

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

КОРОБКО О.В.

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Методичні вказівки до лабораторних робіт

Миколаїв – 2014

УДК 621.391.26

Коробко О.В. Програмні засоби систем управління. Методичні вказівки до лабораторних робіт. – Миколаїв. НУК, 2014. – 22 с.

Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Методичні вказівки містять курс лабораторних робіт, виконання яких дозволяє поглибити знання методів та засобів розробки програмного забезпечення систем управління на різних ієрархічних рівнях, в тому числі, для локальних систем управління, систем управління промисловими установками та технологічними комплексами та систем диспетчерського управління на рівні ділянок, цехів або підприємства в цілому.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності “Системи управління і автоматики”.

© Коробко О.В.

© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2014

© Видавництво НУК, 2014

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1. Апаратна частина програмованих контролерів Schneider Twido. Мова релейно-контакторних схем.	4
Лабораторна робота №2. Типові функціональні блоки – таймери та затримки...	7
Лабораторна робота №3. Типові функціональні блоки – лічильники, швидкі лічильники та широтно-імпульсні генератори.....	10
Лабораторна робота № 4. Мова FBD та мова IL.....	14
Лабораторна робота № 5. Мова діаграм станів і переходів та мова структурованого тексту	16
Лабораторна робота № 6. Ознайомлення з системою SCADA Trace Mode.....	18
Лабораторна робота № 7. Розробка систем промислової автоматики на основі SCADA Trace Mode	19
Лабораторна робота № 8. Мережа MODBUS.....	20
Лабораторна робота № 9. OPC-технологія	21

Лабораторна робота №1

Апаратна частина програмованих контролерів Schneider Twido. Мова релейно-контакторних схем.

Мета роботи: ознайомитись з апаратною частиною та схемами підключення промислових контролерів (ПЛК); вивчити базові елементи мови релейних діаграм та мови списків інструкцій; ознайомитись з програмним пакетом для програмування та відлагодження промислових контролерів Twido Suite.

Питання для вивчення:

1. Склад та функціональна схема лабораторного стенду.
2. Апаратна частина промислового контролера Schneider Twido TWD20AE40DRF.
3. Принципові схеми підключення входів, а також релейних і транзисторних виходів промислових контролерів.
4. Основи використання пакету Twido Suite: створення проекту, формування апаратної конфігурації, встановлення зв'язку з ПЛК через послідовний інтерфейс RS-232/486 та мережу Ethernet, завантаження проекту з ПЛК, введення та редагування програм мовами Instruction List та Ladder Diagram, використання симулятора, завантаження програми до ПЛК.
5. Базові елементи мов Instruction List та Ladder Diagram: адресація дискретних входів/виходів та адресація бітів оперативної пам'яті користувача; символна таблиця; логічні операції (not, and, or, xor); таблиці істинності; тригери.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити теоретичні питання з наведеного вище переліку.
2. Сконфігурувати зв'язок між персональною ЕОМ і ПЛК.
3. Створити новий проект за допомогою пакету Twido Suite, задати апаратну конфігурацію стенду, та встановити зв'язок між ЕОМ та ПЛК через Ethernet.
4. Розробити управляючу програму мовами Instruction List та Ladder Diagram згідно наведеного нижче завдання "Ручний режим роботи конвеєра" та перевірити її працездатність за допомогою симулятора.
5. Завантажити розроблену програму до ПЛК та підтвердити її працездатність шляхом випробування.

Завдання "Ручний режим роботи конвеєра"

Елемент управління	Символьне позначення	Коментар
Входи		
Пульт BTN0	System_On	Кнопка ввімкнення системи, замикаючий контакт, без фіксації
Пульт BTN1	System_Off	Кнопка вимикання системи, розмикаючий контакт, з фіксацією
Пульт BTN2	Jog_Left	Кнопка включення руху конвеєрної стрічки вліво, замикаючий контакт, з фіксацією
Пульт BTN3	Jog_Right	Кнопка включення руху конвеєрної стрічки вправо, замикаючий контакт, з фіксацією
Виходи		
Пульт LED0	HL_Sys_On	Індикація ввімкнення системи

Контролер %Q0.0	HL_Left	Індикація руху конвеєрної стрічки вліво
Контролер %Q0.1	HL_Right	Індикація руху конвеєрної стрічки вправо
Конв. Left	Left	Команда руху конвеєрної стрічки вліво
Конв. Right	Right	Команда руху конвеєрної стрічки вліво

Оператор переводить систему в режим "Ввімкнено" короткочасним натисненням кнопки System_On. При цьому на вхід System_Off повинна бути подана через відповідний перемикач логічна одиниця. Переключення перемикача на вході System_Off в логічний нуль призводить до переведення системи в режим "Вимкнено". Знаходження системи в режимі "Ввімкнено" повинне сигналізуватися за допомогою світлодіода (включається при подачі логічної одиниці на вихід HL_Sys_On).

Якщо система ввімкнена, то оператор може дати команду на рух конвеєрної стрічки вліво або вправо шляхом переключення перемикачів Jog_Left та Jog_Right відповідно. При цьому, в залежності від вказаного напрямку руху, контролер повинен подавати сигнали логічної одиниці на виходи Left або Right. Подача команди на рух одночасно в обидві сторони не дозволяється і повинна бути заблокована. Рух стрічки в будь-якому з напрямків повинен супроводжуватися відповідною сигналізацією, що забезпечується світлодіодами на виходах HL_Left та HL_Right.

Лабораторна робота №2

Типові функціональні блоки – таймери та затримки

Мета роботи: вивчити принципи застосування блоків таймерів та затримок в програмуванні ПЛК. Засвоїти їх застосування за допомогою програмного середовища Twido Suite.

Питання до вивчення

1. Фіксація фронтів імпульсів
2. Таймери: затримка включення (On Delay), затримка виключення (Off Delay), генератор імпульсів (Pulse Generator).

Завдання «Автоматичний режим роботи конвеєра»

Додатково до таблиці задіяних входів/виходів ЛР1.

Елемент управління	Символьне позначення	Коментар
Входи		
Пульт BTN4	Mode_Sel	Перемикач вибору режимів роботи (0 – ручний режим, 1 – автоматичний режим), з фіксацією
Пульт BTN5	Mode_Ack	Кнопка квітування переключення режиму (без фіксації)
Пульт BTN6	Error_Ack	Кнопка квітування помилки (без фіксації)
Конв. BTN1	Conv_BTN1	Кнопка положення 1 конвеєра (закриваючий контакт, без фіксації)
Конв. FD1	Conv_FD1	Оптичний датчик положення 1 конвеєра (розкриваючий контакт)
Конв. BTN1	Conv_BTN2	Кнопка положення 2 конвеєра (розкриваючий контакт)
Конв. FD2	Conv_FD2	Оптичний датчик положення 2 конвеєра
Конв. FD4	Conv_FD4	Оптичний датчик кінцевого положення конвеєра
Конв. LED4	Conv_LED4	Сигналізація знаходження деталі в кінцевому положенні

Конв. LED1	Conv_LED1	Індикатор руху деталі з Положення 1 конвеєра
Конв. LED2	Conv_LED2	Індикатор руху деталі з Положення 2 конвеєра
Виходи		
Пульти LED3	HL_Auto_On	Індикація автоматичного режиму роботи
Пульти LED4	HL_Error	Помилка транспортування

Вводяться поняття автоматичного та ручного режимів роботи конвеєра. Перемикання режимів роботи здійснюється оператором шляхом переключення перемикача Mode_Sel (0 – ручний режим, 1 – автоматичний режим) з додатковим короткочасним натисканням кнопки Mode_Ack. Перебування конвеєра в автоматичному режимі супроводжується світловою сигналізацією (включається поданням логічної одиниці на сигнал HL_Auto_On). Переключення режимів може здійснюватися лише коли система є ввімкненою (див. Л.Р. 1). Після включення системи повинна переходити в ручний режим.

Команди руху стрічки, реалізовані в ЛР1 повинні спрацьовувати лише при включеному ручному режимі. Програму для ручного режиму роботи необхідно виправити таким чином, щоб виконувалися умови:

- рух стрічки в зворотному напрямку може розпочатися не раніше ніж через 3 с після зупинки конвеєра;
- короткочасне натиснення кнопок Jog_Left, Jog_Right призводить до руху стрічки у відповідному напрямку впродовж 2 секунд.

В автоматичному режимі роботи конвеєра необхідно транспортувати деталь з Положення 1 та Положення 2 конвеєрної стрічки на кінцеве положення конвеєра.

Транспортування деталі з Положення 1 (рух вправо) розпочинається при виконанні умов:

- здійснено короткочасне натиснення кнопки Conv_BTN1 і
- і наявність деталі в Положенні 1 (Conv_FD1 = 0) і
- і відсутність деталі в Положенні 2 (Conv_FD2 = 1) і
- і ввімкнено автоматичний режим роботи системи і
- і система є ввімкненою.

Транспортування деталі з Положення 2 (рух вправо) розпочинається при виконанні умов:

- здійснено короткочасне натиснення кнопки Conv_BTN2 і
- і наявність деталі в Положенні 2 (Conv_FD2 = 0) і
- і відсутність деталі в Положенні 1 (Conv_FD1 = 1) і

і ввімкнено автоматичний режим роботи системи і
і система є ввімкненою.

Процес транспортування деталі з Положень 1 та 2 супроводжується миганням відповідних світлодіодів (Conv_LED1, Conv_LED2) з частотою 2 Гц.

При досягненні деталлю світлового бар'єру на кінцевому положенні стрічки (фіксується при переключенні входу Conv_FD4 з 1 на 0) засвічується світлодіод Conv_LED4.

Процес транспортування зупиняється при повному проходженні деталі через світловий бар'єр (фіксується при переключенні входу Conv_FD4 з 0 на 1). При цьому стрічка зупиняється, а індикація на виходах Conv_LED1, Conv_LED2 та Conv_LED4 припиняється.

На старті руху стрічки в автоматичному режимі розпочинається відлік часу. Якщо деталь не досягла кінцевого положення впродовж 10 секунд, то фіксується аварія. При цьому будь який рух конвеєра та переключення режимів (в тому числі включення/виключення системи) блокуються, світлодіод на виході HL_Error засвічується. Повернення конвеєра до нормального режиму роботи здійснюється оператором шляхом короткочасного натискання кнопки квітування помилки Error_Ack.

Лабораторна робота №3

Типові функціональні блоки – лічильники, швидкі лічильники та широтно-імпульсні генератори

Мета роботи: вивчити принципи застосування блоків лічильників, швидких лічильників та широтно-імпульсних генераторів в програмуванні ПЛК. Засвоїти їх застосування за допомогою програмного середовища Twido Suite.

Питання до вивчення

1. Лічильники
2. Швидкі лічильники. Використання швидких лічильників для введення аналогових сигналів. Fast Counter Function Block (%FC)
3. Широтно-імпульсні генератори, генератори імпульсів.

Завдання 1 – Розширення функціональності конвеєра

Змінити програму, розроблену в попередній роботі таким чином, щоб здійснювався підрахунок деталей, що перетнули кінцевий світловий бар'єр конвеєрної стрічки. Якщо кількість деталей досягла 5 то транспортування деталі в автоматичному режимі блокується (ручний працює) до натискання кнопки, розміщеної на конвеєрі поблизу кінцевого світлового бар'єра (CONV_BT4). Лічильник обнуляється і рахування деталей поновлюється.

Додати до програми функцію підрахунку часу роботи приводу конвеєра. З використанням системного біта **%S?** рахувати кількість секунд руху стрічки з моменту ввімкнення контролера (напрямок руху не має значення). Звичайно такий підрахунок ведеться в годинах і забезпечує своєчасне проведення планових ремонтних та інших робіт.

Завдання 2 – Управління кроковим двигуном

На базі ПЛК Twido створити систему управління кроковим двигуном. При виконанні даного завдання слід від'єднати від контролера конвеєр та приєднати до відповідного роз'єму драйвер крокового двигуна.

На рис. 3.1 представлено схему управління кроковим двигуном, на схемі позначено: ПЛК – програмований логічний контролер Twido, КД – кроковий двигун.

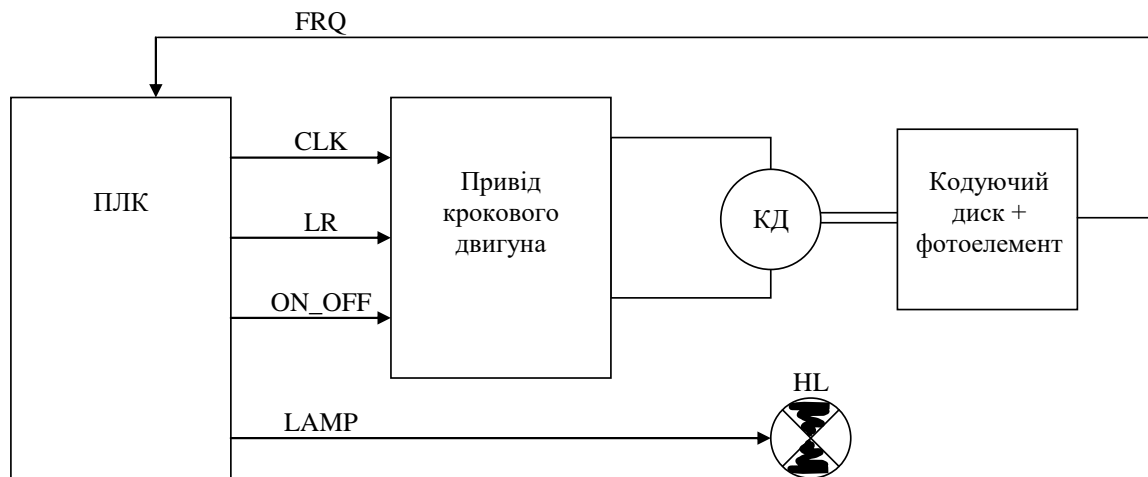


Рис. 3.1. Схема управління кроковим двигуном

Управління швидкістю обертання крокового двигуна здійснюється шляхом зміни частоти сигналу CLK, що представляє собою сигнал прямокутної форми зі скважністю 50%. Один імпульс на сигналі CLK приводить до повороту валу крокового двигуна на $(360^\circ/200) = 1,8^\circ$. Відповідно частота обертання двигуна є в 200 разів нижчою за частоту сигналу CLK (максимальна частота сигналу CLK = 2 кГц). Вибір напрямку обертання здійснюється за допомогою однорозрядного дискретного сигналу LR ("1" відповідає обертанню за годинниковою стрілкою, "0" – проти годинникової стрілки). Однорозрядний дискретний сигнал ON_OFF забезпечує вмикання та вимикання приводу крокового двигуна ("0" – ввімкнено, "1" – вимкнено).

Зворотний зв'язок забезпечується через сигнал FRQ, що надходить від фотоелемента, який, в свою чергу фіксує обертання посаженого на вал двигуна кодуючого диску. Кодуючий диск містить чотири просвіти. Відповідно за повний оборот валу двигуна на сигналі FRQ проходить 4 імпульси, а кожен передній фронт імпульсу на сигналі FRQ відповідає обертанню валу двигуна на 90° .

Вихід контролера LAMP через поділювач напруги приєднано до лампи розжарювання HL. Таким чином, користуючись широтно-імпульсною модуляцією, можливо вмикати лампу з різною яскравістю світіння.

Визначте, які з виходів контролера Twido TWDLCAE40DRF можливо використати для формування сигналів CLK та LAMP. Обґрунтуйте свою відповідь.

Елемент управління	Символьне позначення	Коментар
Входи		
Пульт BTN_	Rotation_On	Кнопка ввімкнення обертання двигуна, замикаючий контакт, без фіксації
Пульт BTN_	Rotation_Off	Кнопка вимикання обертання двигуна, розмикаючий контакт, без фіксації
Пульт BTN_	Turn_Direction	Вибір прямого / зворотного напрямку обертання валу двигуна, замикаючий контакт, з фіксацією
Пульт BTN_	Speed_Inc	Підвищення швидкості обертання валу двигуна
Пульт BTN_	Speed_Dec	Зниження швидкості обертання валу двигуна
Пульт BTN_	Prog1	Запуск програми №1
Контролер %I0._	FRQ	Сигнал зворотного зв'язку частоти обертання валу двигуна від фотоелемента та кодуєчого диску
Виходи		
Пульт LED0	Prog1_HL	Індикація обертання двигуна
Контролер %Q0._	CLK	Управління частотою обертання двигуна
Контролер	LAMP	Лампа розжарювання

%Q0._		
Контролер %Q0._	LR	Вибір напрямку обертання валу двигуна
Контролер %Q0._	ERR	Розбіжності бажаної та виміряної величин частоти обертання

Необхідно реалізувати управляючу програму, що забезпечує роботу двигуна в ручному і програмному режимі.

Ручний режим роботи двигуна. При короткочасному натисканні кнопки Rotation_On вал двигуна починає обертатися з частотою, що залежить від значення лічильника %C0. Короткочасне натискання кнопки Rotation_Off зупиняє обертання валу двигуна.

Слово %C0.V містить частоту обертання двигуна (в 1/2 Гц), максимальне значення 200 (що відповідає 100 Гц). Одразу після запуску контролера значення лічильника повинне бути рівним 0. За допомогою кнопок Speed_Inc, Speed_Dec оператор може змінювати частоту обертання. Короткочасне натискання (тривалістю до 1 с) призводить до збільшення або зменшення частоти обертання на 1/2 Гц. Якщо оператор натискає кнопку й утримує її довше ніж 1 с, то впродовж всього часу, поки кнопка утримується, частота змінюється на 1/2 Гц кожні 250 мс.

Якщо вал двигуна обертається (незалежно від напрямку обертання), то одночасно необхідно забезпечувати індикацію обертання за допомогою лампи розжарювання. Яскравість світіння лампи повинна залежати від швидкості обертання. Крім того, необхідно порівнювати задане значення частоти обертання та значення частоти, виміряне за допомогою кодуєчого диска. При розбіжності бажаної та виміряної величин частоти обертання проводиться індикація поданням логічної одиниці на вихід ERR.

Програмний режим вмикається короткочасним натисканням кнопки Prog1.

Лабораторна робота № 4

Мова FBD та мова IL

Мета роботи: вивчити мови програмування Functional Block Diagram та Instruction List. Засвоїти їх застосування за допомогою програмного середовища CoDeSys та ПЛК ОВЕН 150.

Питання до вивчення

1. Мова FBD
2. Мова IL
3. ПЛК ОВЕН 150
4. Програмне забезпечення CoDeSys

Завдання 1 – Вивчення експериментального стенду та розробка керуючих алгоритмів

Описати структуру експериментального стенду «Промислова піч». Схема експериментального стенду наведена на рис. 4.1. Базуючись на розробленій структурі та функціональних можливостях стенду розробити керуючі алгоритми для роботи пічки. Піч включає в себе бокс, оснащений нагрівальним елементом і системою прокачування повітря. У процесі роботи стенда всередину печі поміщають елемент для нагріву (ємність з водою, металеву болванку і т.д.). Після закриття дверей починається процес нагрівання до досягнення в печі заданої температури (не більше 60 °C). Після досягнення даної температури витримується інтервал часу, необхідний для випалу об'єкта (5 хвилин). Після цього включається система вентиляції і виганяє гаряче повітря з печі. Після досягнення кімнатної температури піч відкривається і заготівля витягується. Під час відкриття і закриття дверей сигнальна лампа блимає. При нагріванні печі сигнальна лампа горить постійно.

Лабораторна робота № 5

Мова діаграм станів і переходів та мова структурованого тексту

Мета роботи: вивчити мови програмування діаграм станів і переходів та структурованого тексту. Засвоїти їх застосування за допомогою програмного середовища CoDeSys та ПЛК ОВЕН 150.

Питання для вивчення:

1. Склад та функціональна схема лабораторного стенду.
2. Апаратна частина промислового контролера ОВЕН 150.
3. Принципові схеми підключення входів, а також релейних і транзисторних виходів промислових контролерів.
4. Основи використання пакету CoDeSys: створення проекту, формування апаратної конфігурації, встановлення зв'язку з ПЛК через послідовний інтерфейс RS-232/486 та мережу Ethernet, завантаження проекту з ПЛК, введення та редагування програм мовами SFC та ST.
5. Базові елементи мов SFC та ST: адресація дискретних входів/виходів та адресація бітів оперативної пам'яті користувача; символна таблиця; логічні операції (not, and, or, xor); таблиці істинності; тригери.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити теоретичні питання з наведеного вище переліку.
2. Сконфігурувати зв'язок між персональною ЕОМ і ПЛК.
3. Створити новий проект за допомогою пакету CoDeSys, задати апаратну конфігурацію стенду.

4. Розробити управляючу програму мовами діаграм станів і переходів та структурованого тексту згідно завдання 1 з лабораторної роботи №4 та перевірити її працездатність за допомогою симулятора.
5. Завантажити розроблену програму до ПЛК та підтвердити її працездатність шляхом випробування.

Лабораторна робота № 6

Ознайомлення з системою SCADA Trace Mode

Мета роботи: ознайомитись з програмними пакетами SCADA. Засвоїти структуру та основні компоненти SCADA-системи TraceMode.

Питання для вивчення:

1. SCADA-системи.
2. Основні програмні блоки SCADA-систем.
3. Особливості SCADA-системи TraceMode 6.
4. Методики створення та конфігурування проекту в TraceMode 6.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити теоретичні питання з наведеного вище переліку.
2. Запустити TraceMode 6 та створити новий проект рівня «Базовий».
3. В створений проект додати панель людини-оператора (пункт АРМ) та розробити графічний інтерфейс, що дозволить відобразити графік та число.
4. За допомогою вбудованих генераторів програми TraceMode 6 подати на вхід синусоїдальний сигнал та константу.
5. Зв'язати розроблений проект із блоком генераторів та провести моделювання.

Лабораторна робота № 7

Розробка систем промислової автоматики на основі SCADA Trace Mode

Мета роботи: ознайомитись з принципами побудови систем автоматики за допомогою SCADA-системи TraceMode 6.

Питання для вивчення:

1. SCADA-системи.
2. Мови програмування стандарту MEK в TraceMode 6.
3. Графічні примітиви SCADA-системи TraceMode.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити теоретичні питання з наведеного вище переліку.
2. Запустити TraceMode 6 та створити новий проект рівня «Базовий».
3. В створений проект додати панель людини-оператора (пункт АРМ) та розробити графічний інтерфейс, що імітує навчальний стенд «Конвеєр».
4. За допомогою вбудованих генераторів програми TraceMode 6 здійснити моделювання роботи програмних алгоритмів.
5. Провести комплексне моделювання роботи проекту.

Лабораторна робота № 8

Мережа MODBUS

Мета роботи: ознайомитись з принципами побудови систем автоматики за допомогою SCADA-системи TraceMode 6 та створення промислових мереж за допомогою протоколу MODBUS.

Питання для вивчення:

1. Промислові комунікаційні мережі.
2. Інтерфейс RS485.
3. Протокол зв'язку MODBUS.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити теоретичні питання з наведеного вище переліку.
2. Запустити проект, створений в лабораторній роботі №7.
3. У прошарку джерел даних створити компонент MODBUS RTU та здійснити його налаштування на обмін інформацією з ПЛК Schneider Twido.
4. Здійснити моделювання роботи проекту.

Лабораторна робота № 9.

OPC-технологія

Мета роботи: ознайомитись з принципами побудови систем автоматики за допомогою SCADA-системи TraceMode 6 та створення розгалужених систем обміну даних за допомогою технології OPC.

Питання для вивчення:

1. Промислові комунікаційні мережі.
2. Мережа Ethernet.
3. Розгалужені системи керування.
4. Технологія обміну даними OPC.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити теоретичні питання з наведеного вище переліку.
2. Запустити проект, створений в лабораторній роботі №7.
3. Створити новий проект у SCADA-системі TraceMode 6. Налаштовувати його на симуляцію роботи ПЛК Schneider Twido.
4. Здійснити комунікаційний зв'язок між двома проектами по мережі Ethernet за допомогою технології OPC.

Література

1. Пупена О.М., Ельперін Л.В. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах. – К.: «Ліра», 2011. – 552 с.
2. Деменков Н.П. Языки программирования промышленных контроллеров: Учебное пособие / Под ред. К.А. Пупкова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 172 с.
3. Краев С.Л., Антонова А.М. Изучение программно-технического комплекса «ОВЕН»: – Березниковский филиал Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Пермь, 2012. – 65 с.
4. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / под ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.
5. Пьявченко Т.А. Проектирование АСУТП в SCADA-системе. – Таганрог, 2007. – 84 с.
6. Деменков Н.П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУ ТП: Учебное пособие - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2004.- 328 с.
7. Шалыто А. А. Реализация алгоритмов логического управления программами на языке функциональных блоков // Журнал "Промышленные АСУ и контроллеры". 2000. №4. С.45-50.
8. International Standard IEC 61131-3. Programmable Controllers. Part 3. Programming languages //International Electrotechnical Commission. 1993.