

Ужесточение требований к выбросам вредных веществ, улучшение экономичности перспективных двигателей внутреннего сгорания и повышение потребительских свойств транспортных средств вызывает необходимость непрерывного совершенствования систем управления двигателем, создания и реализации улучшенных алгоритмов управления. Для сокращения времени адаптации систем управления двигателем, отработки алгоритмов работы отдельных систем и процессов в ДВС, отработки функций бортовой диагностики (OBD) требуется наличие специализированного комплекса состоящего из эмулятора ДВС, системы аппаратной связи с реальным ЭБУ и специализированного программного обеспечения. Многие крупнейшие мировые производители имеют в своем арсенале подобные комплексы собственной разработки. Однако отечественные производители ДВС не используют подобные комплексы в виду большой стоимости и отсутствия в них моделей отечественных двигателей. Нами разработан прототип эмулятор работы ДВС (рис.1.), который состоит из персонального компьютера, блока ввода-вывода, блока согласования и эмуляции. На персональном компьютере устанавливается набор программ включающих виртуальные модели двигателя, датчиков, управляющих механизмов и блока управления. Программные модули выполняют расчет основных параметров цикла по заложенным данным [2]. Модули виртуальных моделей устройств управления по расчетным данным формируют параметры сигнала соответствующих датчиков и отправляют их в блок ввода-вывода. Программная оболочка является инструментом импорта данных режима моделирования, а так же реализации пользовательских запросов, таких как поворот ключа зажигания, акселератора и других. Блок согласования и эмуляции служит для согласования уровней сигналов блока управления ЭБУ с сигналами блока ввода-вывода, защиты входных цепей блока ввода-вывода и формирования дефектов устройств системы управления. Блок состоит из платы согласования исполнительных механизмов, платы согласования датчиков, платы согласования запросов пользователя. Рис. 1 - Функциональная схема эмулятора ДВС. К персональному компьютеру подключена NI LabVIEW - совместимая плата ввода-вывода NI PCI 6722. На вход платы ввода-вывода подаются сигналы управления форсунками с ЭБУ и сигналы с катушек зажигания. В зависимости от времени пребывания входного сигнала с форсунки на низком уровне (время впрыска) и от времени начала импульса с катушки (угол опережения зажигания) ПК вычисляет значения соответствующих сигналов. Эмулируются датчики положения коленчатого вала, распределительного вала и дроссельной заслонки, а так же - датчик массового расхода воздуха. Эти сигналы подаются в ЭБУ, распознаются ЭБУ как сигналы с реальных датчиков. Таким образом, реализована обратная связь. Алгоритм эмуляции работы ДВС был разработан в среде NI LabVIEW. В основе LabVIEW лежит графический язык программирования G [1]. Помимо самой возможности программирования среда LabVIEW

предоставляет в распоряжение пользователя широкий спектр инструментов и библиотек: от интерактивных мастеров настройки и пользовательских интерфейсов до встроенных компилятора, компоновщика и средств отладки. Эффективность использования среды LabVIEW в научных разработках состоит в том, что, оставаясь в её рамках, можно разрабатывать как математическую модель объекта, так и снабжать эту модель данными с помощью аппаратных средств ввода-вывода, сопряженных с реальным объектом. Выбранная для работы с сигналами плата NI PCI 6722 использует четыре аналоговых порта для вывода. Для ввода один цифровой порт. Диапазон сигналов  $\pm 5\text{В}$ . Частота дискретизации 800 Квыб/с для 1 канала; 182 Квыб/с для 32 каналов. PCI 6722 имеет возможность одновременное обновлять данные, предусмотрено встроенное и внешнее тактирование. Интеграция со средой разработки LabVIEW. В качестве тестируемого ЭБУ был выбран серийный ЭБУ Январь 7.2. 2111-1411020-81 - функциональный аналог блока Bosch M7.9.7, альтернативная с M7.9.7 отечественная разработка фирмы «Итэлма». Январь 7.2. собран в аналогичном корпусе и с таким же разъемом, его можно использовать на проводке Bosch M7.9.7 с тем же набором датчиков и исполнительных механизмов. Для ввода данных, формируемых электронным блоком управления, применяется алгоритм непрерывного сбора и выдачи данных или сбор и выдача данных в реальном времени. Этот метод обычно основан на использовании схемы кольцевого буфера. Программная часть включает алгоритм расчета параметров цикла двигателя и эмуляцию сигналов двигателя [3]. Рассмотренный цикл реализует операции формирования сигналов датчиков и их вывод через платы ввода-вывода. Выполняется установка параметров платы ввода-вывода, эмуляция датчиков двигателя. После окончания цикла производится отключение платы ввода-вывода и индикация сообщений об ошибках. Цикл обработки сигналов от ЭБУ выполняет обработку управляющих воздействий параллельно первому циклу. Лицевая панель программы эмуляции ДВС показана на рис.2. На лицевой панели расположены: задающий регулятор положения дроссельной заслонки, индикатор оборотов двигателя, график времени впрыска форсунок, график эмулируемого сигнала датчика положения коленчатого вала. Рис. 2 - Лицевая панель программы эмуляции ДВС и виртуальных моделей датчиков Реализован и протестирован аппаратно-программный комплекс эмулирующий основных параметров работы двигателя внутреннего сгорания. Работа выполнена в рамках договора 02.G25.31.0004-12.15.1.