

УДК 623.52

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
И УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ****Н. А. ЗАКРЕВСКИЙ, Б. С. ХРАМЕНОК, Е. А. СЕМЕНЧЕНКО**  
(Представлено: В. В. КОСТРИЦКИЙ)

*Описывается процесс моделирования автотронной системы на примере системы топливоподачи в бензиновом двигателе с распределённым впрыском. При профессиональной подготовки в сфере автомобильного транспорта данный метод позволяет повысить эффективность изучения дисциплин так как полученная модель позволяет эффективнее рассмотреть устройство, принцип действия системы и её компонентов. А также позволяет определить все возможные связи в системе в виде различных контуров. В дальнейшем этот подход упрощает поиск неисправностей в реальных условиях.*

**Введение.** Современное автотранспортное средство представляет собой сложную техническую систему, в которой одновременно и взаимосвязано функционирует большое количество различных узлов и агрегатов, для управления работой которыми все шире используются электроника и компьютерные технологии. Доля электроники в создании стоимости автомобилей на сегодняшний день составляет до 40%. Этот показатель имеет тенденцию к повышению.

Последнее время появилась сложность в определении, какие элементы и узлы являются частью электронной системой управления, а какие принадлежат непосредственно управляемому агрегату или механизму. Поэтому одним из направлений в изучении устройства автомобиля является рассмотрение его как совокупность электронных систем управления (ЭСУ).

В литературе часто используется такое понятие как автомобильная автотроника. При чем под автотронной системой следует понимать комбинированный комплекс автоматического управления, включающий в свой состав различные технические устройства, которые соединены в единое целое с целью выполнения конкретного неэлектрического действия [1].

Автотронные системы имеют одно общее свойство – по входу они управляются различными неэлектрическими воздействиями, а по выходу, управляют неэлектрическими процессами, при этом внутрисистемная обработка информации идет на уровне цифровых электрических сигналов. Понятно, что автотронная система имеет широко разветвленную периферию и электронно-вычислительный блок управления с постоянной и оперативной памятью. Для согласования входной периферии с компьютером и компьютера с выходной периферией применяется интерфейсная (соединительная) подсистема [2].

Применение такого понятия как автотронная система (АС) является необходимым, чтобы подчеркнуть, что входящие в неё компоненты могут являться самыми разнообразными техническими устройствами, отличающиеся друг от друга как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению. Это могут быть и электрические, и электронные, и электронно-вычислительные, и механические, и пневматические, и гидравлические, и любые другие технические изделия, способные выполнять соответствующие функции автотронной системы. Автотронные системы удобно классифицировать по основной исполнительной функции. Например, автотронная система впрыска топлива; автотронная система антиблокировки тормозов; автотронная система очистки выхлопных отработавших газов и т.д.

Поэтому при профессиональной подготовки в сфере автомобильного транспорта современный автомобиль можно рассматривать как совокупность автотронных систем. Такой подход можно использовать при изучении таких дисциплин как «Устройство автомобиля», «Электронные системы управления автомобилем», «Электрооборудование автомобилей», «Автомобильные двигатели». Кроме того, связи между автотронными системами и между компонентами, составляющими автотронные системы можно рассматривать как структурные и диагностические параметры. Изучение изменений этих связей позволяет обеспечить практически навыки в определении и устранении неисправностей методом поиска на основании рационально построенного алгоритма действий при изучении таких дисциплин как «Техническое диагностирование автомобилей», «Техническое обслуживание автомобилей», «Обслуживание и ремонт легковых автомобилей». Для изучения автотронных систем необходим специальный инструментарий, который позволяет наглядно и эффективно рассматривать их в рамках изучаемых дисциплин. Целью работы являлось повысить эффективность изучения предложенных дисциплин за счёт внедрения в них моделирования процессов работы агрегатов в системах, а также определение и устранение неисправностей [3].

**Основная часть.** Весь процесс моделирования можно свести к реализации следующих этапов:

1. Определение компонентов, входящих в моделируемую систему.
2. Определение взаимосвязей между элементами в этих системах.
3. Определение параметров системы и выбор средств их контроля.

4. Определение поведения системы при исправном техническом состоянии.
5. Определение проявления в системе признаков неисправностей.
6. Определение технического состояния исправных элементов и неисправных элементов.

В качестве примера в данной статье рассмотрим процесс моделирования автотронной системы топливоподачи в бензиновом двигателе с распределённым впрыском.

1. *Определение компонентов, входящих в моделируемую систему.* Система топливоподачи в бензиновом двигателе с распределенном впрыском предназначена для дозированной подачи топлива в впускной коллектор двигателя с целью дальнейшего приготовления топливоздушной смеси в определенной пропорции. Дозированная подача топлива обеспечивается топливными форсунками. Форсунки представляют собой электроклапаны, которые управляются по средством электронного блока управления. Электронный блок управления подает управляющий импульс напряжения в соответствии порядка работы цилиндров двигателя. Количество форсунок соответствует количеству цилиндров двигателя.

Форсунки устанавливаются в топливную рампу. В топливную рампу подается топливо под давление. Топливо в рампу подается по средствам топливного насоса, который находится в топливном баке. Топливный насос имеет электропривод. Поддержание необходимого давления, соответствующего режиму работы топливной системы обеспечивается регулятором давления топлива. Подача топлива из бака в рампу производится по топливопроводам через фильтр тонкой очистки. Подача электропитания к электродвигателю насоса и к электроклапанам форсунки обеспечивается реле. В цепях реле используется предохранители для безопасной эксплуатации электрических цепей питания.

В общем виде эта система изображена на рисунке 1.

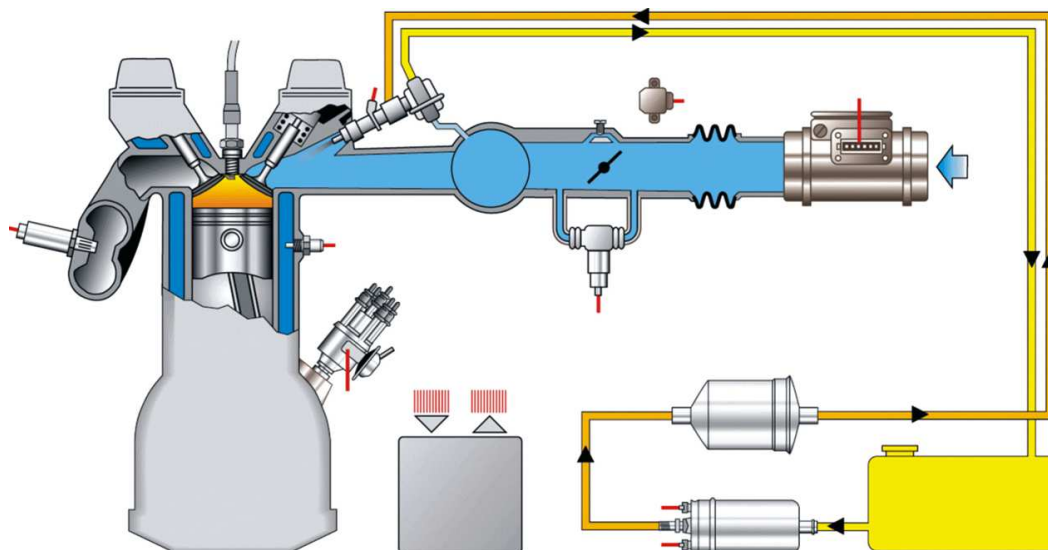


Рисунок 1. – Компоненты системы распределенного впрыска

2. *Определение взаимосвязей между элементами в этих системах.* Взаимосвязь компонентов осуществляется в двух: в электрическом и гидравлическом. При этом взаимосвязи в этих контурах будут отличаться и зависеть от режима работы системы топливоподачи. Для системы топливоподачи бензинового двигателя с распределенным впрыском можно выделить два режима работы: работа системы при включенном зажигании, и работа системы при работающем двигателе. В зависимости от режима работы взаимосвязи в электрическом и гидравлическом контуре будут отличаться рабочими параметрами.

3. *Определение параметров системы и выбор средств их контроля.* Параметрами электрического контура является напряжение на участках электрической цепи. А параметрами гидравлического контура являются такие диагностические параметры, как давление в топливной системе в различных режимах работы, производительность топливного насоса, баланс производительности форсунок.

При выборе средств контроля следует руководствоваться следующим правилом: средства контроля должны давать однозначную оценку, полученным результатам. Для определения напряжения на участке цепи используется вольтметр в составе мультиметра. Для определения давления в топливной системе используется топливный манометр. Для определения баланса производительности форсунок используется стенд, который позволяет имитировать работу форсунок на двигателе. При этом основным показателем является количество впрыскиваемого форсунками топлива. Производительность насоса определяется мерной колбой по количеству подаваемого топлива в определенную единицу времени.

4. *Определение поведения системы при исправном техническом состоянии.* При исправной системе автомобиль быстро заводится, равномерно работает на холостом ходу, при воздействии на педаль акселератора быстро набирает обороты.

5. *Определение проявления в системе признаков неисправностей.* При появлении неисправностей в системе топливоподачи двигатель автомобиля заводится не с первого раза или не заводится вовсе, неравномерно работает на холостом ходу, а при воздействии на педаль акселератора двигатель медленно набирает обороты или глохнет.

6. *Определение технического состояния исправных элементов и неисправных элементов.* Поведение системы следует рассматривать в двух режимах: при включенном зажигании и при работающем двигателе. А также оперировать параметрами электрического и гидравлического контура.

В исправном состоянии при включенном зажигании питающее напряжение, измеренное мультиметром должно иметь значение в электрической цепи аккумуляторной батареи от 12В до 12,7В, давление в гидравлическом контуре измеренное манометром должно находиться в пределах от 2,5 бар до 4 бар. А при работающем двигателе напряжение в питающей цепи будет составлять от 13,9В до 14,4В. Давление в гидравлическом контуре будет иметь значение от 3 бар до 4 бар. Кроме того, исправное состояние системы будет сопровождаться равномерной работой топливных форсунок.

При неисправном состоянии параметры будут иметь отклонения от предельных значений. А сочетание неисправностей будет определяться их проявлением в виде первичных признаков, описанных в пункте 5.

После реализации всех этапов в среде Unity по предложенным алгоритмам была смоделирована автотронная система топливоподачи в бензиновом двигателе с распределённым впрыском, а также реализованы режимы её работы и методы определения технического состояния с применением предложенных средств диагностирования. Вид полученный программы изображен на рисунке 2.

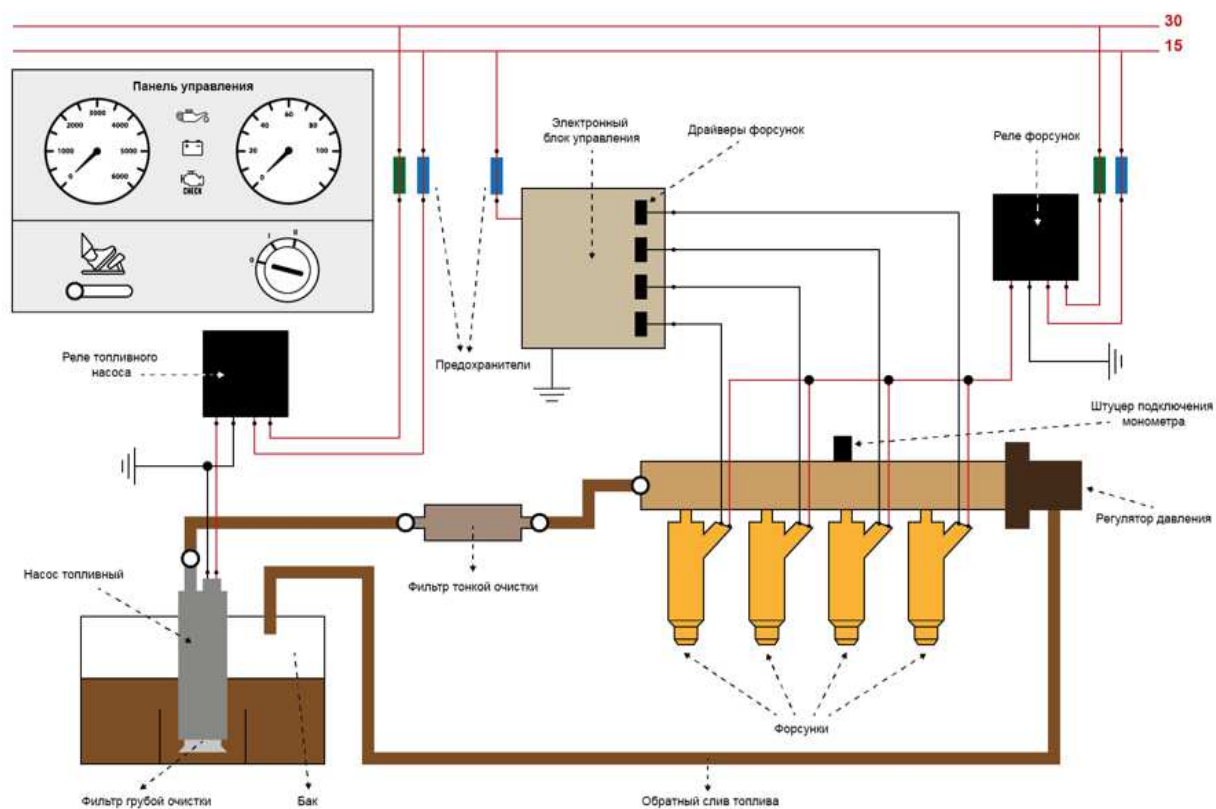


Рисунок 2. – Модель автотронной системы топливоподачи в бензиновом двигателе с распределённым впрыском

Полученная программа позволяет не только изучать устройство и принцип действия системы топливоподачи в бензиновом двигателе с распределённым впрыском, но и определять и устранять неисправности в этой системе.

**Заключение.** Таким образом, используя предложенный алгоритм моделирования можно спроектировать любую систему автомобиля, приведя предварительно её к модели автотронной системы. Полученная модель позволяет эффективнее изучить устройство, принцип действия системы и её компонентов.

А также позволяет рассмотреть все возможные связи в системе в виде различных контуров. В дальнейшем этот подход упрощает поиск неисправностей в реальных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геращенко, В.В. Методы и средства диагностирования и повышения эксплуатационных свойств автомобилей и их агрегатов: [монография] / В.В. Геращенко, Н.А. Коваленко, В.П. Лобах. – Могилёв: Беларус.-Рос.ун-т, 2017.-170 с. : ил.
2. Режим доступа: [http://chiptuner.ru/content/pub\\_33/](http://chiptuner.ru/content/pub_33/) – Дата доступа: 04.05.2020 г.
3. Режим доступа: [http://injectorservice.com.ua/docs/publications/css\\_typical\\_examples.pdf](http://injectorservice.com.ua/docs/publications/css_typical_examples.pdf) – Дата доступа: 04.05.2020 г.