

Современные устройства и блоки управления электродвигателями (БУЭ) обладают встроенными функциями «интеллекта», – они способны особым образом реагировать на последовательность событий для достижения поставленных целей и/или удержания системы в рамках заданных ограничений. Не является исключением и продукция в области силовой электроники компании ЭлеСи – преобразователи частоты ESD-TC, устройства плавного пуска ESD-TSS, блоки управления и защиты электродвигателя ESD-TMF, а также электроприводы запорной арматуры с блоками управления серии ESD-V. Каким образом потребитель может быстро ознакомиться с функциональностью изделий, быстро «примерить» их для своей системы, провести необходимые тесты настроек блоков управления при его работе в составе технологической установки? Сервисное программное обеспечение «ДрайвКАД» компании ЭлеСи станет отличным инструментом для решения этих проблем.

А. Каракулов, к. т. н.,
компания ЭлеСи

При работе с блоками управления (в первую очередь при проектировании и последующем вводе в эксплуатацию на действующей технологической установке) в общем случае необходимо выполнить следующее:

1. Настроиться на электродвигатель (установка параметров элементов схемы замещения, конструктивной постоянной двигателя, его максимального/номинального тока/мощности, количества пар полюсов и т. д.).
2. Настроиться на механизм (задание момента инерции, пропуск возможных резонансных частот, выбор зазоров, условия пуска и т. д.).
3. Настроить интерфейсы коммуникаций (аналоговый, дискретный и цифровой последовательный интерфейсы дистанционного управления).
4. Адаптировать блок управления к требованиям алгоритма технологического процесса.
5. Выявить допустимые (критические) диапазоны изменения координат системы при аварийных отклонениях внешних факторов (превышении тока нагрузки, провале питающего напряжения и т. д.), то есть фактически настроить параметры защиты блока.
6. Установить критерий оптимизации работы системы и обеспечить его достижение.

ИНСТРУМЕНТЫ КОНФИГУРИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА



Соответственно, для эффективной работы блоков управления в составе технологической установки или комплекса потребителю необходимо детально ознакомиться с его функциональными возможностями, особенностями настройки и управления.

В настоящее время все шире используются программы-симуляторы, которые позволяют «виртуально» опробовать устройства в различных технологических процессах. Любой объект автоматизации фактически является совокупностью отдельно функционирующих интеллектуальных устройств, периодически взаимодействующих друг с другом. Применительно к электроприводам предварительное моделирование особенно актуально: подобное устройство уже само по себе является сложным объектом управления, а групповой электропривод может дать значительный и непредсказуемый «синергетический» эффект. Таким образом, встает проблема создания эффективной методологии синтеза системы группового электропривода для автоматизации различных технологических процессов, а также обеспечения инженерного персонала инструментом проектирования и тестирования систем, в которых применяются блоки управления.

Современный блок управления является настоящим «интеллектуальным» контроллером. В отличие от классических аналоговых и цифровых систем управления электроприводами, задание на скорость, крутящий момент, положение формируется не напрямую с дистанционного контроллера верхнего уровня, а с пропуском сигнала задания через «призму» различных условий в блоке управления. Они необходимы для синхронизации работы всей системы в целях достижения поставленных задач и обеспечения безопасных режимов эксплуатации отдельных ее элементов — самого блока управления, электродвигателей, механизмов.

Фактически блок управления электроприводом отрабатывает интегральный критерий, в который входят:

- получение задания от системы управления верхнего уровня;
- учет текущего состояния и возможностей собственно блока управления;
- учет текущего состояния и возможностей взаимодействующих с ним элементов.

Последние два пункта могут вмешаться в мгновенную обработку блоком задания «сверху», оттянув момент исполнения по времени из-за решения «собственных» проблем, то есть внести определенный элемент задержки, а в некоторых ситуациях и отменить задание. Таким образом, предсказать поведение «интеллектуального» блока

управления — непростая задача, требующая либо знания особенностей алгоритма управления блоком, либо определенных навыков эксплуатации конкретных устройств.

В настоящее время проектировщики очень часто представляют блоки управления как безынерционные релейные звенья. Это разумно при рассмотрении медленно текущих процессов (вентиляция, работа насоса и другие случаи использования электроприводов в статических режимах). Здесь правильные алгоритмы логического управления фактически позволяют предсказуемо добиться цели. Картина меняется в приложениях, где требуются динамические режимы работы электропривода (роботы, технологические линии, системы регулирования). Здесь качественное управление возможно лишь при полном учете всех возможностей объекта управления.

Попытки учета работы электропривода связаны в последнее время не только с объектом управления (механизм, электродвигатель, силовой преобразователь), но и с особенностями управляющего алгоритма и его программной реализации в блоках управления. Например, распространенные сейчас бессенсорные алгоритмы не обеспечивают эффективное управление при малых заданиях по скорости. Соответственно, могут возникнуть колебательные режимы, которых необходимо избегать путем логического исключения таких режимов работы.

Большинство производителей блоков управления поставляют со своими продуктами компакт-диск, содержащий сервисное программное обеспечение и необходимую

информацию, которая используется при эксплуатации и техническом обслуживании блоков. Сервисное программное обеспечение предназначено для:

1. Задания параметров настроек с помощью персонального компьютера.
2. Тестовых запусков устройства в целях подтверждения его работоспособности.
3. Мониторинга и визуализации координат блока управления.
4. Для сервоприводов некоторые производители поставляют систему моделирования, предназначенную для настройки регуляторов.

Компания ЭлеСи разработала собственный пакет сервисного программного обеспечения «ДрайвКАД», поставляемый по отдельному заказу для блоков управления серии ESD. В него входят конфигуратор и симулятор (среда моделирования).

Конфигуратор представляет собой программу для персонального компьютера, которая может связаться с блоком управления по последовательному интерфейсу (через RS-232/485 или USB) и получить доступ к регистрам. Он имитирует работу протокола Modbus RTU в режиме Master, обеспечивая считывание/запись регистров по требующимся адресам. Конфигуратор обеспечивает визуализацию на экране персонального компьютера как отдельных регистров, так и массивов, накапливаемых в блоке управления с целью осциллографирования быстропротекающих процессов. Данная особенность позволяет быстро выяв-

практикум для специалиста ▶

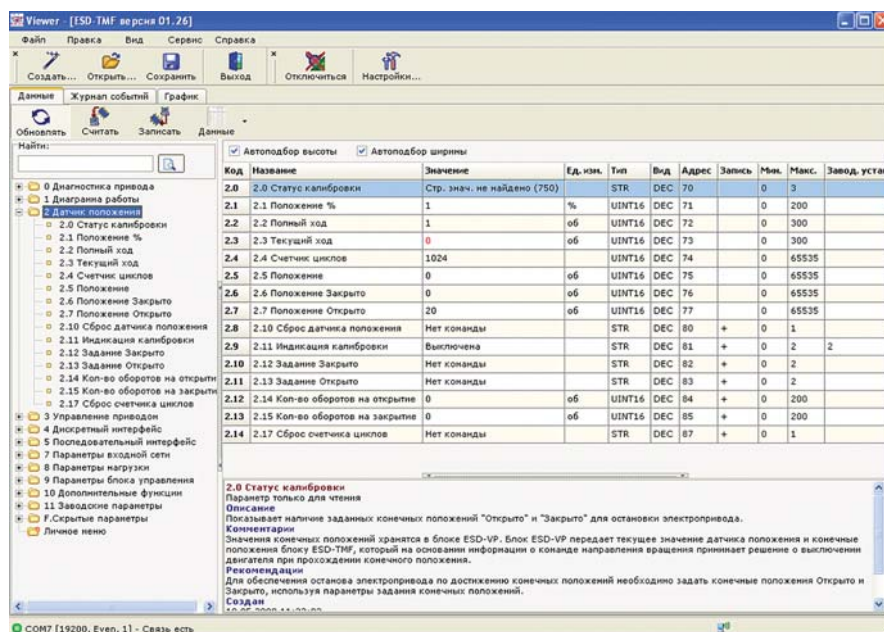


Рис. 1. Конфигуратор

Инструменты конфигурирования интеллектуального электропривода

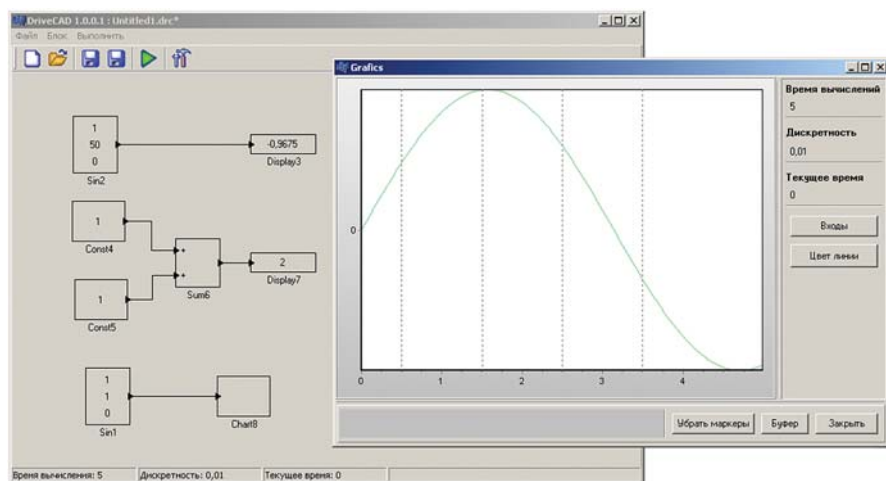


Рис. 2. Пример создания простейших моделей в системе «ДрайвКАД»

лять возможные проблемы в блоке, так как по форме токов нагрузки можно достаточно достоверно определить причину неисправности. Второй особенностью является визуализация журнала событий, накапливаемого блоком управления в процессе работы для контроля над порядком управления и выявления изменений во внешних условиях.

В конфигуратор встроен интерпретатор команд пользователя. Используя этот инструмент, можно создать с помощью конфигуратора систему управления несколькими блоками с управлением от персонального компьютера. Программа пользователя, исполняемая таким интерпретатором, должна назначать адрес устройства, с которым происходит информационный обмен, считывать требуемые данные, анализировать их и на основании этого, а также данных, полученных с других блоков, записывать необходимые значения в управляющие регистры. Одно из применений интерпретатора — обеспечение циклических испытаний блоков управления в составе электроприводов, при проведении которых пользовательская программа задает диаграмму отработки координат электропривода и отслеживает появление аварийных сигналов блока.

Симулятор является программой для проектирования систем автоматизации с использованием электроприводов, позволяющей применять методы имитационного моделирования, для того чтобы исследовать режимы работы спроектированной системы. Проектирование системы осуществляется путем выноса на поле

моделей-блоков и соединения их входов/выходов. Интуитивно понятный интерфейс, аналогичный существующим системам моделирования (например, Simulink пакета Matlab), позволяет быстро освоить принципы работы с симулятором.

Ключевой особенностью является то, что в составе таких симуляторов есть программные блоки, в которые включено полное программное обеспечение исследуемого блока управления и в которых учитываются особенности их схемотехнической реализации. Такие модели позволяют с высокой детализацией рассматривать поведение электропривода в различных эксплуатационных ситуациях с учетом особенностей схемотехнических решений и встроенного программного обеспечения. Все настройки работы такой модели полностью аналогичны модели блока управления и задаются посредством описанного выше конфигуратора.

Дополнительно прилагаются модели основных электротехнических устройств, которые необходимы для функционирования блока управления электропривода в реальных условиях, — автоматов, контакторов, реле, переключателей, кнопок, сигнальных ламп, соединительных проводов. Также прилагаются модели электродвигателей и основных механизмов, на которые устанавливаются управляемые блоки управления электроприводом.

Модели электродвигателей выполнены на базе системы дифференциальных уравнений. В связи с тем что напряжение и, соответственно, токи современных блоков

управления с полупроводниковыми преобразователями не являются синусоидальными, модель представляется в трехкоординатных осях для наиболее полного учета особенностей электромагнитных процессов в электрическом двигателе.

В случае если потребитель не находит в прилагаемой библиотеке нужного компонента, ему предлагается самостоятельно разработать собственный с необходимой степенью его детализации. Для этого необходимо написать алгоритм работы модели устройства в текстовом редакторе на языке, по своему синтаксису напоминающему язык C (используется только необходимый минимум конструкций — присваивание, арифметические и логические операции, операторы условного ветвления, вызов некоторых тригонометрических и логических функций). Существует возможность «привязать» к компоненту графическое изображение для наиболее наглядного его представления на экране.

Таким образом, для проектирования системы потребителю необходимо:

1. Установить модель источника электрической энергии.
2. Установить модели механизмов.
3. Установить модели электроприводов (электродвигателей, редукторов).
4. Установить модели блоков управления электроприводом.
5. Собрать схему подключения (например, согласно одному из вариантов, показанных в руководстве по эксплуатации для блока управления).

Возьмем в качестве примера использования симулятора процесс моделирования работы электропривода запорной арматуры трубопровода. Рассмотрим случай, когда применяется электропривод запорной арматуры общепромышленного назначения Intellect ПП-А с блоком электронного управления ESD-VTG. Предположим, что самим электроприводом выполняется простая операция — открытие/закрытие проходного сечения арматуры по сигналам дискретного интерфейса «открыть», «закрыть», «стоп». На рисунке 4 показан пример моделируемой системы: используются модели электропривода (асинхронный трехфазный двигатель и редуктор), электрической сети, задвижки и самого блока управления. В модели блока управления учитываются особенности работы встроенного в него тиристорного регулятора напряжения (работа на трехфазную нагрузку при соединении «звезда», без ну-

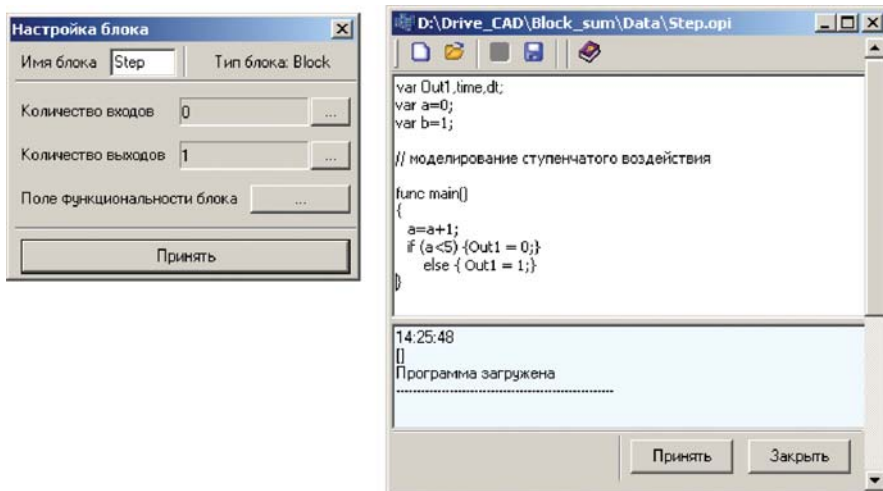


Рис. 3. Пример создания собственного блока в среде «ДрайвКАД»

левого провода), а также полностью используется программное обеспечение самого блока ESD-VTG.

Схема подключения блока собирается на основе схемы, предложенной в руководстве по эксплуатации, – устанавливаются необходимые модели сигнальных ламп, выключателей, после чего они соединяются с «виртуальными» клеммами блока. После замыкания контактора QF1 модель имитирует подачу питания на блок, и он становится доступным для управления и задания параметров. Можно перемещаться по меню блока и задавать необходимые подстройки, нажимая с помощью мыши кнопки на визуализирующей его панели, которая нарисована слева (причем время нажатия должно быть таким же, как и для реального блока, – выполняются те же алгоритмы и существует привязка

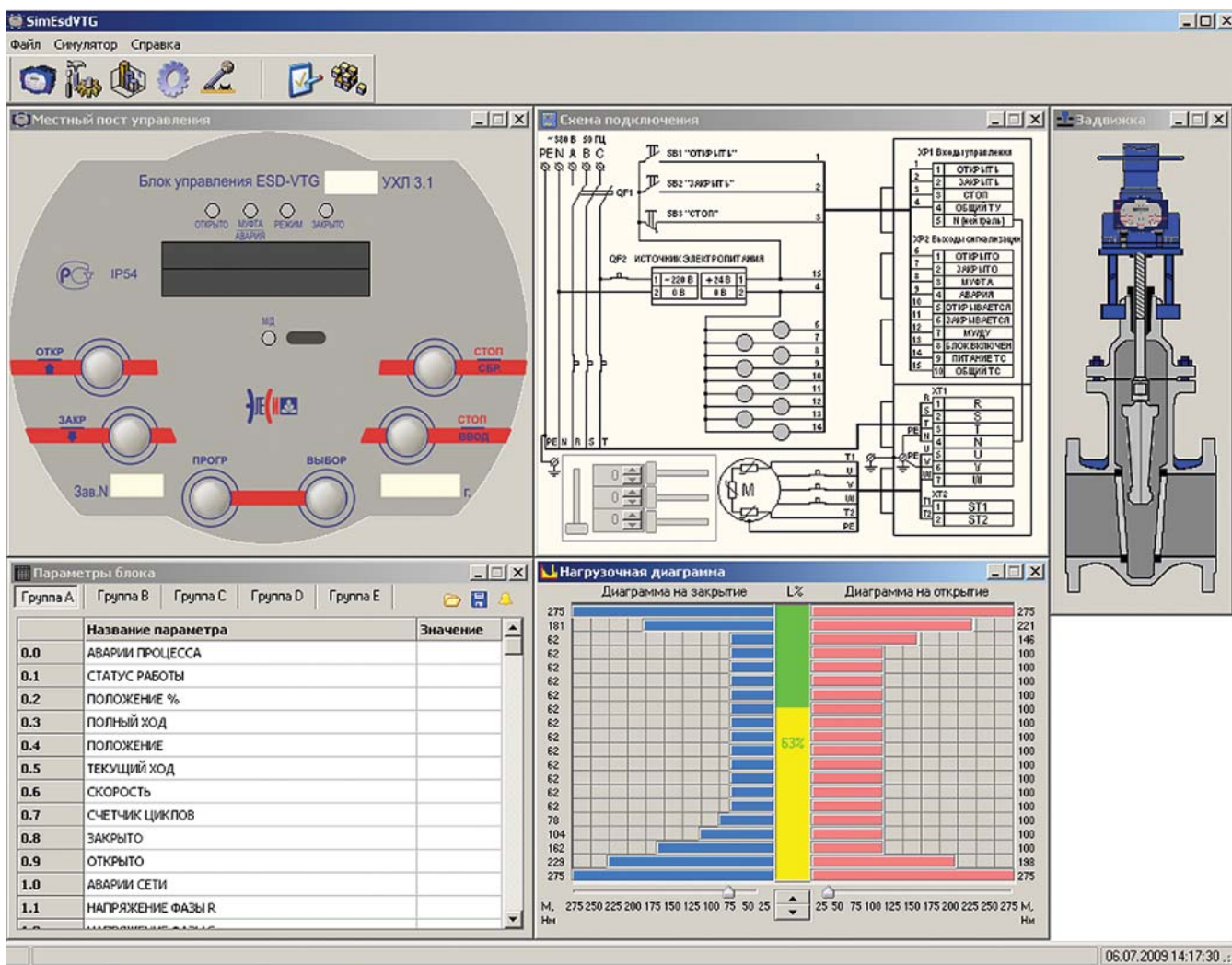


Рис. 4. Симулятор блока ESD-VTG

◀ Инструменты конфигурирования интеллектуального электропривода

к «реальному» времени). Для быстрого задания снизу открывается панель регистров блока (мини-конфигуратор). Допускается подключение стандартного конфигуратора (описанного ранее) для имитации связи по RS-485. В качестве управляемого механизма устанавливаем из библиотеки моделей задвижку, в которой можно задавать траекторию изменения момента нагрузки в функции от положения ее запорного органа.

Перед «виртуальной эксплуатацией» электропривода необходимо осуществить ряд действий, связанных с настройкой блока на технологический процесс: установить

значения конечных положений «закрыто» и «открыто», величину ограничения крутящего момента и т. д., а также разрешить работу дискретного интерфейса блока. Данные действия производятся либо с «кнопок» и «буквенно-цифрового индикатора» модели блока, либо посредством конфигуратора. После этого подаем команду на движение и фиксируем ее отработку блоком. В частности, симулятор позволяет наблюдать мгновенные значения токов, скорости и крутящего момента двигателя (см. Рис. 5), однако анализ таких электромеханических процессов сложен и, как правило, потреби-

телю более важна правильная работа цепей управления и сигнализации блока. Еще один очевидный эффект — возможность исследовать работу блока управления при отклонениях в напряжении сети, чтобы установить параметры работы защит; для этого модель питающей сети имеет соответствующие каждой фазе задатчики уровня напряжения.

Таким образом, собрав модель проектируемой системы, потребитель может:

1. Получить навыки обращения с блоками управления, в том числе изучить способность адаптации к возможным изменениям условий эксплуатации.

2. Убедиться в правильности спроектированной схемы подключения.

3. Убедиться в правильности настройки блока (интерфейсов, защит и т. д.).

4. Сформировать файл настроек для последующей загрузки в реальный блок управления электроприводом.

5. Для блока управления со встроенной функцией ПЛК (преобразователи частоты ESD-TC, устройства плавного пуска ESD-TSS и др.) — убедиться в корректности работы программы ПЛК перед ее использованием в реальном блоке.

6. Для сложных систем группового электропривода — отладить алгоритмы взаимодействия между блоками управления.

Следует отметить, что симулятор полезен не только потребителю для предварительного знакомства с устройством и оценки возможности его работы в собственной системе автоматизации, но и разработчикам самого блока управления. В современных условиях, когда велико значение критерия time-to-market, симуляторы позволяют разрабатывать и тестировать программное обеспечение без самого устройства. При этом в тестах для отладки логики его работы возможно имитировать такие эксплуатационные ситуации, «физическая» имитация которых дорога и трудоемка (например, нарастание нагрузочного момента в задвижке магистрального нефтепровода, когда усилие на выходном звене электропривода может достигать нескольких тысяч Нм, или реакция системы управления на «быстрые» изменения напряжения питания).


Готовые симуляторы блоков электронного управления серии ESD для предварительного знакомства с их функциональными возможностями можно загрузить с сайта www.elesy.ru (раздел «Оборудование» — «Общие сведения об электроприводах» — «Программное обеспечение»). 



Рис. 5. Электропривод Intellect PP-B с блоком ESD-VTG

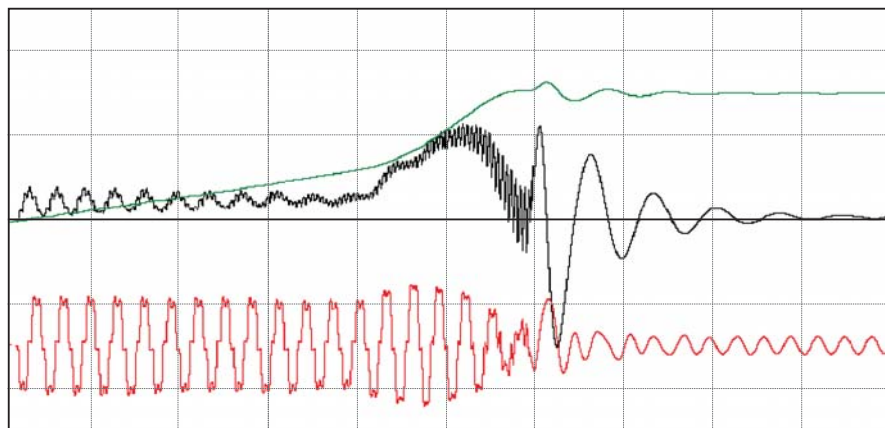


Рис. 6. Имитация пуска электропривода Intellect PP-A с блока управления ESD-VTG

Красный сигнал — ток в фазе двигателя

Черный сигнал — крутящий момент электродвигателя

Зеленый сигнал — скорость вращения вала двигателя

Зафиксированное время процесса — 0,6 секунды