

Автоматика управления дорожными светофорами

Олег Вальпа

Введение

В современном мире регулирование движения транспортных средств осуществляется огромным количеством светофоров. Первый светофор примитивного типа был установлен 10 декабря 1868 года в Лондоне. С тех пор светофоры пережили длинную историю эволюции.

В настоящее время существует большое многообразие исполнения этих устройств, но все светофоры объединяет единый принцип трёхцветных сигналов и их расположения. Поэтому водители легко ориентируются по сигналам светофора в любой стране мира.

Здесь рассмотрен проект автоматизации трёхцветного светофора, разработанный автором статьи на основе

программируемого логического контроллера.

Проект

Рассмотрим процесс создания регулятора на конкретном примере. В проекте реализовано управление четырьмя трёхцветными светофорами, устанавливаемыми на перекрёстке пересечения двух дорог. Диаграмма работы такого светофора представлена на рис. 1.

Полный цикл работы светофора состоит из шести тактов. В каждом такте определённой длительности светится один или несколько сигналов светофора.

Управление светофорами производится попарно. Светофоры 1 и 3 уста-



Дополнительные материалы к этой статье можно скачать, перейдя по ссылке в QR-коде

навливаются для обоих направлений движения по первой дороге перекрёстка, а светофоры 2 и 4 аналогично для второй дороги перекрёстка, пересекающей первую, как показано на рис. 2.

Сигналы регулирования для каждого светофора одной пары одинаковы. Поэтому для управления всеми светофорами требуется 6 выходных портов контроллера: три порта для пары 1 и 3 и три порта для пары 2 и 4.

Для автоматизации управления светофорами был выбран программируемый логический контроллер Matrix-1021-70-4 отечественной ком-



Рис. 1. Диаграмма работы светофора

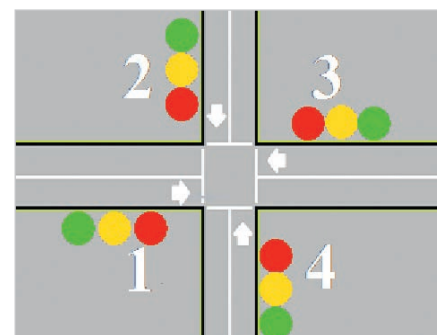


Рис. 2. Схема расположения светофоров

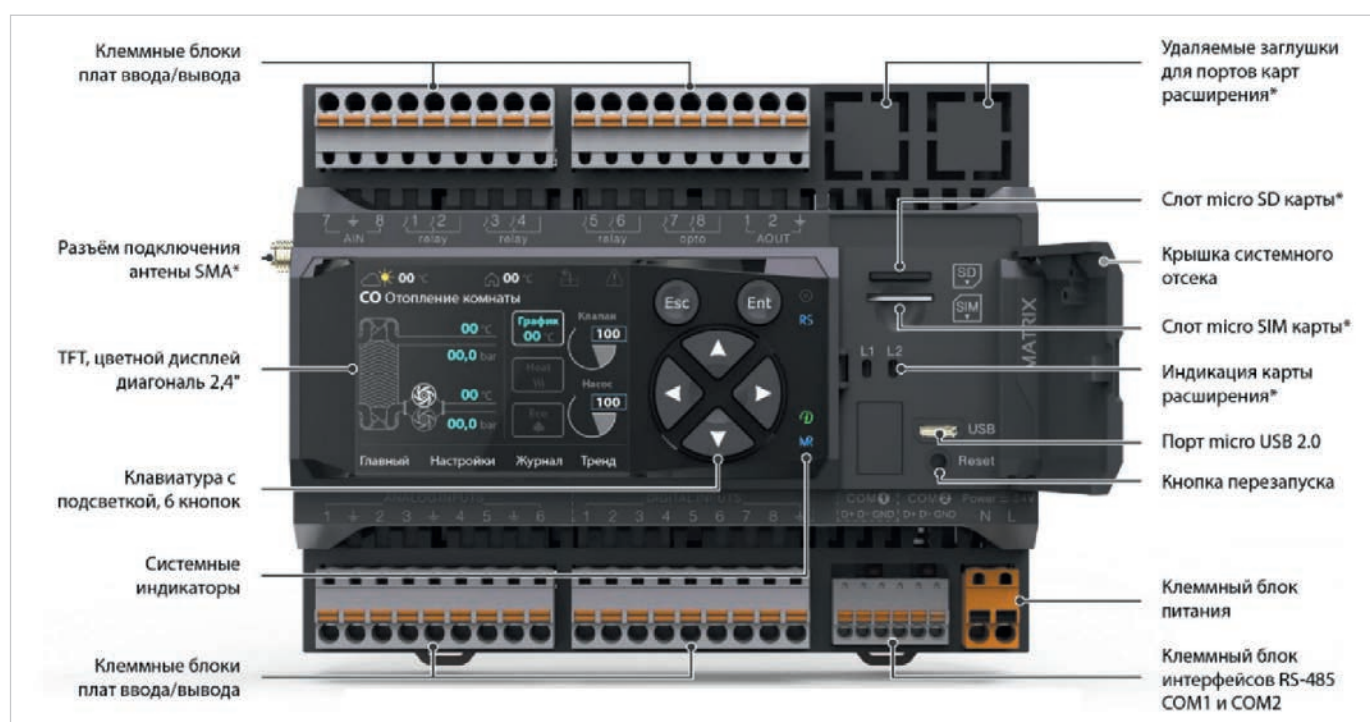


Рис. 3. Внешний контроллер Matrix

пании Segnetics [1]. Внешний вид контроллера Matrix представлен на рис. 3.

Данный контроллер имеет множество типов исполнений, позволяющих подобрать вариант с необходимым количеством выходных портов. Варианты исполнений контроллера приведены на рис. 4.

Коммутацию сигнальных фонарей светофора можно выполнять непосредственно с помощью контактов сильноточных реле выходных портов контроллера, что значительно упрощает схему подключения светофоров. В данном проекте выходы DOUT1, DOUT2 и DOUT3 управляют красным, жёлтым и зелёным сигналами первой пары светофоров, соответственно, а выходы DOUT4, DOUT5 и DOUT6 управляют такими же сигналами второй пары светофоров.

Питание контроллера осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 24 В.

Программа

Программа управления светофорами написана на языке функциональных блоков в свободной среде разработки SMLogix [2]. Достаточно подробное описание этой среды разработки и работы с ней приведено в источнике [3]. Внешний вид главного окна программы представлен на рис. 5.

Тип	AIN	DIN	DOUT			AOUT
			Опто	Симистор	Реле	
Matrix - 1020-XX-X	8	8	2		6	2
Matrix - 1021-XX-X	8	8	1		5	4
Matrix - 1320-XX-X	6	8	2	2	6	2
Matrix - 1321-XX-X	6	8	1	2	5	4
Matrix - 2230-XX-X		16			12	
Matrix - 2233-XX-X		16		4	8	
Matrix - 2234-XX-X		16	4		8	
Matrix - 3030-XX-X					24	
Matrix - 2222-XX-X		32				

Рис. 4. Варианты исполнения контроллера Matrix

В программе реализовано два режима работы светофора. Первый режим обеспечивает регулирование движения на перекрёстках в рабочее время путём чередования проезда сначала по одной, а затем по другой дороге. Во втором режиме формируется жёлтый мигающий сигнал всех светофоров, который используется в нерабочее время. В этом режиме работы светофоров проезд перекрёстка транспортными средствами осуществляется согласно правилам проезда нерегулируемых перекрёстков и знакам приоритета.

Кроме того, в программе реализована возможность организации движения через несколько перекрёстков в режиме «зелёная волна». Этот режим позволяет проехать протяжённый участок дороги с перекрёстками без остановок перед ними для ожидания разрешающего сигнала.

Режим «зелёная волна» возможен при движении транспортных средств на определённой скорости, рекомендованной на данном участке дороги, и синхронизации светофоров на этом участке, формирующей разрешающий зелёный сигнал во время приближения транспорта к очередному перекрёстку.

Такой режим движения имеет множество очевидных преимуществ, таких как устранение транспортных пробок, снижение количества вредных выбросов в атмосферу, уменьшение расхода топлива, повышение ресурса транспорта, экономия времени в пути и т.п.

Организация режима «зелёная волна» осуществляется путём задания одинакового временного цикла для всех светофоров, установленных на выбранном участке дороги, и установкой определённой задержки для

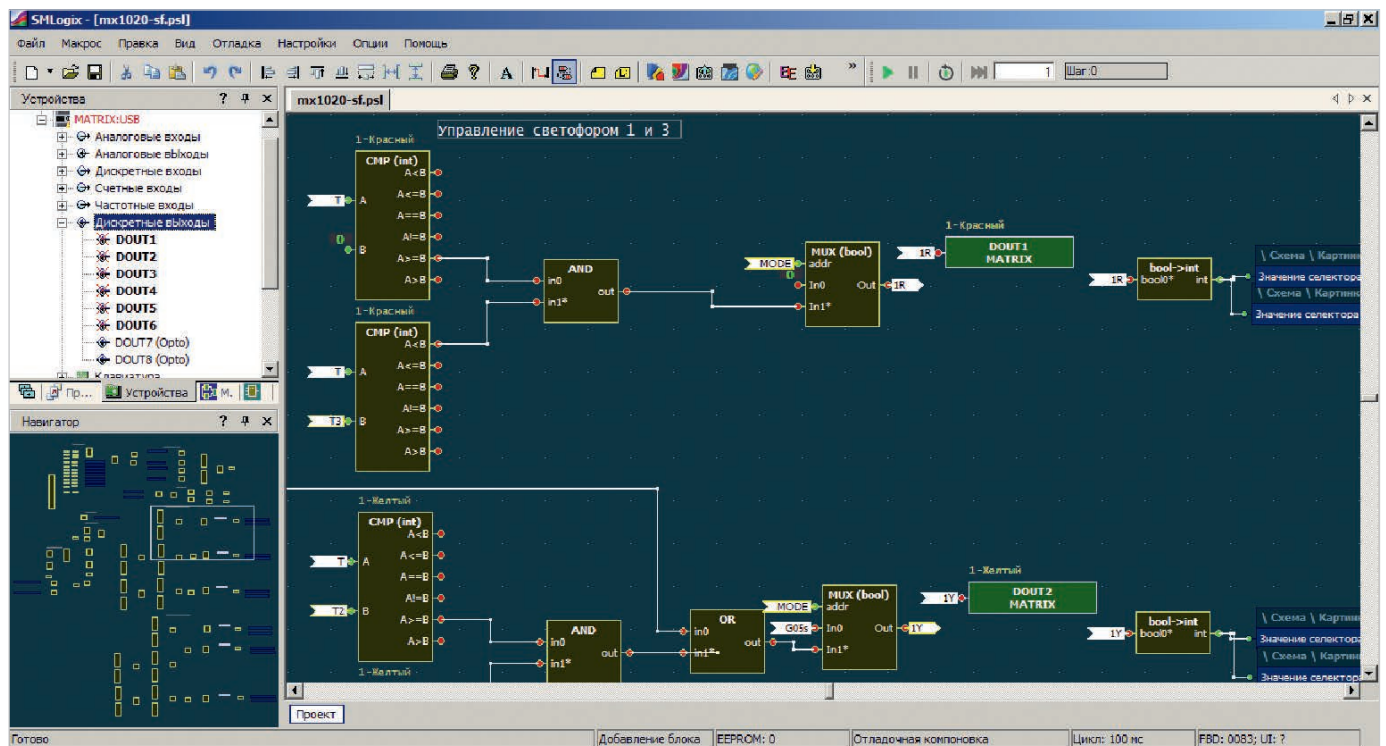


Рис. 5. Главное окно программы



Рис. 6. Окно SMART

синхронизации светофоров каждого перекрёстка.

Благодаря наличию внутренних часов реального времени в контроллерах и установленной задержки запуска автоматики управление светофорами будет происходить с временным сдвигом, обеспечивающим включение разрешающего сигнала светофоров по пути движения транспорта на данном участке.

Наглядную демонстрацию «зелёной волны» можно увидеть при просмотре анимационного файла «green_wave.gif», размещённого среди дополнительных материалов к этой статье.

Например, при скорости движения автомобиля 54 км/ч, т.е. 15 м/с, и расстоянии до очередного перекрёстка, равном 300 метров, задержка для включения разрешающего сигнала светофора очередного перекрёстка составит: $300 : 15 = 20$ секунд.

Таким образом, зная расстояние между перекрёстками любого участка дороги, можно вычислить время задержки для каждой группы светофоров и организовать режим «зелёная волна», установив вычисленное время задержки в контроллере автоматики соответствующей группы светофоров.

Интерфейс программы создан с помощью встроенного программного инструмента SMART среды разработки, который запускается на панели инструментов. Окно программного

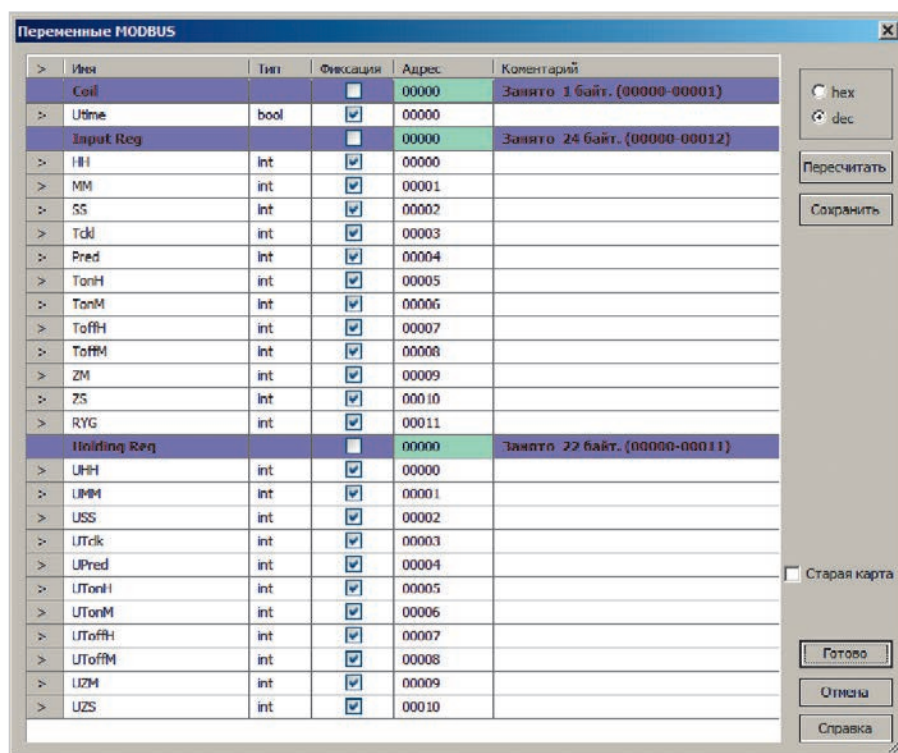


Рис. 7. Карта памяти регистров

инструмента SMART с разработанным интерфейсом приведено на рис. 6.

Главным окном в данном интерфейсе является окно меню, на котором размещаются графические значки для остальных экранов с их названиями.

Раздел меню «Справка» содержит текстовое описание программы. С помощью меню «Время» устанавливаются энергонезависимые календарь и часы контроллера. Меню «Схема»

содержит схему перекрёстка с динамически изменяющимися сигналами всех светофоров, подключённых к контроллеру в реальном времени. Меню «Настройки» позволяет задать: время цикла светофора в секундах, долю цикла для красного сигнала в %, время начала и окончания работы светофора в течение суток и задержку для синхронизации режима «зелёная волна». Меню «График» позволяет уви-

деть циклограмму работы светофора в виде графиков красного, жёлтого и зелёного сигнала.

Загрузка программы в контроллер производится непосредственно из среды разработки SMLogix через кабель связи MicroUSB, подключённый к порту USB компьютера. При этом питание контроллера осуществляется от того же порта USB напряжением 5 В.

После загрузки программы проекта в контроллер можно проверить её работу в режиме эмуляции. Для этого необходимо нажать кнопку «Подключиться с отладкой» на панели инструментов или клавишу F5 на клавиатуре компьютера. При этом проект автоматически транслируется в код загрузочной программы, запишется в контроллер и стартует. На экране компьютера будет отображаться информация о состоянии используемых в программе портов, счётчиков, компараторов и других элементов, а на дисплее контроллера отобразится главный экран «Меню». С помощью навигационных кнопок контроллера можно перемещаться по элементам меню и активировать их поочерё-

дно кнопкой «Ent». Выход из любого элемента меню производится кнопкой «Esc».

Диспетчеризация

Контроллер позволяет обеспечить диспетчеризацию светофоров с помощью встроенных в него интерфейсов. В проект добавлены регистры с картой памяти, приведённой на рис. 7.

С помощью этих регистров можно дистанционно устанавливать часы контроллера и менять настройки параметров программы, а также считывать информацию о функционировании светофоров по интерфейсу RS-485 или Ethernet и отображать её на персональном компьютере. Для этих целей можно использовать широко распространённую компьютерную программу mbpoll.exe.


Заключение

Готовый файл проекта с картой регистров для диспетчеризации и справочными файлами размещён на сайте журнала и может быть использован для использования и дальнейшего развития.

Данный проект может быть использован в качестве учебного материала и на практике, для изготовления автоматики светофоров и их установки, например, на макетах или на территории предприятия.

При необходимости проект можно развить и осуществить раздельное управление каждым светофором, например, для организации последовательного проезда перекрёстка со всех четырёх направлений. В таком случае потребуется контроллер, имеющий 12 выходных портов. Для практической реализации такого проекта можно использовать контроллер Matrix-2230-70-4 или Pixel2-3022-70-4 той же компании. Изменение типа контроллера в проекте выполняется простым изменением его свойств в проекте.

Источники и ресурсы:

1. URL: <https://segnetics.com/ru/Matrix>.
2. URL: <https://www.segnetics.com/ru/smlogix>.
3. Вальна О. Программирование логических контроллеров // СТА. 2025. № 1. С. 18.
4. URL: <https://www.cta.ru>. 



erkonmarket.ru

Собственное производство:

- Аттенюаторы ПР1-25 (50-2000 Вт)
- Силовые резисторы Р1-150М (до 1500 Вт)
- Мощные наборы резисторов НР1-82
- Проволочные чип-индуктивности
- Прецизионные чип-резисторы Р1-8П (допуск от ±0,1%)
- Чип-резисторы Р1-8В стандарта АЕС-Q200






- Все электронные компоненты в один клик 24/7
- Удобные фильтры и информативное описание
- Быстрая обработка входящих заказов
- Возможность представить вашу продукцию на нашем сайте



8 800 550 39 09

г. Н. Новгород, ул. Нартова, д.6

info@erkonmarket.ru



Реклама