МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов специальности 6-05-0715-07 «Эксплуатация наземных транспортных и технологических машин и комплексов» очной и заочной форм обучения



Могилев 2026

УДК 629.13
ББК 39.38
С35

Рекомендовано к опубликованию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины» «31» августа 2026 г., протокол № 51

Составители: ст. преподаватель М. Л. Петренко;
ст. преподаватель А. В. Юшкевич

Рецензент ст. преподаватель Ю. С. Романович

В методических рекомендациях приведены перечень и порядок выполнения практических работ по дисциплине «Сервисное обслуживание и ремонт автомобилей» для студентов специальности 6-05-0715-07 «Эксплуатация наземных транспортных и технологических машин и комплексов» очной и заочной форм обучения.

Учебное издание

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	А. А. Подошевко
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2026

Содержание

Введение……... 4
1 Документация и документооборот в организациях автосервиса…. 5
2 Составление карт технологических на осмотр систем автомобиля при проведении ГТО…… 12
3 Особенности устройства автомобильных систем кондиционирования воздуха…….....……... 13
4 Особенности устройства мультиплексных автомобильных систем передачи информации……. 18
5 Порядок передачи информации по протоколу CAN……. 24
6 Неисправности мультиплексных автомобильных систем передачи информации…….....……. 30
7 Работы по ТО и ТР автоматических коробок передач…….. 34
8 Основные разновидности дефектов лакокрасочного покрытия автомобилей…….. 39
Список литературы…….. 42

Введение

Сервисное обслуживание легкового автомобиля является неотъемлемой частью мероприятий по регулярной эксплуатации и обеспечению технически исправного состояния автомобиля.

Сервисное обслуживание носит профилактический характер и, как правило, не предполагает серьезных вмешательств в рабочие системы. Своевременное и качественное обслуживание позволяет гарантировать отсутствие преждевременного выхода из строя систем автомобиля и их элементов.

Целью изучения дисциплины является получение навыков установления закономерностей изменения технического состояния автомобилей, методов, средств и технологии выполнения работ диагностирования, технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей, получение знаний по рациональному управлению производственными процессами ТО и ремонта с учетом условий, и охраны труда персонала, защиты окружающей среды и снижения затрат на эксплуатацию автомобилей. Студент, изучивший дисциплину, будет уметь:

– на научной основе организовывать труд инженерно-технического персонала в автосервисных организациях;

– разрабатывать технологические процессы ТО и ремонта автомобилей;

– организовать работу и вести обучение рабочих и работников инженерно-технической службы в целом;

– обобщать и использовать передовой опыт работы автосервисных организаций, результаты научных исследований в области автомобильного транспорта;

– составлять технологические карты на диагностирование, обслуживание и ремонт автомобилей с указанием рекомендаций по выбору наиболее эффективного технологического оборудования, инструмента и необходимых материалов;

– работать с техническими нормативно-правовыми актами и технологической документацией производителей автомобилей, оборудования и материалов;

– работать с электронными каталогами технической информации производителей автомобилей (TIS типа ELSA)и независимых разработчиков, базами данных производителей и поставщиков запасных частей;

– правильно интерпретировать информацию, представленную в форме осциллограмм и гистограмм сигналов в различных электрических цепях автомобилей, полученных с помощью мотор-тестера и/или диагностического автомобильного сканера.

Отчет выполняется в виде отдельного файла MS Word в соответствии с заданными исходными данными либо на листах бумаги формата А4 или А5 (в тетради). Представленные в отчете материалы (текст, таблицы, формулы, рисунки и т. д.) оформляются по ГОСТ 2.105–95. В каждом отчете указывается цель работы и вывод.

1 Документация и документооборот в организациях автосервиса

Цель работы – изучить виды документации и документооборот в организациях автосервиса (ОАС).

Журнал предварительной записи может вестись как в бумажном, так и в электронном виде. Данные в него заносятся со слов клиента. Полная идентификация автомобиля (код модели, код ДВС, код КП, номер кузова) невозможна. В журнале отражаются как автомобили, прибывшие по записи, так и приехавшие без неё.

Журнал должен быть доступен мастеру смены и ОЗЧ – для планирования их работы. Следует хранить месячный (в бумажном варианте) или квартальный (на жестком диске ЭВМ) объем заполненных журналов предварительной записи.

Заявка клиента (рисунок 1.1) оформляется только в письменном виде (требование СТБ 1175–2011). Данные идентификации автомобиля аналогичны таковым в журнале предварительной записи. Заявку необходимо возвращать клиенту, несмотря на то, что у него возникает возможность предъявить ее в судебных инстанциях как факт письменного обращения с повторной жалобой.

АВТО AUTO TRUST ГРАСТ ЧУП «АВТОтраст»	ЗАЯВКА на проведение технического обслуживания и ремонта	220013, г. Могилев, пр. Пушкинский, 40д тел. 46-99-06 25-90-47 47-38-18
Организация		Техпаспорт:
(Ф.И.О. клиента)		Серия .....
Адрес: г. ..... улица ..... д. ..... кв.		№ .....
Контактное лицо ..... Тел.		Марка а/м:
Автомобиль имеет неисправности:		Модель а/м:
		Гос. номер а/м:
		Год выпуска:
Прошу произвести следующие работы:		Пробег (км):
		Объем ДВС
		По записи ☐Да ☐Нет
		а/м предоставлен для ремонта В «....» ч. «....» мин.
Подпись владельца а/м..... Дата.....		Мастер-приемщик:

Рисунок 1.1 – Бланк заявки на проведение ТО и ремонта автомобиля

Рабочие указания (рисунки 1.2 и 1.3) в обязательном порядке архивируются в организации автосервиса, поскольку являются важнейшими документами при судебных разбирательствах.

(Алгоритм запуска ДВС, показания приборов, недостатки, обнаруженные при заезде а/м и т.п.)

ЧУП "АВТОТРАСТ"
кандидат в официальные дилеры VW AG
в Республике Беларусь

Рабочие указания № ШДМ0000291

Дата оформления: 04.04.07
Мастер: Свириденко А.

Заказчик: Синицкий Дмитрий Сергеевич
Адрес факт.: г. Могилев, ул. Островского, д. 58, кв. 67
Телефон: 8(029)33412921
Доверенность:
Владелец: Синицкий Д. С.
Контактное лицо: Синицкий Д. С. Телефон: 8(029)33412921

Марка-модель	Номерной знак	Код модели	№ кузова	Код ДВС	Код КПП	Год выпуска
БМВ 525	3025 ТАВ		WBAHA71090GC54395	V2.5 TDI		1994
Техпаспорт				Цвет		Пробег
ТАВ 078770				черный		

Причины обращения
Замена механизма натяжения приводного ремня

Требующиеся работы

Первоначальная стоимость заказа

Примечание. Допускается увеличение на 10 % стоимости ремонтных работ без согласования (СТБ 1175-2011).

Согласование стоимости дополнительных (не указанных в заявке) работ и запасных частей производить по телефону и с использованием иных средств связи:
☐ НЕ СОГЛАСЕН (внимание! если никакой отметки в рамке нет, считается подтвержденным)

Доверяю и предоставляю право ЧУП "АВТОТРАСТ" в лице уполномоченных сотрудников производить технологически необходимые поездки на автомобиле:
☐ НЕ СОГЛАСЕН (внимание! если никакой отметки в рамке нет, считается подтвержденным)

Демонтированные в процессе ремонта и технического обслуживания агрегаты и детали (кроме масляного и топливного фильтров, отработанных рабочих жидкостей) уложить в багажный отсек автомобиля:
☐ НЕ СОГЛАСЕН (внимание! если никакой отметки в рамке нет, считается подтвержденным)

С правилами предоставления услуг и гарантийных обязательств ознакомлен и согласен.
С объемом заявленных услуг согласен. Приемо-сдаточный акт автомобиля получил.

Подпись Заказчика _____ Подпись Мастера _____

Рисунок 1.2 – Бланк рабочих указаний

АВТО ТРАСТ

Приложение к Рабочим указаниям № **ШДМ0000291**

Заказчик: Синицкий Дмитрий Сергеевич Дата оформления: 04.04.07 Мастер: Свириденко А.

Марка-модель	Номерной знак	Код модели	№ кузова	Код ДВС	Код КПП	Год выпуска
БМВ 525	3025 ТАВ		WBAHA71090GC54395	V2.5 TDI		1994

Техпаспорт	Цвет	Пробег
ТАВ 078770	черный	

№	Рабочая позиция	Наименование работы	Санти-часы	Начало	Конец	Подпись

№	Обнаруженные недостатки (рекомендации)

(Дата исполнения) (Исполнитель: Ф.И.О., подпись) (Дата контроля) (Конечный контроль: подпись)

Рисунок 1.3 – Бланк приложения к рабочим указаниям

Рабочие указания и их приложение позволяют:

– легализовать въезд автомобиля на территорию ремонтной зоны организации автосервиса;

– полностью идентифицировать автомобиль для автомеханика;

– определить объем работ для автомеханика (оформляется мастером смены в письменной форме);

– зафиксировать результаты работы автомеханика за его подписью;

– использовать их как первоисточник для нормирования работ мастером;

– согласовать дополнительные условия с клиентом;

– указать дополнительные недостатки, выявленные при приемке автомобиля.

Акт приема-передачи автомобиля (рисунок 1.4) – единственный юридический документ, свидетельствующий о факте передачи автомобиля от клиента к ОАС и обратно.

Акт приема-передачи автомобиля оформляется при приеме автомобиля мастером-приемщиком, копия выдается клиенту и служит документом для получения автомобиля после технического обслуживания или ремонта.

В соответствии с СТБ 1175–2011 акт приема-передачи содержит также сведения о запасных частях, принятых от клиента.

После выдачи автомобиля клиенту комплект документов (акт приема-передачи автомобиля и рабочие указания) поступает в архив ОАС на обязательное хранение.

Протоколы измерений – это важное звено цепи документооборота в организации автосервиса. Они подтверждают факт проведенной автомехаником (мастером-диагностом) работы и устанавливают необходимость осуществления тех или иных работ (замен). Протоколы печатают в двух экземплярах (один – клиенту, второй – в архив организации автосервиса).

Листы диагностики (как и протоколы измерений) передаются клиенту в пакете расчетных документов.

Листы диагностики являются планом работ для автомеханика (способствуют повышению дисциплины и обеспечивают неукоснительное соблюдение регламента проведения предписанных к выполнению работ), а также документальным обоснованием для производства тех или иных замен запасных частей и подтверждают клиенту факт выполнения работ по диагностике и последующей замене элементов конструкции автомобиля.

Заказ-наряд является итоговым документом организации автосервиса и содержит все атрибуты ЗН-1 по Приказу Министерства финансов Республики Беларусь № 267 с некоторыми дополнениями: код ДВС, запчасти – по перечню, скидка на услуги, налог на услуги, место для письменных рекомендаций, гарантийные обязательства.

Поскольку в ОАС, как правило, отсутствует сервисная документация, нормирование работ и составление технологических карт выполняется инженерной службой ОАС. Для этого используется метод хронометража и конструкторская документация на автомобиль и его системы, а также типовые алгоритмы и схемы.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ДОМ "АВТОТРАСТ"

Приемо-сдаточный акт № ШДМ0000291

212013, Республика Беларусь,
г. Могилев, пр. Пушкинский, 40д
тел/факс +375 222 259047
e-mail: autotrust-m@mail.ru
www.autotrust-m.info

Марка-модель	Синицкий Дмитрий Сергеевич		
БМВ 525			
Номерной знак	Дата заезда	Время	Пробег, км
3025 ТАВ	04.04.07	15.12	

Карта комплектности

([ ] - наличие [X] - отсутствие)

1. Щетки стеклоочистителя	[ ]	11. Чехлы сидений	[ ]
2. Антена	[ ]	12. Комплект инструмента	[ ]
3. Зеркало наружное	[ ]	13. Колпаки колесные	[ ]
4. Зеркало внутреннее	[ ]	14. Ручка декор. КПП	[ ]
5. Номерной знак	[ ]	15. Колесо запасное	[ ]
6. CD-проигрыватель	[ ]	16. Ручки внутр. откр. дв.	[ ]
7. Пепельница	[ ]	17. Ручки стеклоподъемника	[ ]
8. Прикуриватель	[ ]	18. Пробки рад. и м/з горл.	[ ]
9. Коврики	[ ]	19. Бензин (наличие) л.	_____
10. Пробка бензобака	[ ]	20. Ключ зажигания	[ ]

Дополнительное оборудование _____

За сохранность личных вещей, находящихся в автомобиле, автоцентр ответственности не несет

Карта внешнего вида



P - ремонт ⬭ - вмятина X - повреждение Y - перекос

Запчасти и материалы, принятые от заказчика

№ п/п	Наименование	Кол-во	Цена	Состояние	Гарантийный талон продавца

Автомобиль загрязнен. Претензий по внешнему виду после мойки иметь не буду. Клиент_____

Автомобиль сдал		Автомобиль принял	
Клиент (с картой комплектности и картой внешнего вида согласен)	_____ (подпись)	Мастер Свириденко А.	_____ (подпись)
Мастер Свириденко А.	_____ (подпись)	Клиент (претензий по комплектности и внешнему виду не имею)	_____ (подпись)

Второй экземпляр приемо-сдаточного акта является документом для получения Вашего а/м после ремонта.
Просим бережно хранить его. При получении а/м просим иметь при себе документ, удостоверяющий личность.

Рисунок 1.4 – Бланк приемо-сдаточного акта автомобиля в ТО или ТР

Задачи, для решения которых разрабатывается схема документооборота (рисунки 1.5–1.7):

– обеспечение выполнения требований нормативных актов Республики Беларусь к исходящим документам (заказ-наряд, товарная накладная) и организации производства в целом (СТБ 1175–2011);

– минимизация непродуктивных затрат времени автомехаников, мастеров и менеджеров отдела запасных частей (ОЗЧ) и расчетной группы, обеспечивающая эффективное взаимодействие их с заказчиком;

– формирование информационной базы, необходимой для работы с заказчиком (автомобилем), анализа производства, формирования отчетов всех уровней.

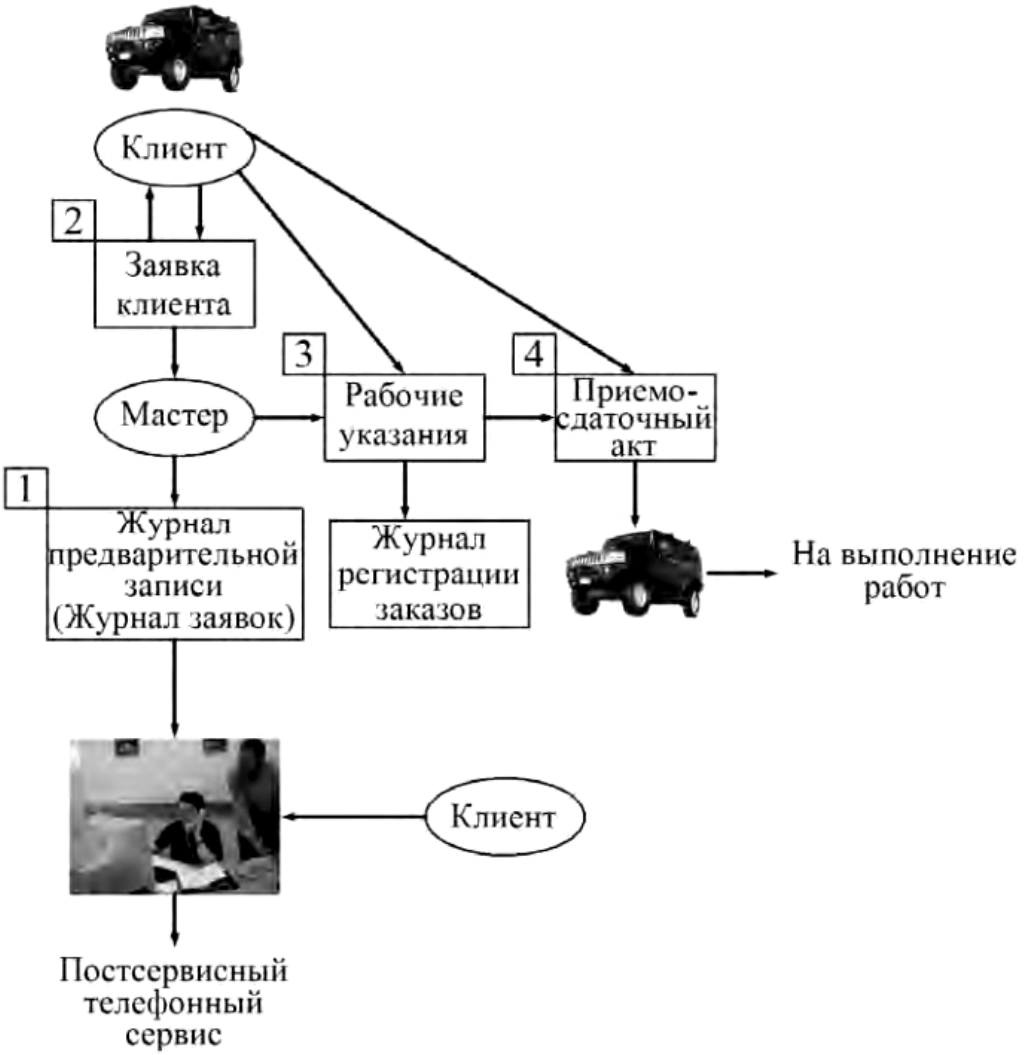


Рисунок 1.5 – Схема документооборота в организации автосервиса (прием автомобиля)

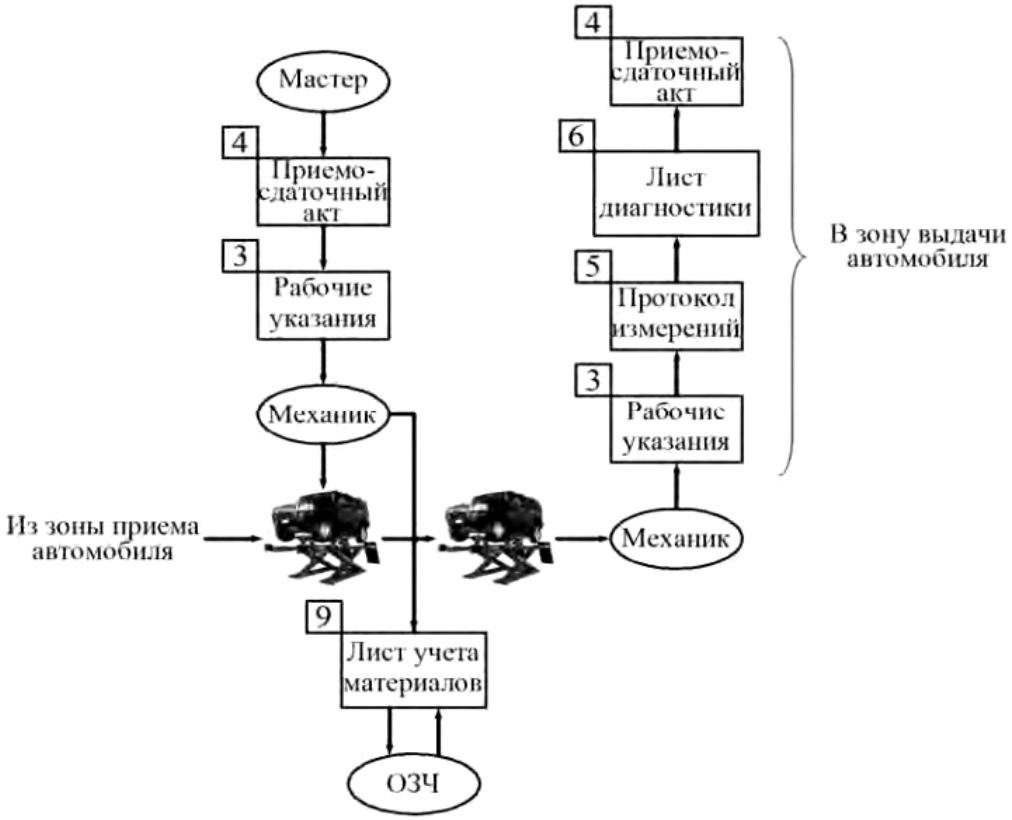


Рисунок 1.6 – Схема документооборота в организации автосервиса (выполнение работ)

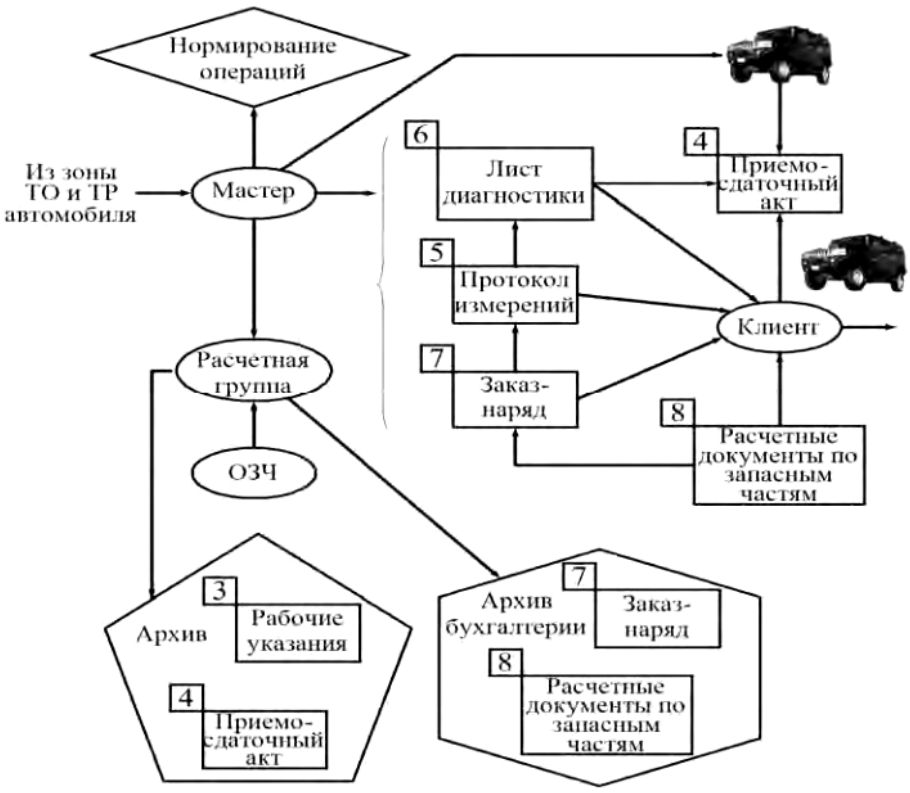


Рисунок 1.7 – Схема документооборота в организации автосервиса (выдача автомобиля)

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, подготовить комплект документов, состоящий из бланка заявки на проведение ТО и ремонта автомобиля (указать одну или несколько неисправностей либо симптоматику проявления неисправностей) и рабочих указаний с приложением (указать перечень работ, которые необходимо выполнить для устранения указанных в бланке заявки неисправностей). В отчете по данной работе должна быть представлена схема документооборота в организации автосервиса, а также краткие сведения по применяемым формам отчетности, заполненная заявка и рабочие указания (см. рисунки 1.1–1.3) в соответствии с указанием преподавателя.

Контрольные вопросы

1 Для решения каких задач разрабатывается схема документооборота в организациях автосервиса?

2 Какие основные виды документов используются в организациях автосервиса?

3 Что собой представляет схема организации документооборота в организации автосервиса?

4 Для чего в организациях автосервиса используются рабочие указания и их приложение?

5 Какое функциональное назначение имеют протоколы измерений?

6 Зачем в организациях автосервиса используются листы диагностики?

7 Какие документы организации автосервиса входят в состав пакета документации, вручаемой клиенту?

2 Составление карт технологических на осмотр систем автомобиля при проведении ГТО

Цель работы – получить навык составления технологической документации на проведение ГТО на диагностических станциях.

В соответствии с указаниями преподавателя группа разделяется на подгруппы по 3–4 студента в каждой. Каждой подгруппе выдается раздел из технологической инструкции проведения государственного технического осмотра транспортных средств (например, внешние световые приборы; всего 11 разделов), а также электронная версия ТКП 309–2011(02190). Задача студентов каждой из подгрупп – составить технологическую карту на выполнение работ по ГТО в установленной форме.

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, выбрать, в составе какой подгруппы выполнять работу, ознакомиться с соответствующим разделом технологической инструкции, подготовить заполнить бланк карты технологической. В отче-

те по данной работе должна быть представлена технологическая карта, оформленная в соответствии с действующими требованиями [1].

Контрольные вопросы

1 Какие основные положения содержатся в ТКП309–2011?

2 Какая периодичность проведения работ ГТО для транспортных средств различных категорий?

3 Что такое экологический класс транспортного средства?

3 Особенности устройства автомобильных систем кондиционирования воздуха

Цель работы – изучить устройство автомобильной системы кондиционирования воздуха.

При определенных значениях температуры и влажности окружающего воздуха человек чувствует себя комфортно. Самочувствие водителя является важным фактором, определяющим его готовность к управлению автомобиля, что в конечном счете влияет на безопасность движения.

Климат в автомобиле напрямую влияет на самочувствие водителя, на безопасное вождение отдельного автомобиля, на безопасность движения в целом на дороге.

Комфортная температура воздуха в салоне автомобиля определяется температурой наружного воздуха и величиной воздухообмена в салоне: при низких температурах наружного воздуха, например, минус 20 ºС, высокая температура в салоне плюс 28 ºС – большой воздухообмен 8 кг/мин; при высоких температурах наружного воздуха, например, плюс 40 ºС, умеренная температура в салоне плюс 23 ºС – большой воздухообмен 10 кг/мин; при умеренных температурах наружного воздуха, например, плюс 10 ºС, умеренная температура в салоне плюс 21,5 ºС – малый воздухообмен 4 кг/мин.

Назначением традиционных систем отопления и вентиляции в автомобиле при высокой наружной температуре является создание комфортных условий для водителя и пассажиров, но эти системы с такой задачей не справляются.

Так, при высокой интенсивности солнечного излучения нагретый воздух в салоне может быть заменен только на наружный. На пути наружного воздуха от воздухозаборника до выходных дефлекторов этот воздух нагревается еще на несколько градусов. Если для создания приемлемых условий в салоне открыты окна или люк, это ведет к сквознякам в салоне и повышенному уровню шума, попаданию в салон отработавших газов, пыли и пыльцы растений.

При высокой влажности воздуха степень некомфортности в салоне многократно увеличивается.

Научные исследования, проведенные ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), показали, что степень концентрации внимания и быстрота реак-

ций человека при неблагоприятных нагрузках на его организм существенно снижаются.

Жара является одной из таких неблагоприятных нагрузок.

Наиболее благоприятная температура для водителя лежит в диапазоне от 20 ºС до 22 ºС. Это соответствует зоне А климатической нагрузки на человека (рисунок 3.1).

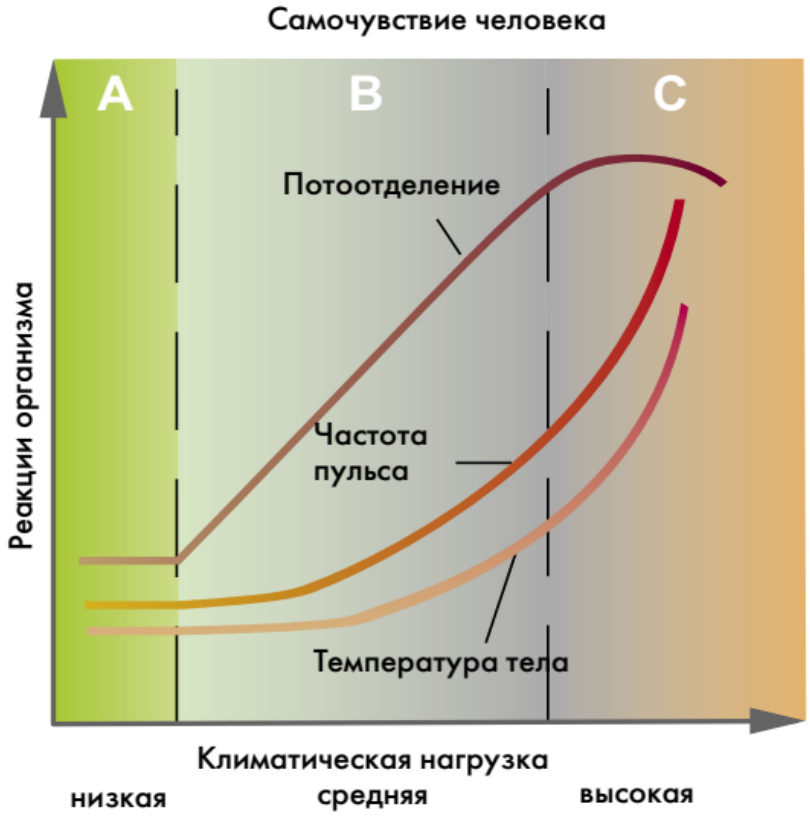


Рисунок 3.1 – График зависимости скорости реакции водителя от климатической нагрузки

Интенсивное солнечное облучение автомобиля может повысить температуру в салоне на 15 °С по сравнению с температурой наружного воздуха – особенно на уровне головы. При этом температура тела повышается, увеличивается пульс. Растет потоотделение. Мозг водителя получает слишком мало кислорода.

Все это можно видеть в зоне В климатической нагрузки на человека.

В зоне С для человека уже лежат перегрузки. Медики называют такое состояние «климатическим стрессом».

Как показывают исследования, повышение температуры с 25 °С до 35 °С уменьшает способность адекватно оценивать ситуацию и принимать правильные решения на 20 %. Это эквивалентно содержанию алкоголя в крови 0,5 %.

Чтобы уменьшить столь значительные нагрузки или же даже совсем исключить их, посредством климатической установки создается такая система, которая обеспечивает в салоне автомобиля комфортную температуру, а также может очистить и осушить воздух.

При помощи такой системы возможно, вопреки высокой температуре наружного воздуха, получить в салоне воздух значительно более низкой температуры как в неподвижном, так и в движущемся автомобиле. При этом достигается дополнительный эффект, почти такой же важный, как снижение температуры, – уменьшение влажности воздуха и повышение его чистоты. Дополнительной очистки воздуха можно добиться применением микрофильтра и фильтра с активированным углем.

Очистка воздуха позволяет снизить риск появления аллергических реакций на различные примеси в воздухе у водителя и пассажиров. Для этого используется автомобильная система кондиционирования воздуха, приводимая в действие компрессором с хладагентом. В настоящее время применяется хладагент R 134a (до 1992 г. – менее приемлемый с точки зрения охраны окружающей среды хладагент R12).

В основе работы автомобильной системы кондиционирования воздуха лежит принцип использования фазового перехода хладагента из различных агрегатных состояний с выделением либо поглощением тепловой энергии (рисунок 3.2).

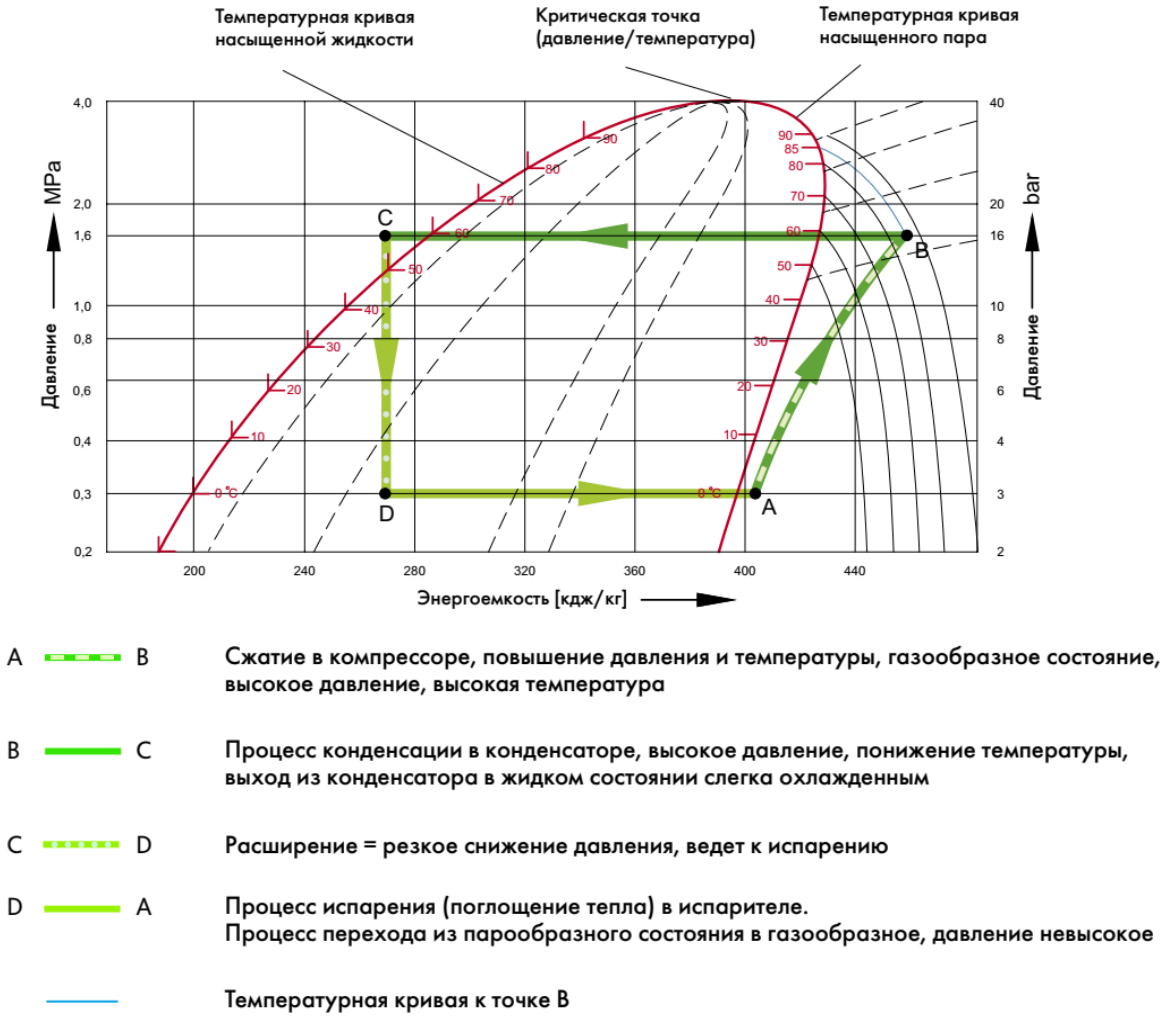
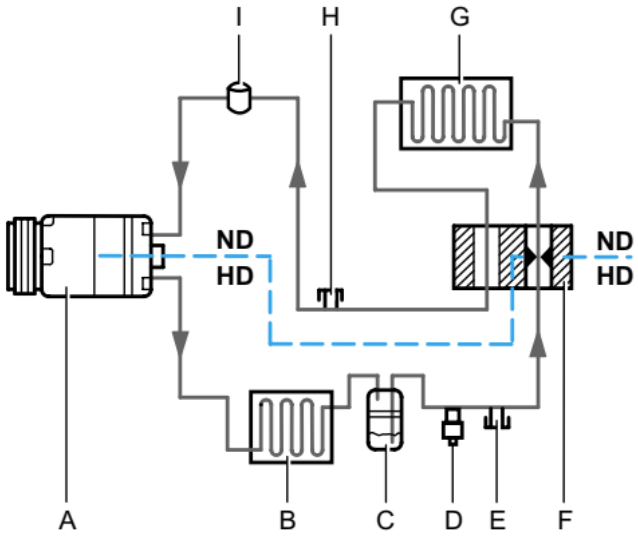


Рисунок 3.2 – Рабочий цикл автомобильной системы кондиционирования воздуха

Насос, приводимый от двигателя, сжимает парообразный хладагент, который затем подается насосом в конденсатор, где он охлаждается и превращается в жидкое состояние; здесь хладагент энергию, которую он получает в компрессоре, и тепло, поглощаемое в испарителе, высвобождает в окружающую среду (рисунки 3.3 и 3.4).



HD – высокое давление; ND – низкое давление; A – компрессор с электромагнитной муфтой; B – конденсатор; C – ресивер с осушителем; D – манометрический выключатель по высокому давлению; E – сервисный штуцер высокого давления; F – расширительный клапан; G – испаритель; H – сервисный штуцер низкого давления; I – демпфер (не на всех автомобилях)

Рисунок 3.3 – Автомобильная система кондиционирования воздуха

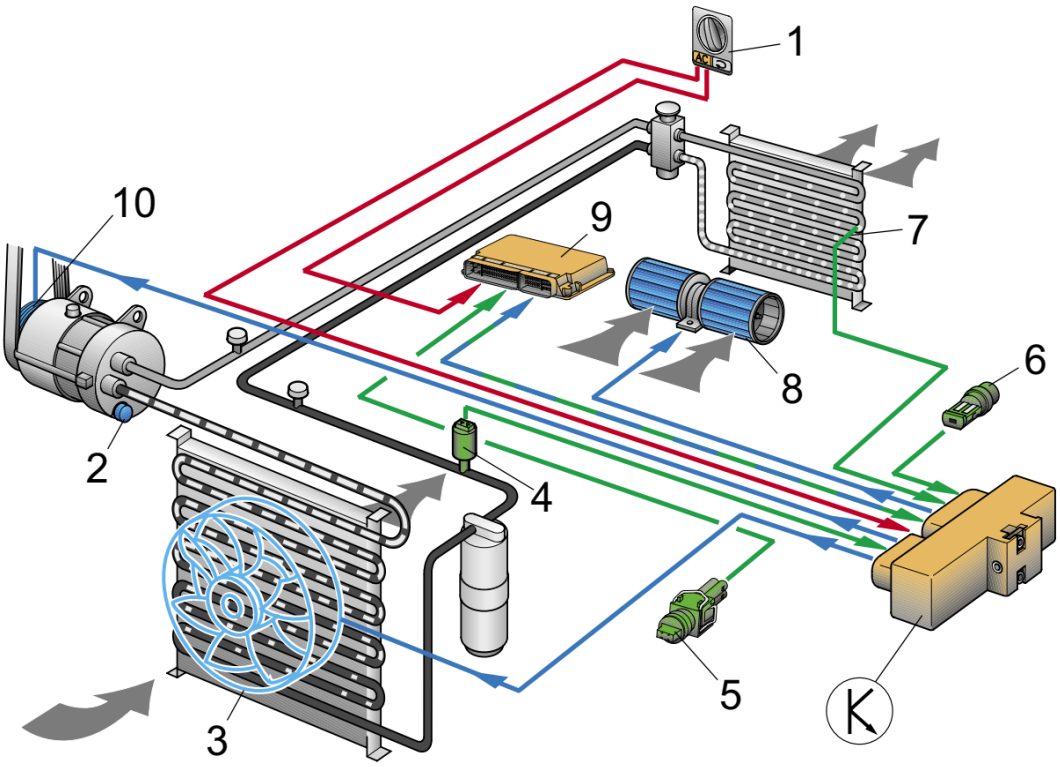
Редукционный клапан разбрызгивает охлажденную жидкость, подавая ее в испаритель (процесс испарения служит для поглощения тепла из поступающего потока свежего воздуха).

За счет извлечения влаги из охлажденного воздуха в виде конденсата влажность воздуха уменьшается до желаемого уровня. Испарители и конденсаторы выполнены в виде трубопластинчатых теплообменников. Испаритель располагается перед радиатором обогревателя в потоке свежего воздуха и охлаждает воздух приблизительно до 3 °C…5 °C. Осушенный воздух повторно нагревается радиатором обогревателя до нужной температуры.

Автоматическое управление особенно необходимо для автомобилей, оснащенных одновременно кондиционером воздуха и обогревателем, т. к. постоянный контроль и регулировка, требуемые для поддержания температуры в салоне, осложняют задачу водителю. В центре системы находится цепь контроля температуры в салоне.

Блок управления непрерывно контролирует как предварительно заданную температуру, так и все изменения, которые влияют на систему. Эту информацию следует применять для расчета температуры заранее задаваемых точек, которые сравниваются с действительной температурой, а блок управления

использует разность между двумя величинами как базис для определения необходимого уровня обогрева, охлаждения и подачи воздуха.



1 – выключатель климатической установки; 2 – предохранительный клапан на компрессоре; 3 – вентилятор для охлаждающей жидкости; 4 – манометрический выключатель климатической установки; 5 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 6 – термовыключатель вентилятора радиатора охлаждающей жидкости; 7 – датчик температуры испарителя; 8 – вентилятор свежего воздуха; 9 – блок управления двигателя; 10 – электромагнитная муфта

Рисунок 3.4 – Компоненты автомобильной системы кондиционирования воздуха

Другой функцией управления является регулирование положения заслонок распределения воздушного потока в соответствии с программой, которая выбрана водителем автомобиля.

Значение температуры подаваемого воздуха определяется с помощью блока управления и достигается за счет регулировок подачи охлаждающей жидкости или воздуха через радиатор отопителя.

Для регулирования величины воздушного потока используется плавный или ступенчатый способ управления вентилятором. Условия работы вентилятора связаны с увеличением воздушного потока, вызываемого аэродинамическим давлением при высоких скоростях автомобиля. С помощью специальной функции управления это можно компенсировать, реагируя на повышение скорости движения автомобиля путем уменьшения скорости вращения вентилятора до нуля, а если поток будет и далее возрастать, то – посредством использования ограничительной заслонки для дросселирования потока входящего воздуха.

Управление распределением воздуха по трем уровням – дефлектор стекла, верхняя часть салона и зона ног – можно осуществлять вручную с предварительным выбором или по программе.

Для того чтобы очистить окна как можно быстрее, необходимо обеспечивать максимальные температурный режим и подачу воздуха через дефлекторы обдува стекол. После холодного пуска двигателя зимой воздух из обогревателя подается только к дефлекторам стекол.

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, подготовить отчет. В отчете по данной работе должны быть представлены схема рабочего цикла и схема взаимного расположения компонентов автомобильной системы кондиционирования воздуха (см. рисунки 3.2 и 3.3).

Контрольные вопросы

1 Какими преимуществами обладает автомобильная система кондиционирования воздуха?

2 Какой принцип заложен в основе функционирования автомобильной системы кондиционирования воздуха?

3 Из каких основных компонентов состоит автомобильная система кондиционирования воздуха?

4 Особенности устройства мультиплексных автомобильных систем передачи информации

Цель работы – изучить особенности устройства мультиплексных автомобильных систем передачи информации.

За последние 20 лет значительно возросла сложность автомобильной электропроводки. Разработка и изготовление автомобильного жгута проводов является проблемой из-за его размеров и веса. В современном автомобиле может быть более 1200 отдельных проводов. Например, жгут, идущий к двери водителя, содержит 50 проводов, жгут, подходящий к приборной панели, – около 100. Помимо увеличения размеров и веса, большое число проводов и соединителей ухудшает надежность.

По стоимости автомобильный жгут проводов занимает четвертое место после кузова, двигателя и трансмиссии.

Кроме того, постоянно увеличивается число электронных систем управления работой автомобиля и его агрегатов на различных режимах движения. Эти системы в той или иной степени связаны друг с другом. Выходные сигналы некоторых датчиков могут использоваться несколькими электронными системами. Можно применять один блок управления для управления всеми автомо-

бильными системами. Но сегодня и в ближайшем будущем это экономически нецелесообразно. Начинает претворяться в жизнь другое техническое решение, когда контроллеры отдельных электронных блоков управления (ЭБУ) связываются друг с другом коммуникационной шиной для обмена данными. Датчики и исполнительные механизмы, подключенные к этой шине через специальные согласующие устройства, становятся доступными для всех ЭБУ, т. е. на борту автомобиля организовывается локальная вычислительная сеть (ЛВС).

Термин «мультиплексный» обычно относят к последовательным каналам передачи данных между различными электронными устройствами автомобиля. Несколько проводов, по которым передаются управляющие сигналы, заменяются шиной для обмена данными. Уменьшение количества проводов в электропроводке автомобиля – одна из причин разработки мультиплексных систем. Другая причина – необходимость объединения в ЛВС контроллеров различных ЭБУ для эффективной работы и диагностики. На рисунке 4.1 показаны традиционная схема электропроводки и мультиплексная система.

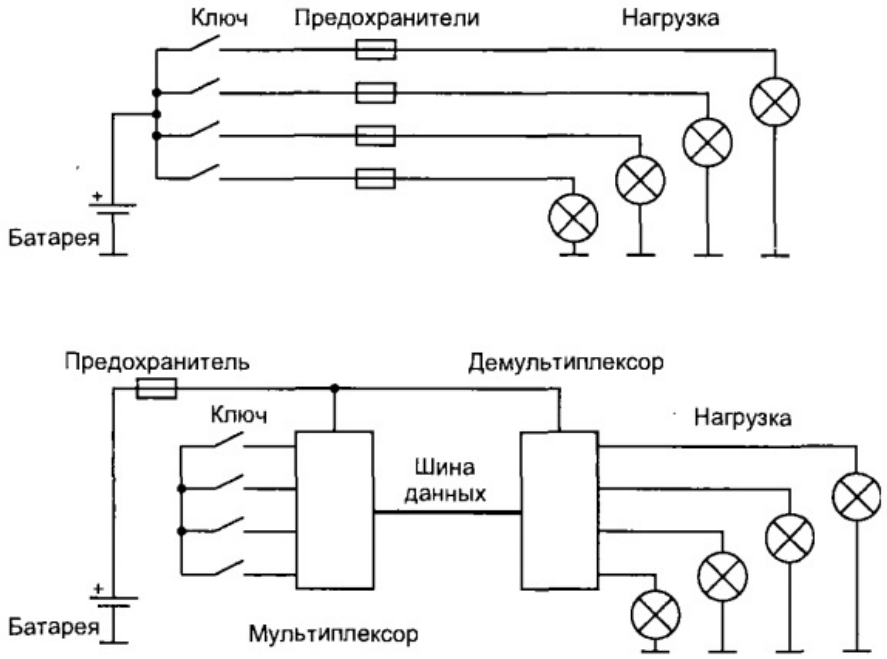


Рисунок 4.1 – Обычное (выше) и мультиплексное (ниже) подключение потребителей в электрическую цепь

В обычных системах электропроводки информация и питание передаются по одним и тем же проводам. В мультиплексных системах сигналы и электропитание разделены.

В мультиплексных системах управляющие ключи непосредственно не включают и не выключают электропитание нагрузок.

В некоторых случаях электронная схема узла должна постоянно считывать состояние управляющего ключа, даже когда большая часть электрооборудования обесточена. Например, положение ключа центрального замка дверей должно определяться и при парковке, когда многие системы выключены из со-

ображений энергосбережения.

По схеме, показанной на рисунке 4.1, может быть реализовано электропитание корпусных потребителей: освещение, стеклоподъемники, стеклоомыватели и т. д. Электропроводка упрощается за счет приема и передачи различных сигналов между узлами по одной и той же шине (проводу). При обычной схеме проводки для реализации каждой функции требуется отдельный проводник. Через узлы осуществляется доступ к сети. Узел, как правило, содержит микропроцессор, подключенный к коммутационной шине, и электронные цепи, управляющие работой датчиков и исполнительных механизмов, подключенных к узлу. Коммуникационная шина на современном автомобиле чаще всего представляет собой витую пару проводов, хотя возможны и другие варианты. На рисунке 4.2 в общем виде показана мультиплексная система. К входам узлов могут подключаться любые датчики, к выходам – исполнительные устройства. Примеры входной информации: температура, ток, напряжение, положение переключателей и т. д. Примеры исполнительных устройств и механизмов: дисплеи, клапаны с электрическим управлением, электродвигатели и т. п.

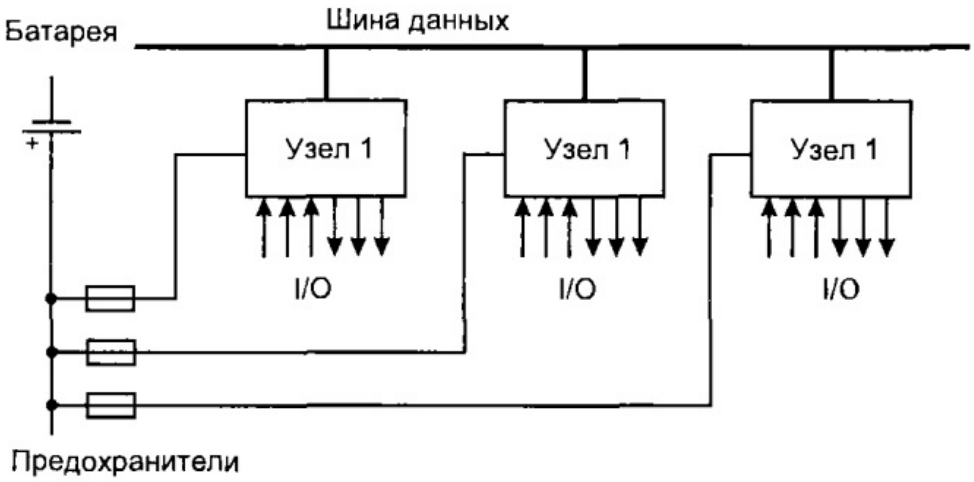


Рисунок 4.2 – Структура мультиплексной системы передачи информации

По классификации SAE (Society of Automotive Engineers – общество автомобильных инженеров) делит мультиплексные автомобильные системы на три класса.

Класс А. Мультиплексные системы, в которых автомобильная электропроводка упрощается за счет использования коммуникационной шины. По этой шине между узлами передаются сигналы, которые проходят по раздельным проводам в автомобиле с обычной электропроводкой. Узлы, являющиеся частью мультиплексной системы, при обычной электропроводке отсутствуют.

Класс В. В мультиплексной системе между узлами передается информация (обычно значения параметров), чем достигается устранение избыточности датчиков и иных элементов по сравнению с обычной схемой электропроводки. В этом случае узлы существуют и в обычной системе в виде несвязанных элементов.

Класс С. Мультиплексная система с высокой скоростью обмена данными, осуществляющая управление в реальном времени, например, двигателем, антиблокировочной тормозной системой и т. д.

Системы класса А используются для включения/выключения различных нагрузок (например, для управления элементами двери салона), скорость передачи по шине – не более 10 Кбит/с.

В системах класса В осуществляется обмен информацией между подсистемами, когда требуется скорость передачи данных 100…250 Кбит/с. В настоящее время системы класса В используются на автомобиле чаще других. Обмен данными в системах класса В соответствует требованиям стандарта SAE J1850 (10…40 Кбит/с, США, Япония) или протоколу VAN (vehicle area network – автомобильная локальная сеть), 125 Кбит/с, поддерживаемому французскими компаниями «Рено» и «Пежо». Задачи систем класса В можно решить, применив шину CAN (Controller Area Network – локальная сеть контроллеров), но это не всегда экономически целесообразно.

В системах класса С осуществляется распределенное управление в реальном масштабе времени. Шина CAN является стандартом для мультиплексных систем класса С. Крупнейшие производители автомобильного электронного оборудования («Бош», «Делко») и комплектующих («Интел», «Моторола») поддерживают CAN.

Шина CAN является обособленной системой электронного оборудования автомобиля. Она служит для обмена данными между подключенными к ней блоками управления. Благодаря особому исполнению и структуре эта система работает очень надежно. Если возникают какие-либо неисправности (в системах автомобиля), они обязательно фиксируются в соответствующих регистраторах неисправностей и могут быть считаны с помощью диагностического прибора.

Блоки управления наделены функциями самодиагностики, с помощью которых могут распознаваться неисправности, связанные с функционированием шины CAN.

После вывода данных о неисправностях шины CAN с помощью диагностических приборов может быть проведен целенаправленный поиск причин этих неисправностей.

Записи в регистраторах неисправностей блоков управления используются для первоначального обнаружения дефектов. Помимо этого, они свидетельствуют об устранении неисправностей после проведения ремонтных работ. Чтобы обновить регистрируемые данные, необходимо вновь запустить двигатель.

Важнейшей предпосылкой статуса «Шина CAN исправна» является абсолютная надежность шины на всех режимах эксплуатации автомобиля.

Чтобы провести обработку данных, которая необходима для поиска неисправностей или же их устранения, нужно знать основы передачи данных посредством шины CAN.

ЛВС типа CAN объединяет несколько блоков управления (рисунок 4.3). Блоки управления подключаются к ней через трансиверы (приемопередатчики). Таким образом, все отдельные станции сети находятся в одинаковых условиях.

То есть все блоки управления равнозначны и ни один из них не имеет приоритета. При этом говорят о так называемой многоабонентской архитектуре.

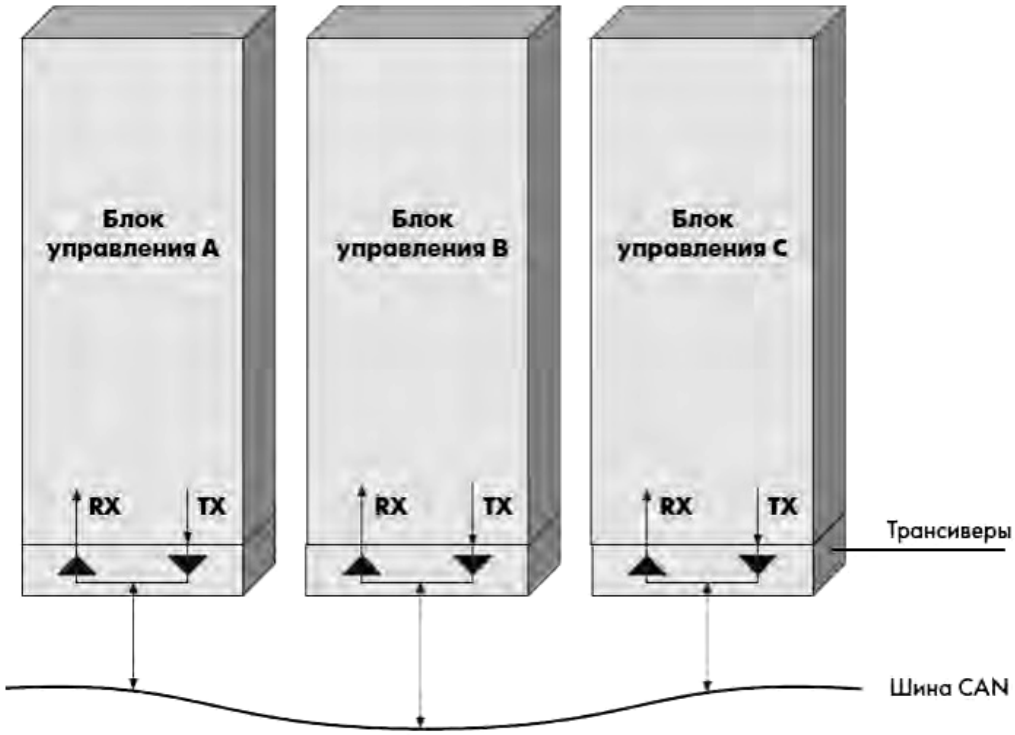


Рисунок 4.3 – Структура ЛВС типа CAN

Мультиплексор (рисунок 4.4), входящий в состав шины CAN, включает в себя следующие элементы: кабель «К», блок управления, модуль системы CAN и трансивер.

Кабель «К» служит для подключения к системе диагностического прибора при проведении сервисного обслуживания автомобиля.

Блок управления принимает сигналы датчиков, обрабатывает их и передает соответствующие управляющие сигналы на исполнительные устройства. Наиболее существенными компонентами блока управления являются микроконтроллер с входными и выходными запоминающими устройствами и запоминающее устройство для хранения программного обеспечения.

Получаемые блоком управления сигналы датчиков, например, датчика температуры или датчика частоты вращения коленчатого вала, регулярно вызываются и записываются последовательно во входном запоминающем устройстве. Протекание этого процесса подобно работе механического шагового механизма с круговым переключателем.

В микроконтроллере входные сигналы обрабатываются в соответствии с алгоритмами, реализуемыми посредством программного обеспечения. Выработанные в результате этой обработки сигналы направляются в ячейки выходного запоминающего устройства, откуда поступают на соответствующие исполнительные устройства.

Для обработки посланий, поступающих из шины CAN и направляемых на

нее, каждый блок управления снабжен дополнительным запоминающим устройством, в котором хранятся как поступающие, так и отправляемые послания.

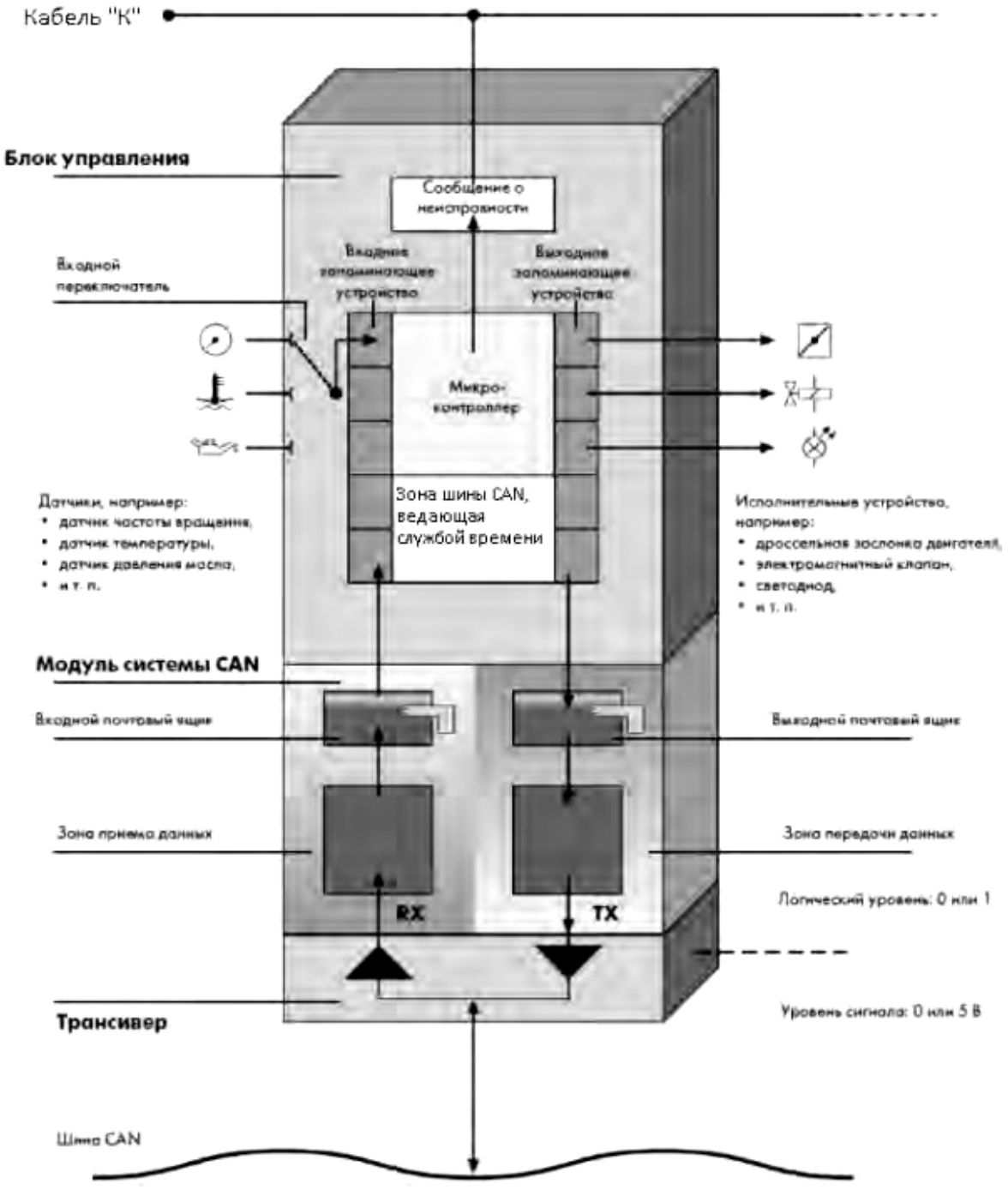


Рисунок 4.4 – Автомобильный мультиплексор

Модуль системы CAN служит для обмена данными посредством шины CAN. Он разделен на две зоны: зону приема и зону передачи.

Модуль системы CAN связан с блоком управления через «почтовые ящики» для входящих и исходящих посланий. Обычно он встроен в чип микроконтроллера блока управления.

Трансивер представляет собою приемопередающее устройство, одновременно выполняющее функции усилителя. Он преобразует последовательность поступающих с модуля системы CAN двоичных сигналов (на логическом уровне) в электрические импульсы напряжения и наоборот. Таким образом, посредством электрических импульсов можно передавать данные по медным проводам.

Связь трансивера с модулем системы CAN осуществляется посредством проводов TX (передающий провод) и RX (принимающий провод).

Провод RX соединен с шиной CAN через усилитель. Он позволяет постоянно «прослушивать» сигналы, передаваемые через шину.

Особенностью подключения провода TX к шине является соединение через каскад с открытым коллектором. Благодаря этому могут быть реализованы два состояния шины.

Состояние 1: при этом транзистор закрыт (выключатель разомкнут); пассивное: уровень шины – 1, провод шины соединен с источником тока через высокоомное сопротивление.

Состояние 0: при этом транзистор открыт (выключатель замкнут); активное: уровень шины – 0, шина замкнута на «массу» через низкоомное сопротивление.

Иными словами, при разомкнутом выключателе шина находится в состоянии логической единицы (она активна), при замкнутом – логического нуля (она пассивна).

Пассивное состояние шины называют рецессивным, а активное – доминантным.

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, подготовить отчет. В отчете по данной работе должны быть представлены схема структуры ЛВС типа CAN (см. рисунок 4.3) и схема автомобильного мультиплексора (см. рисунок 4.4).

Контрольные вопросы

1 Какими преимуществами обладает мультиплексная автомобильная система передачи информации?

2 Из каких элементов состоит автомобильный мультиплексор?

3 Какие могут быть состояния шины CAN?

5 Порядок передачи информации по протоколу CAN

Цель работы – изучить порядок передачи информации по протоколу CAN.

Обмен информацией производится путем передачи последовательных сигналов. Принципиально шина CAN может работать с одним соединительным проводом, однако систему оснащают и вторым. По второму проводу сигналы передаются в обратном порядке, что помогает подавлению внешних помех.

Передаваемая по шине CAN информация состоит из отдельных посланий. Эти послания могут быть отправлены и получены каждым из блоков управления.

Каждое из посланий содержит данные о каком-либо физическом параметре, например, о частоте вращения коленчатого вала. При этом величина частоты вращения представляется в двоичной форме, т. е. как последовательность нулей и единиц или бит. Например, значение частоты вращения двигателя 1800 мин$^{-1}$ может быть представлено как двоичное число 00010101.

При передаче сигналов (рисунок 5.1) каждое число в двоичном представлении преобразуется в поток последовательных импульсов (бит). Эти импульсы поступают через провод TX (передающий провод) на вход трансивера (усилителя). Трансивер преобразует последовательности импульсов тока в соответствующие сигналы напряжения, которые затем последовательно передаются на провод шины.

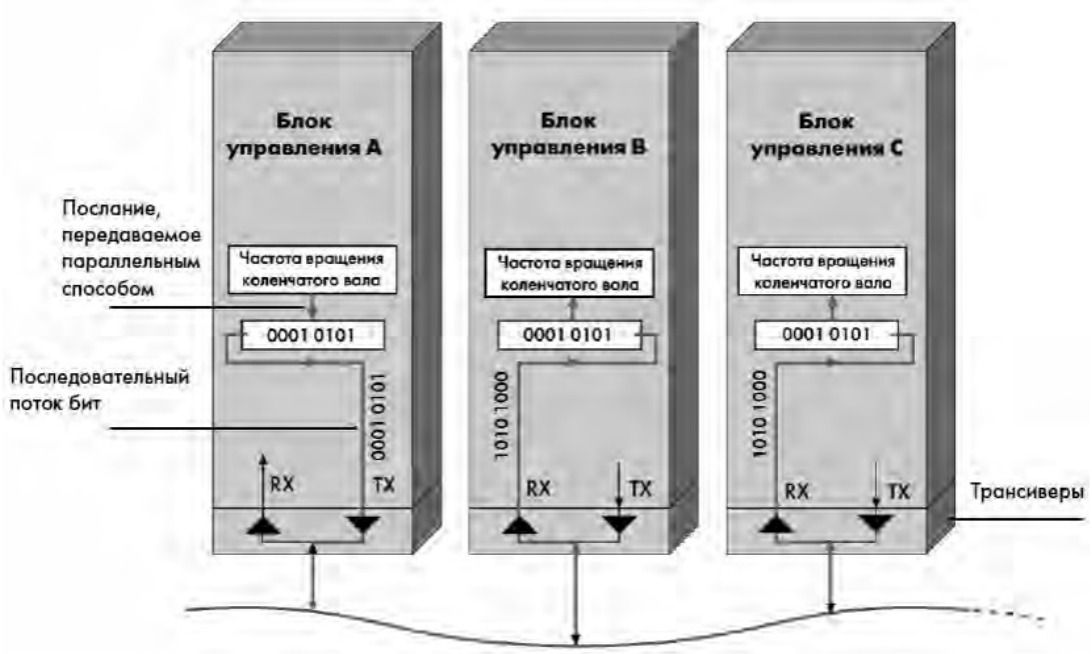


Рисунок 5.1 – Схема прохождения информации по шине CAN

При приеме сигналов трансивер преобразует импульсы напряжения в последовательности бит и передает их через провод RX (приемный провод) на блок управления. В блоке управления последовательности двоичных сигналов вновь преобразуются в данные посланий.

Например, двоичное число 00010101 преобразуется в частоту вращения 1800 мин$^{-1}$.

Передаваемое послание может быть принято каждым из блоков управления.

Рассмотренный принцип передачи данных называют широковещательным, т. к. он подобен принципу работы широковещательной радиостанции, сигналы которой принимаются каждым пользователем радиосети, и обеспечивает получение в каждый момент времени одинаковой информации всеми блоками управления, подключенными к сети.

Далее описан весь процесс передачи данных на примере измерения частоты вращения и ее вывода на тахометр. При этом раскрывается протекание процесса передачи данных по времени и объясняется взаимодействие модулей системы CAN с блоками управления.

Процесс начинается с измерения частоты вращения посредством датчика, соединенного с блоком управления двигателем. Измеряемое значение периодически вводится во входное запоминающее устройство микроконтроллера. Так как данные о моментальном значении частоты вращения должны поступать на другие блоки управления, например, на блок управления в комбинации приборов, для их передачи следует использовать шину CAN.

Информация о частоте вращения копируется в выходном запоминающем устройстве блока управления двигателем.

Из выходного запоминающего устройства информация поступает в выходной почтовый ящик модуля системы CAN. При поступлении актуальных данных в почтовый ящик вырабатывается специальный сигнал, символом которого является поднятый флаг (рисунок 5.2).

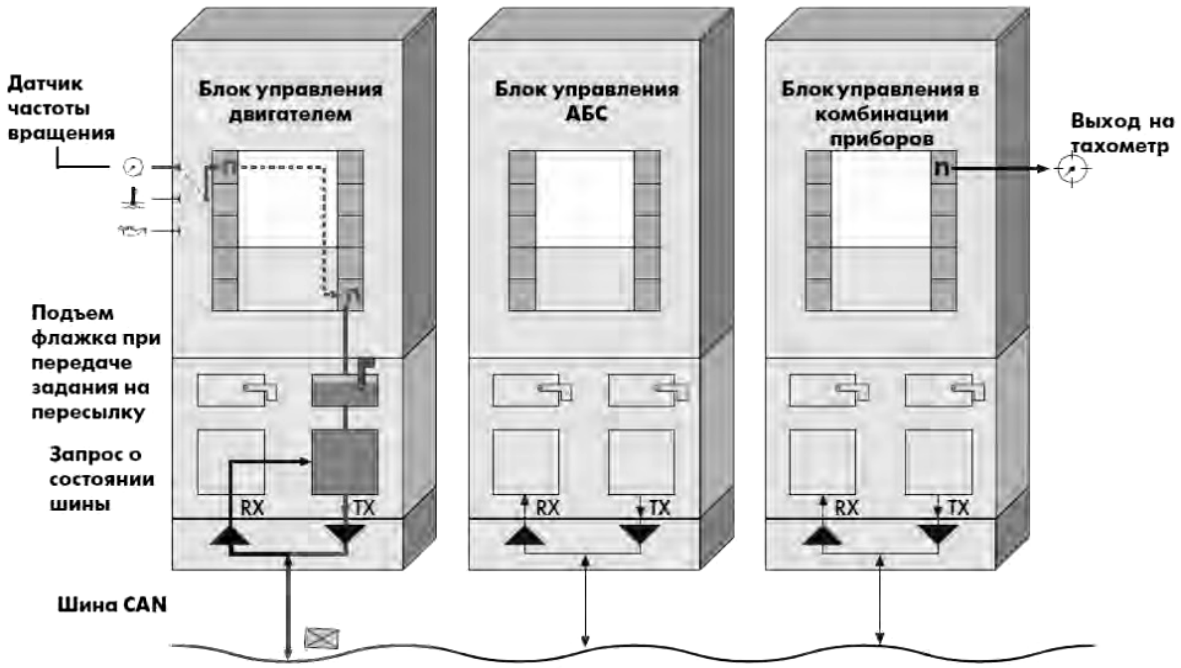


Рисунок 5.2 – Схема запуска сеанса передачи данных

Выдачей задания на передачу данных модулю системы CAN блок управления двигателем завершает выполнение данной функции.

Числовое значение частоты вращения преобразуется в специальное послание для передачи через шину CAN, составленное согласно протоколу (рисунок 5.3).

Начало фрейма обозначает начало протокола передачи данных.

Арбитражное поле используется для обозначения приоритета протокола передачи данных. Например, если двум блокам управления требуется отправить сообщения одновременно, первым отправляет сообщение блок управления с более высоким приоритетом. Кроме того, оно используется для определения содержания сообщения (например, обороты двигателя).

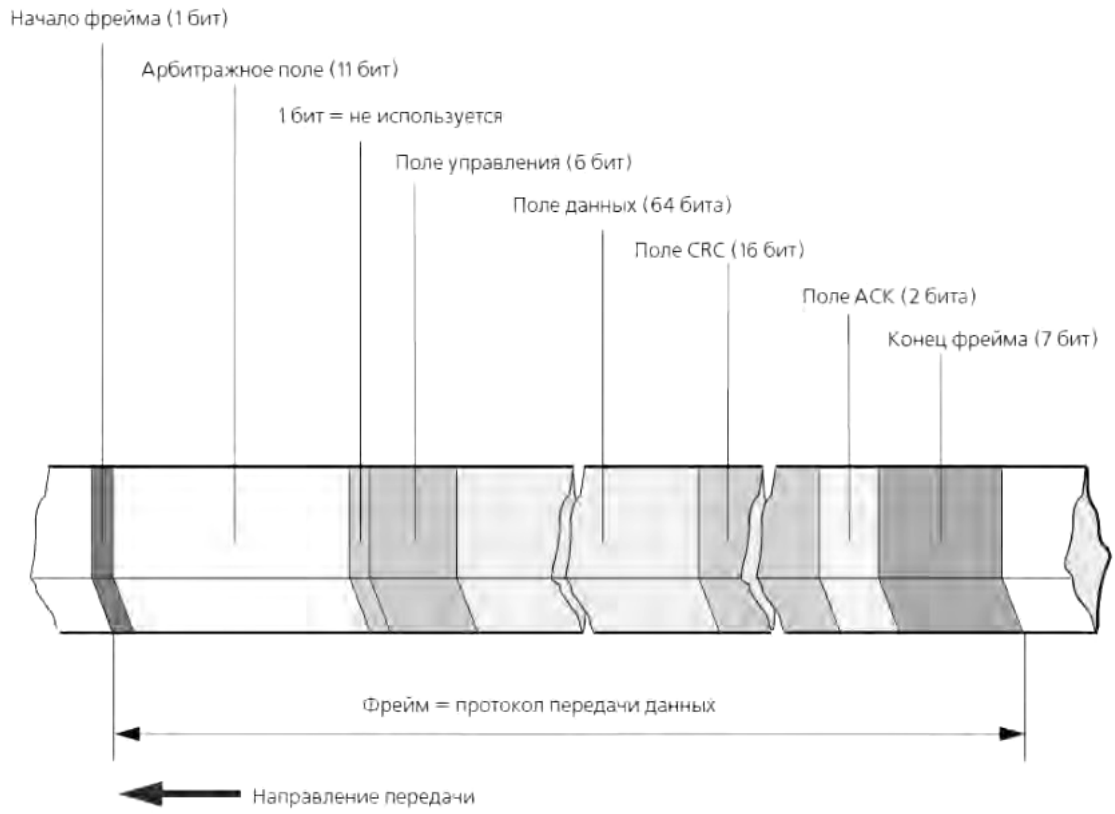


Рисунок 5.3 – Структура сообщения, передаваемого по шине CAN

В **контрольном поле** в виде кода записывается количество элементов информации в поле данных. Этим обеспечивается возможность для каждого приемника проверить, были ли получены все необходимые данные.

В **поле данных** передаются элементы данных, являющиеся важными для других блоков управления. В этом поле содержится больше всего информации: от 0 до 64 бит (от 0 до 8 байт).

Поле CRC используется для обнаружения ошибок в процессе передачи данных.

Поле ACK содержит сигнал приемника передатчику о том, что протокол данных был успешно выполнен. В случае обнаружения ошибки информация об этом немедленно передается передатчику, после чего отправка сообщения повторяется.

Конец фрейма предназначен для проверки передатчиком протокола данных и отправки приемнику подтверждения о его безошибочном выполнении. В случае обнаружения ошибки передача данных немедленно прекращается, а затем выполняется повторно. После этого протокол передачи данных считается выполненным.

Затем модуль системы CAN, связанный с шиной через провод RX, проверяет, находится ли шина в активном состоянии (когда через нее передаются другие сообщения). При необходимости модуль выжидает, пока шина не освободится. При этом она должна в течение некоторого времени иметь логический уровень 1. После освобождения шины производится передача послания с данными о параметрах двигателя (рисунок 5.4).

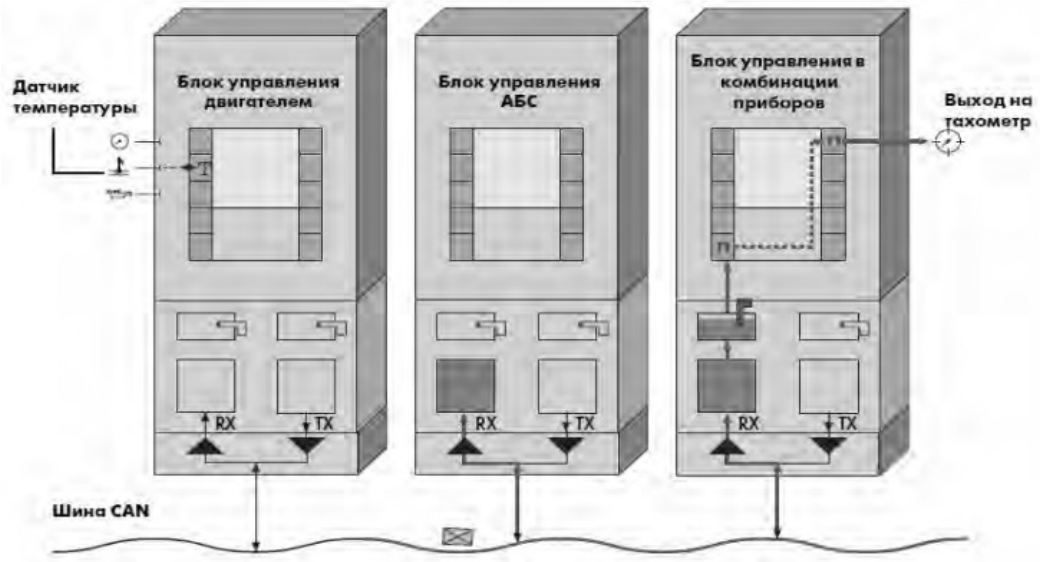


Рисунок 5.4 – Схема сеанса приема данных

Прием послания производится в два этапа:

1) проверка послания на содержание ошибок (на уровне контроля);
2) проверка пригодности послания (на уровне признания).

Все подключенные к шине CAN станции получают послание, отправленное блоком управления двигателем. Это послание поступает в зоны приема соответствующих модулей системы CAN через провода RX.

Все получатели принимают послание с данными о параметрах двигателя и проверяют его на наличие ошибок на уровне контроля. При этом распознаются локальные нарушения в процессе передачи данных, которые могут возникнуть, например, только в одном блоке управления. Благодаря этому обеспечивается высокая плотность потока передаваемой информации.

Все подключенные к шине CAN станции получают послание от блока управления двигателем (по принципу широковещательной трансляции). После этого они могут определить на контрольном уровне по сумме CRC (Cycling Redundancy Check), нет ли в послании ошибок передачи. При передаче каждого послания формируется и передается контрольная сумма размером 16 бит, которая содержит сведения обо всем объеме информации.

Абоненты пересчитывают контрольную сумму по тем же правилам, по которым она была образована. В заключение полученная контрольная сумма сравнивается с рассчитанной.

Если ошибки не обнаружено, все станции направляют передатчику уведомление в получении послания, которое называется Acknowledge и следует за контрольной суммой.

Затем корректно принятое послание переводится на так называемый уровень признания данного модуля системы CAN. На этом уровне определяется возможность использования послания для конкретного блока управления.

Если получен отрицательный ответ, послание отбрасывается. При положительном ответе послание направляется в соответствующий входной почтовый ящик.

По поднятому «приемному флажку» подключенный к шине блок управления в комбинации приборов «узнает» о поступлении послания. В данном случае это данные о частоте вращения, которые подлежат обработке.

Комбинация приборов вызывает это послание и копирует соответствующее значение во входном запоминающем устройстве.

На этом передача и прием посланий посредством шины CAN заканчиваются.

В комбинации приборов данные о частоте вращения подвергаются обработке и направляются затем на тахометр.

Передача данных в виде посланий постоянно повторяется с заданной периодичностью циклов (например, каждые 10 мс).

Если несколько блоков управления пытаются одновременно отправить послания, при прочих равных условиях невозможно избежать накладки передаваемых данных. Чтобы исключить накладку, шина CAN действует в соответствии с описанной ниже стратегией.

Каждый из активных блоков управления начинает процесс передачи данных с ввода идентификатора.

Все блоки управления следят за состоянием шины, считывая с нее данные через провод RX.

Каждый из блоков управления сравнивает бит за битом сигналы, передаваемые через провод TX, с сигналами, передаваемыми через провод RX. При этом могут быть обнаружены определенные расхождения.

В соответствии с принятой для шины CAN стратегией ситуация регулируется следующим образом: блок управления, сигнал которого на проводе TX обнуляется, должен прервать передачу данных через шину.

Число нулей в головной части идентификатора определяет ранг приоритета послания. Передача посланий производится в порядке, соответствующем их рангу. При этом действует правило: чем меньше число, обозначающее идентификатор, тем важнее послание.

Такой способ оценки называют арбитражем. Этот термин является производным от слова «арбитр», или «спортивный судья».

На следующем примере (рисунок 5.5) демонстрируется наивысший приоритет датчика поворота рулевого колеса, благодаря которому вырабатываемые им данные отправляются в первую очередь.

Послание с датчика поворота рулевого колеса, сопровождаемое идентификатором, обозначаемым наименьшим числом (с наибольшим числом нулей в его начале), отправляется в первую очередь.

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, подготовить отчет. В отчете по данной работе должны быть представлены схемы сеанса передачи и приема данных, а также структуры сообщения, передаваемого по протоколу CAN (см. рисунки 5.1–5.3).

Идентификатор	двоичный	шестнадцатеричный
Двигатель	010_1000_0000	280
Тормозная система	010_1010_0000	1A0
Комб-ция приборов	011_0010_0000	320
Д. угла пов. рул. к-а	000_1100_0000	0C2
Коробка передач	100_0100_0000	440

Рисунок 5.5 – Идентификаторы, которые используются в системе CAN силового агрегата

Контрольные вопросы

1 По каком принципу осуществляется передача данных по автомобильной мультиплексной системе передачи информации?

2 Из каких элементов состоит сообщение, передаваемое по протоколу CAN?

3 Каким образом осуществляется определение приоритета для передачи сообщения с данными по протоколу CAN?

6 Неисправности мультиплексных автомобильных систем передачи информации

Цель работы – изучить основные виды неисправностей мультиплексных автомобильных систем передачи информации.

Ввиду вибраций автомобиля причинами неисправностей могут быть в первую очередь повреждения изоляции, обрыв проводов или нарушения контактов в разъемах. Этим неисправностям присвоены коды в соответствии с ISO (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Классификация основных неисправностей

ISO	CAN-High	CAN-Low
1		Обрыв
2	Обрыв	
3		Замыкание на «плюс»
4	Замыкание на «массу»	
5		Замыкание на «массу»
6	Замыкание на «плюс»	
7	Замыкание на провод Low	Замыкание на провод High
8	Отсутствие Rterm	Отсутствие Rterm

Неисправность ISO 8 может возникнуть только у шины CAN силового агрегата. Неисправности ISO 3-8 шины CAN силового агрегата могут быть однозначно идентифицированы с помощью мультиметра или омметра; неисправности 1, 2 и 9 – цифрового осциллографа (DSO).

Поиск неисправностей шины CAN системы «Комфорт» и информационно-командной системы производится только с помощью осциллографа DSO. Неисправность ISO 8 у этой шины не возникает.

Неисправности ISO 1 и 2 шины CAN силового агрегата: обрыв провода Low (рисунок 6.1).

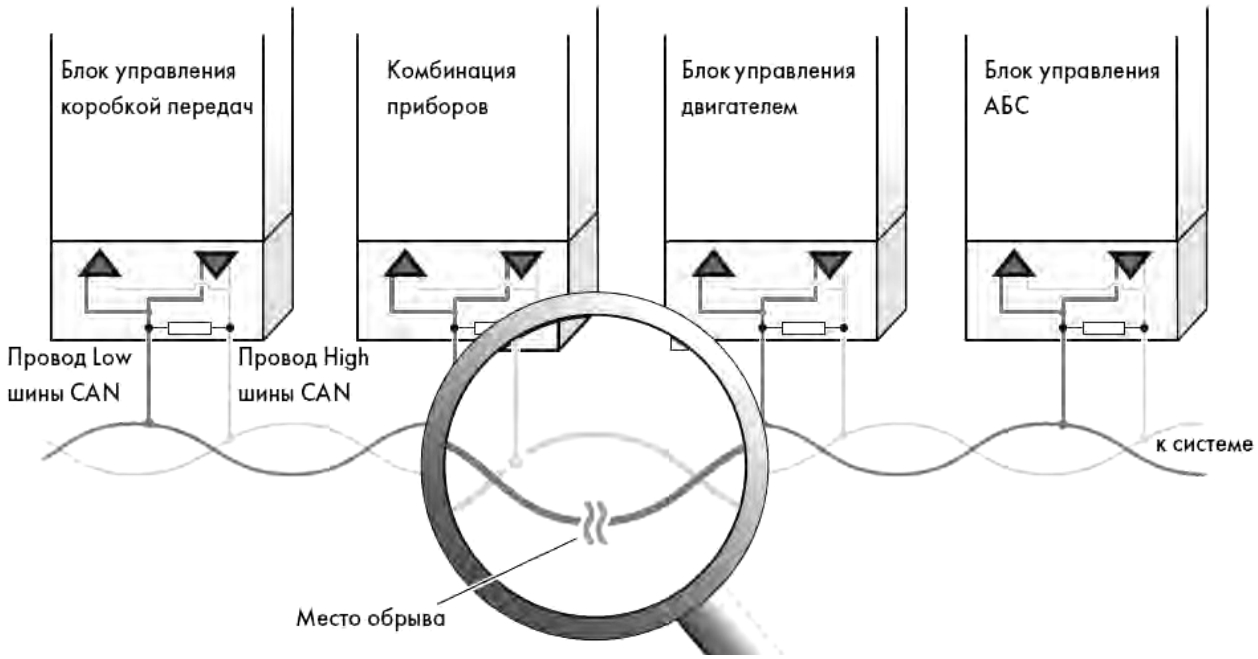


Рисунок 6.1 – Неисправности ISO 1 и 2

Существенным признаком этой неисправности является превышение сигналом на канале Low уровня напряжения 2,5 В. При нормальной работе системы такие значения напряжения отсутствуют.

При применении обычного для канала A напряжения запуска, например, на уровне 3 В, регистрация сигнала на дисплее может отсутствовать, т. к. при нарушенной последовательности сигналов запуск их регистрации происходит недостаточно регулярно. Поэтому для запуска регистрации используется сигнал на проводе Low, напряжение которого при нормальной работе не превышает 2,5 В.

Соответственно этому на канале B устанавливается напряжение запуска регистрации на уровне 3 В.

При обрыве провода Low на нем регистрируются нерегулярные сигналы с напряжением свыше 2,5 В. В этом случае ток не может проходить по проводу к центральному нагрузочному резистору, а оба провода находятся под напряжением 5 В, подводимым к ним через провод High.

Дальнейшие действия при поиске неисправностей:

– расстыковать разъем на соответствующем блоке управления и проверить,

не погнуты ли контактные штыри;

– состыковать разъем и проверить содержимое регистратора неисправностей.

Если неисправность не устранена, следует:

– вновь расстыковать разъем на блоке управления, связь с которым нарушена;

– расстыковать разъемы на блоках управления, которые согласно схеме электрооборудования, непосредственно связаны с подозреваемым блоком управления;

– проверить соединение контактных штифтов с проводом Low.

Неисправности ISO 3-8 шины CAN силового агрегата, в том числе на примере замыкания провода Low на «плюс» (клемма 30, 12 В).

В регистраторе неисправностей сохраняются данные, поступающие со всех блоков управления. Одно из сообщений гласит: «Шина силового агрегата неисправна». Это сообщение свидетельствует о коротком замыкании или обрыве проводов шины непосредственно у межсетевого интерфейса.

Приведенная ниже последовательность действий может быть применена в случае описываемого здесь замыкания на «плюс» (неисправность ISO 3 и 6), при замыкании на «массу» (неисправность ISO 4 и 5), при замыкании между проводами High и Low (неисправность ISO 7) и при выпадении из цепи нагрузочных резисоров (неисправность ISO 8).

На примере неисправности ISO 3 рассматриваются все случаи коротких замыканий. Эту неисправность можно диагностировать с помощью осциллографа DSO системы VAS (для автомобилей производства концерна VAG), сделав соответствующие установки, но в данном случае изложен иной способ диагностики и устранения неисправностей.

Местоположение короткого замыкания (неисправности ISO 3-7) найти не очень просто, т. к. необходимо обследовать кабель по всей его длине. Поскольку переходное сопротивление в месте замыкания неизвестно, измерения с помощью омметра не могут помочь определить длину провода до места замыкания.

Действия при поиске неисправностей (рисунок 6.2):

– проверить, произошло ли замыкание на клемму 30 или на клемму 15;

– осмотреть подозреваемые провода с целью определения места замыкания;

– поочередно отключать блоки управления от шины и каждый раз проверять ее на замыкание;

– локализовать место короткого замыкания, разделив шину на несколько участков.

При перемене мест проводов High и Low, подведенных к одному или к нескольким блокам управления, не всегда удается уловить отклонение от нормы по виду сигналов на экране осциллографа.

Повторяемость отклонений может быть настолько мала, что нарушенная последовательность сигналов не появляется на экране в течение длительного времени.

Неправильно подключенные блоки управления не могут участвовать в обмене данными и мешают друг другу, прерывая передаваемые ими по шине CAN

сообщения. При этом часто выводятся сообщения о неисправностях (Error Frames).

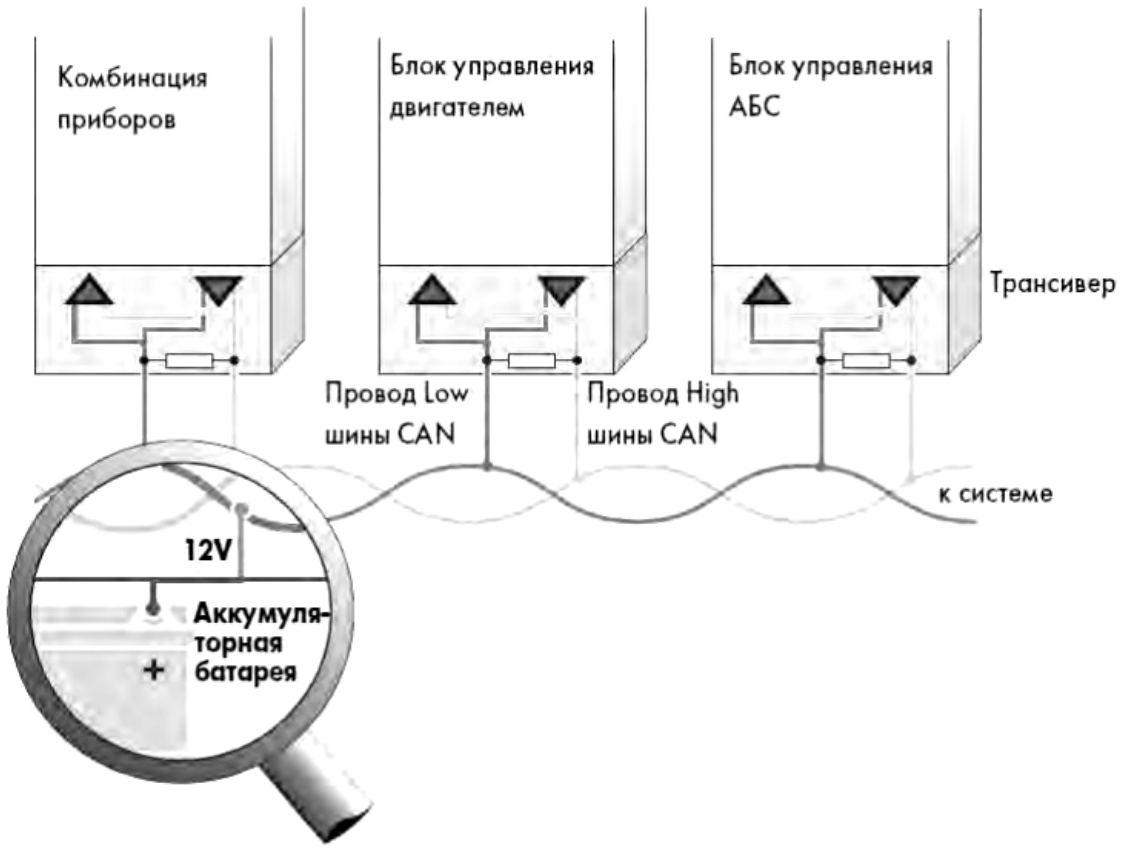


Рисунок 6.2 – Неисправность, возникающая при замыкании провода Low шины CAN на «плюс»

Неисправность ISO 9 шины CAN силового агрегата – перестановка местами проводов High и Low у одного или у нескольких блоков управления.

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, подготовить отчет. В отчете по данной работе должен быть представлен перечень ISO, а также схемы неисправностей (см. рисунки 6.1 и 6.2).

Контрольные вопросы

1 По каким причинам чаще всего появляются неисправности в автомобильной мультиплексной системе передачи информации?

2 Сколько существует и какие именно неисправности ISO имеют место в автомобильных мультиплексных системах передачи информации?

3 Каков порядок действий по обнаружению неисправности ISO 3?

4 Какое технологическое оборудование следует использовать для поиска неисправностей ISO?

5 Что такое ISO 9?

7 Работы по ТО и ТР автоматических коробок передач

Цель работы – ознакомиться с порядком действий при обнаружении различных неисправностей автоматической коробки передач.

Несмотря на то, что в АКП переключение передач происходит автоматически, водителю все-таки предоставлена возможность вмешиваться в работу системы управления и выбирать тот режим движения, который необходим для данных внешних условий движения автомобиля. Для этого в системе управления предусмотрен ряд специальных режимов, которые водитель может выбирать при определенных условиях движения. Эти режимы почти для всех автомобилей одинаковы, но при этом каждая модель имеет некоторые особенности.

Для управления автоматической трансмиссией в салоне в полу между креслами водителя и пассажира или на рулевой колонке установлен рычаг выбора диапазона работы коробки передач. Этот рычаг, как правило, тросом соединен с клапанной коробкой, и с его помощью водитель имеет возможность изменять кинематический диапазон работы АКП. Известно, что кинематическим диапазоном коробки передач называется отношение максимального передаточного отношения к минимальному значению передаточного отношения коробки передач.

Помимо рычага выбора диапазона, в салоне для задания специальных режимов работы коробки передач имеется один или несколько переключателей. Как правило, информация о режиме работы трансмиссии отображается с помощью световых индикаторов.

У рычага выбора диапазона работы АКП несколько положений, которые в зависимости от марки автомобиля могут иметь буквенное или цифровое обозначение. Количество этих положений может быть также различным, но на всех автомобилях обязательны положения P, R и N.

Положение P предназначено для установки в нее рычага выбора диапазона для случая длительной стоянки автомобиля. В этом положении в коробке выключены все элементы управления, а ее выходной вал заблокирован, поэтому движение автомобиля невозможно. Переводить рычаг в эту позицию допустимо только при полной остановке. Перевод рычага в положение P во время движения категорически запрещен, поскольку может привести к поломке коробки передач.

Положение рычага выбора диапазона R предназначено для включения передачи заднего хода. Установка рычага выбора диапазона в это положение допустима только при полностью остановленном автомобиле, в противном случае в трансмиссии возникнут значительные перегрузки деталей, и она выйдет из строя.

Положение N соответствует нейтрали. При этом в АКП выключены либо все элементы управления, либо включен только один, что не обеспечивает жесткую кинематическую связь между ее ведущим и ведомым валами. Механизм блокировки выходного вала в этом случае выключен, т. е. автомобиль может свободно перемещаться.

Для автомобилей, оборудованных четырехскоростными коробками передач, рычаг выбора диапазона имеет, как правило, четыре положения для движения вперед: D, 3, 2 и 1. В некоторых моделях автомобилей положение 1 обозначается латинской буквой L.

В положении D обеспечивается автоматическое переключение с первой по четвертую передачу. При нормальных условиях движения рекомендуется использовать именно этот диапазон. Для большинства автомобилей включение положения D не предполагает применение режима торможения двигателем.

При установке рычага выбора диапазона в положение 3 разрешено движение на первых трех передачах, т. е. включение четвертой (повышающей) передачи запрещено. Этот режим рекомендуется использовать при движении в городских условиях и по холмистой дороге.

При положении 2 в АКП разрешено включение первой и второй передач. Его использование рекомендуется при движении по горным дорогам, когда из соображений безопасности большая скорость запрещена. Кроме того, переводить рычаг в это положение следует во время буксировки прицепа или другого автомобиля. Для большинства автомобилей в этом положении рычага обеспечивается режим торможения двигателем.

Установка рычага выбора диапазона в положение 1, как правило, запрещает производить в коробке передач какие-либо переключения, т. е. движение возможно только на первой передаче. На этом диапазоне также реализуется режим торможения двигателем. Положение 1 рычага рекомендовано для движения по крутым спускам.

В некоторых моделях автомобилей разрешение использования повышающей передачи осуществляется с помощью специальной кнопки OD. Если она находится в утопленном состоянии и рычаг выбора диапазона установлен в положение D, то переключение на повышающую передачу разрешено. В противном случае включение этой передачи запрещено. Состояние системы управления отражается с помощью индикатора OD OFF. В случае разрешения использования повышающей передачи индикатор не горит, а при запрете загорается.

Для всех автомобилей с АКП существует одно правило: двигатель можно заводить только при условии установки рычага выбора диапазона в положение P или N. Во всех остальных случаях двигатель заводиться не должен. Если это происходит, то в системе управления возникла какая-то неисправность и дальнейшая эксплуатация автомобиля небезопасна.

Перед началом движения необходимо выжать педаль тормоза, перевести рычаг выбора диапазона в нужное положение, не нажимая при этом на педаль управления дроссельной заслонкой. После легкого толчка можно начать движение.

При случайном переключении во время движения рычага выбора диапазона в положение N, прежде чем вернуть его в нужное положение, следует сбросить газ и дождаться снижения оборотов двигателя до оборотов холостого хода.

При кратковременных остановках, например, у светофоров, переводить рычаг выбора диапазона в положение N не рекомендуется. Необходимо удерживать

автомобиль на месте с помощью ножного тормоза, отпустив при этом педаль управления дроссельной заслонкой. Перевод рычага из положения D в N и обратно при каждой остановке приводит к лишнему включению и выключению фрикционных элементов, что отрицательно сказывается на их долговечности.

При остановке на длительное время на горизонтальном участке достаточно перевести рычаг выбора диапазона в положение P, хотя для страховки можно использовать и ручной тормоз. Если дорога имеет уклон, то сначала следует затянуть ручной тормоз, а затем уже перевести рычаг выбора диапазона в положение P. Благодаря этому уменьшается нагрузка на механизм блокировки выходного вала коробки передач.

Измерение уровня масла дает некоторые непосредственные и важные сведения о состоянии трансмиссии. Неправильный уровень масла может привести к возникновению более чем двадцати неисправностей в работе как системы управления, так и самой АКП. Часто работа коробки передач нормализуется сразу же после того, как уровень масла был приведен к норме.

Проверка уровня масла – технически нетрудная задача, но никогда не следует доверять словам владельца автомобиля о том, что уровень масла нормальный. Всегда следует проверять его самим, и часто отмечается различие между словами владельца автомобиля и фактическим уровнем масла.

Как правило, уровень масла следует проверять при нормальной рабочей температуре масла 85 °C. Большинство щупов для измерения уровня масла имеют отметки для определения уровня как для горячего (HOT), так и холодного (COOL) состояния. Разность уровней холодного и горячего масла может составлять 25 мм.

Процедура контроля уровня масла для большинства автомобилей имеет следующую последовательность:

– установите автомобиль на ровной горизонтальной площадке;

– для обеспечения мер безопасности при измерении уровня масла включите ручной тормоз;

– заведите двигатель и установите режим холостых оборотов;

– установите рычаг выбора диапазона в позицию «N»;

– выждите примерно 3 мин, чтобы уровень масла в поддоне АКП стабилизировался;

– последовательно переведите рычаг выбора диапазона во все возможные для данной модели автомобиля положения, задерживая его в каждой позиции на несколько секунд (это необходимо для обеспечения заполнения маслом всей системы управления);

– установите рычаг выбора диапазона в положение N (для некоторых моделей автомобилей в положение P);

– определите уровень масла в АКП.

При перемещении рычага выбора диапазона происходит запитывание маслом всех контуров системы управления. Это приводит к дополнительному расходу масла из поддона коробки передач и уменьшению уровня масла на рабочих режимах по сравнению с исходным положением. Поэтому перед проверкой уровня масла следует выждать несколько десятков секунд, что необходимо для

стабилизации уровня масла в поддоне АКП.

Проверка работоспособности трансмиссии на полностью заторможенном автомобиле (*Stall Test*).

Целью данной проверки является измерение максимальной частоты вращения двигателя (положения рычага D и R) при полностью остановленном выходном вале АКП. По величине этой частоты можно определить работоспособность гидротрансформатора, муфт свободного хода, а также наличие скольжения в некоторых фрикционных элементах управления АКП.

Перед началом проверки необходимо убедиться в том, что уровень масла в двигателе и трансмиссии находится в норме и его температура близка к рабочей. Кроме того, автомобиль должен быть надежно закреплен от перемещения. Для этого следует установить рычаг выбора диапазона в положение P и включить основный тормоз. Никто из людей не должен находиться как перед автомобилем, так и позади него.

Проверка состоит из следующих этапов:

– подключите и установите тахометр так, чтобы его показания можно было видеть с места водителя;

– нажмите до упора на педаль тормоза;

– переместите рычаг выбора диапазона в положение D;

– нажмите до упора на педаль управления дроссельной заслонкой;

– определите с помощью тахометра частоту вращения двигателя (длительность этого этапа не должна превышать 5 с, в противном случае может возникнуть серьезный перегрев и трансмиссия или двигатель выйдут из строя);

– переведите рычаг выбора диапазона в положение N;

– дайте остыть двигателю, для чего он должен в течение 30 с проработать на оборотах холостого хода;

– переместите рычаг выбора диапазона в положение R;

– нажмите до упора на педаль управления дроссельной заслонкой;

– определите с помощью тахометра частоту вращения двигателя (длительность этого этапа также, по указанным выше причинам, не должна превышать 5 с).

Если во время проведения проверки частота вращения двигателя превышает регламентированное заводом-изготовителем автомобиля значение, то необходимо немедленно отпустить педаль управления дроссельной заслонкой. Превышение оборотов двигателя регламентированного значения является признаком скольжения фрикционных элементов управления, и дальнейшая проверка может привести к выходу их из строя. В случае возникновения необычного шума проверку также следует прекратить.

В процессе проверки на полностью заторможенном автомобиле трансформатор может производить «скулящий» шум, что считается нормальным. Однако возникновение любого металлического шума может быть признаком неисправности гидротрансформатора.

Не устанавливается связь сканера с блоком управления АКП.

Последовательность поиска неисправности:

– проверьте с помощью сканера канал диагностики;

– проверьте диагностический разъем;

– проверьте проводку между блоком управления АКП и источником питания; блоком управления АКП и «массой»; диагностическим разъемом и блоком управления АКП.

Двигатель не заводится, хотя рычаг выбора диапазона находится в положении N или P.

Последовательность поиска неисправности:

– проверьте системы двигателя: управления, зажигания и топливную;

– проверьте замок зажигания и стартер;

– проверьте датчик положения рычага выбора диапазона;

– проверьте блок управления АКП.

Двигатель заводится в любом положении рычага выбора диапазона (*хотя это должно происходить только в положении N и P*).

Последовательность поиска неисправности:

– проверьте датчик положения рычага выбора диапазона;

– проверьте блок управления АКП.

Повышенный уровень шума в коробке передач в положениях рычага выбора диапазона P или N.

Последовательность поиска неисправности:

– проверьте уровень масла в трансмиссии;

– проверьте давление в основной магистрали;

– проверьте датчик положения дроссельной заслонки;

– проверьте датчик скорости автомобиля;

– проверьте датчик частоты вращения двигателя;

– проверьте масляный насос;

– проверьте гидротрансформатор.

При установке рычага выбора диапазона в положение P автомобиль двигается или при перемещении рычага выбора диапазона из положения P в любое другое положение выходной вал АКП остается заблокированным.

Последовательность поиска неисправности: проверьте элементы механизма блокировки выходного вала АКП.

При установке рычага выбора диапазона в положение N автомобиль двигается.

Последовательность поиска неисправности:

– проверьте уровень масла в трансмиссии;

– проверьте муфту переднего хода;

– проверьте фрикционные элементы управления АКП, включаемые на передаче заднего хода.

При установке рычага выбора диапазона в положение R автомобиль не двигается (*при установке в положение переднего хода автомобиль двигается*). *Пробуксовка в фрикционных элементах управления АКП. Разгон происходит с небольшим ускорением.*

Последовательность поиска неисправности:

– проверьте уровень масла в трансмиссии;

– проверьте давление в основной магистрали;

– проверьте соленоид регулирования давления в основной магистрали;

– проверьте клапаны в гидравлической части системы управления АКП;

– проверьте фрикционные элементы управления АКП, включаемые на передаче заднего хода.

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, подготовить отчет. В отчете по данной работе должен быть представлен перечень неисправностей автоматической коробки передач.

Контрольные вопросы

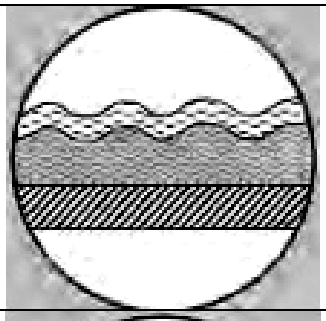
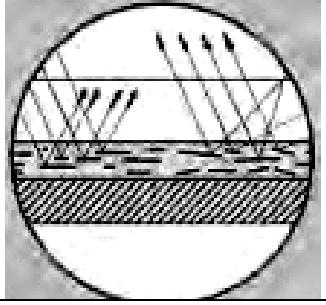
1 Из чего состоит автоматическая коробка передач?
2 На каких режимах работает автоматическая коробка передач?
3 Какие основные неисправности автоматической коробки передач?

8 Основные разновидности дефектов лакокрасочного покрытия автомобилей

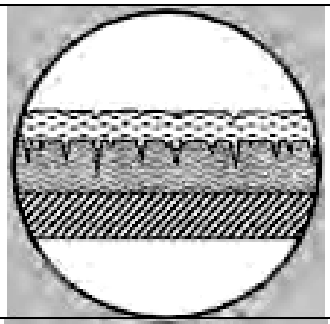
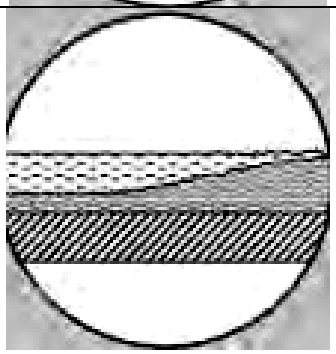
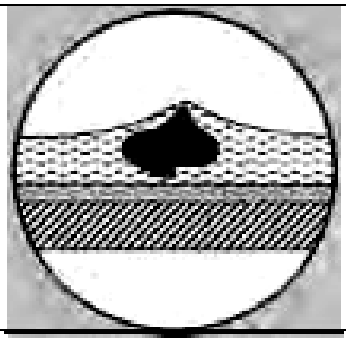
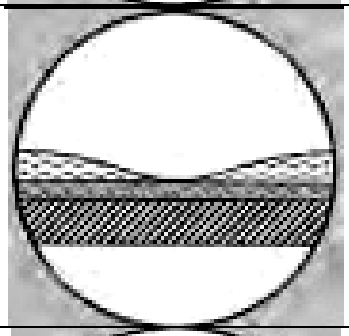
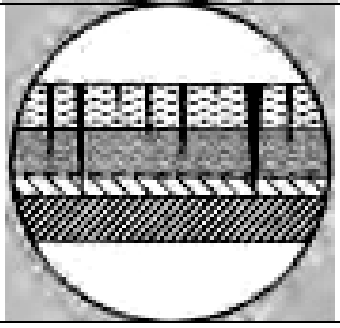
Цель работы – изучить основные разновидности дефектов лакокрасочного покрытия автомобилей.

Схемы, наименование и причины появления основных разновидностей дефектов лакокрасочного покрытия автомобилей представлены в таблице 8.1.

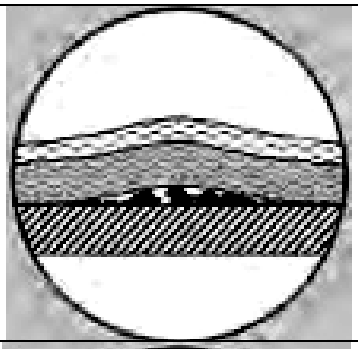
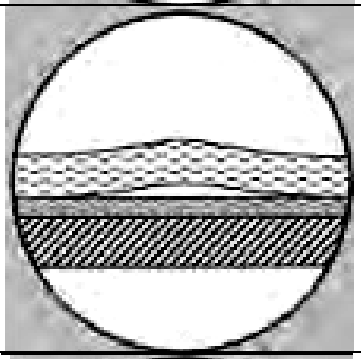
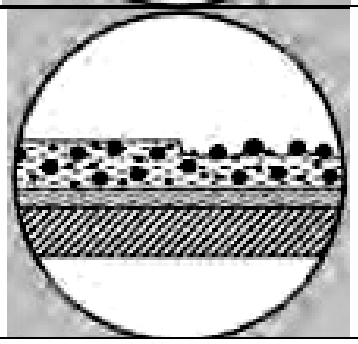
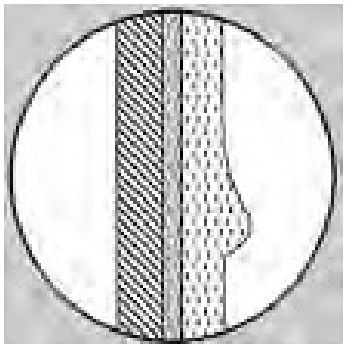
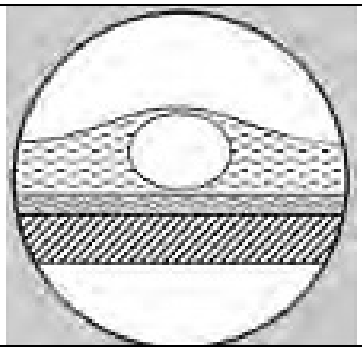
Таблица 8.1 – Основные разновидности дефектов лакокрасочного покрытия автомобилей

Схема дефекта	Наименование дефекта и причины его возникновения
1	2
	Текстурированная поверхность краски с неравномерным формированием (шагрень). Причины: слишком толстый слой синтетической эмали неблагоприятные условия высыхания поверхность краски высыхает быстрее, чем верхний слой основания, из-за применения синтетической эмали
	Пятна или полоски, которые в основном видны на краях поверхности (образование облаков). Причины: неравномерное нанесение краски окрасочное покрытие слишком тонкое или слишком толстое

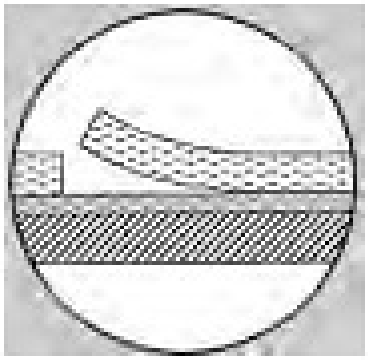
Продолжение таблицы 8.1

1	2
	Линии в верхнем слое основания (шлифовальные риски). Причины: основание было отшлифовано слишком грубым абразивным инструментом должно быть соблюдено время высыхания слоев слишком глубокие царапины ошибки при очистке пескоструйным инструментом
	Вздувшиеся края, образующиеся в верхнем слое покрытия из-за неполного удаления старой краски (проявление краевых зон). Причины: недостаточная чистота поверхности вздувшиеся слои в старой покраске при пересечении с металлом вздутие вследствие присоединения новых частей неправильный процесс окраски отшлифованные поверхности были плохо изолированы перед нанесением основного покрытия
	Мелкие частицы в поверхности краски, вызванные пылью или грязью (сорные включения). Причины: плохая очистка основания нарушения в системе фильтрации воздуха
	Круглые трещины диаметром 0,5...3 мм (кратеры). Причины: попадание на краску нефтепродуктов, воска, жира, кремниевого остатка неправильное использование добавок к краске; большая загрязненность соседних рабочих зон
	Трещины различных длин и глубин. Причины: мелкие трещины на пластиковых частях; большое напряжение на поверхности краски; неправильное использование отвердителя

Продолжение таблицы 8.1

1	2
	Лопнувшие пузыри на поверхности краски (подслойная коррозия). Причины: механическое повреждение окрашенной поверхности плохая подготовка металла перед покраской неполное удаление следов старой коррозии появление новой коррозии на уже очищенной поверхности вследствие незащищенности автомобиля
	Попадание водяного пара в плохо обработанную поверхность (образование пузырьков). Причины: поверхность была не полностью очищена перед нанесением краски соли были не полностью удалены с поверхности для очистки пескоструйным аппаратом использовался мокрый песок
	Разложение пигментов в поверхности краски или эмали (меление). Причины: выбор неправильного отвердителя и его количества; плохая стойкость к ультрафиолетовой радиации; плохой уход за краской; плохой ремонт окрашенной поверхности
	Большие капли в конце покраски на вертикальных поверхностях (потеки). Причины: малое количество отвердителя; поверхность для окраски слишком холодная слишком толстый слой краски слишком много слоев краски применен подержанный распылитель распылитель наносили слишком близко к поверхности большой угол распыления
	Поверхностные дефекты в виде пузырей (кипение). Причины: неправильное использование отвердителя промежуток времени между нанесением слоев слишком короткий верхний слой высыхает быстрее нижнего недостаточное расстояние между инфракрасными лампами и поверхностью, как следствие этого, высокая температура поверхности

Окончание таблицы 8.1

1	2
	Потеря адгезии проявляется в двух видах: 1 – на верху слоя 2 – между слоями Причины: материал, который может вызвать адгезию, оседает на поверхности недостаточная шлифовка поверхности поверхность была слишком тонко обработана

Содержание работы. Необходимо ознакомиться с представленными в методических рекомендациях материалами, подготовить отчет. В отчете по данной работе должен быть представлен перечень основных дефектов лакокрасочного покрытия автомобилей.

Контрольные вопросы

1 Какие дефекты лакокрасочного покрытия автомобилей возникают из-за технологических ошибок?

2 Какие дефекты лакокрасочного покрытия автомобилей возникают из-за нарушений в планировке малярного участка?

3 Какие дефекты лакокрасочного покрытия автомобилей возникают из-за применения некачественных материалов?

Список литературы

1 Образовательный стандарт высшего образования ОСВО 1-37 01 07. Первая ступень. Специальность 1-37 01 07 «Автосервис» / М-во образования Респ. Беларусь. – Мн.: БНТУ, 2013. – 35 с.

2 **Савич, Е. Л.** Автосервис : учеб. пособие : в 3 ч. Ч. 3 : Ремонт, организация, планирование, управление / Е. Л. Савич. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 632 с.: ил.

3 **Савич, Е. Л.** Организация сервисного обслуживания легковых автомобилей : учеб. пособие / Е. Л. Савич, М. М. Болбас, А. С. Сай ; под ред. Е. Л. Савича. – М.: ИНФРА-М ; Мн. : Новое знание, 2017. – 160 с.

4 **Бондаренко, Е. В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – М. : Академия, 2011. – 304 с.

5 TROMMELBERG. – URL: http://www.trommelberg.ru/brand.aspx (date of access: 04.09.2026).

6 MAHA. – URL: http://www.maha.de/ (date of access: 04.09.2026).

7 MAXA Руссиа. – URL: http://www.maha.ru/about/about.php (дата обращения: 04.09.2026).

8 Сфера-Сервис. Оборудование для автосервиса. – URL: http://sfera-service.ru/sfera/about.htm (дата обращения: 04.09.2026).

9 ЛАНТЕК. Разработчик и производитель оборудования для автосервиса. – URL: http://lan-tech.ru/about (дата обращения: 04.09.2026).

10 АО «ГАРО-Трейд». – URL: http://www.garotrade.ru/production (дата обращения: 04.09.2026).

11 ООО «Ареон». – URL: http://www.areon.su (дата обращения: 04.09.2026).

12 Унитарное предприятие «ГАММАТЕСТ». – URL: http://gammatest.by (дата обращения: 04.09.2026).

13 Компания «Автобис». – URL: http://www.autobis.org (дата обращения: 04.09.2026).

14 Станок балансировочный ЛС111 «Патриот 2»: руководство по эксплуатации – СПб. : СТОРМ, 2014. – 17 с.

15 Станок шиномонтажный С601 : руководство по эксплуатации. С601.00.00.000 РЭ. – Великий Новгород : ГАРО-Трейд, 2014. – 20 с.