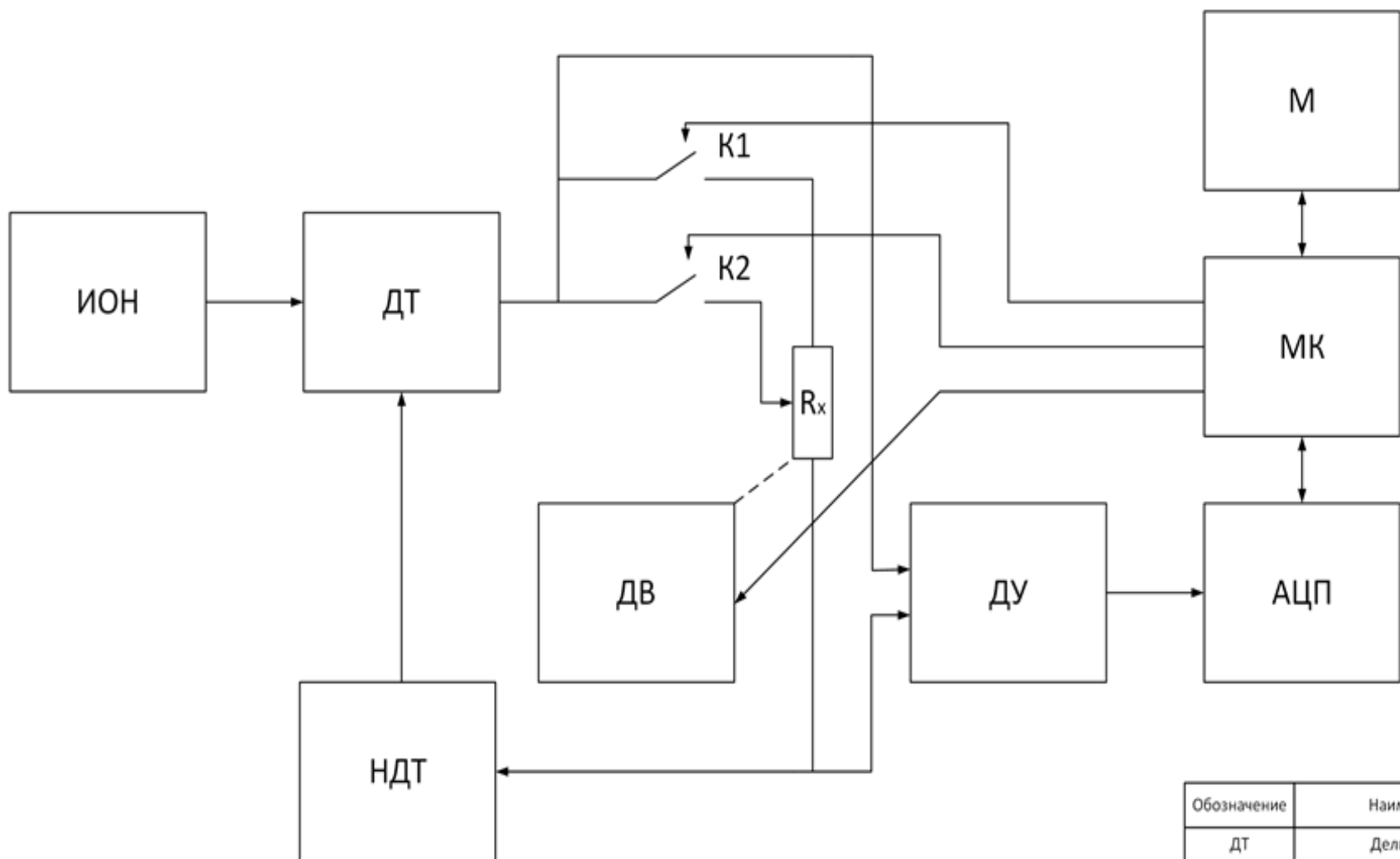
Внешний вид набора резисторов НР1-52



Метод контроля функциональной характеристики ДУТ



- $A1$ – источник питания постоянного тока.
- $U1$ – вольтметр.
- датчик – испытуемое изделие.
- $U2$ – вольтметр.



Обозначение	Наименование
ДТ	Делитель тока
ДВ	Двигатель
ИОН	Источник опорного напряжения
МК	Микроконтроллер
ДУ	Дифференциальный усилитель
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
М	Монитор
НДТ	
К	Ключ

Подробная схема ADuC824

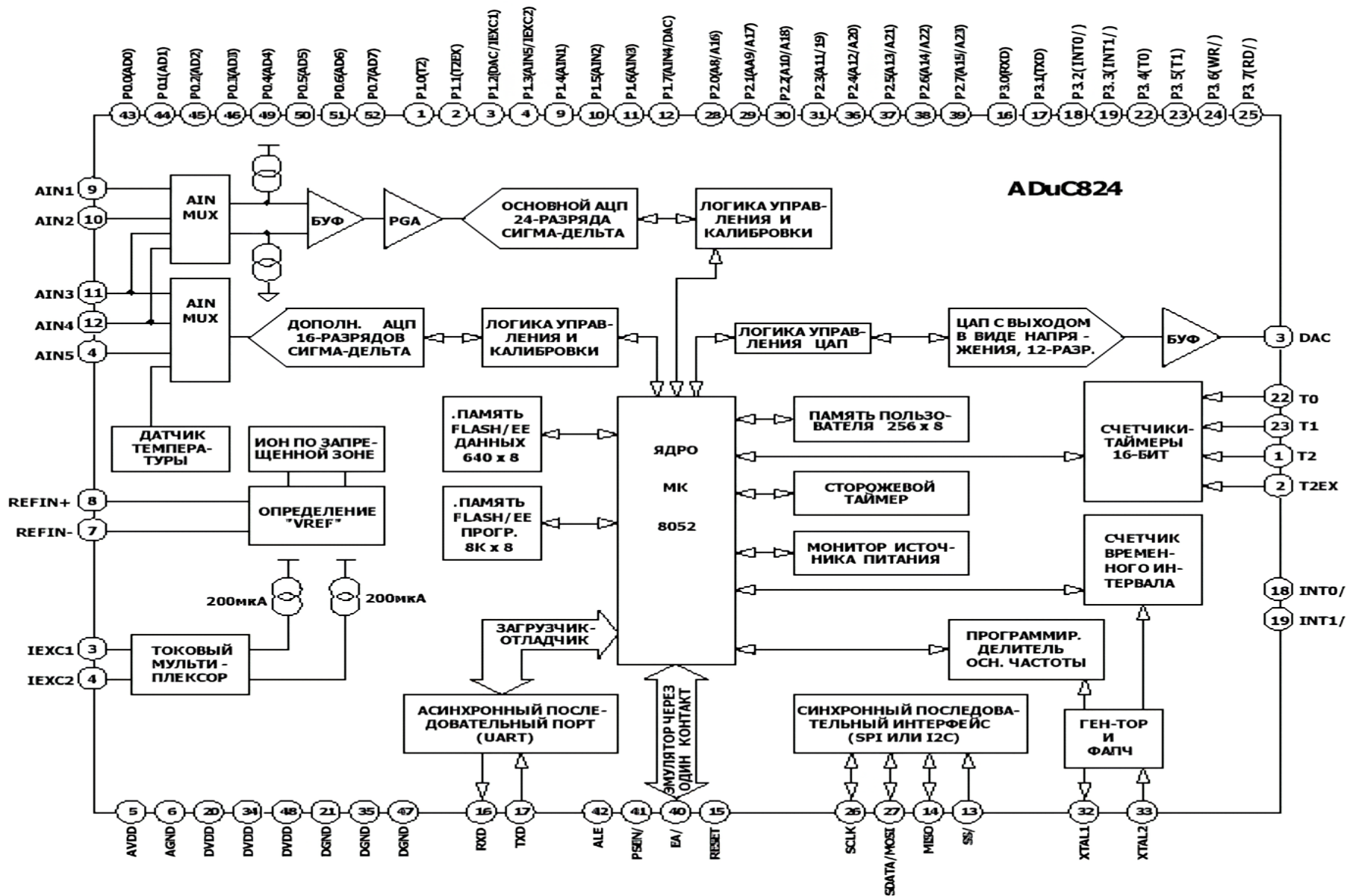
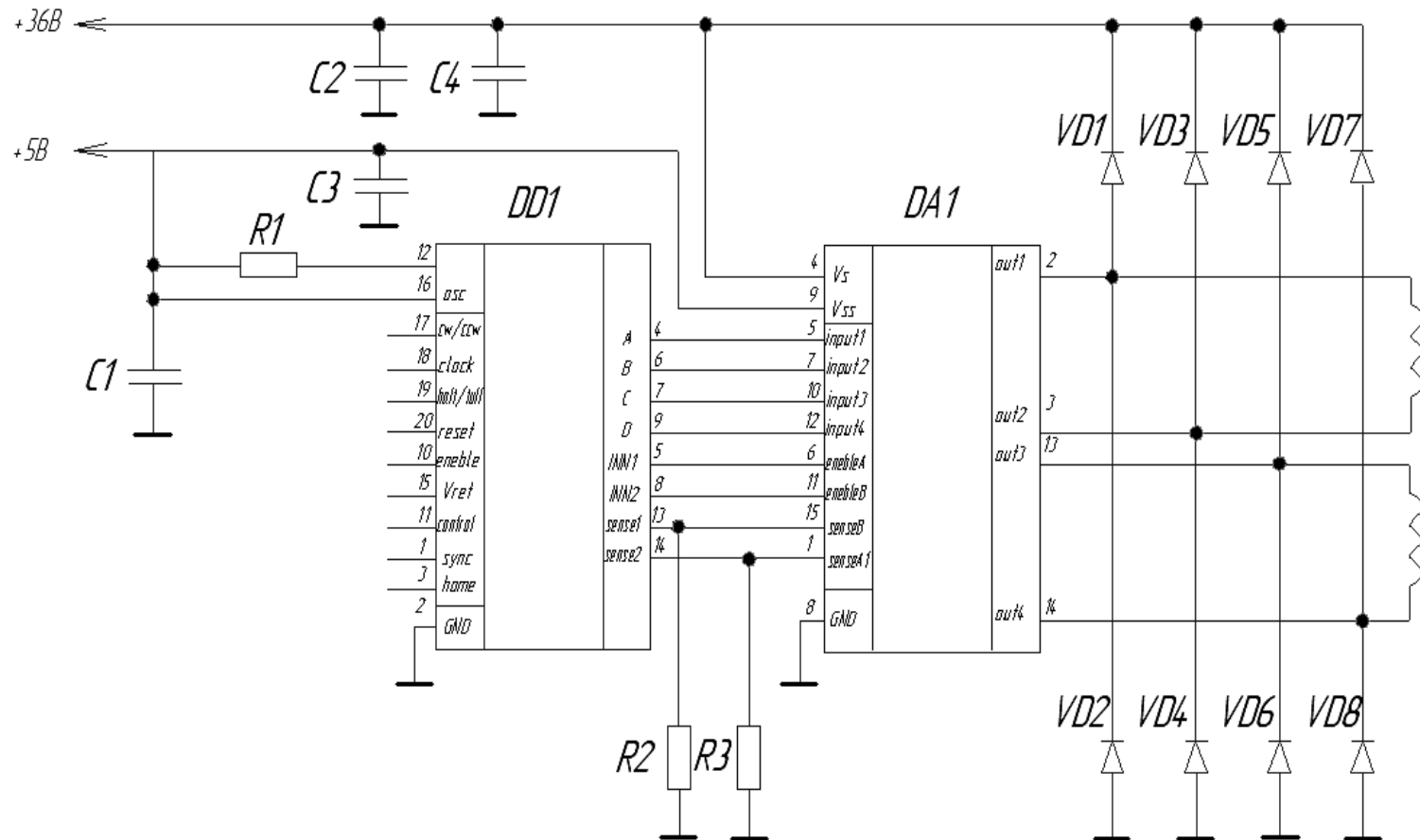
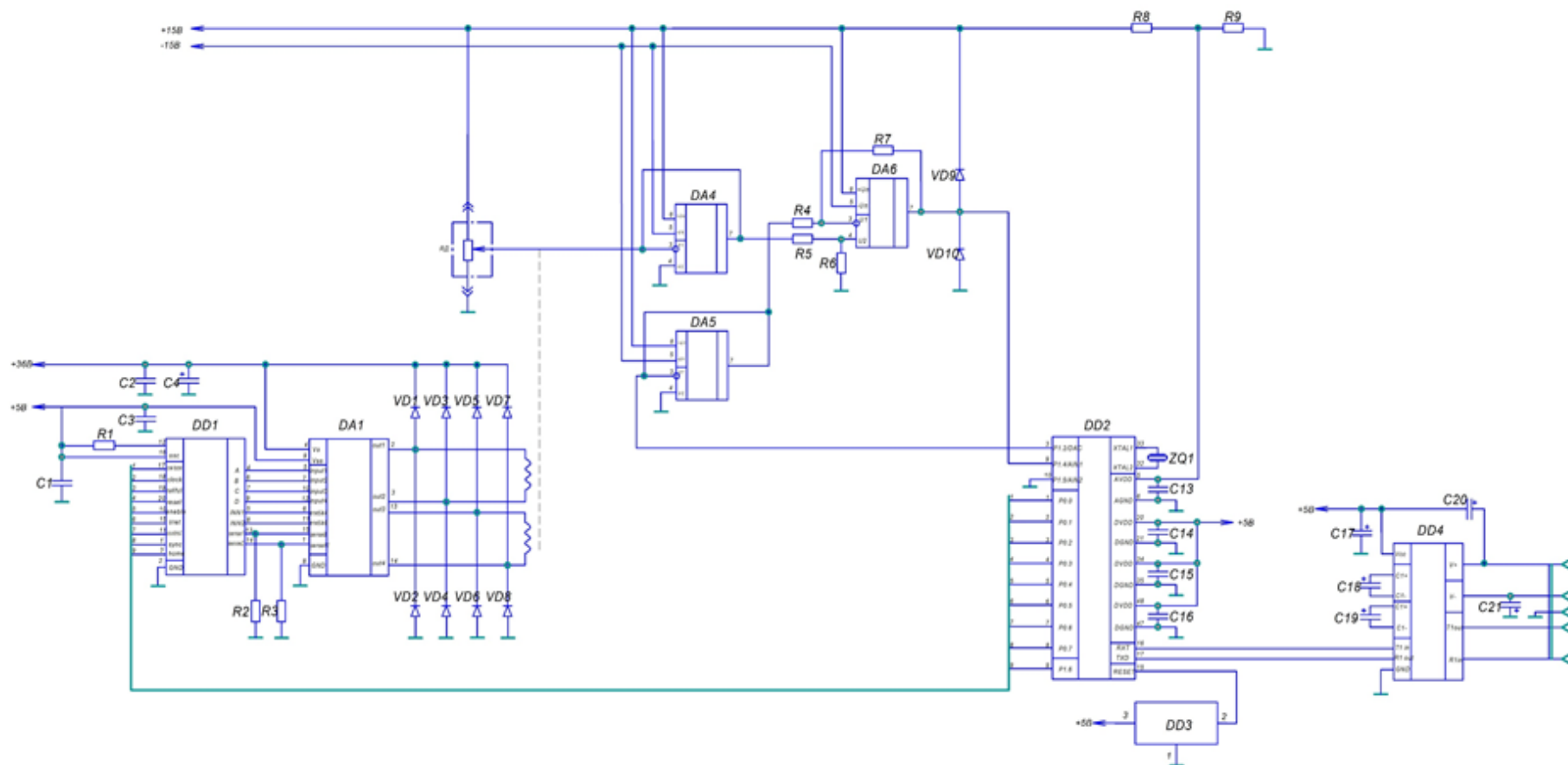
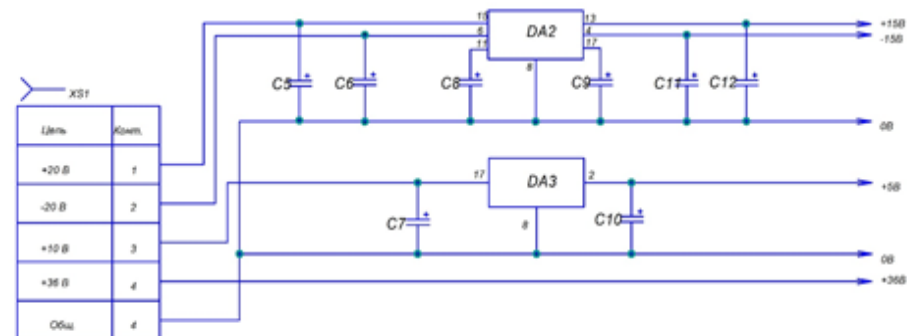
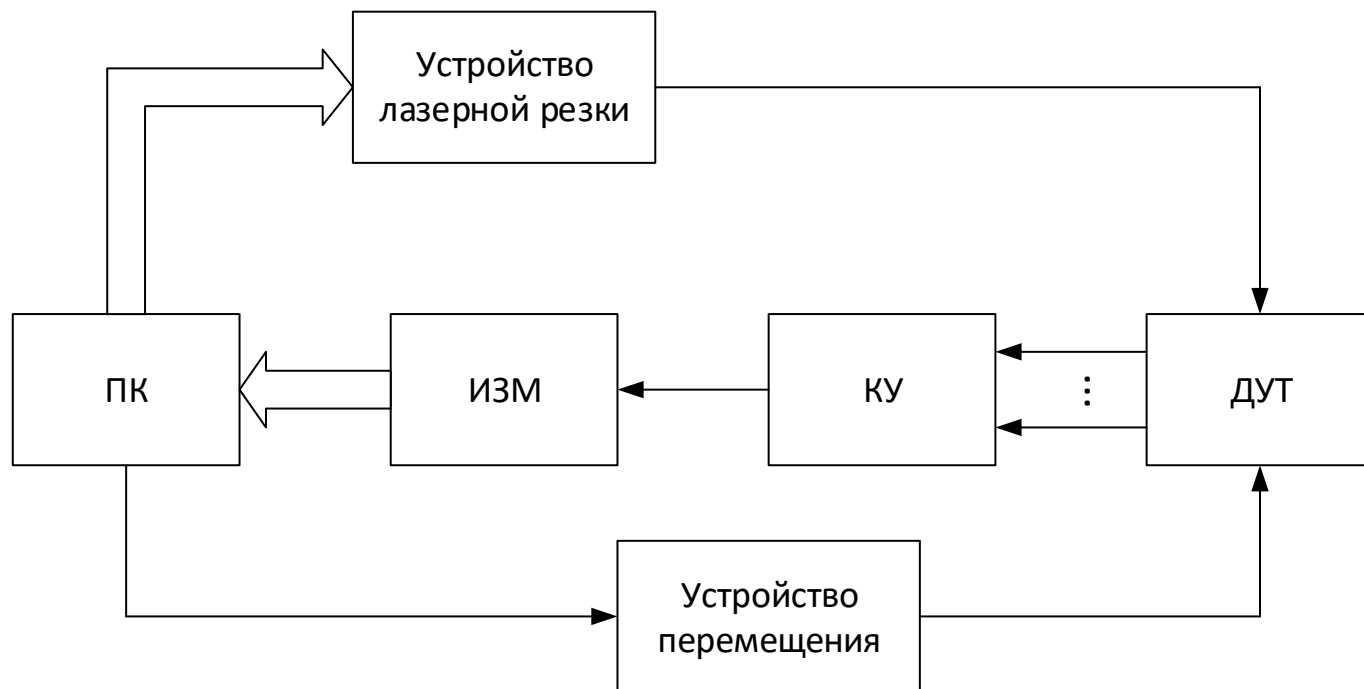


Схема включения микросхем L297 и L298N





Установка для лазерной подгонки



Установка для лазерной подгонки состоит из устройства лазерной резки, персонального компьютера, контролирующего устройства, измерительного блока и устройства перемещения.

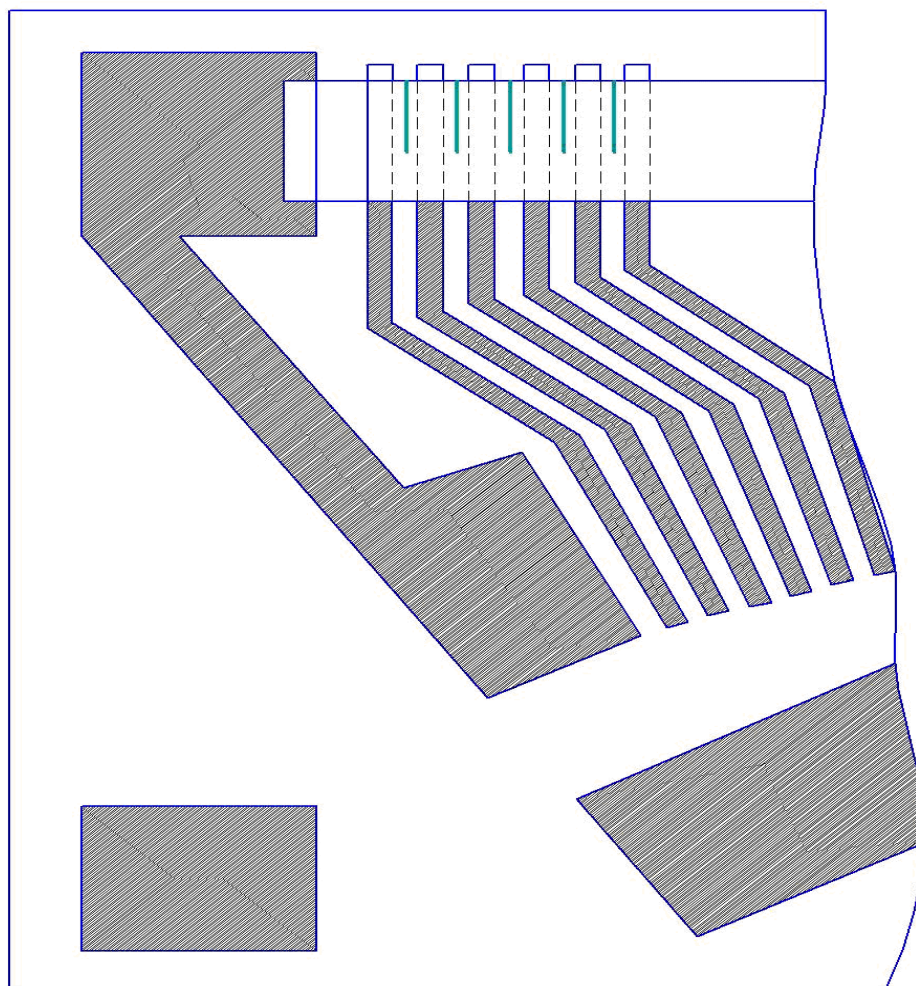
Последовательность проведения операций лазерной подгонки

- 1) Протереть рабочее место отходами х/б материалов, увлажненными водой;
- 2) Подготовить к работе установку для подгонки резисторов в соответствии с техническим паспортом на установку;
- 3) Подключить прибор Щ – 300 (вольтметр) к контактам первой погоняемой секции резисторов на приспособлении контактом при помощи зажима «крокодил»;
- 4) Установить плату в приспособление контактное. При этом на цифровом табло прибора отражается значение сопротивления нулевой секции или первой секции резисторов в зависимости от исполнения платы;
- 5) Установить луч лазера, управляя перемещением координатного столика, на нулевую секцию или первый резистор первой секции;
- 6) Найти в графе 2 таблицы 1 значение сопротивления подгоняемой секции резисторов;
- 7) Определить по графе 3 таблицы 1 соответствующее значение сопротивления, до которого необходимо подогнать первый резистор первой секции;

Последовательность проведения операций лазерной подгонки

- 8) Включить луч лазера нажав кнопку «Подг» на блоке контроля и управления;
- 9) Произвести подгонку первого резистора первой секции до значения в 3 графе таблицы.
- 10) Отключить луч лазера при достижении требуемого сопротивления, нажав кнопку «Стоп»;
- 11) Подключить прибор Щ – 300 к контактам второй подгоняемой секции резисторов;
- 12) Повторить переходы 3 – 11 для подгонки резисторов остальных секций платы. Извлечь подогнанную плату из приспособления и уложить в тару;
- 13) Повторить переходы 3 – 14 для остальных плат партии;
- 14) По окончании работы отключить установку подгонки резисторов в соответствии с техническим паспортом;
- 15) Заполнить маршрутную карту и передать платы на следующую операцию.

Результат лазерной подгонки

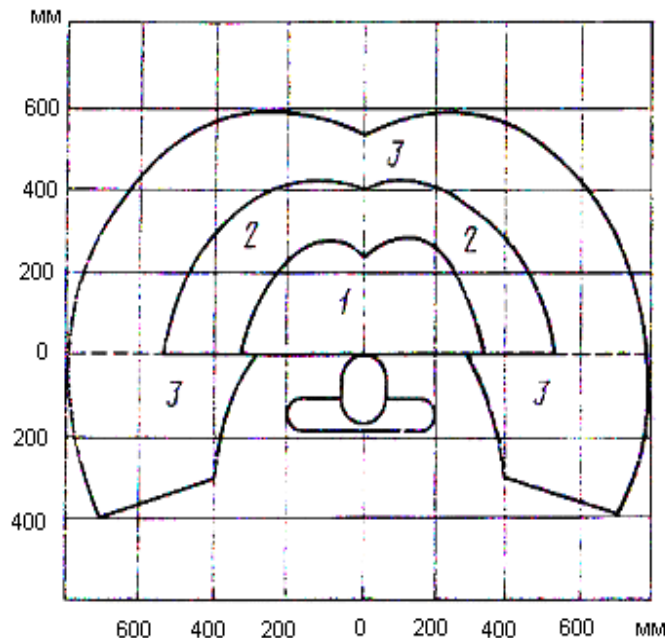
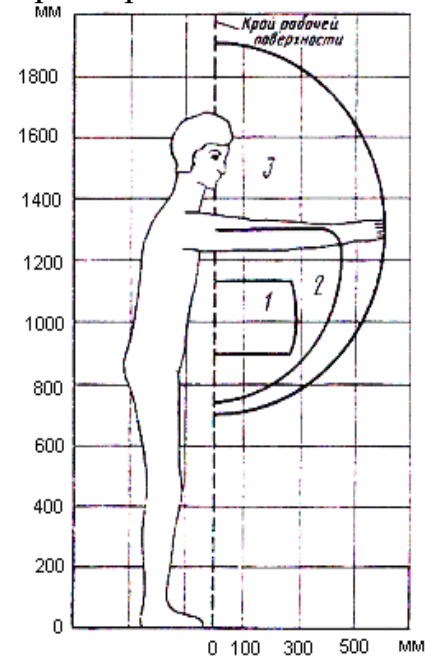


Организация рабочего места с учётом эргономических требований

Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека



Заключение

В ходе работы был разработан автоматический программно-аппаратный комплекс контроля нелинейности функциональной характеристики, образованной элементами набора резисторов типа НР1 – 52, для управления лазерной подгонкой датчиков уровня топлива.

Спасибо за внимание!