

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименования института полностью)

Кафедра «Промышленная электроника»
(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Интеллектуальные энергетические системы
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему СИСТЕМА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПАНЕЛИ ПРИБОРОВ АВТО-
МОБИЛЕЙ

Студент

Л.Д. Немтинов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.В. Прядилов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Объем 67 с., 15 рис., 15 табл., 21 источников
ПАНЕЛЬ ПРИБОРОВ, ПАНЕЛЬ ПРИБОРОВ АВТОМОБИЛЯ, ТЕ-
СТИРОВАНИЕ ПАНЕЛИ ПРИБОРОВ.

Объектом исследования является система тестирования панели прибо-
ров автомобиля.

Цель работы: разработка системы тестирования панели приборов авто-
мобиля.

Задачи работы:

- Обзор состояния вопроса
- Анализ исходных данных и существующих решений
- Разработка электрической принципиальной схемы
- Разработка платы дополнительных нагрузок
- Разработка алгоритма работы стенда

Данные задачи решены в 3 главах работы.

Степень внедрения: теоретически рассчитаны параметры системы, раз-
работаны схемы и выбраны элементы.

В данной работе происходит разработка система тестирования панели
приборов автомобиля. Выполнен обзор состояния вопроса, расчет электриче-
ской схемы, разработка платы дополнительных нагрузок.

Разработанная система позволяет тестировать панели приборов авто-
мобилей, выполненных в соответствии с:

ТУ 4573-005-43820854-2004 комбинации приборов автомобилей ВАЗ

ТУ 4573-002-43820854-97 комбинации приборов автомобилей ВАЗ

ТУ 4573-006-43820854-2004 комбинации приборов автомобилей Шев-
роле-Нива

Актуальность устройства заключается в возможности тестирования па-
нелей автомобиля без использования автомобиля.

Abstract

The title of the graduation work is Vehicle dashboard testing system.

The senior thesis consists of an introduction, 4 parts, a conclusion, 14 figures, 13 tables, the list of references including 5 foreign sources and the graphic part on 6 A1 sheets.

The object of research is vehicle dashboard testing system.

The aim of the graduation work is development of a vehicle dashboard testing system.

The key issue of the graduation work is the possibility of testing car panels without using a car.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are literature analysis; data analysis; development of an electrical circuit diagram; development of the additional load board; development of the bench algorithm; PCB layout.

We start with the statement of the problem and then logically pass over to its possible solutions. We then analyze the literature concerning our problem.

We give a review of possible solutions and choose the most suitable ones, develop an electrical circuit diagram, carry out theoretical calculations and select elements.

In conclusion we'd like to stress that we calculated the system parameters, designed schemes and selected elements.

Nevertheless, more experimental data are required.

The work is of interest for production facilities and specialized workshops.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Формулирование задач работы	7
1.2 Анализ исходных данных и существующих решений.....	20
2 Разработка и расчёт принципиальной электрической схемы устройства	31
2.1 Разработка функциональной схемы.....	31
2.2 Разработка и расчёт схемы дополнительных нагрузок.....	32
2.3 Разработка и расчёт общей принципиальной схемы	47
2.4 Разработка схем подключения кабелей.....	49
3 Разработка платы дополнительных нагрузок и конструкции стенда	55
4 Разработка алгоритма работы стенда.....	63
Заключение	68
Список используемой литературы	69
Приложение А Перечень элементов	71

Введение

В настоящее время понятие «качество» становится все более актуальным. Любое крупное производство, работающее с большим количеством поставщиков, старается снизить процент брака поступающих деталей и узлов. Тем самым обеспечивается более высокое качество выпускаемой продукции. Снижение процента поступающего брака достигается двумя способами:

- Входной контроль качества на производстве.
- Выходной контроль качества на заводе-поставщике.

Стоит разобраться с каждым из этих понятий в отдельности.

Входной контроль - это контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю, предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции.

Входной контроль является обязательным на предприятиях, разрабатывающих или изготавливающих промышленную продукцию, а также осуществляющих ее ремонт. Этот контроль организуется и проводится в соответствии с ГОСТ 24297–87, а также со стандартами и другой нормативно-технической документацией (НТД) предприятия.

Входной контроль необходимо проводить в специально отведенном помещении, оборудованном необходимыми средствами контроля, а также отвечающим требованиям безопасности труда.

Средства измерений и испытательное оборудование, используемые при входном контроле, выбирают в соответствии с требованиями НТД на контролируемую продукцию и ГОСТ 8.002–86. Если метрологические средства и методы контроля отличаются от указанных в НТД, то потребитель согласовывает технические характеристики используемых средств и методы контроля с поставщиком.

Во входном контроле участвуют: склад покупной продукции или цех-потребитель и центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ).

Рассмотренный метод имеет целый ряд преимуществ, но не эффективен с экономической точки зрения.

Гораздо выгоднее использовать жесткий выходной контроль качества на заводе-поставщике. Однако это не всегда возможно. В некоторых случаях поставщик бывает не в состоянии осуществить контроль качества своей продукции без участия главного производства. Часто это происходит из-за отсутствия необходимого диагностического оборудования.

В процессе транспортировки готовых деталей и узлов со складов завода-поставщика на главное производство также возможно появление брака. Поэтому возникает необходимость в проверке деталей и узлов, которые были признаны бракованными после сборки готового изделия. Т.е. появляется потребность в диагностическом устройстве, позволяющем быстро и оперативно осуществлять контроль качества детали или узла не на заводе-поставщике, а непосредственно на самом предприятии. Это позволит снизить экономические затраты на возврат ошибочно забракованной продукции.

В данной работе разработан стенд функционального контроля комбинации приборов (КП) автомобилей семейства ЛАДА. Это устройство позволяет совершать проверку функционирования КП шести модификаций: 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04, 2123.

Целью данной работы является уменьшение количества ошибочно забракованной продукции на предприятии, путем разработки и внедрения стенда на производство.

При использовании стенда будет достигнут высокий уровень контроля качества продукции завода-поставщика: ООО «Сименс ФДО Аутомотив» г. Чистополь. Тем самым, наше градообразующее предприятие ОАО «АВТО-ВАЗ» сможет снизить затраты на контроль качества поступаемой продукции, закрепленной за этим поставщиком. В конечном итоге это позволит получить ощутимый экономический эффект как для производителя, так и для завода-поставщика.

1 Состояние вопроса

1.1 Формулирование задач работы

Основной задачей ВКР является разработка стенда функционального контроля комбинаций приборов (СФК-КП4) автомобилей семейства ЛАДА.

Стенд предназначен для контроля функционирования комбинаций приборов (КП) шести модификаций: 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04, 2123. Тип проверяемой КП должен определяться подключаемым диагностическим кабелем.

Стенд разместится в ударопрочном кейсе, для удобства переноски, транспортирования и хранения.

Стенд должен будет обеспечивать проверку функционирования следующих электрических цепей:

- индикаторов неисправностей;
- индикаторов включения того или иного прибора;
- указателей: частоты оборотов коленчатого вала, скорости, температуры охлаждающей жидкости, уровня топлива и т.п.

Также стенд должен будет иметь возможность задания конкретной частоты оборотов коленчатого вала, скорости, температуры охлаждающей жидкости, уровня топлива и т.п. для каждого типа комбинаций приборов.

Отображение информации будет происходить на:

- жидкокристаллическом дисплее;
- светодиодных индикаторах.

Напряжение питания от 220 В \pm 15% , частотой (50 \pm 1) Гц.

Потребляемая мощность не более 25 Вт.

Стенд должен будет иметь защиту по всем контактам разъема для подключения кабелей комбинаций приборов:

- от возможного короткого замыкания;
- от попадания напряжения + 13,5 В.

Таким образом, для решения основной задачи ВКР, то есть для создания стенда, необходимо осуществить некоторые второстепенные задачи, а именно:

- провести поиск технической литературы по данной тематике;
- проанализировать исходные данные для работы над ВКР;
- попытаться найти существующие аналогичные решения в данной области;
- разработать принципиальную электрическую схему устройства:
 - разработать функциональную схему устройства;
 - разработать и рассчитать схему дополнительных нагрузок, имитирующую работу разнообразных датчиков;
 - разработать схемы подключения кабелей;
- разработать плату дополнительных нагрузок;
- проанализировать полученные данные и разработать конструкцию стенда;
- разработать алгоритм работы стенда;

Последовательное выполнение данных второстепенных задач ВКР приведет к разработке стенда, полностью удовлетворяющего поставленным требованиям.

Методы контроля работы стенда должны соответствовать методам, принятым на автомобилестроительных заводах России. В целях ознакомления, ниже приведены некоторые из них.

Все испытания, если их условия не оговариваются отдельно, следует проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха плюс (23 ± 3) °С;
- относительная влажность воздуха от 45% до 80%;
- атмосферное давление от 84,0 кПа до 106,7 кПа (от 630 мм.рт.ст. до 800 мм.рт.ст.);
- напряжение питания $(13,5 \pm 0,5)$ В постоянного тока;

- в положении монтажа (установочное положение и точки крепления как в автомобиле).

Проверки функций комбинаций приборов.

Функции испытуемых образцов (такие как положения и перемещения стрелок, основных и дополнительных погрешностей указателя спидометра, цифрового индикатора счетчика пробега, тахометра, указателя уровня топлива, указателя температуры охлаждающей жидкости, точности показаний цифрового индикатора температуры окружающей среды, функции бортового компьютера) определяются визуально.

Проверки и испытания, если их условия не оговариваются отдельно, следует проводить при точных, фиксированных значениях уровней и форм входных сигналов, в положении монтажа. Значения напряжения питания, параметры входных и выходных сигналов должны задаваться с помощью универсальных приборов (например генератора частоты, источника питания) или специального технологического или испытательного оборудования (стенд окончательного контроля), которые формируют требуемую форму, амплитуду и длительность входных сигналов.

Проверку внешнего вида комбинаций приборов следует производить внешним осмотром с расстояния 0,6 – 0,9 м без увеличительного прибора.

Проверку освещения шкалы, стрелок и дисплеев, включения сигнализаторов комбинаций приборов на соответствие требованиям следует проводить с расстояния 0,6 м в затемненном помещении или используя затемняющий экран путем сравнения с освещением контрольного образца. Не допускаются ослепляющие участки и явно выраженная неравномерность освещения.

Проверку габаритных, установочных и присоединительных размеров следует проводить универсальным измерительным инструментом или специальными калибрами.

Проверку основной погрешности спидометра следует проводить в соответствии с техническими условиями.

Проверку цифрового индикатора пройденного пути следует проводить в соответствии с техническими условиями. Проверку продолжительности задержки переключения сегментов индикатора не проводить.

Проверку погрешности счетчика общего пробега проводить следующим образом: на вход спидометра в течение времени (3600 ± 5) с подать постоянную частоту $(201,08 \pm 1)$ Гц. Показания счетчика общего пробега должны составлять $(120 \pm 2,2)$ км. Значение погрешности приведены с учетом погрешности средств измерения.

Проверку сброса показаний счетчика суточного пробега (проверку установки на нуль) следует производить только на функционирование, интервалы времени не проверять. Проверку проводить следующим образом:

- нажать на кнопку и удерживать ее в нажатом положении в течение времени более 3 с – должен происходить сброс показаний;
- нажать на кнопку и удерживать ее в нажатом положении в течение времени менее 3 с – сброса показаний не должно происходить.

Проверку основной погрешности тахометра следует проводить в соответствии с техническими условиями.

Проверку основной погрешности указателя уровня топлива следует проводить в соответствии с техническими условиями. Измерения производить при уменьшающихся показаниях (от полного бака к пустому). Вход указателя уровня топлива необходимо нагружать сопротивлениями в соответствии с таблицей, указанной в технических условиях.

Проверку основной погрешности указателя температуры охлаждающей жидкости следует проводить в соответствии с техническими условиями. Измерения производить при увеличивающихся показаниях (от холодного двигателя к горячему).

Проверку показаний цифрового индикатора часов / температуры окружающей среды следует проводить в соответствии с техническими условиями. Проверку следует производить только на функционирование, интервалы времени не проверять.

Проверку установки часов и минут производить в режиме установки времени. Проверка и регулировка точности показаний часов производится в процессе изготовления комбинаций приборов путем проверки и регулировки частоты внутреннего генератора на специальном технологическом оборудовании.

Проверку переключения между индикацией времени и индикацией температуры окружающей среды производить путем нажатия на клавиши подрулевого переключателя в соответствии с техническими условиями.

Проверку точности показаний цифрового индикатора температуры окружающей среды следует проводить, нагружая вход индикатора температуры сопротивлениями в соответствии с таблицей, указанной в технических условиях. Показания индикатора температуры окружающей среды при заданных значениях сопротивлений должны соответствовать указанным в технических условиях с учетом допусков.

Проверку мигающей индикации при снижении температуры следует производить только на функционирование, интервалы времени и продолжительность задержки переключения сегментов индикатора не проверять. Проверку производить следующим образом:

- нагрузить вход индикатора температуры сопротивлением, соответствующим значению температуры 30 °С;
- нагрузить вход индикатора температуры сопротивлением, соответствующим значению температуры 0 °С.

Проверку положения стрелок следует проводить в соответствии с техническими условиями.

- положение стрелок спидометра и тахометра проверять при поданном напряжении питания ($13,5 \pm 0,5$) В и отсутствии входных сигналов на входах спидометра и тахометра — стрелки должны находиться в диапазоне первого деления шкалы;
- положение стрелок указателей "уровень топлива" и "температура охлаждающей жидкости" проверять при отсутствии напряжения пита-

ния — стрелки должны находиться ниже первого деления шкалы не более 5 угловых градусов.

Проверку расстояния между нижней стороной стрелки в сборе (нижней стороной колпачка) и циферблатом следует производить при помощи измерительного калибра в процессе сборки до закрытия комбинации приборов защитным стеклом. Проверка производится при тарировке технологического оборудования. Расстояние не должно превышать 1,3 мм.

Проверку колебаний стрелок следует производить в соответствии с техническими условиями, подавая постоянные частоты:

- а) на вход спидометра — частоты, соответствующие значениям скорости 40, 80, 120 км/ч;
- б) на вход тахометра — частоты, соответствующие значениям оборотов 1000, 3000, 5500 об/мин.

Стрелки спидометра и тахометра не должны иметь колебаний, превышающих по всему измерительному диапазону значение $\pm 0,5\%$ от полного угла отклонения.

Проверку перемещения стрелки указателя температуры охлаждающей жидкости следует производить визуально, наблюдая перемещение стрелки. Последовательно нагрузить вход указателя температуры охлаждающей жидкости сопротивлениями, соответствующими температуре 50 °С, 90 °С и 115 °С. Стрелка должна двигаться плавно и без рывков.

Проверку демпфирования стрелки указателя уровня топлива и сигнализации резерва топлива следует производить следующим образом:

Проверка демпфирования при включении зажигания.

- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 7 Ом, соответствующим показанию «полный»;
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
- подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
- измерить время установления стрелки указателя уровня топлива на

- отметке «полный» (должно быть не более 5 с);
- отключить клеммы 15 и 30;
- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 330 Ом, соответствующим показанию «пустой»;
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
- подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
- измерить время загорания сигнализатора «резерв топлива» (должно быть не более 2 с).

Проверка демпфирования при кратковременном отключении зажигания.

- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 7 Ом, соответствующим показанию «полный»;
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
- подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
- после установления стрелки указателя уровня топлива на отметке «полный» отключить клемму 15 на время, не превышающее 13 с;
- измерить время установления стрелки указателя уровня топлива на отметке «полный» при повторном включении зажигания (должно быть не более 5 с);

Проверка демпфирования при длительном отключении зажигания.

При изменении уровня топлива, не превышающем 4,5 л:

- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 118 Ом, соответствующим показанию 24 л («1/2»);
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
- подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
- после установления стрелки указателя уровня топлива на отметке «1/2» отключить клемму 15 на время, превышающее 13 с;
- при отключенной клемме 15 нагрузить вход указателя уровня топлива сопротивлением 104 Ом, соответствующим показанию 27 л;

- включить клемму 15 через промежуток времени, превышающий 13 с после ее отключения;
- измерить время установления стрелки указателя уровня топлива на отметке «1/2» от момента включения зажигания (должно быть не более 5 с);

При изменении уровня топлива, превышающем 4,5 л:

- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 263 Ом, соответствующим показанию 6 л («резерв»);
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
- подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
- после установления стрелки указателя уровня топлива на отметке 6 л («резерв») отключить клемму 15 на время, превышающее 13 с;
- при отключенной клемме 15 нагрузить вход указателя уровня топлива сопротивлением 7 Ом, соответствующим показанию «полный»;
- включить клемму 15 через промежуток времени, превышающий 13 с после ее отключения;
- измерить время установления стрелки указателя уровня топлива на отметке «полный» от момента включения зажигания (должно быть не более 5 с);

Проверка демпфирования при остановке автомобиля без выключения зажигания.

При изменении уровня топлива, не превышающем 4,5 л:

- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 104 Ом, соответствующим показанию 27 л;
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
- подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
- подать на вход спидометра сигнал, соответствующий скорости не менее 2 км/час (автомобиль движется);

- подать на вход спидометра сигнал, соответствующий скорости не более 1 км/час (автомобиль стоит);
- нагрузить вход указателя уровня топлива сопротивлением 118 Ом, соответствующим показанию 24 л («1/2»);
- через промежуток времени, превышающий 13 с от момента остановки автомобиля, подать на вход спидометра сигнал, соответствующий скорости не менее 2 км/час (автомобиль движется);
- измерить время установления стрелки указателя уровня топлива на отметке 24 л («1/2») от момента повторного начала движения (должно быть $T \approx 3$ мин);
- аналогично произвести проверку демпфирования при изменении сигнала уровня топлива со 118 Ом до 104 Ом (должно быть $T \approx 10$ мин).

При изменении уровня топлива, превышающем 4,5 л:

- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 263 Ом, соответствующим показанию 6 л («резерв»);
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
- подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
- подать на вход спидометра сигнал, соответствующий скорости не менее 2 км/час (автомобиль движется);
- подать на вход спидометра сигнал, соответствующий скорости не более 1 км/час (автомобиль стоит);
- через промежуток времени, превышающий 13 с от момента остановки автомобиля, изменить величину сигнала уровня топлива до значения 7 Ом, соответствующего показанию «полный»;
- измерить время установления стрелки указателя уровня топлива на отметке «полный» от момента изменения величины сигнала уровня топлива (должно быть 10...25 с);

Проверка демпфирования при движущемся автомобиле.

- вход указателя уровня топлива нагрузить сопротивлением 60 Ом, со-

- ответствующим показанию 36 л («3/4»);
- подать на клемму 30 напряжение питания 13,5 В;
 - подать на клемму 15 напряжение питания 13,5 В;
 - подать на вход спидометра сигнал, соответствующий скорости не менее 2 км/час (автомобиль движется);
 - нагрузить вход указателя уровня топлива сопротивлением 263 Ом, соответствующим показанию 6 л («резерв»);
 - измерить время установления стрелки указателя уровня топлива на отметке 6 л («резерв») от момента изменения величины сигнала уровня топлива (должно быть 32 + 5 мин);
 - аналогично произвести проверку демпфирования при изменении сигнала уровня топлива со 194 Ом, соответствующего показанию 12 л («1/4»), до 118 Ом, соответствующего показанию 24 л (должно быть 38 + 5 мин).

Испытание на работоспособность в интервале рабочих температур следует проводить, поместив испытуемый образец в камеру тепла и холода следующим образом:

- динамически управляя всеми указателями и индикаторами;
- включая лампы следующим образом: лампы подсветки включать синхронно с клеммой 15; сигнализаторы включать и выключать через один попеременно на 5 минут каждую группу;
- функциональный контроль элементов управления: повторное приведение в действие во время изменения температуры;
- визуальный контроль функционирования при включенной клемме 15.

После испытаний провести визуальный осмотр и проверить функционирование при температуре плюс $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ и напряжении питания $(13,5 \pm 0,5)$ В.

Испытание на сохранение работоспособности после воздействия пониженной и повышенной температуры следует проводить, поместив испытуе-

мый образец в камеру тепла и холода, в которой устанавливается максимальная, а затем минимальная температура. После испытаний провести визуальный осмотр.

Испытание на воздействие температурных циклов следует проводить на испытуемых образцах, к которым не подключены напряжение питания и ни один из входов и выходов. Время перемещения комбинаций приборов из камеры холода в камеру тепла и обратно должно быть не более 10 с. Продолжительность испытаний — 10 циклов. После испытаний провести визуальный осмотр.

Проверку погрешностей указателей при изменении напряжения питания проводить следующим образом:

- проверить значения погрешностей указателей в соответствии с техническими условиями при напряжении питания 10,8 В;
- проверить значения погрешностей указателей в соответствии с техническими условиями при напряжении питания 15 В.

Значения погрешностей должны соответствовать указанным в технических условиях.

Проверку на воздействие напряжения питания обратной полярности проводить следующим образом:

- подать напряжение питания ($14 \pm 0,2$) В;
- подать на входы комбинаций приборов сигналы таким образом, чтобы стрелки всех указателей находились в середине шкал;
- подать напряжение питания обратной полярности минус 12 В в течение 5 минут.

После испытаний провести визуальный осмотр и проверить функционирование при температуре плюс (23 ± 5) °С и напряжении питания ($14 \pm 0,2$) В.

Проверку на воздействие повышенного напряжения питания 18 В проводить следующим образом:

- подать напряжение питания ($18 \pm 0,2$) В на клеммы 15, 30, 61;
- подать на входы комбинаций приборов сигналы, соответствующие показаниям стрелок всех указателей в середине шкал;
- включить все лампы подсветки циферблата и дисплеев и включить через один сигнализаторы;
- выдержать испытуемые образцы в указанных условиях в течение 2 часов, контролируя функционирование комбинаций приборов.

После испытаний провести визуальный осмотр и проверить функционирование при температуре плюс (23 ± 5) °С и напряжении питания ($14 \pm 0,2$) В.

Проверку на воздействие повышенного напряжения питания 24 В проводить при выключенных лампах подсветки циферблата и дисплеев и выключенных сигнализаторов (сигнализатор заряда батареи должен быть включен в любом случае) следующим образом:

- клемму 61 соединить с массой;
- одновременно подать на клеммы 15 и 30 напряжение питания ($24 \pm 0,2$) В;
- подать на входы комбинаций приборов сигналы, соответствующие показаниям стрелок всех указателей в середине шкал;
- выдержать испытуемые образцы в указанных условиях в течение времени 5 минут, контролируя функционирование комбинаций приборов.

Проверку показаний цифровых индикаторов после прерывания входных сигналов и напряжения питания проводить следующим образом:

- подать напряжение питания ($13,5 \pm 0,5$) В на клемму 15 и клемму 30;
- зафиксировать показания индикатора счетчика общего пробега;
- установить показания индикатора счетчика суточного пробега отличными от нулевого значения.

- нагрузить вход индикатора температуры окружающей среды сопротивлением таким образом, чтобы индикация температуры была отлична от нулевого значения;
- разорвать цепь питания по клемме 15 на время 10 с;
- восстановить цепь питания по клемме 15.
- После восстановления цепи по клемме 15 показания всех индикаторов должны соответствовать показаниям до разрыва цепей.
- разорвать все цепи (входные и питания) комбинаций приборов на время 10 с;
- восстановить все цепи комбинаций приборов.
- 25. Методика проведения испытаний на устойчивость комбинаций приборов к внешнему электромагнитному полю - в соответствии с РД 3174.37.101.002-2003.

Методика измерения напряженности поля промышленных радиопомех, излучаемых комбинациями приборов в эфир, - в соответствии с РД 3174.37.101.002-2003.

Методика измерения напряжения радиопомех, создаваемых комбинациями приборов в цепях питания, - в соответствии с РД 3174.37.101.002-2003.

Испытания на воздействие помех в сигнальных бортовых цепях проводить путем воздействия импульсами помех на провода датчиков при выключенных лампах подсветки циферблата и дисплеев и выключенных контрольных лампах.

Проверку функционирования бортового компьютера следует проводить следующим образом:

- на входы комбинаций приборов подать сигналы, соответствующие произвольным средним значениям параметров;

- производить проверку функционирования бортового компьютера в соответствии с алгоритмом, осуществляя замыкание к массе контактов разъема, задействованных в управлении подрулевым переключателем.

Проверку следует производить только на функционирование, без снятия показаний. Точность показаний маршрутного компьютера обеспечивается тестированием на этапе создания программного обеспечения.

30. Для включения режима самодиагностики необходимо нажать кнопку Reset комбинации приборов и, удерживая ее, включить кл. 15.

Примечание. Самодиагностика прекращается в случае появления на входах спидометра или тахометра сигналов, а также через 20 с после начала самодиагностики, если не произведены последующие переключения.

1.2 Анализ исходных данных и существующих решений

Исходные данные для работы над ВКР отражены в технических требованиях на стенд функционального контроля комбинаций приборов в таблице 1.

Таблица 1 – Технические требования на стенд функционального контроля комбинаций приборов 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04, 2123

1	Назначение прибора	контроль функционирования приборов
2	Тип прибора	переносной
3	Условия эксплуатации	нормальные
4	Питание прибора	~220 В, 50 Гц
5	Требование к напряжению питания, подаваемому на КП	13,5 ± 0,5 В, защита от КЗ
6	Положение оператора	определение правильного положения оператора в течение операции контроля
7	Вид контроля	визуальный контроль
8	<p>Допуска значений датчиков:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровня топлива (Ом/°литр); - температуры охлаждающей жидкости (Ом/°С); - температуры окружающей среды (Ом/°С); - скорости (Гц/км); - оборотов коленчатого вала (Гц/об.) - расхода топлива* 	<p>согласно</p> <p>ТУ 4573-002-43820854-97</p> <p>ТУ 4573-006-43820854-2004</p> <p>ТУ 4573-005-43820854-2004</p>
9	Управление цепями	батарея «+», зажигание «+», освещение комбинации приборов «+», все лампы должны иметь отдельное управление, подрулевой выключатель*
10	Прочее	кабель соединения КП и стенда съемный

* - только для моделей КП 11180-10

Разрабатываемый стенд функционального контроля комбинаций приборов должен имитировать работу разнообразных датчиков, таких как: датчик уровня топлива, температуры охлаждающей жидкости, температуры окружающей среды, скорости, оборотов коленчатого вала, расхода топлива.

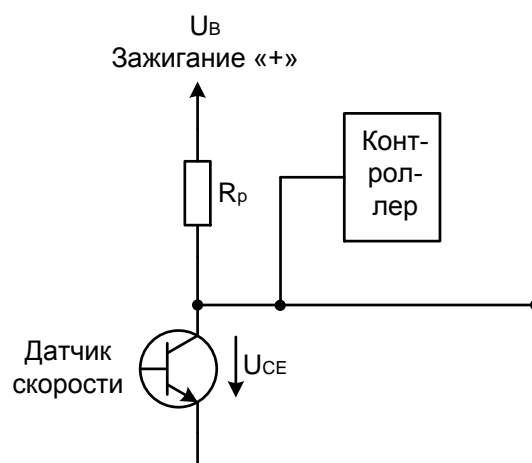
Ниже рассмотрены параметры, формы сигналов и схемы подключения используемых датчиков [12, 13, 14].

Датчик скорости

Схема подключения датчика скорости изображена на рисунке 1.

Описание сигнала:

- Датчик выдает импульсы пробега, калибруемые с помощью К-фактора.
- Выходная частота: $0 \leq f \leq 339,9$ Гц (соответствует 0 – 200 км/ч).
- Отношение длительности импульса к периоду: $50 \pm 30\%$.
- Форма сигнала – прямоугольный импульс.
- Низкое напряжение: $\leq 0,6$ В при $U_B = 5$ В;
 $\leq 0,8$ В при $U_B = 15$ В.
- Высокое напряжение: $\geq 0,9 * U_B$.
- Входной ток: $I_{\min} = 1$ мА при 13,5 В.



$$10 \text{ кОм} \leq R_p \leq 12,1 \text{ кОм}$$

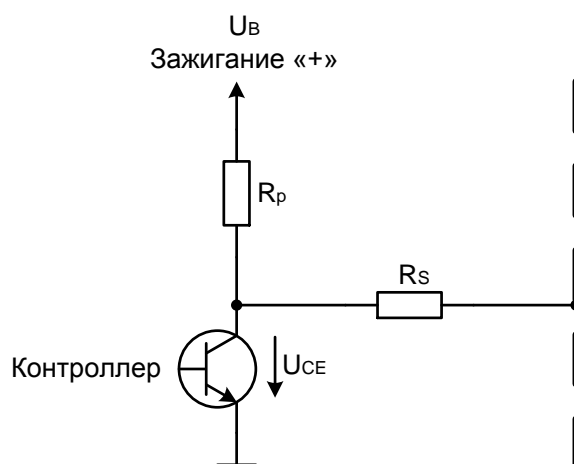
Рисунок 1 – Схема подключения датчика скорости
(транзистор на выходе).

Датчик числа оборотов коленчатого вала

Схема подключения датчика числа оборотов коленчатого вала изображена на рисунке 2.

Описание сигнала:

- При одном обороте коленчатого вала генерируются 2 импульса числа оборотов.
- Выходная частота: $0 \leq f \leq 233,33$ Гц (соответствует 0 – 7000 об/мин).
- Отношение длительности импульса к периоду: 33%.
- Форма сигнала – прямоугольный импульс.
- Низкое напряжение: ≤ 1 В.
- Высокое напряжение: $\geq 0,8 * U_B$.
- Входной ток: $I_{\min} = 1$ мА при 13,5 В.
- Длительность импульса: $\geq 1,43$ мс.



$$1,3 \text{ кОм} \leq R_p \leq 4,7 \text{ кОм}$$

$$R_s \leq 464 \text{ Ом}$$

Рисунок 2 – Схема подключения датчика числа оборотов

коленчатого вала (контроллер с транзистором на выходе).

Датчик уровня топлива

Схема подключения датчика уровня топлива изображена на рисунке 3.

Описание сигнала:

- Сопротивление датчика: 7 - 330 Ом.
- $I_{\min} > 10$ мА при 13,5 В и 330 Ом.

Основная погрешность указателя уровня топлива относительно цифровых отметок шкалы не должна превышать значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Основная погрешность указателя уровня топлива

Показания	Показания в литрах	Заданное сопротивление датчика, Ом	Допуск показаний в угловых градусах	Сопротивление датчика (стрелка на рисках), Ом	
				min	max
Пустой	0	> 330	- 5	288,7	330
Резерв (1/8)	6	252	± 2	232,1	263
1/4	12	194	$\pm 3,6$	181,8	229,8
1/2	24	118	$\pm 3,6$	108,7	130,2
3/4	36	60	$\pm 3,6$	52,4	69,3
Полный	48	< 7	+ 5	7	22,9

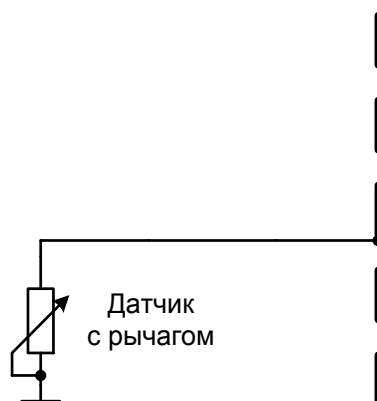


Рисунок 3 – Схема подключения датчика уровня топлива.

Датчик температуры охлаждающей жидкости

Схема подключения датчика температуры охлаждающей жидкости изображена на рисунке 4.

Описание сигнала:

- Сопротивление датчика: 38 - 702,5 Ом.
- $I_{\min} > 10$ мА при 13,5 В и 702,5 Ом.

Основная погрешность указателя температуры охлаждающей жидкости относительно цифровых отметок шкалы для комбинаций приборов 2123 не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Основная погрешность указателя температуры охлаждающей жидкости для комбинаций приборов 2123

Показания, °С	Заданное сопротивление датчика, Ом	Допуск показаний в угловых градусах
50	331,3	± 4,5
85	115,08	± 4,5
90	77,07	± 4,5
110	49,35	± 4,5
119	48,39	± 2,0
130	37,48	± 4,5

Для всех остальных типов комбинаций приборов основная погрешность указателя температуры охлаждающей жидкости относительно цифровых отметок шкалы не должна превышать значений, указанных в таблице 4.

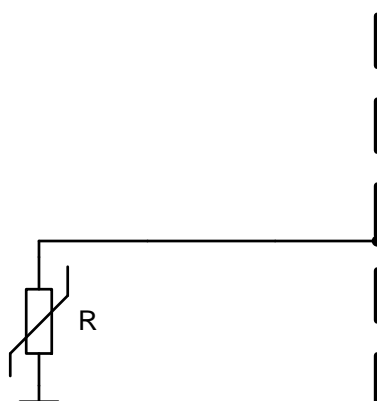


Рисунок 4 – Схема подключения датчика температуры охлаждающей жидкости.

Таблица 4 – Основная погрешность указателя температуры охлаждающей жидкости для комбинаций приборов 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04

Показания, °С	Заданное сопротивление датчика, Ом	Допуск показаний в угловых градусах	Сопротивление датчика (стрелка на рисках), Ом	
			min	max
50	> 702,5	± 3,6	612,0	845,5
70	335	± 3,6	304,9	395,7
90	175,5	± 3,6	160,9	196,5
110	98	± 3,6	92,5	108,2
115	86,5	± 2,0	81,9	89,6
130	< 58	± 3,6	51,9	64,1

Датчик температуры окружающей среды

Схема подключения датчика температуры окружающей среды изображена на рисунке 5.

Описание сигнала:

- Сопротивление датчика: 1597,8 - 100980,0 Ом.
- $I_{\min} > 35$ мкА при 13,5 В и 100980,0 Ом.

Точность показаний цифрового индикатора температуры окружающей среды должна соответствовать значениям, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Точность показаний цифрового индикатора температуры окружающей среды

Заданное сопротивление датчика, Ом	Допуск для испытательного датчика, %	Показания, °С	Допуск показаний, °С
100 980	± 0,1	- 40	± 3,9
53 100	± 0,1	- 30	± 3,4
28 136	± 0,1	- 20	± 2,9
16 602	± 0,1	-10	± 2,4
9 798	± 0,1	0	± 2
5 970	± 0,1	+10	± 1,5
3 747	± 0,1	+20	± 1,9
2 417,4	± 0,1	+30	± 2,2
1 597,8	± 0,1	+40	± 2,5

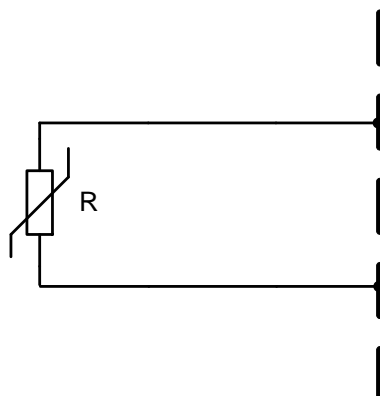


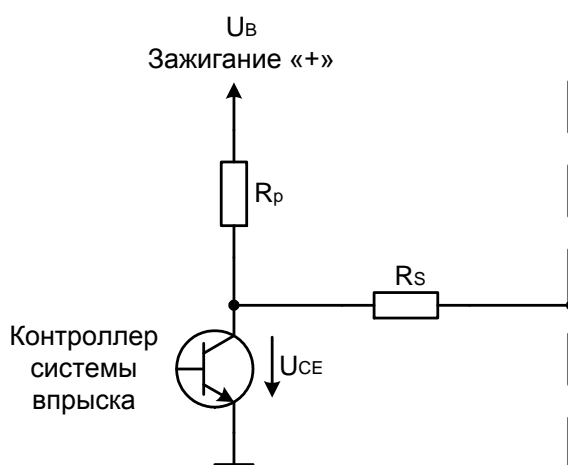
Рисунок 5 – Схема подключения датчика температуры окружающей среды.

Датчик расхода топлива

Схема подключения датчика расхода топлива изображена на рисунке 6.

Описание сигнала:

- Сигнал расхода поставляет частоту в зависимости от впрыскиваемого количества топлива. Потребление суммируется в течение 1 сек. и выводится в виде частоты.
- $f_{\min} = 2,2$ Гц соответствует 0,5 л/ч.
- $f_{\max} = 1000$ Гц соответствует 225 л/ч.
- Форма сигнала – прямоугольный импульс.
- Низкое напряжение: ≤ 1 В.
- Высокое напряжение: $\geq 0,8 * U_B$.
- Входной ток: $I_{\min} = 1$ мА при 13,5 В.
- Длительность импульса: $\geq 0,8$ мс.



$$1,47 \text{ кОм} \leq R_p \leq 4,7 \text{ кОм}$$

$$R_s = 46,4 \text{ Ом}$$

Рисунок 6 – Схема подключения датчика расхода топлива (контроллер системы впрыска с транзистором на выходе).

2 Разработка и расчёт принципиальной электрической схемы устройства

2.1 Разработка функциональной схемы

Данная работа посвящена созданию стенда функционального контроля комбинаций приборов (СФК-КП4) автомобилей семейства ЛАДА. Чтобы отвечать всем поставленным на него техническим требованиям, устройство должно содержать следующие функциональные узлы:

- **Схема электропитания**, выполняющая связь напряжения питающей сети с блоком питания.
- **Схема защиты**, позволяющая уберечь стенд от возможного скачка напряжения в питающей сети и короткого замыкания в цепях стенда.
- **Блок питания**, служащий для преобразования уровня напряжения питающей сети в уровень, необходимый для работы всех блоков стенда.
- **Плата управления**, позволяющая осуществлять управление блоками стенда по заданной программе. Также плата управления содержит: 16 логических входов; 16 выходов с верхним ключом (замыкающихся на напряжение питания) и током до 1 А; 4 выхода с нижним ключом (замыкающихся на общий вывод) и током до 1 А;
- 4 выхода функционального генератора для имитации частотных датчиков; 8 выходов с открытым коллектором.
- Плата индикации, выполняющая роль визуализации режимов работы и управления.
- Плата дополнительных нагрузок, имитирующая работу разнообразных датчиков, таких как: датчик уровня топлива, температуры охлаждающей жидкости, температуры окружающей среды, износа тормозных накладок, аварийного давления масла в системе смазки двигателя и т.п.
- Кнопки управления на плате индикации, служащие для задания тестируемых параметров, а также для организации работы всего стенда.

- Присоединительный жгут, выполняющий связь стенда функционального контроля с тестируемой комбинацией приборов.
- Комбинация приборов одной из шести модификаций: 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04, 2123.

Исходя из полученного описания отдельных функциональных узлов, была составлена функциональная схема разрабатываемого стенда, изображенная на рисунке 7.

2.2 Разработка и расчёт схемы дополнительных нагрузок

Разрабатываемый стенд предназначен для контроля функционирования комбинаций приборов (КП) шести модификаций: 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04, 2123.

Для того чтобы лучше понять работу стенда необходимо ознакомиться с перечнем исследуемых цепей КП, который отображен в таблице 6.

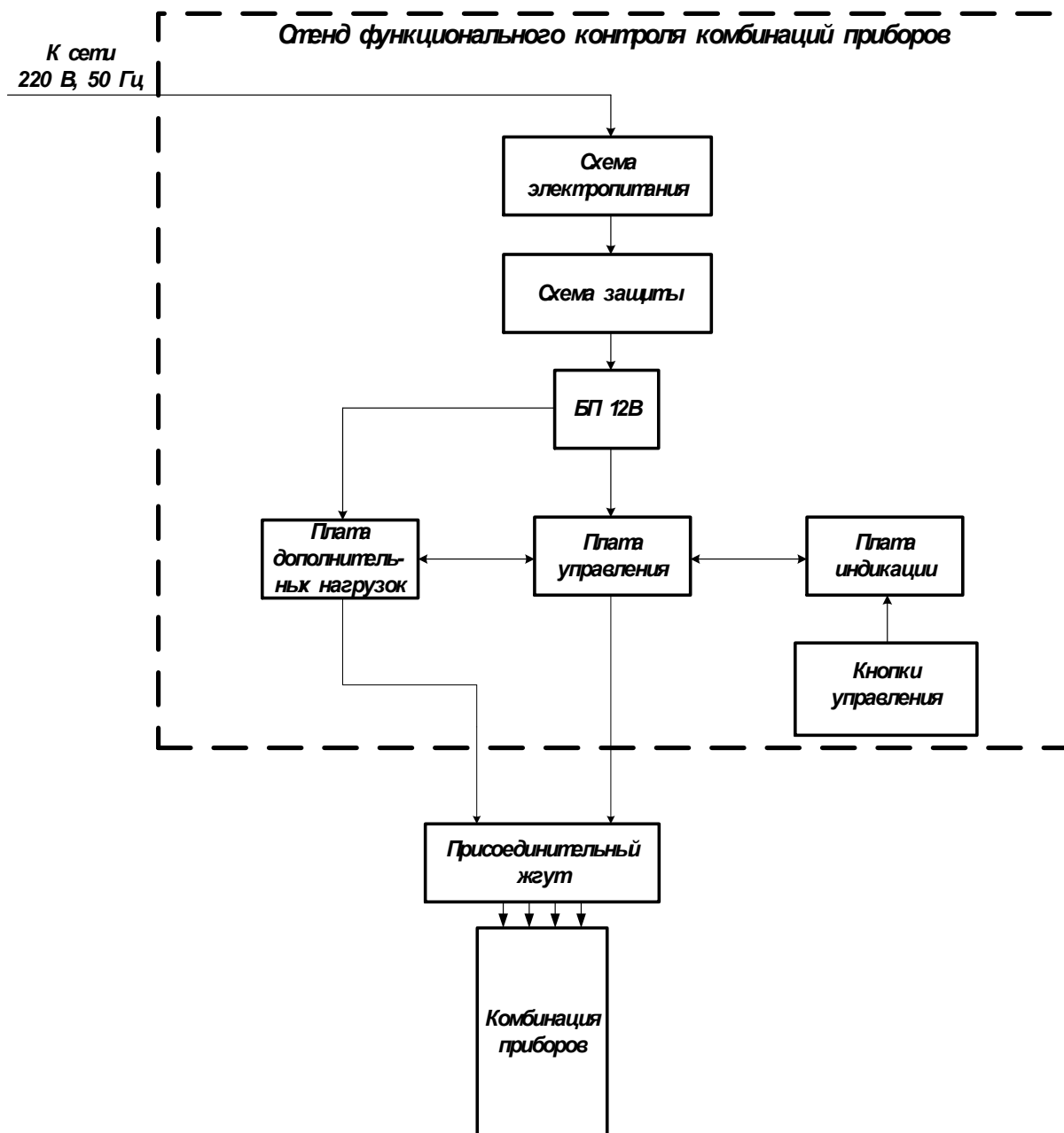


Рисунок 7 – Функциональная схема стенда функционального контроля комбинаций приборов (СФК-КП4) автомобилей семейства ЛАДА.

Таблица 6 – Исследуемые цепи КП

№ п/п	Цепи КП	Управляющий сигнал
1	Подсветка	Верхний ключ
2	Стартер	Верхний ключ
3	Батарея	Верхний ключ
4	Зажигание	Верхний ключ
5	Сигнализатор «Габариты»	Верхний ключ
6	Сигнализатор «Дальний свет фар»	Верхний ключ
7	Сигнализатор «Поворотник правый»	Верхний ключ
8	Сигнализатор «Поворотник левый»	Верхний ключ
9	Сигнализатор «Аварийная сигнализация»	Верхний ключ
10	Сигнализатор «Аварийный уровень тормозной жидкости»	Верхний ключ
11	Сигнализатор «Аккумулятор»	Ключ к массе
12	Сигнализатор «Двигатель»	Ключ к массе
13	Сигнализатор «Низкий уровень жидкости омывателя»	Ключ к массе
14	Сигнализатор «Износ тормозных накладок»	Ключ к массе

Продолжение таблицы 6

15	Сигнализатор «Стояночный тормоз»	Ключ к массе
16	Сигнализатор «Дефект тормоза»	Ключ к массе
17	Сигнализатор «Давление масла»	Ключ к массе
18	Сигнализатор «Низкий уровень охлаждающей жидкости»	Ключ к массе
19	Сигнализатор «Электроусилитель руля»	Ключ к массе
20	Сигнализатор «Иммобилайзер»	Ключ к массе
21	Сигнализатор «Воздушная подушка»	Ключ к массе
22	Ремни безопасности	Ключ к массе
23	Сигнализатор «Противобуксовочная система»	Ключ к массе
24	Сигнализатор «Антиблокировочная система»	Ключ к массе
25	Подрулевой переключатель: Обнуление	Ключ к массе
26	Подрулевой переключатель: Функция 1	Ключ к массе
27	Подрулевой переключатель: Функция 2	Ключ к массе
28	Скорость	Генератор
29	Обороты	Генератор
30	Расход топлива	Генератор
31	Уровень топлива	Резистивный ЦАП
32	Температура охлаждающей жидкости	Резистивный ЦАП
33	Температура воздуха	Резистивный ЦАП
34	Земля	GND

Анализируя данный перечень исследуемых цепей КП можно произвести подсчет количества управляющих сигналов. Видно, что для правильной работы стенда нам потребуется:

- 10 выходов с верхним ключом;

- 17 ключей к массе, т.е. выходов с нижним ключом и с открытым коллектором (стоком);
- 3 выхода функционального генератора;
- 3 выхода резистивного ЦАП.

Согласно разделу 2.1 плата управления не может обеспечить нужные выходы в полном объеме. Таким образом, возникает необходимость в использовании дополнительной платы, а именно в плате дополнительных нагрузок. Она будет обеспечивать работу недостающих выходов.

Получается, что плата дополнительных нагрузок должна содержать в себе не менее:

- 5 ключей к массе, т.е. выходов с открытым коллектором (стоком);
- 3 выходов резистивного ЦАП.

Для имитации датчиков ключей к массе целесообразно применить полевые транзисторы, так как при малых габаритах они имеют низкое сопротивление перехода сток - исток в открытом состоянии и потребляют меньше энергии на управление, по сравнению с биполярными транзисторами.

Для организации резистивного ЦАП также целесообразно применить полевые транзисторы, так как по сравнению с биполярными на малых токах они имеют меньшее падение напряжения на выходе. Таким образом, это падение напряжения не будет оказывать существенного влияния на точность резистивного ЦАП.

Резистивный ЦАП строится методом параллельного подключения резисторов. Каждый из них отличается от предыдущего удвоенным номиналом сопротивления, а номинал последнего равен номиналу предпоследнего.

Для управления транзисторами применим микросхемы регистров с последовательной загрузкой и «защелкой». Применение регистров с последовательной загрузкой уменьшает количество используемых линий управления до трех.

Таким образом, для организации трех резистивных 8-ми разрядных ЦАП и 8-ми выходов с открытым стоком нам понадобится 4 микросхемы реги-

стров. В качестве последних выбрали микросхемы типа 74НС595 фирмы «Fairchild Semiconductor» в корпусах SOIC-16 [17]. Параметры выбранных микросхем свели в таблицу 7. Полученную схему резистивного 8-ми разрядного ЦАП [3] изобразили на рисунке 8.

Таблица 7 – Основные параметры микросхем серии 74НС595

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	2 ... 6
Выходной ток, мА	35
Максимально допустимый ток через общий вывод, мА	70
Мощность рассеяния, мВт	600
Предельная рабочая температура, °С	-65 ... +150

Для того чтобы выбрать полевые транзисторы, рассмотрим некоторые требования, предъявляемые к ним:

- Так как напряжение на выходе микросхем регистров порядка 4,5 В, то у полевых транзисторов минимальное напряжение управления в режиме насыщения не должно превышать эти же 4,5 В.
- Сопротивление сток - исток в открытом состоянии у транзисторов должно быть как минимум в 100 раз меньше минимального сопротивления имитируемого датчика.
- Допустимое напряжение сток - исток должно быть более 14 В.

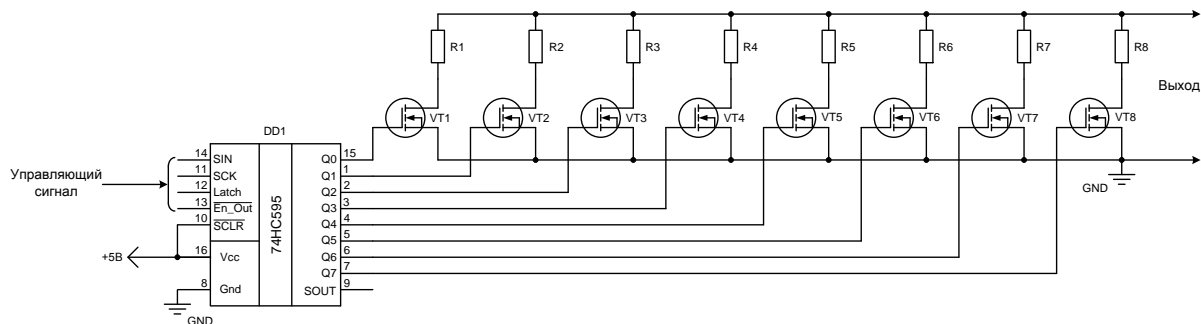


Рисунок 8 – Схема резистивного 8-ми разрядного ЦАП.

Допустимый ток стока транзистора должен быть не менее:

$$I_{\text{стока}} \geq \frac{U_{\text{пит}}}{R_{\text{дат. min}}} = \frac{13,5}{7} = 1,93 \text{ А}, \quad (1)$$

где $U_{\text{пит}}$ – напряжение питания, В;

$R_{\text{дат. min.}}$ – минимальное сопротивление датчика, Ом.

Для экономии места на печатной плате, а также уменьшения стоимости целесообразно выбрать транзистор в миниатюрном корпусе для поверхностного монтажа.

Перечисленным требованиям полностью удовлетворяют транзисторы типа IRLML2502 фирмы «INTERNATIONAL RECTIFIER» в корпусах SOT-23 [17]. Параметры выбранных транзисторов свели в таблицу 8.

Таблица 8 – Основные параметры транзисторов серии IRLML2502

Параметр	Значение
Напряжение сток - исток, В	20
Напряжение затвор - исток, В	12
Ток стока, А	3,4
Импульсный ток стока, А	33
Мощность рассеяния, Вт	0,8
Предельная рабочая температура, °С	-55 ... +150

Для имитации резистивных датчиков диапазон изменений сопротивления резистивного ЦАП должен совпадать с диапазоном изменения сопротивления реальных датчиков.

Для имитации датчика уровня топлива необходимо, чтобы минимально возможное задаваемое сопротивление резистивного ЦАП было не более 7 Ом (согласно разделу 1.2). Для этого достаточно того, чтобы первое сопротивление резистивного ЦАП было равно 10 Ом. Тогда следующие сопротивления должны быть равны: 20, 40, 80, 160, 320, 640, 640 Ом соответственно. Минимальное задаваемое сопротивление такого резистивного ЦАП при увеличении разрядности стремится к половине номинала первого сопротивления. Таким образом, при параллельном подключении 20 Ом к 10 Ом [16,2] получается следующее сопротивление:

$$R_{\Sigma(10 \parallel 20)} = \frac{10 \cdot 20}{10 + 20} = 6,67 \text{ Ом} \quad (2)$$

Очевидно, что номиналы сопротивлений были подобраны правильно, т.к. полученное значение минимально возможного задаваемого сопротивления резистивного ЦАП не превышает 7 Ом. Пользуясь стандартным рядом номиналов сопротивлений, выбрали следующие номиналы: 10; 20; 40,2; 80,6; 160; 320; 642; 642 Ом.

Для имитации датчика температуры охлаждающей жидкости необходимо, чтобы минимально возможное задаваемое сопротивление резистивного ЦАП было не более 38 Ом (согласно разделу 1.2). Для этого достаточно того, чтобы первое сопротивление резистивного ЦАП было равно 40 Ом. Тогда следующие сопротивления должны быть равны: 80, 160, 320, 640, 1280, 2560, 2560 Ом соответственно. Минимальное задаваемое сопротивление такого резистивного ЦАП при увеличении разрядности стремится к половине номинала первого сопротивления. Таким образом, при параллельном подключении 80 Ом к 40 Ом получается следующее сопротивление:

$$R_{\Sigma(40 \parallel 80)} = \frac{40 \cdot 80}{40 + 80} = 26,67 \text{ Ом} \quad (3)$$

Очевидно, что номиналы сопротивлений были подобраны правильно, т.к. полученное значение минимально возможного задаваемого сопротивления резистивного ЦАП не превышает 38 Ом. Пользуясь стандартным рядом номиналов сопротивлений, выбрали следующие номиналы: 40,2; 80,6; 160; 320; 642; 1270; 2550; 2550 Ом.

Для имитации датчика температуры окружающей среды необходимо, чтобы минимально возможное задаваемое сопротивление резистивного ЦАП было не более 1597,8 Ом (согласно разделу 1.2). Для этого достаточно того, чтобы первое сопротивление резистивного ЦАП было равно 2 кОм. Тогда следующие сопротивления должны быть равны: 4, 8, 16, 32, 64, 128, 128 кОм соответственно. Минимальное задаваемое сопротивление такого резистивного ЦАП при увеличении разрядности стремится к половине номинала первого сопротивления. Таким образом, при параллельном подключении 4 кОм к 2 кОм получается следующее сопротивление:

$$R_{\Sigma(2 \parallel 4)} = \frac{2 \cdot 4}{2 + 4} = 1,33 \text{ кОм} \quad (4)$$

Очевидно, что номиналы сопротивлений были подобраны правильно, т.к. полученное значение минимально возможного задаваемого сопротивления резистивного ЦАП не превышает 1597,8 Ом. Пользуясь стандартным рядом номиналов сопротивлений, выбрали следующие номиналы: 2; 4,02; 8,06; 16; 32; 64,2; 127; 127 кОм.

Ввиду того, что на плате управления процессор гальванически развязан от напряжения питания 12 В, сигналы управления регистрами на плате дополнительных нагрузок также необходимо гальванически развязать.

Гальваническую развязку сигналов [8, 11] можно разделить на два основных типа:

- трансформаторная;
- оптронная.

Трансформаторная гальваническая развязка имеет следующие преимущества перед оптронной:

- передача энергии через трансформатор, от которой может быть запитана схема управления;
- возможность передачи сигнала на высокой скорости (при использовании высокочастотных трансформаторов).

Недостатками трансформаторной гальванической развязки являются[11]:

- узкий диапазон рабочих частот;
- невозможность передачи постоянной составляющей сигнала.

Оптронная развязка в отличие от трансформаторной позволяет передать постоянную составляющую сигнала.

Учитывая выше сказанное, решили, что гальваническая развязка на плате дополнительных нагрузок должна быть оптронной. Так как не требуется быстрого изменения выходных сигналов регистров, то для организации управления можно применить небыстродействующие оптроны. Исходя из широкой распространенности, высокой надежности, малых габаритов и небольшой стоимости, в качестве последних, применили оптроны типа ILD213T фирмы «Siemens» в корпусах SOIC-8 [17], используемые также на плате управления. К тому же, применение одинаковых типов оптронов на двух платах позволяет унифицировать схемные элементы. Параметры выбранных оптронов свели в таблицу 9. Полученную схему гальванической развязки на оптронах изобразили на рисунке 9.

Таблица 9 – Основные параметры оптронов серии ILD213T

Параметр	Значение
Максимальное обратное напряжение, В	6
Ток через светодиод, мА	10
Ток выходного транзистора, мА	30
Мощность рассеяния, мВт	50
Предельная рабочая температура, °С	-55 ... +150

Для ограничения тока оптронов последовательно с ними включили сопротивления. Значение этих сопротивлений рассчитали по формуле:

$$R_1 = \frac{U_{\text{пит}} - U_{\text{VD}}}{I_{\text{VD}}} = \frac{3,3 - 1,2}{0,01} = 210 \text{ Ом}, \quad (5)$$

где $U_{\text{пит}}$ – напряжение питания микроконтроллера, В;

U_{VD} – падение напряжения на светодиоде, В;

I_{VD} – ток через светодиод, А.

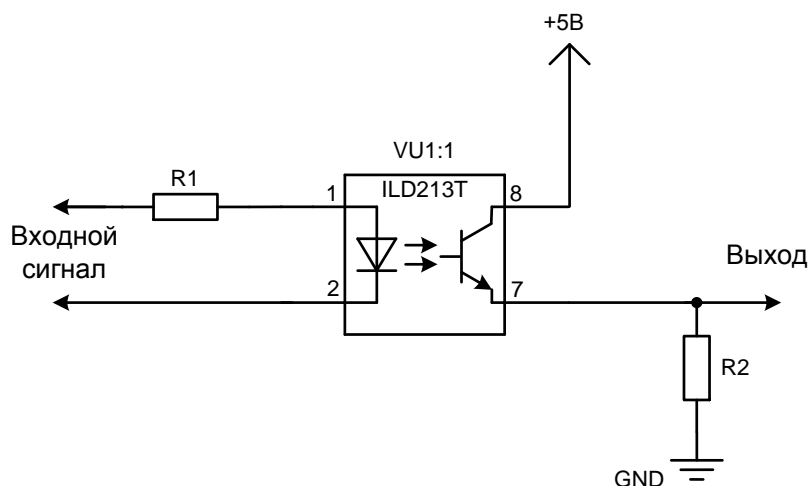


Рисунок 9 – Схема гальванической развязки на оптронах.

Пользуясь стандартным рядом номиналов, выбрали сопротивление 220 Ом.

Так как входное сопротивление микросхем регистров с последовательной загрузкой составляет десятки и даже сотни кОм, то на фронт сигнала управления будет оказывать влияние емкость входа микросхемы, а также емкость перехода коллектор – эмиттер оптрона. Чтобы уменьшить влияние этих емкостей [16], необходимо параллельно входу микросхемы включить сопротивление, следующего номинала:

$$R_2 \geq \frac{U_1}{I_{CE}} = \frac{U_1}{I_{VD} \cdot K_I} = \frac{4}{0,01 \cdot 1} = 400 \hat{h} \quad (2.6)$$

где U_1 – минимальное напряжение логической «1» микросхемы регистров с последовательной загрузкой, В;

I_{VD} – ток через светодиод, А;

K_I – коэффициент передачи по току.

Пользуясь стандартным рядом номиналов, выбрали сопротивление 1 кОм.

Для питания элементов платы требуются напряжения, по величине отличные от питающего, равного 12 В. Питание микросхем регистров с последовательной загрузкой, а также питание оптронов необходимо осуществлять напряжением 5 В. Таким образом возникает потребность в устройстве, которое бы преобразовывало постоянное напряжение одного уровня в постоянное напряжение другого уровня. Кроме преобразования напряжения, это устройство должно поддерживать (стабилизировать) выходное напряжение на заданном уровне, то есть иметь цепь обратной связи (ОС).

Эта задача решается с помощью преобразователя - стабилизатора напряжения. Существуют два типа преобразователей - стабилизаторов: линейные (непрерывного действия) и импульсные [18]. Линейные стабилизаторы в свою очередь делятся на: последовательные и параллельные. В последовательных преобразователях (стабилизаторах) напряжения, лишнее напряжение падает на проходном транзисторе, а стабилизация выходного напряжения

обеспечивается за счет ОС по току или напряжению. Цепь управления проходным транзистором может иметь различные варианты исполнения, но в любом случае она должна содержать источник эталонного напряжения и усилитель сигнала рассогласования.

Стабилизаторы подобного типа выпускают в виде интегральных схем (например серия K142ЕНХХ) на разные рабочие токи и напряжения, содержащие в своем составе все выше перечисленные узлы. Интегральные стабилизаторы имеют лучшие массогабаритные показатели, встроенную защиту по току и от перегрева по сравнению со стабилизаторами, построенными на дискретных элементах. Они не требуют при работе с ними никаких внешних компонентов, кроме фильтрующих конденсаторов достаточной емкости [20,4].

Очевидно, что выходное напряжение линейных преобразователей не может быть больше входного, так как отсутствует накопление энергии в элементах (все элементы стабилизаторов чисто активные). Стабилизаторы такого типа имеют низкий КПД, так как транзистор работает в активном режиме, что приводит к неизбежным потерям мощности.

Лучшие энергетические характеристики имеют импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН) (DC-DC конвертеры в зарубежной классификации). Они делятся на: инверторы, однотактные преобразователи и непосредственные преобразователи [3]. В преобразователях такого типа ключевой элемент работает либо в режиме насыщения, либо в режиме отсечки и, следовательно, потери энергии в ключевом элементе минимальны. Стабилизация достигается за счет изменения коэффициента заполнения импульсов управления ключевым элементом, в качестве которого обычно выступает транзистор.

Импульсные преобразователи имеют следующие достоинства: высокий КПД, высокая удельная мощность, возможность не только понижать, но и повышать и инвертировать входное напряжение, осуществлять гальваническую развязку входных и выходных цепей. Наряду с достоинствами имеются

и недостатки: высокий уровень электромагнитных полей и относительная схемотехническая сложность. Пятнадцать – двадцать лет назад ИППН строились на основе дискретных элементов [3]: отдельных микросхем, транзисторов, резисторов [10] и т.д., что повышало их габариты и увеличивало сроки проектирования.

В последнее время специализированные схемы управления ИППН выпускаются многими отечественными и зарубежными фирмами. Они содержат в своем составе все необходимые узлы, необходимые для управления и стабилизации выходного напряжения: генератор пилообразного напряжения, схему управления силовым транзистором, усилитель ошибки рассогласования. Ряд из них содержит в своем составе мощный ключевой транзистор и цепи его защиты по току и от перегрева. Это позволяет создавать очень надежные источники питания с минимумом дополнительных элементов.

Таким образом, выбор типа стабилизатора будем производить исходя из условия получения достаточного высокого КПД системы и минимальных массогабаритных показателей. Перечислим некоторые требования, которым должен удовлетворять будущий стабилизатор напряжения:

- иметь выходное напряжение равное 5 В;
- допустимое входное напряжение не менее 12 В;
- выходной ток не менее 15 мА;
- мощность рассеяния не более 1 Вт;
- малую амплитуду собственного шума;
- большую распространенность и низкую стоимость.

Всем этим требованиям полностью отвечает стабилизатор типа LM7805 фирмы «Fairchild Semiconductor» в корпусе ТО-220. Его основные характеристики приведены в таблице 10. Полученную схему питания платы дополнительных нагрузок изобразили на рисунке 10.

Таблица 10 – Основные характеристики стабилизатора напряжения
 типа LM7805

Параметр	Значение
Максимальное входное напряжение $U_{ВХ}$, В	35
Максимальный выходной ток $I_{ВЫХ}$, А	1
Выходное напряжение, В	4,75 ... 5,25
Коэффициент подавления пульсаций входного напряжения (типовое значение), дВ	73
Предельная рабочая температура, °С	-65 ... +150

Для фильтрации входного напряжения от низкочастотных помех включили полярный конденсатор C_1 емкостью 100 мкФ параллельно входу преобразователя.

Для фильтрации выходного напряжения от низкочастотных помех включили полярный конденсатор C_2 емкостью 10 мкФ параллельно выходу преобразователя. Для фильтрации выходного напряжения от высокочастотных помех включили конденсатор C_3 емкостью 0,1 мкФ параллельно выходу преобразователя.

Выбор емкостей фильтрующих конденсаторов производили согласно рекомендациям [5, 18].

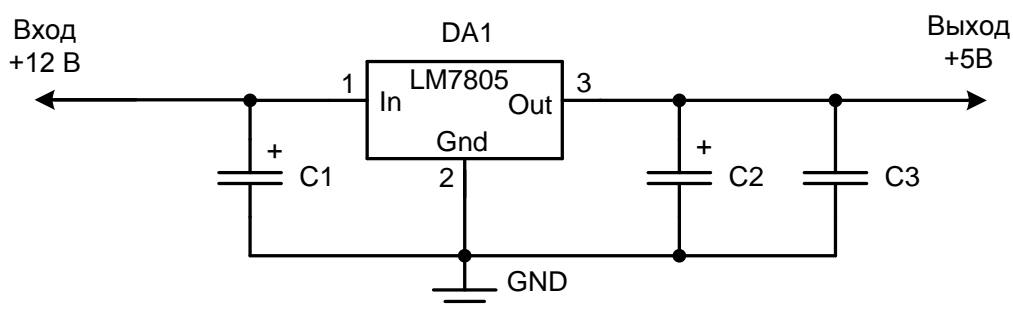


Рисунок 10 – Схема питания платы дополнительных нагрузок.

Ввиду того, что порядок назначения выводов разъема на плате индикации не совпадает с порядком назначения выводов разъема связи на плате управления, а также к разъему связи платы управления необходимо подключить цепи управления платы индикации и платы дополнительных нагрузок одновременно, сделали переходные цепи сопряжения с платой индикации на плате дополнительных нагрузок. Полученные цепи изображены на рисунке 11.

Для включения интерфейса SPI микроконтроллера на плате управления необходимо на вход SSEL подать логическую «1». Для этого по рекомендации [19, 10] включили подтягивающее сопротивление R_1 номиналом 1 кОм.

Для управления яркостью и контрастностью дисплея на плате индикации, а также для исключения влияния цепи управления яркости и контрастности на цепи приема и передачи последовательного канала UART использовали сопротивления R_2 и R_3 номиналами 1 кОм.

2.3 Разработка и расчёт общей принципиальной схемы

Согласно разделу 2.1 готовый стенд должен содержать в себе следующие функциональные узлы:

- схему электропитания;
- схему защиты;
- блок питания;
- плату управления;
- плату дополнительных нагрузок;
- плату индикации;
- кнопки управления на плате индикации;
- кнопки управления бортовым компьютером (для комбинаций приборов со встроенным бортовым компьютером).

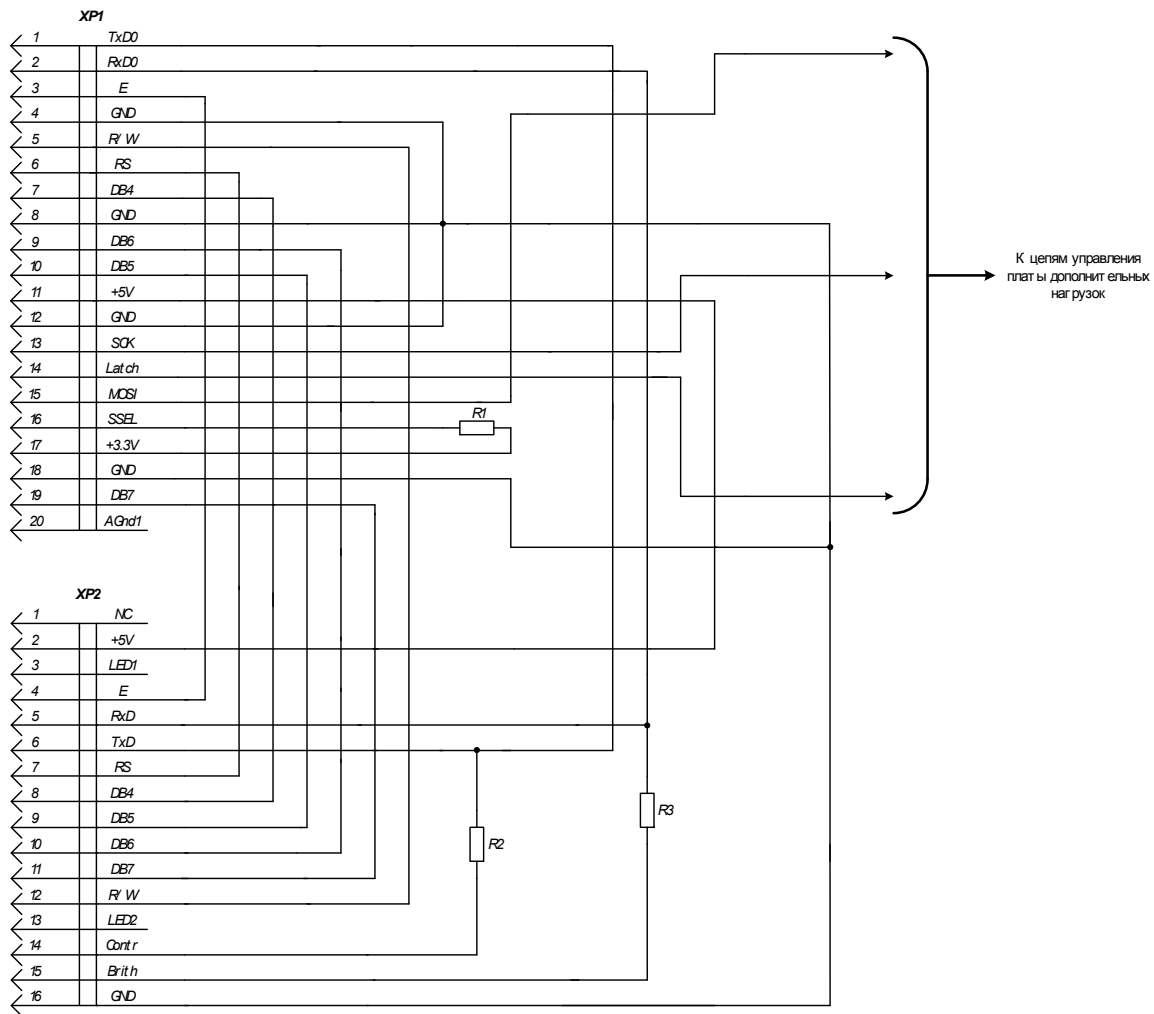


Рисунок 12 – Переходные цепи сопряжения с платой индикации на плате дополнительных нагрузок.

Исходя из требований к готовому стенду, в качестве блока питания был выбран импульсный источник питания типа PS-25-13,5 фирмы «Mean Well». Параметры выбранного блока питания свели в таблицу 11.

Таблица 11 – Основные параметры импульсного источника
питания PS-25-13,5

Параметр	Значение
Входное напряжение $U_{ВХ}$, В	Переменное: 85...264
	Постоянное: 120...370
Выходное напряжение $U_{ВЫХ}$, В	13,5
Выходной ток $I_{ВЫХ}$, А	1,9
Рабочая температура, °С	-10...+60

Для удобства процесса включения-выключения питания стенда, в цепь подачи сетевого напряжения к блоку питания поставили выключатель, который расположен на передней панели стенда. Предохранитель, включенный в электрическую цепь перед выключателем, позволяет уберечь стенд от возможного скачка напряжения в питающей сети и короткого замыкания в цепях стенда.

К блоку питания подключается цепь питания платы управления и цепь питания платы дополнительных нагрузок. Разъем связи платы управления соединен шлейфом с соответствующим разъемом платы дополнительных нагрузок. Плата дополнительных нагрузок также шлейфом соединена с платой индикации. Таким образом, питание платы индикации осуществляется от платы управления.

Кнопки управления бортовым компьютером подключены параллельно выходам SW6, SW7, SW8 платы дополнительных нагрузок для возможности ручного управления функциями бортового компьютера.

Выходной разъем для подключения переходных жгутов комбинаций приборов соединен шлейфами с входами-выходами платы управления, а также с выходами платы дополнительных нагрузок.

2.4 Разработка схем подключения кабелей

Стенд предназначен для контроля функционирования КП шести модификаций: 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04, 2123.

Анализ технических условий для данных видов КП показал, что кабель должен содержать либо один, либо два разъема подключения к комбинациям приборов. Данные разъемы и схемы соединений полностью идентичны для всех типов КП. Таким образом, для правильной работы стенда необходимы всего два диагностических кабеля. Нужный кабель выбирается в зависимости от типа проверяемой КП.

Так как КП проходит проверку (на стенде) в уже собранном виде, то в качестве разъемов подключения к КП были выбраны стандартные колодки:

Для первого диагностического кабеля: колодка – AMP 1-929408-1 (позиция «2» рисунка 13).

Для второго диагностического кабеля: колодки – 2108-3724365 (позиция «2» рисунка 24), ОСТ 37.003.032-88.

В качестве разъема подключения к стенду была выбрана 45-контактная колодка 2PM39KPM45Ш2 (позиция «1» рисунка 13 – 14). Схему соединений диагностических кабелей с колодками отразили в таблице 12.

Таблица 12 – Схема соединений диагностических кабелей с колодками

№ контакта колодки 2PM39КП М45Г2	Цепи КП	Первый диагностический кабель X1 – колодка	Второй диагностический кабель X1 – красная колодка X2 – белая колодка
1	Подсветка	X1.18	X1.4
2	Стартер	–	X1.13
3	Батарея	X1.20	X2.4
4	Зажигание	X1.21	X2.9, X2.10
5	Сигнализатор «Габариты»	X1.7	X2.6
6	Сигнализатор «Дальний свет фар»	X1.17	X1.11
7	Сигнализатор «Поворотник правый»	X1.8	X1.5
8	Сигнализатор «Поворотник левый»	X1.9	X1.6
9	Сигнализатор «Аварийная сигнализация»	X1.2	X1.12
10	Сигнализатор «Аварийный уровень тормозной жидкости»	–	X1.7
14	Сигнализатор «Аккумулятор»	X1.32	X2.12
16	Сигнализатор «Двигатель»	X1.10	X2.8
17	Сигнализатор «Низкий уровень жидкости омывателя»	–	–
18	Сигнализатор «Износ тормозных накладок»	X1.11	–
19	Сигнализатор «Стояночный тормоз»	X1.4	X2.11
20	Сигнализатор «Дефект тормоза»	X1.15	–
21	Сигнализатор «Давление масла»	X1.3	X2.13
22	Сигнализатор «Низкий уровень охлаждающей жидкости»	–	–
23	Сигнализатор «Электроусилитель руля»	X1.1	–

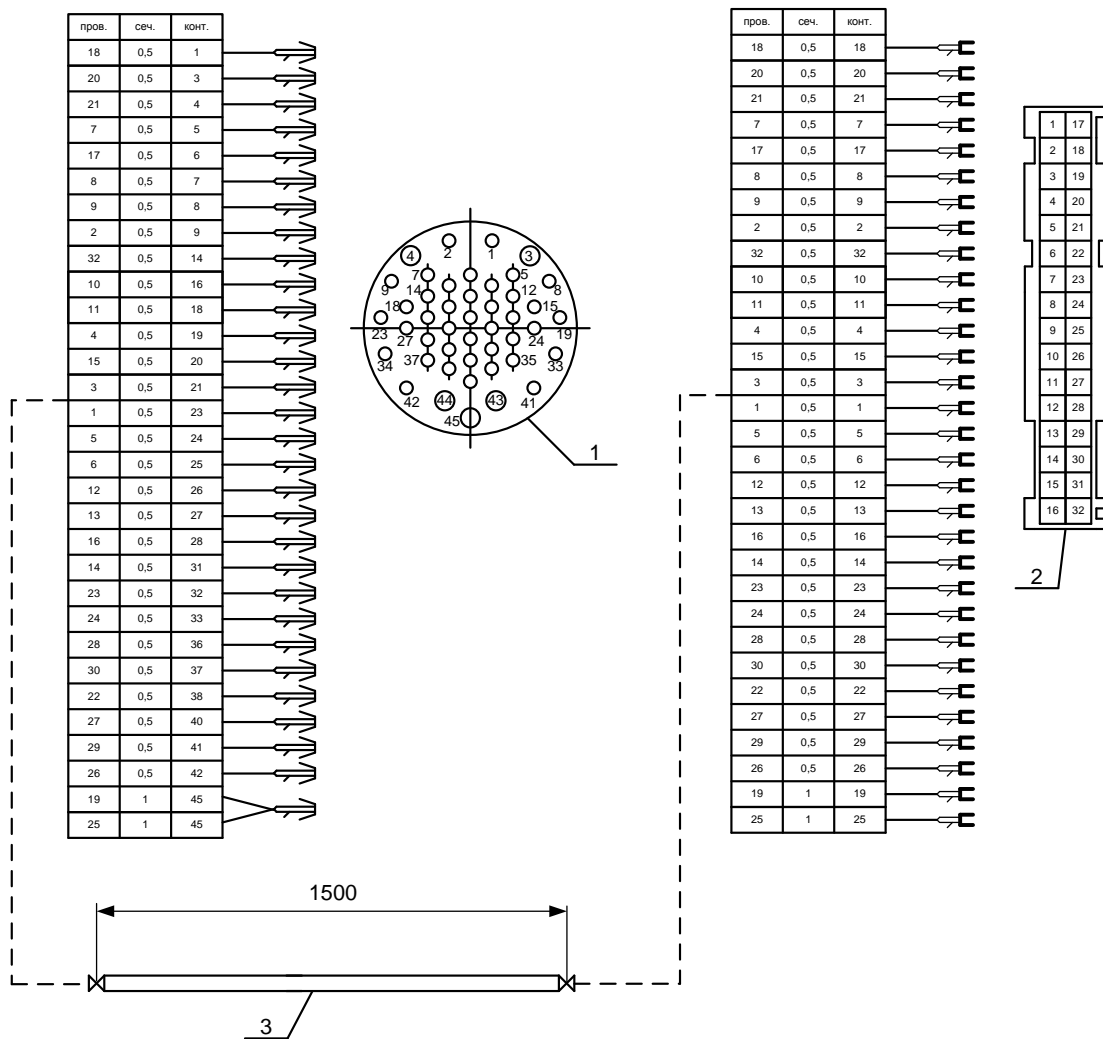
Продолжение таблицы 12.

24	Сигнализатор «Имобилайзер»	X1.5	–
25	Сигнализатор «Воздушная подушка»	X1.6	–
26	Ремни безопасности	X1.12	–
27	Сигнализатор «Противобуксовочная система»	X1.13	–
28	Сигнализатор «Антиблокировочная система»	X1.16	–
31	Подрулевой переключатель: Обнуление	X1.14	–
32	Подрулевой переключатель: Функция 1	X1.23	–
33	Подрулевой переключатель: Функция 2	X1.24	–
36	Скорость	X1.28	X1.9
37	Обороты	X1.30	X2.2
38	Расход топлива	X1.22	–
40	Уровень топлива	X1.27	X1.10
41	Температура охлаждающей жидкости	X1.29	X2.5
42	Температура воздуха	X1.26	X1.1
45	Земля (общий)	X1.19, X1.25	X1.3, X2.1

Полученные схемы соединений кабелей отразили в рисунках 2.6 – 2.7.

К корпусу стенда

К КТ



1- кодока 2FMB9KTM#5L12

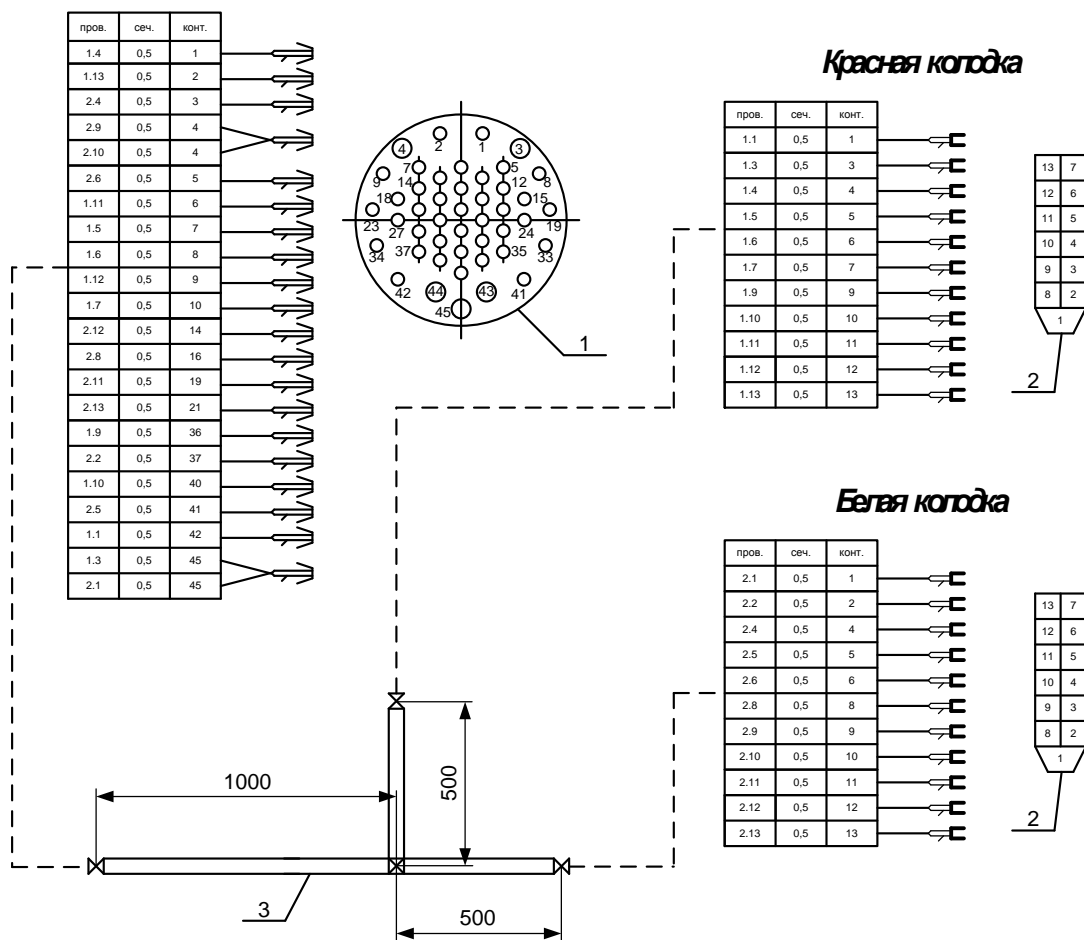
2 - кодока AMP 1-929408-1

3- кабель

Рисунок 13 – Схема соединений первого диагностического кабеля.

К корпусу стенда

К КП



1- кодока 2FMB9KTM45L12

2- кодока 2108-3724365

3- кабель

Рисунок 14 – Схема соединений второго диагностического кабеля.

3 Разработка платы дополнительных нагрузок и конструкции стенда

Печатная плата (ПП) представляет собой плоское изоляционное основание, на сторонах которого расположены токопроводящие полоски металла (проводники) в соответствии с электрической схемой.

Различают элементы с планарными и со штыревыми выводами. Элементы с планарными выводами применяют для монтажа на поверхность, при этом для установки элементов такого типа не требуется сверлить отверстия. Этот метод является новым направлением конструирования, позволяющим значительно увеличить плотность размещения элементов [3].

Для достижения экономически выгодного и функционально работоспособного варианта ПП необходимо выполнить следующие действия:

- правильно выбрать формат ПП (одно, двух или многослойная);
- позаботиться, чтобы каждый сигнальный проводник имел вблизи проводник для возврата сигнала;
- правильно развести цепи питания и “земли”;
- минимизировать длины проводников;
- при необходимости позаботится об установке фильтров;
- разделить между собой цифровую, аналоговую и силовую “земли”, соединив их вместе только в одной точке, для уменьшения влияния различных частей схемы друг на друга.

Разводка ПП предназначенная для установки микроконтроллера (МК) имеет ряд особенностей. Питание разводится “звездой”. Рекомендуется располагать слой “земли” со стороны монтажа прямо под корпусом МК. Линии питания должны иметь только одну точку соединения с остальной схемой во избежание помех на МК и со стороны МК. “Земляной” вывод МК рекомендуется соединить с “земляным” полигоном под его корпусом, соединённым в одной точке с остальной схемой. Фильтрующие конденсаторы для цепей питания должны быть расположены как можно ближе к соответствующим выводам. При слишком большом удалении они перестают выполнять свою

функцию. Кроме того, фильтрующие конденсаторы для цепей питания должны располагаться на пути силовых токов, в противном случае их применение не имеет смысла. Линии, соединяющие кварцевый резонатор с МК должны иметь минимальную длину. Также важно правильно подключить неиспользуемые выводы МК, в соответствии с рекомендациями, изложенными в [19].

Каждая шина питания, поступающая в плату, должна быть тщательно шунтирована на шину возвратного тока питания (шину общего провода питания) для предотвращения проникновения помех по этим шинам. На каждую шину питания должен быть установлен керамический конденсатор (диапазон емкости от 0,01 до 0,1 мкФ) и размещен как можно ближе от шунтируемой схемы. Для уменьшения низкочастотных пульсаций питания для каждой шины питания, должен быть установлен танталовый или электролитический конденсатор хорошего качества и размещаться вблизи от вывода питания.

Третий этап - оформление чертежа с соблюдением требований стандартов. Чертеж печатной платы должен содержать основные проекции платы с печатными проводниками и отверстиями.

Для стенда функционального контроля в данной работе используется односторонняя однослойная печатная плата.

Печатная плата и ее сборочный чертеж представлены в приложении.

Разработанная плата дополнительных нагрузок имеет простую прямоугольную форму следующего размера: длина 150 мм, ширина 115 мм.

Для поверхностного монтажа элементов используют в основном 4-й и 5-й классы ПП [3]. Для этих классов ПП изготавливаются на основе стеклотекстолита. В данной работе был использован фольгированный стеклотекстолит СТФ-2-35-1,5.

Предпочтительными значениями номинальных толщин односторонних печатных плат являются: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 (мм). Исходя из этого, приняли значение толщины: $H_m = 1,5$ мм.

В зоне контактной площадки находится монтажное отверстие, в которое будет вставляться вывод элемента схемы. Диаметр отверстий в печатной плате должен быть больше диаметра, вставляемого в него вывода, что обеспечивает возможность свободной установки электрорадиоэлемента. Чтобы обеспечить надежное соединение вывода радиоэлемента с печатным проводником, вокруг отверстия делается контактная площадка, обычно в виде кольца. Диаметр контактной площадки:

$$d_k = d + 2 \cdot v + c, \quad (6)$$







где d – диаметр отверстия, мм;

v – необходимая минимальная радиальная толщина контактной площадки, мм;

c – коэффициент, учитывающий влияние разброса межцентрового расстояния, смещение фольги.

Ввиду того, что выводы элементов схемы имеют различный диаметр, то и отверстия на печатной плате также имеют различные диаметры, значения которых приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Диаметры и обозначения отверстий на печатной плате дополнительных нагрузок

Диаметр отверстия, мм	Диаметр контактной площадки, мм	Обозначение на печатной плате
0,6	1,8	
0,7	2	
0,8	1,6	
0,8	2	
1,3	2,5	
5	–	

Все отверстия платы выполнены без металлизации.

Значение минимально допустимой ширины проводника принимаем равной 0,75 мм, а минимально допустимое расстояние между соседними проводниками 0,5 мм. Печатные проводники выполняются разной толщины.

Разработанная ПП должна размещаться внутри корпуса стенда.

Корпус предназначен для защиты электронных компонентов стенда от влаги, пыли, статического электричества, также корпус должен обеспечивать защиту от внешних электромагнитных помех.

Перечислим требования, которым должен удовлетворять разрабатываемый корпус:

- подходящие габариты для размещения всех плат и выходного разъема;

- герметичность с возможностью разборки для проведения ремонтных работ;
- влагостойкость;
- диапазон рабочих температур от –30 до +60 °С;
- защитное экранирование для возможности эксплуатации в условиях высокого уровня электромагнитных помех;
- хорошая теплопроводность для возможности передавать тепло от радиоэлементов в окружающую среду;
- легкость и прочность;
- ударостойкость;
- удобство при эксплуатации;
- невысокая стоимость.

В настоящее время промышленностью выпускается большое количество разнообразных корпусов. Путем сбора различной информации (по данному вопросу) в качестве поставщика нужного корпуса была выбрана компания ООО «Удачная экспедиция». В результате изучения всего перечня предлагаемой продукции, был выбран герметичный и ударопрочный кейс модели К-30, обладающий следующими достоинствами:

- полная герметичность, класс защиты IP-67, то есть полная защита от пыли и защита объекта при погружении в воду без ограничения по времени. Исключено попадание внутрь песка, пыли и воды при полном погружении;
- кейс снабжен автоматическим клапаном выравнивания внутреннего и внешнего давления;
- запорные механизмы, открывающиеся по принципу «нажать и потянуть», исключают самопроизвольное открывание;
- блокировка соединения «крышка – основание»;
- усиленные закругленные углы;

- в комплект поставки входит поропластовое наполнение, позволяющее формировать внутренний объем для надежной фиксации оборудования внутри кейса и обеспечения дополнительного демпфирования при ударных нагрузках;
- прочная и удобная ручка с резиновым покрытием, предотвращающем проскальзывание;
- материал – НРХ смола;
- страна-производитель – Россия;
- внутренний размер: 430 x 295 x 155 мм;
- внешний размер: 460 x 340 x 170 мм;
- масса: 3,08 кг.

Особая конструкция сопряжения крышки и корпуса, использование неопренового кольца для уплотнения соединения, надежные запоры обеспечивают герметичность изделия.

Материал, из которого изготовлен кейс – НРХ смола. Этот полимер со сложной внутренней структурой придает кейсу высокую ударопрочность в широком диапазоне температур (-30...+60°C), устойчивость к коррозии, нефтепродуктам и ультрафиолетовому излучению.

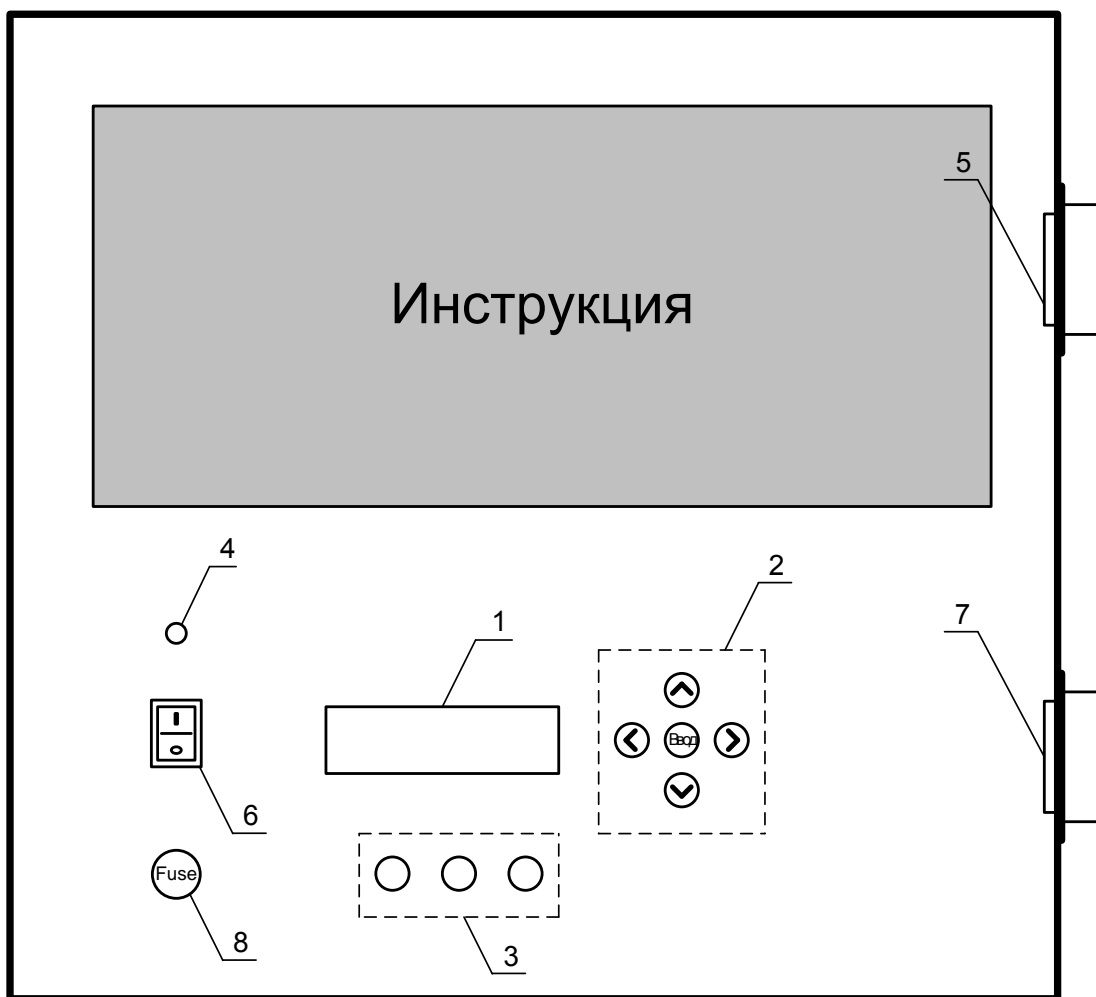
Специальный клапан служит для автоматического выравнивания разницы давлений внутри и снаружи кейса, возникающей в результате изменения температуры и высоты. Клапан зафиксирован в корпусе кейса и не может быть утерян.

Блокировка соединения «крышка-основание» предотвращает сдвиг крышки и усиливает кейс в закрытом состоянии. Отсутствие острых углов создает дополнительное удобство при использовании, исключает случаи травматизма. Петлевое соединение кейса выполнено по всей длине крышки. Ось петли изготовлена из нержавеющей стали. Конструкцией кейса предусмотрена возможность использования замков и пломб, а также присоединения плечевого ремня.

Таким образом, данная модель кейса полностью отвечает всем требованиям, относящимся к конструкции стенда.

Конструктивно стенд выполнен таким образом, что при открытии верхней крышки ударопрочного кейса видна только стальная лицевая панель. На ней расположен ЖК-дисплей и пять управляющих кнопок с платы индикации. Под дисплеем находятся три кнопки управления функциями бортового компьютера. Также на лицевой панели присутствует световой индикатор платы управления. Для включения и отключения питания предусмотрен выключатель. Для удобства, держатель предохранителя выведен на лицевую панель стенда. Выходной разъем для подключения переходных жгутов комбинаций приборов крепится к правой боковой стенке кейса. На той же боковой стенке закреплен разъем подключения кабеля питания от сети $\sim 220\text{В}$.

Эскиз лицевой панели открытого кейса представлен на рисунке 15.



- 1- дисплей
- 2- кнопки управления работой системы
- 3- кнопки управления функциями бортового компьютера
- 4- индикатор
- 5- разъем подключения кабеля питания
- 6- выключатель питания
- 7- разъем подключения переходного кабеля
- 8- предохранитель

Рисунок 15 – Эскиз лицевой панели открытого кейса.

4 Разработка алгоритма работы стенда

Стенд проводит проверку работоспособности следующих цепей комбинации приборов:

- Питание от батареи Кл.30.
- Питание от замка зажигания Кл.15.
- Цепь стартера.
- Подсветка комбинации приборов.
- Указатель частоты оборотов двигателя.
- Указатель скорости автомобиля.
- Указатель температуры двигателя.
- Указатель уровня топлива.
- Индикатор наружной температуры.
- Цепь сигнализатора «Габариты».
- Цепь сигнализатора «Дальний свет фар».
- Цепь сигнализатора «Поворот правый борт».
- Цепь сигнализатора «Поворот левый борт».
- Цепь сигнализатора «Аварийная сигнализация».
- Цепь сигнализатора «Аварийный уровень тормозной жидкости».
- Цепь сигнализатора «Генератор Кл.L» (Аккумулятор).
- Цепь сигнализатора «Двигатель».
- Цепь сигнализатора «Низкий уровень жидкости омывателя».
- Цепь сигнализатора «Износ тормозных накладок».
- Цепь сигнализатора «Стояночный тормоз».
- Цепь сигнализатора «Дефект тормоза».
- Цепь сигнализатора «Давление масла».
- Цепь сигнализатора «Низкий уровень охлаждающей жидкости».
- Цепь сигнализатора «Электроусилитель руля».
- Цепь сигнализатора «Иммобилайзер».

- Цепь сигнализатора «Воздушная подушка».
- Цепь сигнализатора «Ремни безопасности».
- Цепь сигнализатора «Противобуксовочная система».
- Цепь сигнализатора «Антиблокировочная система».
- Цепи управления бортовым компьютером.

При диагностике цепей комбинации приборов стенд по заданной программе выдает эталонные сигналы, имитирующие цепи питания и датчики автомобиля.

Результатом проверки является подтверждение правильного или неправильного функционирования цепей комбинации приборов. Правильность функционирования цепей комбинации приборов определяет оператор, проводящий проверку.

Необходимо учитывать, что для удобства работы со стендом одного автоматического режима проверки будет недостаточно. Таким образом, у разработанного устройства должна быть возможность задачи разнообразных режимов проверки. Ниже приведено краткое описание этих режимов.

Режим экспресс проверки позволяет произвести проверку функционирования комбинации приборов по заданному алгоритму за кратчайшее время. Экспресс проверка включает в себя проверки всех цепей данного типа комбинации приборов, но не дает возможности проверить точность показаний стрелочных указателей. Во время экспресс проверки стрелочные указатели находятся в среднем положении. Также, для проведения экспресс проверки оператор должен знать очередность проверки цепей комбинации приборов. Очередность проверяемых цепей приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Очередность проверяемых цепей при экспресс проверке

№ п/п	Проверяемая цепь КП
1	Цепь сигнализатора «Габариты»
2	Цепь сигнализатора «Дальний свет фар»
3	Цепь сигнализатора «Поворот правый борт»
4	Цепь сигнализатора «Поворот левый борт»
5	Цепь сигнализатора «Аварийная сигнализация»
6	Цепь сигнализатора «Аварийный уровень тормозной жидкости»
7	Цепь сигнализатора «Генератор Кл.Л» (Аккумулятор)
8	Цепь сигнализатора «Двигатель»
9	Цепь сигнализатора «Низкий уровень жидкости омывателя»
10	Цепь сигнализатора «Износ тормозных накладок»
11	Цепь сигнализатора «Стояночный тормоз»
12	Цепь сигнализатора «Дефект тормоза»
13	Цепь сигнализатора «Давление масла»
14	Цепь сигнализатора «Низкий уровень охлаждающей жидкости»
15	Цепь сигнализатора «Электроусилитель руля»
16	Цепь сигнализатора «Иммобилайзер»
17	Цепь сигнализатора «Воздушная подушка»
18	Цепь сигнализатора «Ремни безопасности»
19	Цепь сигнализатора «Противобуксовочная система»
20	Цепь сигнализатора «Антиблокировочная система»

Режим автоматической проверки позволяет произвести проверку функционирования комбинации приборов по заданному алгоритму. Автоматическая проверка включает в себя проверки всех цепей данного типа комбинации приборов, а также проверки правильного показания стрелочных указателей. Таким образом, отличие режима автоматической проверки

от режима экспресс проверки заключается в дополнительном числе проверяемых цепей КП. Очередность проверяемых цепей КП аналогична очередности, приведенной в таблице 14, за исключением того, что автоматическая проверка начинается со стрелочных указателей.

Проверка функций БК (в случае, если у исследуемой комбинации приборов имеется функции БК) начинается после проверки стрелочных указателей. Очередность проверки стрелочных указателей, функций БК и их изменяющиеся значения свели в таблицу 15.







Таблица 15 – Очередность проверки стрелочных указателей, функций БК и их изменяющиеся значения при автоматической проверке

№ п/п	Указатель	Изменяющиеся значения
1	Спидометр	20 → 40 → 60 → 80 → 100 → 120 → → 140 → 160 → 180 → 200 (км/ч)
2	Тахометр	1000 → 2000 → 3000 → 4000 → 5000 → → 6000 → 7000 → 8000 (об/мин)
3	Расход топлива	25 → 50 → 100 → 150 → 200 (л/ч)
4	Уровень топлива	0 → ¼ → ½ → ¾ → 1 «0» – соответствует пустому баку; «1» – соответствует полному баку.
5	Температура двигателя	50 → 70 → 90 → 110 → 130 (°C)
6	Температура воздуха	-30 → -20 → -10 → 0 → 10 → 20 → 30 (°C)

Режим ручной проверки позволяет провести проверку по заданному алгоритму по шагам. При этом очередность проверяемых цепей КП аналогична описанной ранее (таблицы 14 – 15).

Ввиду того, что стенд предназначен для контроля функционирования комбинаций приборов шести модификаций, необходимо учитывать тот факт, что в зависимости от типа КП проверяемые цепи могут отличаться. Также могут отличаться значения стрелочных указателей и прочее. Таким образом, в алгоритме работы стенда необходимо предусмотреть возможность корректировки параметров для каждой из шести модификаций КП.

В результате проведенного анализа и изложенных выше требований, была составлена блок-схема алгоритма работы стенда. Данная блок-схема полностью отражает структуру меню, которое выводится на экран ЖК-дисплея. Все действия осуществляются при помощи пяти кнопок управления работой стенда. Три кнопки управления функциями бортового компьютера используются только для комбинаций, поддерживающих данные функции.

Переход от одного пункта меню к другому осуществляется кнопками управления  и . Выбор нужного пункта меню или ввод выбранного значения осуществляется нажатием кнопки . Выход из подменю происходит посредством нажатия кнопки . Выбор изменяющихся значений осуществляется кнопками  и .

Заключение

В данной работе был спроектирован и разработан стенд функционального контроля комбинаций приборов автомобилей семейства ЛАДА. В качестве корпуса стенда был использован герметичный и ударопрочный кейс с автоматическим клапаном выравнивания внутреннего и внешнего давления. Готовое устройство полностью отвечает всем поставленным на него требованиям и позволяет совершать проверку функционирования КП шести модификаций: 11180-00, 11180-10, 21700-00, 21150-00, 21150-04, 2123.

Внедрение стенда на производство вызовет уменьшение количества ошибочно забракованной продукции на предприятии. Таким образом, при использовании стенда будет достигнут высокий уровень контроля качества продукции завода-поставщика. Тем самым, наше градообразующее предприятие ОАО «АВТОВАЗ» сможет снизить затраты на контроль качества поступающей продукции, закрепленной за этим поставщиком.

Данная ВКР по созданию стенда функционального контроля комбинаций приборов является уникальным по своей сути. Устройство позволяет быстро и мобильно сделать вывод о состоянии исследуемой комбинации приборов. Конечно, нельзя забывать о том, что каждый современный производитель старается внести в свой конечный продукт разнообразные режимы самодиагностики. Но как показывает практика, такие режимы не всегда могут точно и полностью отразить работоспособность того или иного устройства. Все это, безусловно, говорит об уникальности данной работы.

Работа оформлена в соответствии с требованиями [1, 6, 7, 9, 15]

Список используемой литературы

1. ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения схем.- Введ. 2012-01-01. - М.: Стандартинформ: Изд-во стандартов, 2011.- 22с.: ил.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. Спец. Вузов. –М.: Высш. шк.1991.- 622 с.
3. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. –М: Высш. школа, 1982. -496 с.: ил.
4. Конденсаторы: Справочник / Четверков И.И., Дьяконов М.Н, Присняков В.И. и др.: Под ред. Четверкова И.И., Дьяконова М.Н.-М.: Радио и связь. -1993. -392с.: ил.
5. Масленников М.Ю. Справочник разработчика и конструктора РЭА. –М.: Радио и связь, 1988.-300с.: ил.
6. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры : [Электронный ресурс]. URL: [https://yadi.sk/d/Fs-9ts_VInrE3Q/BKP_\(Diplom\)](https://yadi.sk/d/Fs-9ts_VInrE3Q/BKP_(Diplom)) / Оформление ВКР (Дата обращения: 18.02.2021)
7. Положение о выпускной квалификационной работе: утв. решен. учен. совет. от 21.11.2019 решение №254 : [Электронный ресурс]. URL: [https://yadi.sk/d/Fs-9ts_VInrE3Q/BKP_\(Diplom\)](https://yadi.sk/d/Fs-9ts_VInrE3Q/BKP_(Diplom)) / Положение о ВКР (Дата обращения: 18.02.2021)
8. Полупроводниковые приборы: Справочник / Гитцевич А.Б.-М.: Радио и связь, 1988.-528с.:ил.
9. Порядок обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ в ТГУ : [Электронный ресурс]. URL: [https://yadi.sk/d/Fs-9ts_VInrE3Q/BKP_\(Diplom\)](https://yadi.sk/d/Fs-9ts_VInrE3Q/BKP_(Diplom)) / Положение о Антиплагиате (Дата обращения: 18.02.2021)

10. Резисторы: Справочник / В.В. Дубровский, Д.М. Иванов, Н.Я. Пратусевич и др. Под ред. И.И. Четверткова и В.М. Терехова. -2-е изд., перераб. И доп. – М.: Радио и связь, 1991.-528 с.:ил.
11. Сидоров И.Н. и др. Малогабаритные трансформаторы и дроссели: Справочник / И.Н. Сидоров, В.В. Мукосеев.-М.: Радио и связь, 1985. – 416с.
12. Технические условия комбинации приборов автомобилей ВАЗ: ТУ 4573-002-43820854-97 / Согласовано Мирзоев Г.К., – 1997.
13. Технические условия комбинации приборов автомобилей ВАЗ: ТУ 4573-005-43820854-2004 / Согласовано Губа В.И., – 2004.
14. Технические условия комбинации приборов автомобилей ШЕВРОЛЕ-НИВА: ТУ 4573-006-43820854-2004 / Согласовано Классен В.Г., – 2004.
15. Электроника и наноэлектроника, управление в технических системах, электроэнергетика и электротехника. Выполнение бакалаврской работы / сост. Позднов М.В., Прядилов А.В. - Тольятти: ТГУ, 2019. - 41 с.
16. Electrical resistance and conductance [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_resistance_and_conductance (дата обращения: 17.05.2021)
17. Electronic Components Datasheets [Электронный ресурс] URL: <http://www.datasheets.ru> (дата обращения: 17.02.2021)
18. LM78XX / LM78XXA 3-Terminal 1 A Positive Voltage Regulator [Электронный ресурс]. URL:<https://static.chipdip.ru/lib/164/DOC001164647.pdf> (дата обращения: 17.05.2021)
19. S. A. Prasad, B. S. Kariyappa, R. Nagary, S. K. Thakur, Microcontroller Based AC Power Controller, Wireless Sensor Network, Vol. 1, Issue 2, Jul 2009, pp. 76-81.
20. TVR204 Datasheet, PDF - Datasheet Search Engine [Электронный ресурс]. URL: http://www.alldatasheet.com/view_datasheet.jsp?Searchword=TVR204&sField=2 (дата обращения: 27.05.2021)

Приложение А Перечень элементов

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Модули</u>			
A1	БП 13,5В 2А	1	
A2	МС 1218	1	
A3	Плата дополнительных нагрузок	1	
A4	Плата индикации	1	
<u>Кнопки</u>			
SB1-SB3	PBS26B	3	
<u>Диоды</u>			
VD1	Светодиод КИПД-21 красн.	1	
<u>Разъемы</u>			
XP1	SS-7B	1	
XS1	PHU-3	1	
XS2	PHU-4	1	
XS3-XS5	BL 3,5/10F	3	
XS6	BL 5,00/2	1	
XS7	HU-2	1	
XS8	IDC-20F	1	
XS9-XS10	BL 3,5/10F	2	
XS11	IDC-20F	1	
XS12-XS13	IDC-16F	2	
XS14	2PM39БПН45Г	1	
A1	<u>Блок питания</u>	1	

Подпись и дата		Подпись и дата		Подпись и дата		Подпись и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система для тестирования Панели приборов Перечень элементов			лит.	лист	листов
								1	4	
								ТГУ, ЭЭТб-1706а		
Изм. № подл.	Разраб.	Немтинов Л.Д.	Провер.	Прядилов А.В.						
	Н. контр.		Утв.	Шевцов А.А.						

