

А. А. Еленская¹, И. А. Родичев¹

¹ФГБОУ ВО «Санкт–Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», факультет среднего профессионального образования «Колледж автоматизации лесопромышленного производства», г. Санкт–Петербург, Российская Федерация

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ КОНТРОЛЛЕР КАК ИНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В статье рассматриваются программируемые логические контроллеры и программируемые реле как средства автоматизации технологических процессов на промышленных предприятиях. Описана архитектура программируемого логического контроллера, включающая входы и выходы для подключения измерительных преобразователей и исполнительных устройств объекта управления, а также принципы программного управления, считывания входных сигналов и изменения выходных параметров в соответствии с заложенной программой. Показана роль системного и прикладного программного обеспечения в функционировании контроллеров. Проведен сравнительный анализ программируемых логических контроллеров и программируемых реле на примере оборудования отечественного производителя ОВЕН, выделены особенности использования программируемых реле при решении задач, не требующих сложных алгоритмов управления. Рассмотрена среда программирования OwenLogic, реализующая язык функциональных блоков FBD. Охарактеризованы логические функции, арифметические операции и функциональные блоки, применяемые при построении алгоритмов управления. На практическом примере проанализирован алгоритм управления светодиодной индикацией с использованием RS-триггера и счетчиков, а также показана возможность моделирования программы в среде OwenLogic для отладки схемы. Подчеркивается значимость работы с современным промышленным оборудованием при формировании профессиональных компетенций студентов технических специальностей среднего профессионального образования.

Ключевые слова: программируемый логический контроллер, программируемое реле, автоматизация технологических процессов, OwenLogic, функциональные блоки, промышленная автоматика, среднее профессиональное образование.

Введение.

При изучении специальной дисциплины «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» студенты колледжа знакомятся с устройствами, используемыми для автоматизации производственных процессов. Работа с оборудованием, непосредственно применяемым в промышленности, способствует формированию у будущих специалистов технического профиля профессиональных компетенций в области автоматизации производства.

Программируемый логический контроллер представляет собой микропроцессорное устройство, содержащее определенное количество входов и выходов, подключенных к измерительным преобразователям и исполнительным устройствам объекта управления [2, 14 с.]. Управление в ПЛК осуществляется программно: контроллер считывает входные сигналы и в соответствии с заложенной программой изменяет выходные параметры. Функционирование ПЛК обеспечивается системным и прикладным программным обеспечением [3, 199 с.]. Системное программное обеспечение является частью вычислительной системы и поставляется производителем вместе с контроллером, тогда как прикладное программное обеспечение предназначено для решения конкретных пользовательских задач.

В настоящее время в промышленности используются программируемые контроллеры различных производителей, различающиеся конструктивным исполнением, техническими характеристиками, интерфейсом, параметрами надежности и эргономическими показателями. Одной из разновидностей ПЛК являются программируемые реле, применяемые в тех случаях, когда решаемые задачи не требуют сложных алгоритмов управления и использования развитого математического аппарата [1, 6 с.]. От полноценных ПЛК программируемые реле

отличаются функциональными возможностями и техническими характеристиками. Их применение позволяет сократить количество переключающих устройств, а также снизить затраты на разработку и проектирование систем.

Для взаимодействия пользователя с программируемыми реле и контроллерами производители выпускают специализированное прикладное программное обеспечение. Одним из известных отечественных производителей такого оборудования является фирма ОВЕН, которая за 30 лет развития выросла от небольшого предприятия до одного из ведущих производителей устройств автоматизации. OwenLogic представляет собой среду программирования, предназначенную для создания алгоритмов работы программируемых реле ОВЕН ПР100, ПР110, ПР114, ПР200 и информационной программируемой панели ОВЕН ИПП120 [4].

Среда OwenLogic и язык функциональных блоков

Среда OwenLogic использует для реализации алгоритмов управления язык функциональных блоков FBD. В распоряжении пользователя находятся логические функции, арифметические операции и функциональные блоки. Стандартные функции OwenLogic обеспечивают выполнение логических и битовых операций, операций сравнения, арифметических действий и операций побитового сдвига. К базовым логическим функциям относятся И, ИЛИ и НЕ. Функциональные блоки сгруппированы по назначению и включают триггеры, таймеры, генераторы, регуляторы и счетчики. Выбор конкретного блока определяется характером задачи управления. На рисунках 1 и 2 представлены стандартные функции и функциональные блоки, используемые при построении алгоритмов управления.

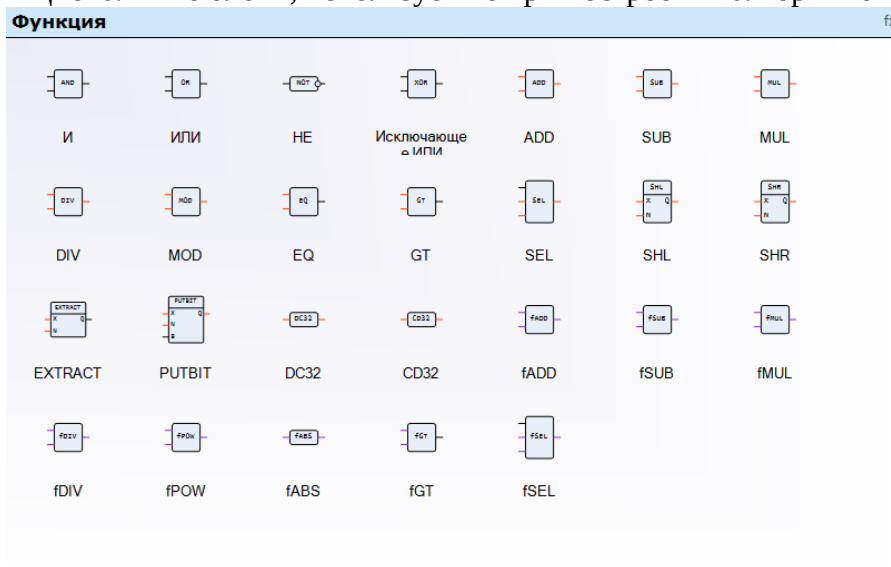


Рис. 1. Стандартные функции OwenLogic

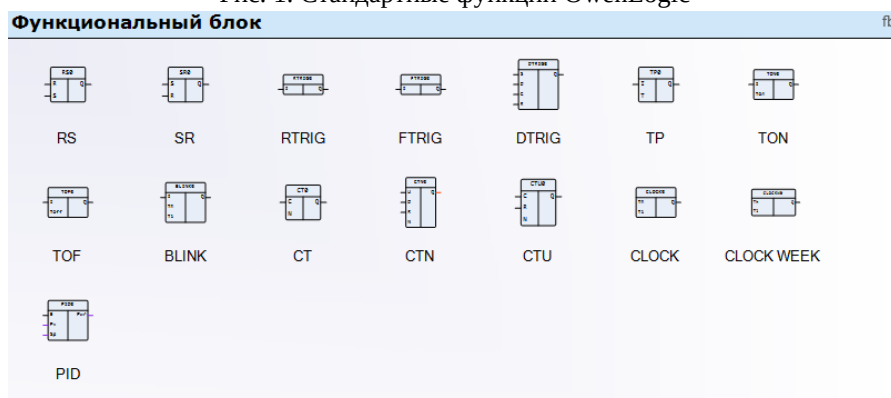


Рис. 2. Функциональные блоки OwenLogic

Особый интерес при построении алгоритмов управления представляет функциональный блок RS.

RS-триггер с приоритетом выключения (RS).

Данный блок используется для переключения с фиксацией состояния при поступлении коротких импульсов на соответствующий вход [5]. Принцип его работы иллюстрируется диаграммой, представленной на рисунке 3. На выходе блока появляется логическая «1» по фронту сигнала на входе S [5]. Если сигналы одновременно поступают на оба входа, приоритет имеет сигнал на входе R.

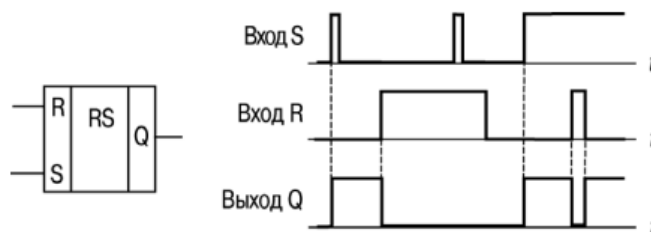


Рис. 3. RS-триггер

По аналогичному принципу функционирует SR-триггер, однако в этом случае приоритетным является сигнал на входе S.

Практический пример реализации алгоритма в OwenLogic

Для наглядного представления принципов работы OwenLogic рассмотрен пример реализации фрагмента программы, выполняющей определенную последовательность загорания светодиодных ламп. На рисунке 4 показан участок программы, обеспечивающий работу ламп в двух режимах. В первом режиме реализуется мигание лампочек в последовательности от 1 до 8, затем та же операция выполняется в обратном направлении — от 8 до 1. После этого осуществляется поочередное загорание лампочек от 1 до 8, а затем их угасание в последовательности от 8 к 1. Далее цикл повторяется неограниченное число раз.

Среда OwenLogic позволяет моделировать работу прибора при запуске созданной пользователем программы. Такая возможность дает возможность проверить работоспособность схемы, выявить и устранить недостатки до переноса алгоритма в реальное устройство.

Во фрагменте программы, представленном на рисунке 4, выходная переменная B13 принимает и сохраняет битовую информацию, которая затем передается в другой блок программы, изменяющий режим работы ламп, переводя их из режима мигания в режим постоянного свечения. Входными переменными выступают B11 и B12, принимающие значения 0 и 1. Переменная B11 изменяет значение только в тот момент, когда счетчик равен 8, а переменная B12 имеет значение 0. В свою очередь, B12 изменяет состояние только при значении счетчика, равном 1, и при условии, что B11 равно 1. Данный алгоритм используется для изменения значения выходной переменной B13. При моделировании программы в режиме симуляции, если B11 и B12 принимают значение 1, то B13 также получает значение 1; если же B11 и B12 равны 0, то B13 сохраняет то же значение. Иными словами, изменение состояния B13 происходит только после того, как счетчик проходит полный цикл от 1 до 8 и обратно.

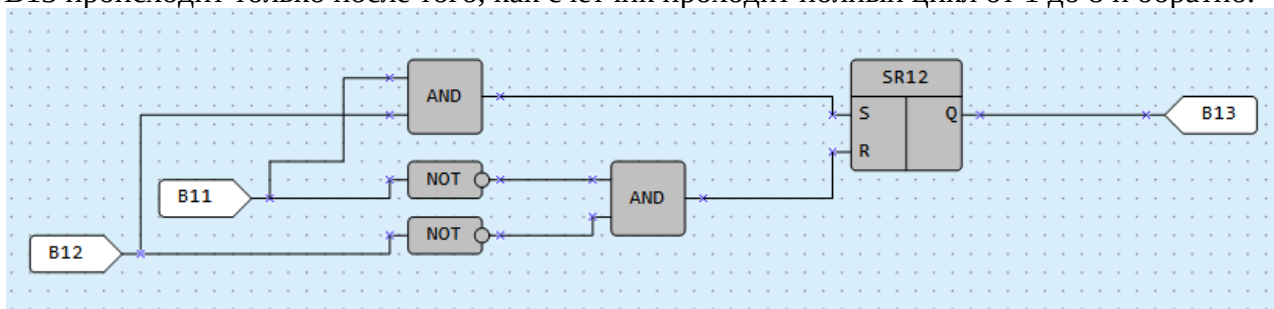


Рис. 4. Фрагмент программы, реализованной в OwenLogic

На рисунке 5 представлен фрагмент программы, задающий значение переменной B11, упомянутой ранее. На вход данного фрагмента подаются счетчик CNT, переменная B12 и сигнал Сброс1, обеспечивающий полный сброс программы. Среди задействованных компонентов используется функция EQ, проверяющая входные переменные на равенство. Константа задается в прямоугольнике; в данном случае она равна 8. На выходе функции EQ будет логическая «1», если значение CNT равно 8. Следовательно, блок RS1 сформирует сигнал 1 только при условии, что B12 равно 0, а EQ равно 1. Сигнал 0 на выходе RS1 формируется при условии, что B12 равно 1 и одновременно EQ равно 1.

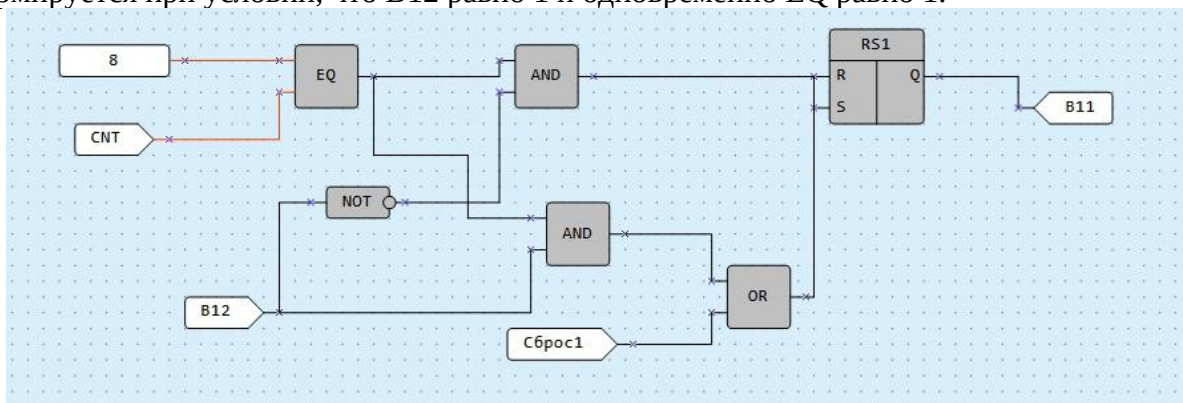


Рис. 5. Задание значения переменной B11

Значение изучения ПЛК и программируемых реле в подготовке специалистов

Рассмотрение ПЛК, программируемых реле и соответствующего программного обеспечения имеет не только прикладное, но и учебно-методическое значение. Освоение принципов работы промышленных средств автоматизации позволяет студентам технических специальностей формировать представление о современных технологиях управления, приобретать навыки построения алгоритмов, анализа входных и выходных сигналов, а также моделирования и отладки программ.

Работа в среде OwenLogic позволяет соединить теоретическое изучение функциональных блоков с практической реализацией алгоритмов управления. Благодаря этому обучение приобретает прикладной характер и способствует более глубокому усвоению дисциплины.

Заключение

Программируемые логические контроллеры, а также их разновидность — программируемые реле, являются эффективными средствами автоматизации технологических процессов. В настоящее время их производством занимаются многие компании, а выпускаемая продукция отличается техническими характеристиками и программными средствами сопровождения.

В статье рассмотрена среда программирования OwenLogic, охарактеризованы ее основные компоненты и приведен пример реализации алгоритма, обеспечивающего изменение режимов загорания светодиодных ламп. Анализ данного примера показывает, что использование функциональных блоков, счетчиков и триггеров позволяет реализовывать наглядные и технологически значимые алгоритмы управления, а встроенные средства моделирования повышают качество отладки программ.

Освоение подобных программно-аппаратных средств в процессе обучения способствует формированию профессиональных компетенций студентов среднего профессионального образования в области промышленной автоматизации и автоматизации технологических процессов.

Список литературы

Рубрика 3. Методология и технология профессионального образования

1. Бычков, Е. В. Программируемые реле в схемах электроавтоматики: учебное пособие / Е. В. Бычков, В. Л. Мельников, И. В. Ходыкина. — Нижний Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2016. — 99 с. — ISBN 978–5–502–00739–9.
2. Сбродов, Н. Б. Программируемые контроллеры и микроконтроллеры в системах автоматизации: учебное пособие / Н. Б. Сбродов, Е. К. Карпов. — Курган: КГУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978–5–4217–0478–2.
3. Федотов, А. В. Компьютерное управление в производственных системах: учебное пособие для вузов / А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 620 с. — ISBN 978–5–8114–8065–4.
4. Серохвостов, А. А. Техническое сравнение современного программируемого логического контроллера и программируемого контроллера автоматизации / А. А. Серохвостов, А. Н. Попов — Барнаул: Новация, 2025. — 118–120 с. — EDN: SCMKTF.
5. Марсов, В. И. Разработка учебно-лабораторного стенда по изучению средств автоматизации на примере программируемых реле компании овен / В. И. Марсов, В. С. Селезнёв, А. М. Дроздов, Р. А. Гематудинов — Москва: МАДИ, 2016. — 9 с. — EDN: YVOGNF.
6. OWEN. Оборудование для автоматизации. Программное обеспечение OwenLogic: [Электронный ресурс]. URL: https://owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic (Дата обращения: 20.05.2022)
7. Среда программирования OWEN Logic. Руководство пользователя: [Электронный ресурс]. URL: https://owen.ru/uploads/rp_owen_logic_v08.pdf (Дата обращения: 20.05.2022)

References

1. Bychkov, E. V., Melnikov, V. L., Khodykina, I. V. (2016). *Programmable Relays in Electrical Automation Schemes: A Tutorial*, 99.
2. Sbrodov, N. B., Karpov, E. K. (2019). *Programmable Controllers and Microcontrollers in Automation Systems: A Tutorial*, 110.
3. Fedotov, A. V., Khomchenko, V. G. (2021). *Computer Control in Production Systems: A Textbook for Universities*, 620.
4. Serokhvostov, A. A., Popov, A. N. (2025) *Technical Comparison of a Modern Programmable Logic Controller and a Programmable Automation Controller*, 118–120.
5. Marsov, V. I., Seleznev, V. S., Drozdov, A. M., Gematudinov, R. A. (2016). *Development of a Training and Laboratory Stand for Studying Automation Tools Using the Example of Oven Programmable Relays*, 9.
6. OWEN. Automation equipment. OwenLogic software. — URL: https://owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic
7. OWEN Logic programming environment. User manual. — URL: https://owen.ru/uploads/rp_owen_logic_v08.pdf

Информация об авторах

Еленская А. А. — преподаватель, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова», факультет среднего профессионального образования «Колледж автоматизации лесопромышленного производства», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: elenskayaaa1996@gmail.com

Родичев И. А. — студент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова», факультет среднего профессионального образования «Колледж автоматизации лесопромышленного производства», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: elenskayaaa1996@gmail.com

A PROGRAMMABLE CONTROLLER AS A TOOL FOR AUTOMATING TECHNOLOGICAL PROCESSES

A. A. Elenskaya¹, I. A. Rodichev¹

¹S.M. Kirov St. Petersburg State Forestry University, Faculty of Secondary Vocational Education, College of Automation of Timber Production

Abstract. *The article examines programmable logic controllers and programmable relays as tools for automating technological processes at industrial enterprises. The architecture of a programmable logic controller is described, including inputs and outputs for connecting measuring transducers and actuators of the controlled object, as well as the principles of program control, input signal reading, and output parameter modification according to the embedded program. The role of system and application software in controller operation is emphasized. A comparative analysis of programmable logic controllers and programmable relays is carried out using equipment produced by the Russian manufacturer OVEN. The advantages of programmable relays in solving tasks that do not require complex control algorithms are identified. The OwenLogic programming environment, which uses the Functional Block Diagram (FBD) language, is considered in detail. Logical functions, arithmetic operations, and functional blocks used in constructing control algorithms are characterized. A practical example of an LED control algorithm based on an RS trigger and counters is analyzed, and the possibility of program simulation in OwenLogic for debugging purposes is demonstrated. The importance of working with modern industrial equipment in the development of professional competencies of students in technical fields of secondary vocational education is emphasized.*

Keywords: *programmable logic controller, programmable relay, automation of technological processes, OwenLogic, functional blocks, industrial automation, secondary vocational education.*

Information about the authors

Elenskaya A. A. — Teacher, Saint Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, Faculty of Secondary Vocational Education “College of Automation of Timber Industry Production”, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: elenskayaaa1996@gmail.com

Rodichev I. A. — Student, Saint Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, Faculty of Secondary Vocational Education “College of Automation of Timber Industry Production”, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: elenskayaaa1996@gmail.com