

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию
для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис»
очной и заочной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 62.529
ББК 39.3:39.33-4
С22

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей»
«17» ноября 2021 г., протокол № 3

Составители: ст. преподаватель М. Л. Петренко;
ст. преподаватель Е. А. Моисеев

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Н. Миронова

Методические рекомендации к курсовому проектированию по дисциплине
«Сервисное обслуживание и ремонт легковых автомобилей» для студентов
специальности 1-37 01 07 «Автосервис» очной и заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Ответственный за выпуск	О. В. Билык
Корректор	А. А. Подошевка
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 31 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, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Содержание курсовой работы.....	5
2 Содержание разделов курсовой работы.....	6
3 Общие требования к выполнению курсовой работы.....	20
Список литературы.....	21

Введение

Сервисное обслуживание и ремонт (СО и Р) – это комплекс организационных и технических мероприятий, обеспечивающих поддержание работоспособного состояния транспортных средств. Они включают: разработку нормативов системы технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р), разработку организации и технологии выполнения работ ТО и Р для одного автомобиля и их совокупности, проектирование и создание производственно-технической базы предприятий автомобильного транспорта, выбор необходимого технологического оборудования для проведения работ по ТО и Р и т. п.

Курсовая работа является частью курса «Сервисное обслуживание и ремонт легковых автомобилей» и имеет своей целью:

- расширить, систематизировать и закрепить теоретические знания по дисциплине и применить их к решению задач по формированию мероприятий сервисного обслуживания и ремонта легковых автомобилей, организации и технологии диагностирования, обслуживания и ремонта автомобильной техники;
- развить творческие способности и навыки самостоятельной работы.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки (ПЗ) и двух листов графической части (ГЧ).

Пояснительная записка должна в краткой форме излагать и раскрывать тему курсовой работы, содержать необходимые результаты расчетов, иметь обоснование принимаемых решений. Объем записки не должен превышать 25–30 страниц формата А4.

Графическая часть состоит из двух листов формата А1 и включает: общую схему автомобиля, таблицы и графики корректировки и анализа нормативов и показателей технической эксплуатации рассматриваемого автомобиля, план график работ Д (диагностирования) или ТО, технологическую карту, схему производственного поста, краткую характеристику основного технологического оборудования (лист 1), функциональную и структурную схемы объекта контроля, логическую модель, таблицу состояний, алгоритм поиска места отказа объекта диагностирования (лист 2).

При выполнении темы исследовательского характера объем и структура курсовой работы могут быть другими.

1 Содержание курсовой работы

Основными темами курсовой работы являются: «Разработка мероприятий сервисного обслуживания для конкретной модели автомобиля», ремонтируемого и обслуживаемого в условиях организации автосервиса (ОАС) Республики Беларусь.

При их разработке пояснительная записка должна включать следующее.

Титульный лист.

Задание на курсовую работу.

Содержание.

Введение.

1 Характеристика автомобиля.

1.1 Краткое описание устройства автомобиля.

1.2 Определение показателей качества автомобиля.

1.3 Определение показателей надежности автомобиля.

2 Формирование нормативов системы ТО и ремонта автомобиля.

3 Разработка графика работ по ТО автомобиля.

4 Формирование штата исполнителей работ по ТО и ремонту.

5 Разработка технологического процесса Д, ТО или ремонта.

5.1 Формирование перечня работ Д, ТО или ремонта.

5.2 Нормирование трудоемкости операций.

6 Разработка схемы производственного поста по Д, ТО или ремонту автомобиля.

7 Разработка системы диагностирования агрегата (узла, системы) автомобиля.

7.1 Функциональная схема и описание работы объекта диагностирования.

7.2 Диагностические параметры и диагностическое оборудование (устройства, приборы) для оценки технического состояния объекта диагностирования.

7.3 Разработка диагностической модели объекта диагностирования.

7.4 Разработка алгоритмов оценки вида технического состояния и поиска места отказа.

Заключение.

Список литературы.

Приложения.

2 Содержание разделов курсовой работы

2.1 Введение

Во введении необходимо дать назначение и характеристику основных мероприятий по технической эксплуатации автомобилей на предприятиях автомобильного транспорта. К ним относятся: формирование комплекса нормативов системы ТО и ремонта; разработка графиков выполнения работ по сервисному обслуживанию на требуемый период времени; формирование штата исполнителей работ по ТО и ремонту; разработка технологии выполнения работ ежедневного обслуживания (ЕО), диагностирования (Д-1, Д-2), технического обслуживания (ТО-1, ТО-2) и ремонта; разработка планировочных решений и создание производственных постов по ЕО, Д, ТО и Р автомобилей; анализ комплексных показателей качества выполнения работ по ТО и Р по конкретной модели автомобиля.

2.2 Характеристика автомобиля

2.2.1 Краткое описание устройства автомобиля.

Автомобили являются сложными техническими системами и мероприятия по технической эксплуатации автомобилей будут определяться, в первую очередь, их устройством, конструктивными особенностями и показателями надежности. Поэтому разработку этих мероприятий следует начать с рассмотрения схемы общего вида автомобиля, описания и характеристики его устройства: периода производства, типа или объема кузова, числа мест для пассажиров, числа дверей, грузоподъемности, скоростных и топливно-экономических характеристик, массово-геометрических параметров, типа и характеристик двигателя и его систем, трансмиссии, подвески, систем управления, наличия систем стабилизации траектории (ESP), систем экстренного торможения (AFU) и антиблокировки (ABS), антипробуксовочных систем (ASR) и др.

2.2.2 Определение показателей качества автомобиля.

Системное представление об автомобиле как об объекте, требующем проведения мероприятий по обеспечению работоспособности в течение длительного периода его эксплуатации, можно получить, комплексно оценив его качество, под которым понимается совокупность свойств, определяющих степень его пригодности к выполнению заданных функций при использовании по назначению. Сами свойства характеризуются одним или несколькими показателями. Их перечень для различных типов автомобилей представлен в ГОСТ 4.401–88; ГОСТ 4.396–88; ГОСТ 4.400–85. Например, для грузовых автомобилей (ГОСТ 4.401–88) определена следующая номенклатура показателей качества: назначения; надежности; экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов; технологические; эргономические; экологические и безопасности.

В подразделе необходимо представить полный перечень этих показателей, указанный в ГОСТе, а также их обозначение, наименование характеризваемого свойства и их значения для рассматриваемой в курсовой работе модели автомобиля или прицепа (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Номенклатура показателей качества автомобиля ГАЗ-2705

Наименование показателя качества	Обозначение показателя качества	Наименование характеризваемого свойства	Значение и единица измерения
1 Показатели назначения			
1.1 Тип автомобиля	–	–	Фургон
1.2 Колесная формула	–	Общее количество и число ведущих колес	4 × 2
...

2.2.3 Определение показателей надежности автомобиля.

В подразделе необходимо описать основные показатели надежности: безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтпригодность и представить их характеристики (ГОСТ 2366–79, ГОСТ 20334–81, ГОСТ 21624–81, ГОСТ 27.203–83, ГОСТ 27.002–89) и значения для рассматриваемого автомобиля. Каждый из основных показателей характеризуется своими показателями. В частности, безотказность характеризуется вероятностью безотказной работы и средней наработкой на отказ по автомобилю в целом и его агрегатам, интенсивностью отказов (для невосстанавливаемых изделий), параметром потока отказов (для восстанавливаемых изделий) и т. д.

Периодичность ТО-1 и ТО-2 и разовая оперативная трудоемкость ЕО берутся как нормативные из [7]. Удельная оперативная трудоемкость ТО принимается за пробег между ТО-2 и включает в себя одно, два, три или четыре ТО-1 (в зависимости от кратности пробегов L_1 и L_2) и одно ТО-2. Тогда выражение для ее определения можно записать в виде

$$\bar{S}_{ТО} = \frac{\left(\frac{L_2}{L_1} - 1\right)t_1 + t_2}{L_2}, \quad (2.1)$$

где t_1, t_2 – нормативные трудоемкости ТО-1 и ТО-2 для заданной модели автомобиля соответственно, чел.-ч;

L_2 – нормативная периодичность ТО-2.

Необходимо представить перечень показателей эксплуатационной надежности и их значения, которые можно взять из технической литературы или соответствующих сайтов сети Интернет.

Сопоставляют полученные показатели со стандартными значениями или сравнивают со средним уровнем этих показателей для аналогичных моделей современных автомобилей и делают заключение об уровне эксплуатационной надежности рассматриваемой модели автомобиля.

2.3 Формирование нормативов системы ТО и ремонта автомобиля

В этом разделе необходимо определить и скорректировать основные нормативы системы ТО и Р для рассматриваемого автомобиля, к которым относятся: число видов ТО; периодичности ТО; трудоемкости ТО и Р; ресурс транспортных средств и их составных частей; продолжительность простоя транспортных средств в ТО и Р. Эти нормативы регламентируются «Временным положением о ТО и Р ...». В связи с тем, что они разработаны для эталонных условий (первой категории условий эксплуатации базовых моделей автомобилей, умеренного климатического района, установленного пробега транспортных средств с начала эксплуатации до 50 % от пробега до капитального ремонта (КР); для организаций с количеством транспортных средств от 100 до 200, составляющих не более трех технологически совместимых групп; в весенне-летний период эксплуатации), необходимо провести их корректировку.

Пробег до КР (или восстановительного ремонта – ВР) корректируется:

$$L_{кр} = L_{H_{кр}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

где $L_{H_{кр}}$ – нормативный пробег до капитального ремонта [7];

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты корректировки пробега до капитального ремонта в зависимости от категории условий эксплуатации, модификации дорожно-транспортного средства и природно-климатических условий соответственно.

Периодичность воздействия L_i данного вида (ТО-1 или ТО-2) с учетом условий эксплуатации определяется из выражения

$$L_i = L_{H_i} \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

где L_{H_i} – нормативный пробег автомобиля для вида воздействий, км;

K_1, K_3 – коэффициенты корректировки пробега до i -го вида ТО в зависимости от категории условий эксплуатации и природно-климатических условий соответственно.

Скорректированная трудоемкость воздействия t_i данного вида (ЕО, ТО-1 или ТО-2) определяется по формуле

$$t_i = t_{ni} \cdot K_2 \cdot K_4^2 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.4)$$

где t_{ni} – нормативная трудоемкость данного i -го вида ТО, чел.-ч;

K_2, K_4^2, K_5, K_6 – коэффициенты корректирования трудоемкости данного

вида ТО в зависимости от модификации дорожно-транспортного средства, пробега автомобиля с начала эксплуатации, количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей в организации и периода эксплуатации соответственно [7].

Трудоемкость одного воздействия D берется в долях от соответствующих трудоемкостей ТО.

Скорректированная трудоемкость ремонта определяется следующим образом:

$$t_{TP} = t_{TPн} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.5)$$

где $t_{TPн}$ – нормативная удельная трудоемкость ТР, чел.-ч/1000 км;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ – коэффициенты корректирования трудоемкости ремонта в зависимости от категории условий эксплуатации, модификации дорожно-транспортного средства, природно-климатических условий, пробега автомобиля с начала эксплуатации, количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей в организации и периода эксплуатации соответственно [7].

Продолжительность простоя в ТО и ремонте корректируется коэффициентом K_4' :

$$D_{ТО,ТР} = D_{ТО,ТРн} \cdot K_4', \quad (2.6)$$

где $D_{ТО,ТРн}$ – нормативный простой в ТО и ремонте [7].

2.4 Разработка графика работ по ТО автомобиля

Для разработки графика работ Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2 и сезонного обслуживания (СО) необходимо определить количество этих воздействий за год

Целесообразно, чтобы периодичности пробегов между ЕО, ТО-1 и ТО-2 были кратными между собой. Среднесуточный пробег в рассматриваемом примере равен 400 км, периодичности ТО-1 и ТО-2 – 4 и 16 тыс. км соответственно, ресурс до КР – 480 тыс. км.

$$\left\{ \begin{array}{l} N_2 = \frac{L_z}{L_2}; \\ N_1 = \frac{L_z}{L_1} - N_2; \\ N_{EO} = \frac{L_z}{l_{cc}}; \\ N_{Д1} = 1,1 \cdot N_1 + N_2; \\ N_{Д2} = 1,2 \cdot N_2, \end{array} \right. \quad (2.7)$$

где L_z – годовой пробег автомобиля.
Годовой пробег автомобиля

$$L_z = l_{cc} \cdot D_{pa} \cdot a_u, \quad (2.8)$$

где l_{cc} – среднесуточный пробег автомобиля, км;
 D_{pa} – число дней работы автомобиля в году (для пассажирских перевозок рекомендуется 365 дней, для грузовых – 253 или 305 дней);
 a_u – коэффициент использования парка (принимается из интервала 0,65...0,75).

2.5 Формирование штата исполнителей работ по ТО и ремонту

Для расчета численности исполнителей работ по ТО и ремонту первоначально необходимо определить их годовые объемы. Расчет осуществляется на основе скорректированных разовых оперативных трудоемкостей. Годовой объем работ по каждому i -му виду технического обслуживания (ЕО, Д-1, Д-2, ТО-1 и ТО-2) равен

$$T_{z_i} = N_{z_i} \cdot t_i, \quad (2.9)$$

где t_i – скорректированная трудоемкость данного i -го вида ТО, чел.-ч.
Годовой объем работ по текущему ремонту

$$T_{TPz} = \frac{L_z}{1000} \cdot t_{TP}. \quad (2.10)$$

В ОАС дважды в год (весной и осенью) проводится также сезонное обслуживание (СО), которое приурочивается к выполнению очередного ТО-2.

Трудоемкость работ СО определяется из выражения

$$T_{co2} = 2t_2 \cdot Ac \cdot k_{co}, \quad (2.11)$$

где k_{co} – коэффициент, учитывающий район эксплуатации (принимается 0,20 – для автомобилей для условий Республики Беларусь).

Общая годовая трудоемкость работ ТО-2 и СО

$$T'_{2e} = T_{2e} + T_{co2}. \quad (2.12)$$

Годовая трудоемкость диагностических работ определяется по формулам:

$$\begin{cases} T_{д1e} = N_{д1} \cdot a \cdot t_1; \\ T_{д2e} = N_{д2} \cdot b \cdot t_2, \end{cases} \quad (2.13)$$

где a, b – доля диагностических работ в объемах работ ТО-1 и ТО-2 соответственно [4];

t_1, t_2 – скорректированные трудоемкости работ ТО-1 и ТО-2, чел.-ч.

2.6 Разработка технологического процесса Д, ТО или ремонта

2.6.1 Формирование перечня работ Д, ТО или ремонта.

В подразделе необходимо представить схему укрупненного процесса Д, ТО или ремонта, кратко охарактеризовать его и выполняемые на посту работы. В качестве примера на рисунке 2.1 представлена схема укрупненного технологического процесса ТО-2 автомобилей, позволяющая представить возможные пути их движения при проведении планового ТО-2 с момента поступления автомобиля в АТО до момента выпуска его на линию. Далее описывают основные виды работ, выполняемые на этом посту, и, в соответствии с заданием на курсовую работу, какой-нибудь один из них представить в виде технологической карты.

Они предназначены для обеспечения выполнения установленного перечня работ Д, ТО или ремонта на данном посту (или рабочем месте) при нормативных затратах рабочего времени и расчетной продолжительности простоя автомобиля и подразделяются на операционно-технологические и операционно-постовые.

2.6.2 Нормирование трудоемкости операций.

Нормирование трудоемкости операций осуществляется с использованием метода микроэлементных нормативов. В начале работы исполнитель распола-

гается возле дверцы водителя (рисунок 2.2); рядом с ним располагается слесарный верстак с расположенными на нем необходимыми приборами и инструментами. Автомобиль стоит на напольном или (если необходимо) канавном посту или стенде.

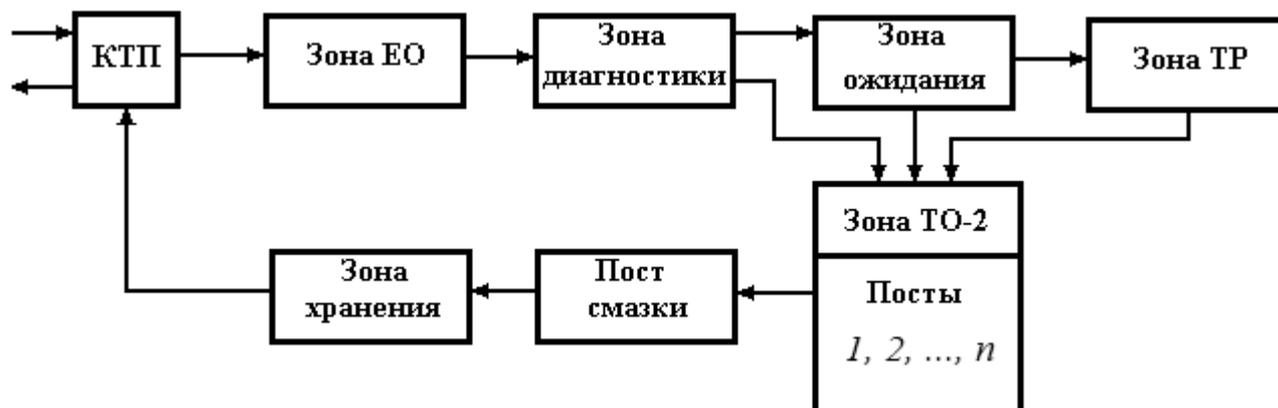
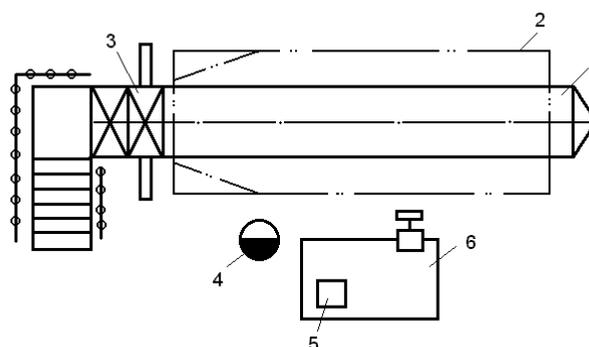


Рисунок 2.1 – Схема укрупненного процесса выполнения ТО



1 – осмотровая канава; 2 – автомобиль; 3 – переходной мостик; 4 – исполнитель; 5 – прибор, инструмент; 6 – слесарный верстак

Рисунок 2.2 – Схема расположения автомобиля и исполнителя при использовании канавного поста

Все операции диагностирования, обслуживания или ремонта представляются в виде простейших движений исполнителя или микроэлементов работы: нагибание корпуса, ходьба, движение руки, чисто зрительная работа и т. д.

На основе оценки всех характеристик исследуемых движений определяется вертикальная строка в таблице 2.1, на пересечении которой с горизонтальной строкой и будет получено численное значение трудоемкости в относительных единицах. Для определения суммарной длительности выполнения элемента операции в относительных величинах T_0 необходимо полученное значение трудоемкости умножить на количество движения при этом. Например, при отворачивании или заворачивании гайки необходимо выполнить не менее десяти приближенно контролируемых незначительных движений руки или кисти (менее 0,1 м). При переходе к абсолютным значениям необходимо использовать формулу

$$T_n = \frac{K_p \cdot T_o}{100}, \quad (2.14)$$

где K_p – коэффициент корректировки, учитывающий подготовительно-заключительное время (принимается 1,5).

2.7 Разработка схемы производственного поста по ТО или ремонту автомобиля

В данном разделе необходимо представить в соответствии с заданием схему производственного поста по диагностированию (Д-1 или Д-2), техническому обслуживанию (ЕО, ТО-1 или ТО-2) или текущему ремонту. Пост, по определению, – это участок производственной площади, оснащенный оборудованием и предназначенный для размещения автомобиля и выполнения по нему работ ТО или ремонта. В настоящее время разработана и используется большая гамма разнообразных постов, классифицируемых по конструкции и технологической оснащённости; по технологическому назначению; по способу установки подвижного состава и по взаимному расположению. Исходя из вида и технологии выполняемых работ, необходимо обоснованно выбрать тип поста, примерно определить его площадь и подобрать его технологическое оборудование и организационную оснастку.

В качестве примера на рисунке 2.2 представлена схема канавного поста с подъемниками, универсального, проездного, параллельного расположения (если их в зоне будет несколько), предназначенного для выполнения работ ТО-2. На нем выполняется весь объем работ ТО-2, за исключением смазочно-заправочных, которые предполагается выполнять на специализированном посту.

Площадь поста рассчитывают по формуле

$$F = f_a k_y, \quad (2.15)$$

где f_a – площадь, занимаемая автомобилем в плане, м²;

k_y – удельная площадь помещения на 1 м² площади, занимаемой автомобилем в плане.

Удельная площадь k_y зависит от типа автомобиля, расположения постов, их оборудования и принимается равной 6...7 при одностороннем расположении постов и 4...5 – при двухстороннем. Для крупногабаритных транспортных средств берутся меньшие значения.

При выборе технологического оборудования следует учитывать опыт работы современных предприятий по обслуживанию и ремонту автомобилей и современный ассортимент выпускаемого гаражного оборудования. Оно должно не только обеспечивать выполнение всех необходимых на данном посту работ, но и обладать приемлемыми показателями по надежности, производительности, стоимости приобретения и затратам на эксплуатацию. В пояснительной записке

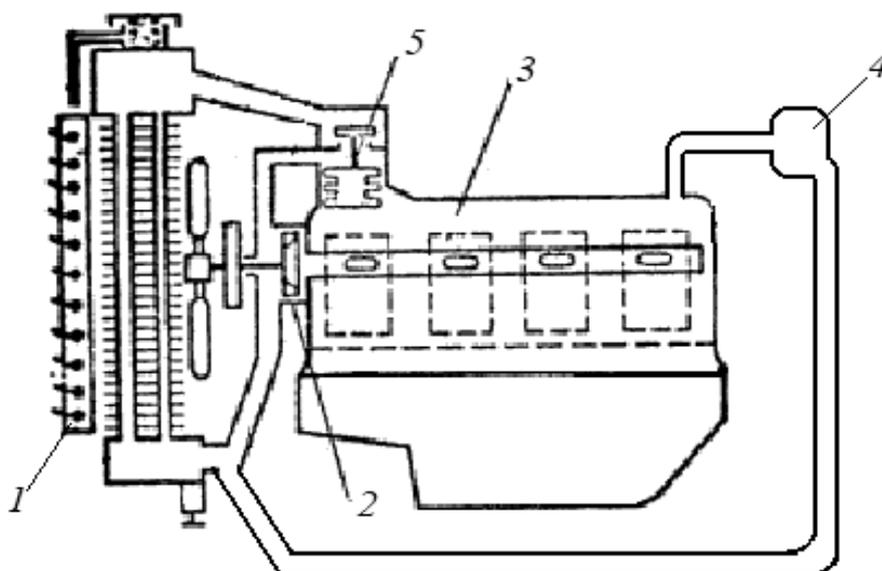
это оборудование необходимо представить в виде таблицы с указанием его позиции на схеме поста, наименования и моделей, количества, массы и дополнительных кратких сведений, характеризующих их габариты, потребляемую мощность и т. п.

2.8 Разработка системы диагностирования агрегата (узла, системы) автомобиля

В разделе необходимо по своему заданию разработать систему диагностирования объекта, включающую обоснование и выбор диагностических параметров и диагностических средств, разработку алгоритмов оценки вида технического состояния и поиска места отказа. Эту работу необходимо провести на основе логической диагностической модели объекта контроля. В свою очередь, разработка диагностической модели осуществляется в несколько этапов: анализа функциональной схемы, построения структурной, логической модели и таблицы состояний, на основании которых и разрабатываются алгоритмы диагностирования

2.8.1 Функциональная схема и описание работы объекта диагностирования.

В подразделе необходимо представить схему объекта диагностирования (ОД), например, систему охлаждения автомобиля заданной модели. Описать его работу, назначение и при необходимости устройство составляющих его элементов (рисунок 2.3).



1 – радиатор; 2 – насос системы охлаждения; 3 – рубашка системы охлаждения; 4 – отопитель кабины; 5 – термостат

Рисунок 2.3 – Функциональная схема системы охлаждения двигателя

2.8.2 Диагностические параметры и диагностическое оборудование (устройства, приборы) для оценки технического состояния объекта диагностирования.

С учетом функциональной схемы рассматриваемого объекта определяются параметры, которые обеспечивают проверку вида технического состояния и выявление, в случае необходимости, места отказа. Эти параметры должны измеряться с помощью серийно выпускаемого оборудования или приборов и иметь хорошие характеристики по однозначности, чувствительности, информативности и стабильности. Для алгоритма поиска места отказа целесообразно использовать один, максимум – два параметра, которые бы обеспечивали оценку работоспособности всех входящих в рассматриваемый объект элементов, например для пневмопривода тормозной системы наилучшим будет являться давление на выходе из всех приборов.

Здесь же необходимо дать описание этих параметров с указанием символа обозначения, единицы измерения и диапазона изменения. Результаты можно представить в табличной форме. Далее необходимо привести несколько моделей серийно выпускаемого оборудования, дать их краткое описание с указанием функциональных возможностей и основные технические характеристики. Сопоставив их возможности, определить, какой из стендов или приборов наиболее пригоден для диагностирования рассматриваемого объекта контроля с учетом выбранных диагностических параметров.

2.8.3 Разработка диагностической модели объекта диагностирования.

Объект диагностирования рассматривается как преобразователь одних величин Y , которые вводятся в объект, – в другие величины R , которые являются реакциями объекта. Таким образом, работу объекта диагностирования можно представить как

$$R = A \cdot Y, \quad (2.16)$$

где R, Y – векторы выходных и входных величин соответственно;
 A – оператор объекта.

Если объект имеет конечное количество состояний K , то модель должна обеспечивать изменение выходного сигнала при неизменном входном в зависимости от i -го состояния. На объект диагностирования можно воздействовать разными тестовыми проверками P_j , что будет приводить к изменению реакции. Поэтому в общем виде следует записать

$$R_j^{(i)} = A_j^{(i)} P_j, \quad (2.17)$$

где $A_j^{(i)}$ – оператор объекта диагностирования или его элемента при проведении P_j -й проверки и i -м отказе.

Если такое уравнение будет задано для всей совокупности проверок и отказов, то это будет явная диагностическая модель объекта. Наиболее простой

формой представления модели является таблица состояний. Она строится следующим образом. Каждому отказу соответствует состояние S_i . Поэтому столбцы соответствуют состояниям, а строки Π_j – элементарным проверкам. В клетки таблицы (i, j) заносится результат $R_j^{(i)}$. В первом столбце S_0 записываются реакции объекта контроля на проверки при его исправном состоянии.

Если значения входа и выхода обозначить двойными логическими переменными, то они будут принимать значения «1», когда они допустимы, и «0» – когда не допустимы. Значения $R_j^{(i)}$ в таблице состояний будут принимать значения «0» или «1» в зависимости от состояния объекта.

Построение таблицы состояний происходит в несколько этапов. Первоначально рассматривается и анализируется функциональная схема объекта диагностирования. Здесь же необходимо принять решение о необходимости включения в формируемую логическую модель каждого из элементов функциональной схемы. Если элемент не влияет на работу схемы, то его можно исключить из дальнейшего рассмотрения.

Далее строится структурная схема по следующим правилам (рисунок 2.4):

- если какой-либо входной (выходной) сигнал блока характеризуется несколькими параметрами, то каждый из этих параметров обозначается отдельным входом (выходом);
- все блоки обозначаются P_i , входы – Z_i , выходы – X_i ;
- если выход какого-либо блока, являющийся входом в другой блок, расщепляется на несколько выходов, то вход также расщепляется на такое же количество входов.

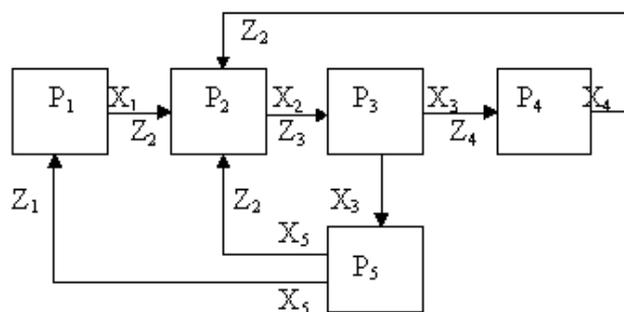


Рисунок 2.4 – Структурная схема системы охлаждения

Логическая модель получается на основе структурной (рисунок 2.5). При этом необходимо соблюдать следующие формальные правила:

- блоки P_i заменяются на Q_i ;
- если блок P_i имеет несколько выходов, то он заменяется таким же количеством блоков, каждый из которых имеет один выход и существенные для него входы;
- выходы и входы i -х блоков представляются как X_i .

После построения логической модели объекта контроля необходимо для

каждого ее блока записать уравнения типа (2.17), но т. к. они записываются для логической (а не для функциональной) схемы, то их представляют в немного отличающемся виде:

$$X_i = Q_i \cdot F_i, \quad (2.18)$$

где Q_i – оператор i -го логического объекта (принимает значение «0», если блок неработоспособен и «1», если блок работоспособен);

F_i – функция условий работы i -го блока (тоже принимает значение «0» или «1»).

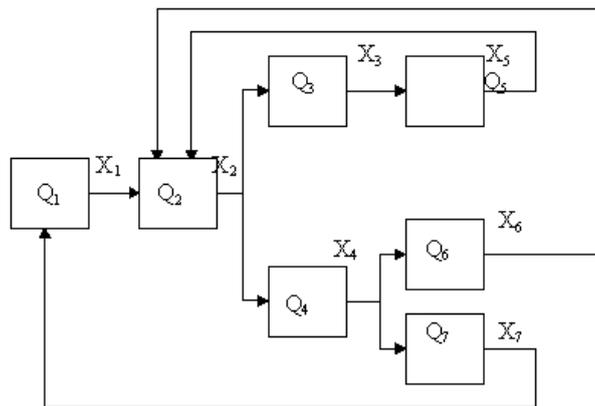


Рисунок 2.5 – Логическая модель системы охлаждения

Функция условий работы F_i по своей сути есть произведение значений входов в Q_i блок.

Для системы охлаждения уравнение (2.4) запишется:

$$\begin{aligned} X_1 &= Q_1 \cdot X_7; \\ X_2 &= Q_2 \cdot X_5 \cdot X_6; \\ X_3 &= Q_3 \cdot X_2; \\ X_4 &= Q_4 \cdot X_2; \\ X_5 &= Q_5 \cdot X_3; \\ X_6 &= Q_6 \cdot X_4; \\ X_7 &= Q_7 \cdot X_4. \end{aligned} \quad (2.19)$$

Таблица состояний заполняется на основе уравнений (2.19). Их число должно равняться количеству блоков логической модели. Число строк принимается равным числу выходов блоков модели. Число столбцов принимается равным числу блоков логической модели плюс один, учитывающий исправное состояние.

Заполнение таблицы осуществляется по столбцам. Первый столбец (S_0), соответствующий исправному состоянию, заполняется по уравнениям (2.19) из условия, что все блоки исправны ($Q_i = 1$) и все входы допустимы ($X_i = 1$) для $i = 1, n$. Второй столбец (S_1) заполняется по уравнениям (2.19) при условии, что блок Q_1 неисправен, т. е. $Q_1 = 0$, а все остальные – исправны (т. е. $Q_i = 1$ для всех $i = 2, n$). Аналогично заполняются третий и последующие столбцы (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Таблица состояний для системы охлаждения

	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
$П_1$	1	0	1	1	1	1	1	1
$П_2$	1	0	0	1	1	1	1	1
$П_3$	1	0	0	0	1	1	1	1
$П_4$	1	0	0	1	0	1	1	1
$П_5$	1	0	0	1	0	0	1	1
$П_6$	1	0	0	1	0	1	0	1
$П_7$	1	0	0	1	0	1	1	0

2.8.4 Разработка алгоритмов оценки вида технического состояния и поиска места отказа.

Для разработки алгоритма оценки вида технического состояния объекта контроля (работоспособное или неработоспособное) необходимо определить минимальную проверяющую совокупность точек контроля. Она равна наименьшему числу строк таблицы состояний, содержащих нулевые значения выходов для всех возможных состояний S_1, S_2, \dots, S_n . И тогда, после проведения этих проверок, если хотя бы одна из них даст значение «0» (диагностический параметр будет иметь «плохое» значение), то система имеет неисправность. Если все проверки дадут значение «1», то это может быть лишь в случае S_0 , когда система работоспособна.

Выявив эти проверки, необходимо вернуться через логическую и структурную модели к функциональной схеме и указать, на выходе каких элементов необходимо измерять выбранные диагностические параметры.

Для составления алгоритма поиска отказа, близкого к оптимальному, используют методы теории информации.

Каждая проверка содержит некоторое количество информации о состоянии системы:

$$I_{Пj} = H(S) - H(S/Пj), \quad (2.20)$$

где $H(S)$ – полная неопределенность техсостояния системы;

$H(S/Пj)$ – оставшаяся неопределенность состояния системы после выполнения элементарной проверки.

Поиск отказа начинается с проверки, несущей наибольшее количество информации. Наибольшую информацию имеет проверка, проверяющая m элемен-

тов с суммарной вероятностью различаемых отказов, равной 0,5. После проведения проверки, при которой контролируется m блоков системы, могут быть два случая:

1) отказ фиксируется. Тогда он содержится в каком-нибудь из элементов $i = 1, m$ (в таблице 2.2 в строке P_j -й проверки – нули);

2) отказ не фиксируется. Тогда он не содержится в элементах $i = 1, m$ (в таблице 2.2 в строке P_j -й проверки – единицы).

Далее рассматриваются две таблицы: первая включает в себя столбцы, в которых были нули при проведении первой проверки и все проверки (строки), за исключением проведенной; вторая включает столбцы, в которых были единицы и все строки (проверки), за исключением проведенной. По каждой из таблиц выбирается проверка по тем же правилам. Суммарная вероятность выявляемых отказов должна быть наиболее близка к 0,5. Они, в свою очередь, тоже будут разбивать уже эти столбцы на два подмножества (где в строках нули и где единицы) и т. д. Процедура повторяется до отыскания отказов всех элементов.

Вероятности состояний S_1, S_2, \dots, S_n выбираются из следующих условий: наиболее ответственные элементы, такие как тормозной кран, компрессор, регулятор давления, тормозные камеры, главный и рабочие тормозные цилиндры (для тормозных систем), радиатор, водяной насос, термостат (для систем охлаждения), карбюратор, бензонасос, фильтры, подкачивающий насос и насос высокого давления (для систем питания), аккумулятор, катушка зажигания, прерыватель-распределитель (для систем зажигания) имеют значительную вероятность – 0,1...0,25. Каждая форсунка и свеча зажигания – 0,05...0,1. Вероятности остальных состояний принимаются одинаковыми.

$$P_i = \frac{1 - \sum P_{отв}}{k}, \quad (2.21)$$

где $\sum P_{отв}$ – сумма вероятностей отказов основных элементов;
 k – количество оставшихся состояний (отказов).

Сумма вероятностей всех состояний S_1, S_2, \dots, S_n должна равняться 1. Полученное дерево поиска отказа представляется в виде алгоритма, где в вершинах указываются проверки и исходящие из них исходы (реакция «0» и реакция «1»). Далее на его основе строится алгоритм поиска отказа. Для системы охлаждения он представлен на рисунке 2.6.

Переходя от таблицы состояний к логической схеме, а затем к структурной и функциональной, на основе алгоритма составляют оптимальный технологический процесс поиска места отказа в анализируемой системе рассматриваемого автомобиля.

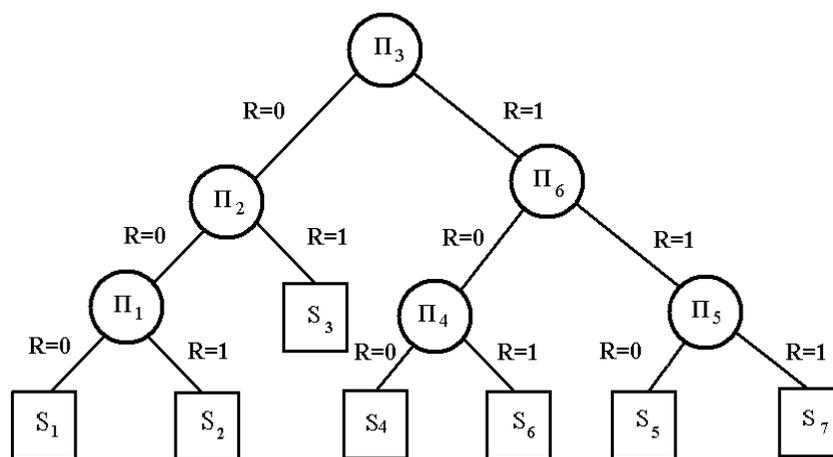


Рисунок 2.6 – Условный алгоритм поиска места отказа в системе охлаждения

2.10 Заключение

В заключении необходимо изложить основные результаты анализа показателей качества и планирования мероприятий технической эксплуатации автомобилей для рассматриваемой модели автомобиля.

3 Общие требования к выполнению курсовой работы

Курсовая работа включает пояснительную записку и графическую часть. Пояснительная записка должна включать все разделы и подразделы, указанные в задании на курсовую работу (см. раздел 1), и их содержание должно соответствовать указаниям данных методических рекомендаций. Пояснительная записка пишется от руки чернилами синего или черного цвета на одной стороне листа формата А4 со штампом в соответствии с ГОСТ 2.104–68 формата 2в, в котором проставляется номер страницы. Основная подпись по ГОСТ 2.104–68 форма 2 дается только на листе «Содержание». Допускается оформление пояснительной записки на компьютерном принтере. Записка выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95. Каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Формулы могут быть пронумерованы в пределах раздела или иметь сквозную нумерацию. Таблицы и рисунки должны иметь нумерацию в пределах раздела. В тексте пояснительной записки должны быть ссылки на таблицы, рисунки, формулы и литературу. Список литературы должен быть выполнен по ГОСТ 7.1–84.

Графическая часть выполняется по нормам машиностроительного черчения. Объем графической части – два листа формата А1.

Список литературы

- 1 **Карпович, С. К.** Основы проектирования ремонтно-технологического оборудования: учебно-методическое пособие / С. К. Карпович. – Минск: БГАТУ, 2008. – 92 с.
- 2 **Савич, Е. Л.** Техническая эксплуатация автомобилей : учебное пособие: в 3 ч. Ч. 3: Ремонт, организация, планирование, управление / Е. Л. Савич. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 632 с.: ил.
- 3 **Озорнин, С. П.** Проектирование и использование оборудования для ТО и ремонта транспортно-технологических машин: учебник / С. П. Озорнин, С. Д. Добрынин, И. Е. Бердников. – Чита: ЗабГУ, 2018. – 160 с.
- 4 **Бондаренко, Е.В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебник / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – Москва: Академия, 2011. – 304 с.
- 5 TROMMELBERG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trommelberg.ru/Brand.aspx/Description>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 6 МАНА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maha.de/>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 7 МАХА Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maha.ru/about/about.php>. – Дата доступа: 09.02.2022.
- 8 Сфера-Сервис. Оборудование для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sfera-service.ru/sfera/about.htm>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 9 ЛАНТЕК. Разработчик и производитель оборудования для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lan-tech.ru/about>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 10 АО «ГАРО-Трейд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garotrade.ru/production>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 11 ООО «Ареон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.areon.su>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 12 Унитарное предприятие «ГАММАТЕСТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gammatest.by>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 13 Компания «Автобис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autobis.org>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 14 Схема проведения сертификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://auto-dnevnik.com>. – Дата доступа: 09.01.2022.
- 15 **Афанасиков, Ю. И.** Проектирование моечно-очистного оборудования авторемонтных предприятий / Ю. И. Афанасиков. – Москва: Транспорт, 1988. – 207 с.
- 16 **Кирсанов, Е. А.** Механизация производственных процессов в автотранспортных предприятиях: учебное пособие / Е. А. Кирсанов, Н. П. Панкратов, А. И. Ременцов. – Москва: МАДИ, 1986. – 100 с.
- 17 **Кирсанов, Е. А.** Основы проектирования, расчёта и выбора оборудования для мойки автомобилей / Е. А. Кирсанов, Г. В. Мелкоян. – Москва: МАДИ, 1989. – 51 с.

18 **Ременцов, А. Н.** Механизация производственных процессов в автотранспортных предприятиях / А. Н. Ременцов, Е. А. Кирсанов. – Москва: МАДИ, 1984. – 89 с.

19 **Селиванов, С. С.** Механизация процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей / С. С. Селиванов. – Москва: Транспорт, 1984. – 198 с.

20 **Щец, С. П.** Проектирование и эксплуатация технологического оборудования для технического сервиса автомобилей в условиях АТП / С. П. Щец, И. А. Осипов. – Брянск: БГТУ, 2004. – 270 с.