

**Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами:** учебно-методическое пособие и лабораторные работы для студентов всех форм обучения специальностей 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств», 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы», 1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий», 1-40 01 02 «Информационные системы и технологии»: в 2 ч. Ч. 1 / Ю. Е. Лившиц, В. И. Лакин, Ю. И. Монич ; Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, Международный институт дистанционного образования, Кафедра «Информационные системы и технологии». — Минск: БНТУ, 2014. — 163 с.; ил., табл.

УДК 004.382 + 004.31(076.5)(075.8)

ББК 32.97я7

**Ч/З №1 — 1 экз.**

В первой части учебно-методического пособия рассмотрены структура, основные характеристики программируемых логических контроллеров (ПЛК). Показаны возможности конфигурации системы управления на базе ПЛК Mitsubishi серии MELSEC FXOS, FX2N.

Приведена классификация языков программирования ПЛК по стандарту МЭК 1131-3 и основные правила составления программ на языке релейно-контактных схем (LD).

В приложениях дан краткий обзор стандартов сетевого взаимодействия ПЛК и SCADA-систем.

Во второй части приведен курс лабораторных работ для получения практических навыков создания автоматизированных систем управления на базе ПЛК.

Авторы глубоко признательны научно-производственному объединению «Техникой» за информационную и техническую поддержку, которая позволила подготовить данное издание.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра «Информационные системы и технологии»

*Ю. Е. Лившиц  
В. И. Лакин  
Ю. И. Монич*

**ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ  
КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Учебно-методическое пособие и лабораторные работы  
для студентов всех форм обучения специальностей

*1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств»,  
1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»,  
1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий»,  
1-40 01 02 «Информационные системы и технологии»*

В 2 частях

Часть 1

Минск  
БНТУ  
2014

## Оглавление

Введение .....	6
Раздел первый. Аппаратная часть контроллера.....	8
Глава 1. Общие сведения. Введение в ПЛК.....	8
1.1 Назначение и структура программируемого контроллера.....	8
1.2 Классификация контроллеров .....	13
Глава 2. Основные характеристики и параметры ПЛК .....	18
2.1 Питание.....	22
2.2 Входы ПЛК.....	23
2.3 Выходы ПЛК.....	26
2.4 Время реакции – быстродействие .....	27
Глава 3. Установка и подключение ПЛК.....	31
3.1 Конструктивные элементы ПЛК .....	31
3.2 Размещение.....	32
3.3 Общие рекомендации по электробезопасности .....	34
3.4 Подключение источника питания .....	36
3.5 Подключение входов .....	38
3.6 Подключение выходов .....	42
Глава 4. Конфигурация системы.....	46
4.1 Нарастивание количества входов/выходов.....	47
4.2 Модули аналоговых входов/выходов.....	48
4.3 Модули позиционирования.....	49
4.4 Аппаратные средства программирования .....	50
4.5 Средства визуализации процесса .....	50
4.6 Коммуникационные модули .....	51
Глава 5. Расчет энергопотребления.....	54
Глава 6. Вопрос выбора ПЛК.....	56
6.1 Из чего выбирать. ....	56
6.2 Как выбирать.....	57
Раздел второй. Программирование контроллера.....	63
Глава 7. Основы программирования ПЛК. Реле и контроллер.....	63

Глава 8. Языки программирования, пакеты ПО .....	65
Глава 9. Организация PLCopen и уровни совместимости .....	66
Глава 10. Классификация языков по стандарту МЭК 1131-3 .....	68
10.1 Язык релейно-контактных схем (LD).....	69
10.2 Язык последовательных функциональных схем (SFC).....	69
10.3 Язык функциональных блоков (FBD) .....	71
10.4 Язык списка инструкций (IL).....	72
10.5 Язык структурированного текста (ST).....	72
Глава 11. Язык релейно-контактных схем ( LD ) .....	74
11.1 Основные команды .....	75
11.2 Программирование внутреннего реле .....	83
11.3 Программирование счетчика. Команда COUNTER.....	87
11.4 Программирование таймера. Команда TIMER.....	89
11.5 Программирование одиночных импульсов. Команды (PLF) и (PLS).....	95
Глава 12. Инструкции процесса отработки программы.....	97
12.1 Структуризация программы.....	97
12.2 Переход внутри программы (CJ) .....	98
12.3 Вызов подпрограммы (CALL / SRET).....	99
12.4 Ввод прерывания программы (IRET, EI, DI) .....	101
12.5 Конец области программы (FEND) .....	104
12.6 Обновление таймера времени работы программы (WDT).....	105
12.7 Повторение части программы, задание цикла (FOR, NEXT).....	106
12.8 Программирование STL-инструкций .....	108
Глава 13. Высокоскоростные инструкции .....	128
13.1 Обновление входов и выходов (REF).....	128
13.2 Использование высокоскоростного счетчика (DHSCS, DHSCR).....	129
13.3 Определение скорости (SPD) .....	131
13.4 Выдача определенного числа импульсов (PLSY, DPLSY).....	133

13.5 Выдача импульсов с модуляцией ширины импульса [ШИМ] (PWM).....	135
13.6 Выдача определенного числа импульсов (PLSR) .....	136
Глава 14. Регистры .....	139
14.1 Классификация регистров .....	139
14.2 Структура регистра.....	140
14.3 Применение индексных регистров.....	140
14.4 Применение регистров файлов .....	141
14.5 Регистры данных.....	142
14.6 Представление чисел.....	143
Глава 15. Работа с регистрами с помощью языка релейно-контактных схем (LD) .....	148
15.1 Основные команды .....	148
15.2 Арифметические инструкции .....	156
15.3 Логические инструкции .....	162
Глава 16. Рекомендации по проектированию системы с ПЛК.....	166
Глава 17. Примеры программ .....	169
17.1 Штамповочная машина .....	169
17.2 Конвейер – Разделение потоков .....	174
Литература.....	176
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Обзор стандартов сетевого взаимодействия ПЛК .....	177
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Краткий обзор SCADA-систем .....	190