

# Автоматизация технологических процессов



Модуль 2. Лекция 2. Понятие синтеза.  
Разработка систем автоматического  
управления технологическими процессами



# План

1. Понятие синтеза
2. Методика разработки алгоритма управления технологическими процессами
3. Методика разработки структуры управления
4. Реализация структуры управления на ПЛК

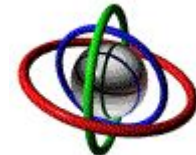
*Синтез* — соединение (мысленное или реальное) различных элементов объекта в единое целое (систему).

- *Синтез систем автоматического управления*, как раздел автоматики, рассматривает методы автоматического (автоматизированного) проектирования различных систем управления с заданными свойствами при ограниченных исходных данных, собственно реализации таких методов.



# Синтез САУ включает три ОСНОВНЫХ ЭТАПА:

- *На первом этапе* разрабатывается математическая модель проектируемой (синтезируемой) системы.
- *На втором этапе* на основе математической модели составляется целевая функция или критерий оптимальности, математически сформулированная цель синтеза САУ.
- *На третьем этапе* разрабатываются способы технической реализации выбранного варианта системы, полученного в виде общих математических зависимостей (рекомендаций), т.е. составляются функциональные, структурные, динамические, принципиальные, монтажные и другие схемы.



**Аналоговые (непрерывные системы)** - все входные, выходные величины и параметры состояний являются непрерывными во времени, изменяемыми сигналами

- Методы моделирования:
- Преобразование Лапласа, интеграл свертки, аналоговое и цифровое моделирование
- Фазовая плоскость, аналоговое, цифровое и гибридное моделирование



# Системы импульсного регулирования - входные и выходные величины являются дискретными во времени



- Методы моделирования:
- Дискретное преобразование Лапласа, сумма сверстки, гибридное и цифровое моделирование

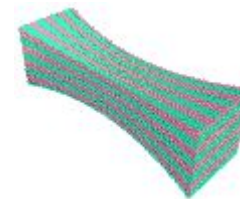
# 1 Дискретные (двоичные) системы - Все входные, выходные величины и параметры состояний могут принимать только дискретные значения

- Методы моделирования:
- Дискретные преобразование Лапласа, сумма свертки, интеграл Лапласа, цифровое моделирование

## Методика разработки структуры управления поточной технологической линией на основе символической записи алгоритма

- ✓ Разработку схемы автоматизации начинают с разработки *алгоритма управления*, в процессе чего определяется объем автоматизации.

Алгоритм управления – предписание, в соответствии с которым осуществляется решение задачи управления.





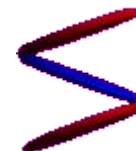


# Раздача корма с помощью мобильного рельсового кормораздатчика



## Элементы САУ ПТЛ:

- *Устройство управления — обеспечивает координацию действий всех устройств системы автоматического управления (САУ) в соответствии с алгоритмом.*
- *Командные приборы преобразуют неэлектрические и электрические величины в сигналы.*
- *Устройство управления — обеспечивает координацию действий всех устройств системы автоматического управления (САУ) в соответствии с алгоритмом.*

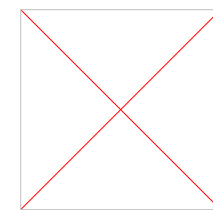


# 2 Для формализации алгоритма ТП применяют буквенные обозначения элементов САУ :

- $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  – исполнительные элементы командных приборов ручного воздействия;
- $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  – исполнительные элементы командных приборов технологического воздействия;
- $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  – воспринимающие элементы исполнительных устройств;
- $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  – привода реле времени;
- $z'_1, z'_2, z'_3, \dots, z'_n$  – исполнительные элементы реле времен (как командного прибора);
- $z'_c$  – контакт суточного реле времени.

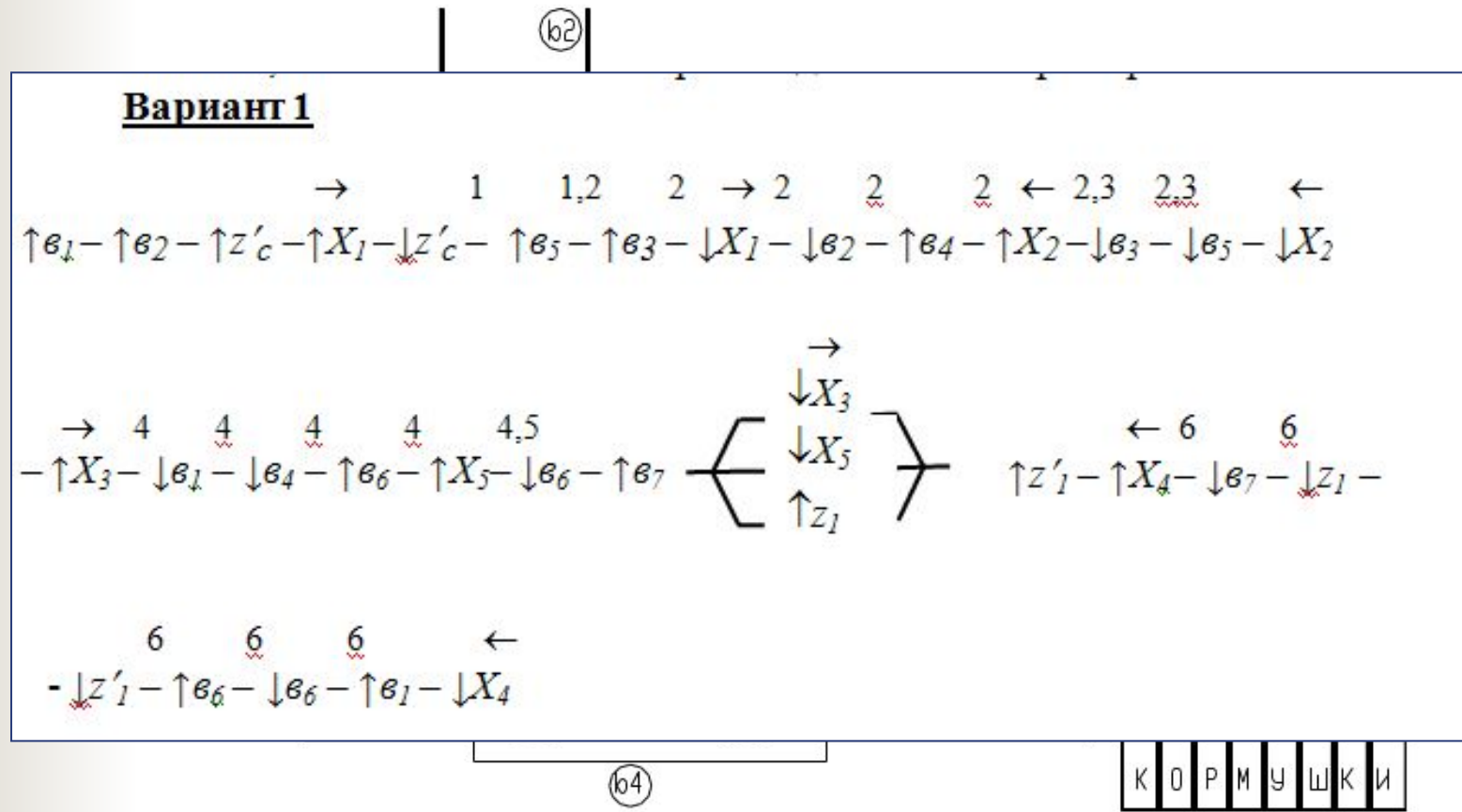
# 2 И обозначения операций над элементами САУ

Наименование операции, условия их осуществления	Место изображения символа	Символ	Пример
Элемент изменяет исходное состояние	Перед символом элемента	↑	$\uparrow \theta_1, \uparrow X_1$
Элемент возвращается в исходное положение	То же	↓	$\downarrow \theta_1, \downarrow X_1$
Воздействие командного элемента на воспринимающий элемент	Между обозначениями элементов	-	$\downarrow \theta_1 - \downarrow X_1$
Выполнение технологической операции (цифрой над символом обозначается наименование технологической операции)	После обозначения включения воспринимающего элемента	$1, 2, \dots, n$	$\uparrow X_1^1 - \uparrow \theta_2$ 1 – открытые заслонки
Одновременное срабатывание нескольких элементов	Между обозначениями элементов		 -- --
Срабатывание последующего элемента происходит после срабатывания всех параллельных цепочек	То же		$\downarrow \theta_3$ $\uparrow X_2$ $\uparrow B_2$  $\uparrow X_3$





# Схема расположения командных приборов и исполнительных устройств





Такт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вес элемента	1	2	4	8	4	16	32	8	2	64
Запись алгоритма	$\uparrow B_1 - \uparrow B_2 - \uparrow Z'_c - \uparrow X_1 - \downarrow Z'_c - \uparrow B_5 - \uparrow B_3 - \downarrow X_1 - \downarrow B_2 - \uparrow B_4$									
Вес состояния	1	3	7	15	11	27	59	51	49	113

1	11	12	13	14	15	16	17
2	128	32	16	128	256	1	64
3	$\uparrow X_2 - \downarrow B_3 - \downarrow B_5 - \downarrow X_2 - \uparrow X_3 - \downarrow B_1 - \downarrow B_4$						
4	241	209	193	65	317	320	256

1	18	19	20	21	22	23	24	25
2	512	1024	512	2048	256/1024/4096	8192	16384	2048
3	$\uparrow B_6 - \uparrow X_5 - \downarrow B_6 - \uparrow B_7 \left[ \begin{array}{l} \downarrow X_3 \\ \downarrow X_5 \\ \uparrow Z_1 \end{array} \right] \uparrow Z'_1 - \uparrow X_4 - \downarrow B_7 -$							
4	768	1792	1280	3328	61544	14336	30720	286672

1	26	27	28	29	30	31
2	4096	8192	512	<u>512</u>	1	16384
3	$-\downarrow Z_1 - \downarrow Z'_1 - \uparrow B_6 - \downarrow B_6 - \uparrow B_1 - \downarrow X_4$					
4	24576	16384	16896	163984	16385	1

# Частные таблицы включения

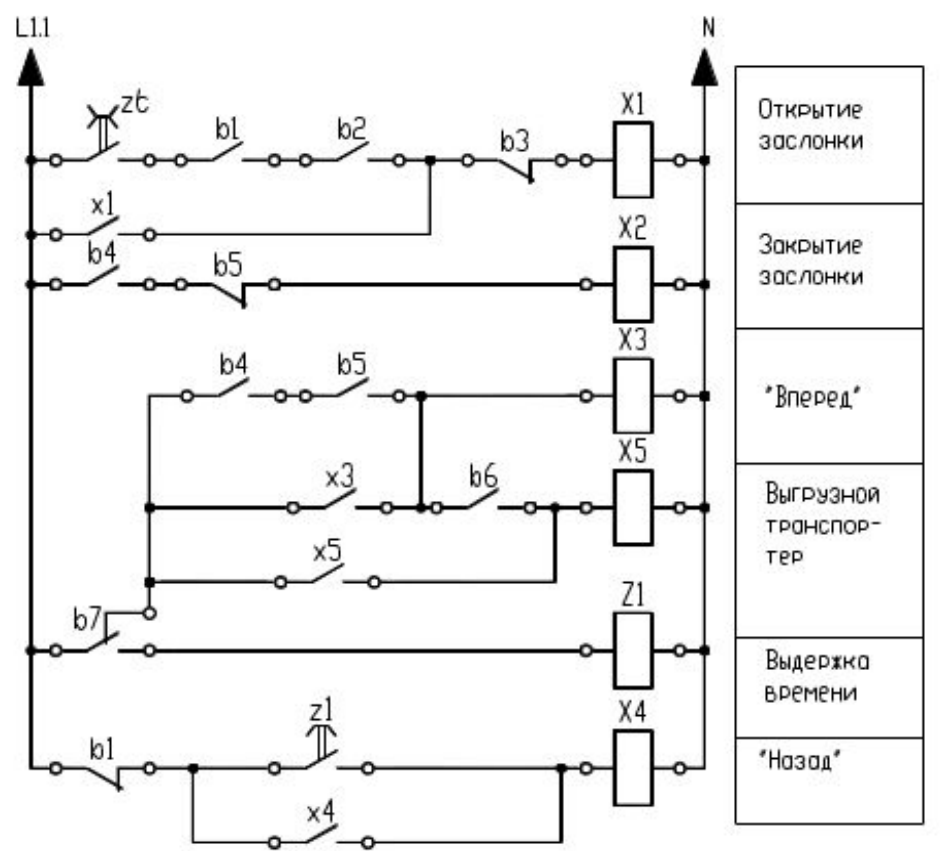
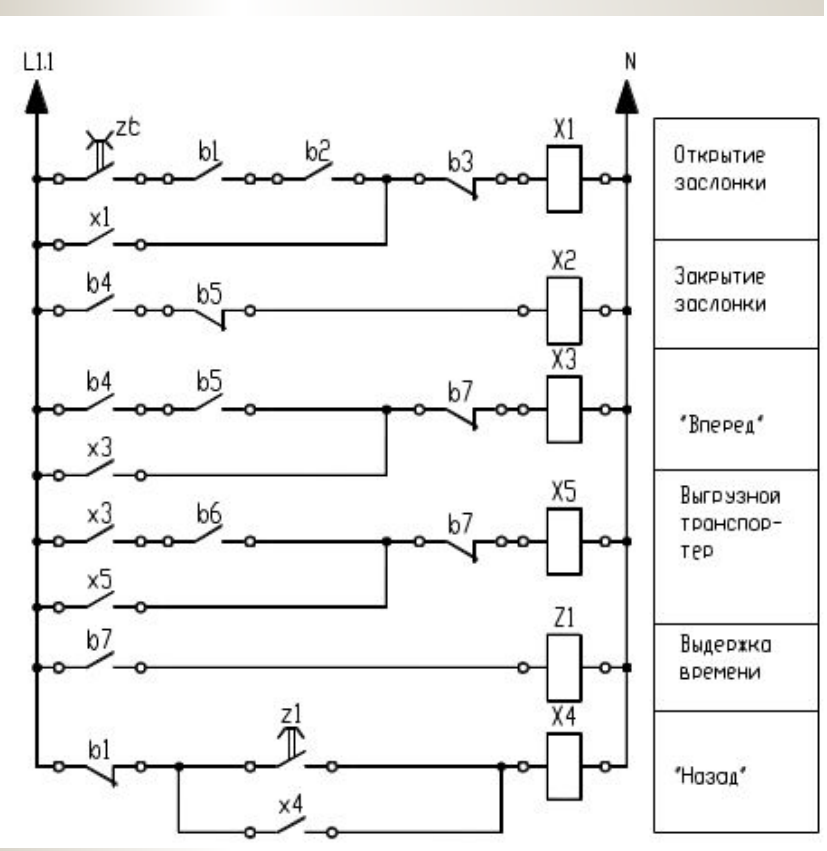
Таблица включений ИЭ  $x_1$

Э	Вес Э	Такты										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x_1$	1	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
$z'_c$	2	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
$e_3$	4	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
$e_4$	8	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
$e_2$	16	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Вес схемы		0	8	24	26	27	25	29	28	24	16	0

# Таблица покрытия

Таблица покрытия ИЭ  $X_i$

№	Цепи	Такты			
		3	4	5	6
1	$z'_c \bullet \bar{b}_3 \bullet b_1 \bullet b_2$	<u>x</u>	<u>x</u>	-	-
2	$\bar{b}_3 \bullet x_1$	-	<u>x</u>	<u>x</u>	<u>x</u>
3	$\bar{b}_1 \bullet x_1$	-	-	-	-
4	$\bar{b}_2 \bullet x_1$	-	-	-	-
5	$z'_c \bullet x_1$	-	<u>x</u>	-	-



Структурная схема САУ ТП

Структурная схема САУ ТП  
после минимизации



# Языки программирования ПЛК:

- язык последовательных функциональных схем – Sequential Function Chart – SFC;
- язык функциональных блочных диаграмм – Function Block Diagram – FBD;
- язык релейно-контактной логики – Ladder Diagram – LD
- список инструкций – Instruction List – IL;
- структурированный текст – Structured Text – ST



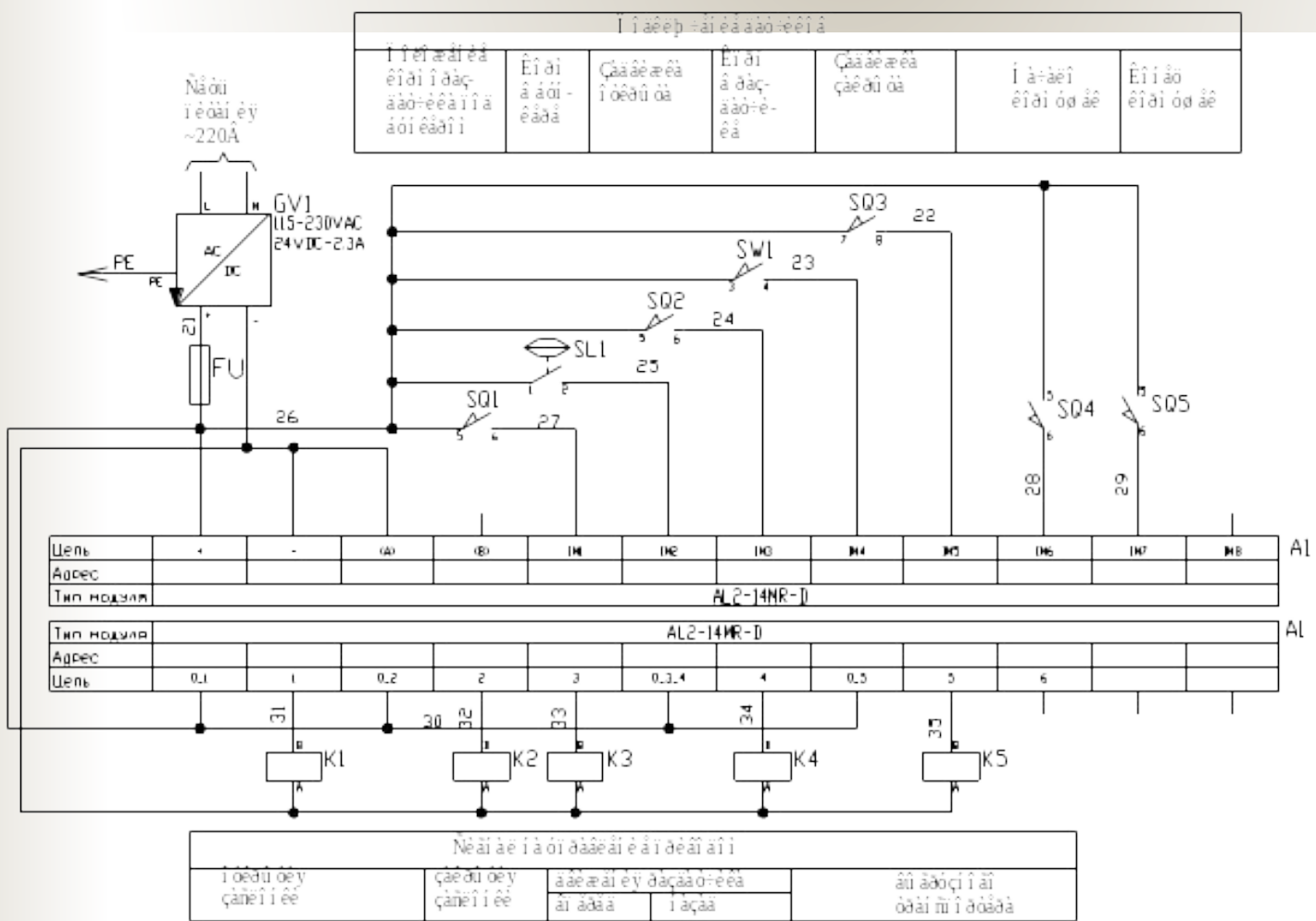
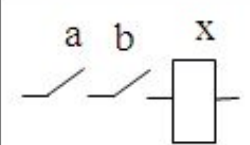
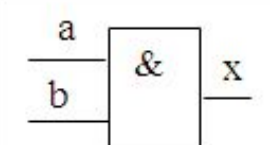
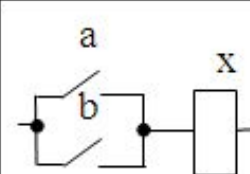
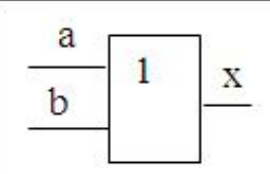
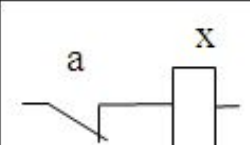
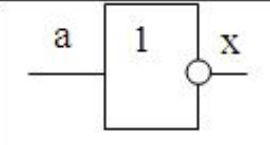
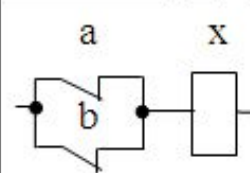
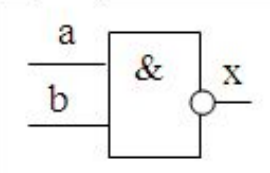
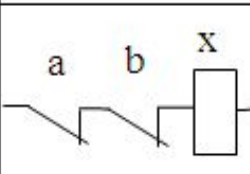
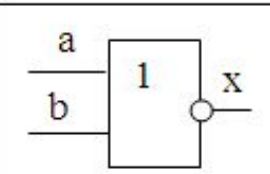
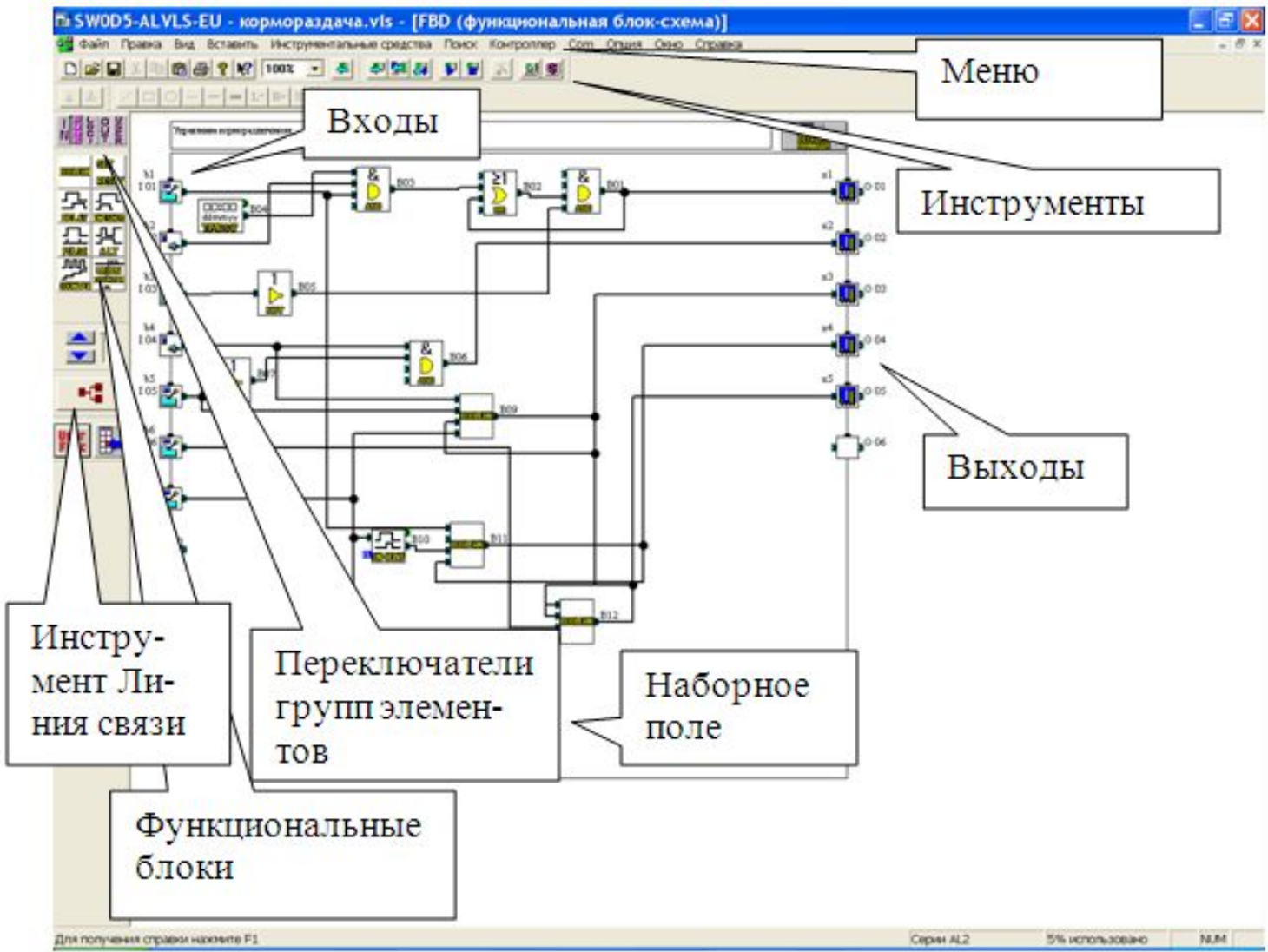


Схема подключения  $\alpha$ -контроллера для реализации управления кормораздачей

## Программирование на FBD:

Структурная формула	Контактная схема	Условное обозначение
$f_1(x) = a \bullet b$		
$f_2(x) = a + b$		
$f_3(x) = \bar{a}$		
$f_4(x) = \bar{a} + \bar{b}$ $f_4(x) = \overline{a \bullet b}$		
$f_5(x) = \bar{a} \bullet \bar{b}$ $f_5(x) = \overline{a + b}$		

# Программирование ПЛК

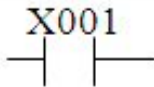
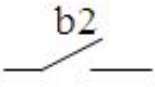
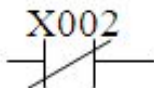
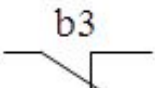
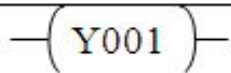
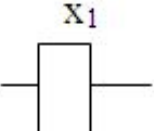
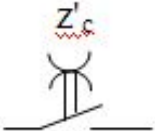






# Программирование на РКЛ:

Символы языка релейно-контактной логики

Программа			Структура	Примечание
Инструкция	Изображение элемента	Назначение	Изображение элемента	
LD	X001 	Соответствует нормально разомкнутому контакту	b2 	Обозначение элемента соответствует обозначению входа
LDI	X002 	Соответствует нормально замкнутому контакту	b3 	
OUT	-(Y001)- 	Катушка — соответствует выходу или таймеру или метке	x1 	Обозначение элемента соответствует обозначению выхода
TCMP	-[TCMP K8 K0 <u>K0</u> D8015 M0]-	Инструкция. В данном случае инструкция реального времени	z'c 	
END	-[END]-	Конец программы	-	



# Программирование на РКЛ:

