**U.R. Kopulov,** Doctor of Sciences, Professor, Voronezh State Technical University (e-mail: urkopulov@mail.ru)

**O.V. Gorozhankina,** Post-Graduate Student, Voronezh State Technical University (e-mail: gorozhan30@mail.ru)

**V.N. Gadalov,** Doctor of Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: gadalov-vn@yandex.ru)

**E.F. Romanenko**, Candidate of Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: balefed@yandex.ru)

### STRUCTURE AND PROPERTIES OFREDUCED GALVANIC MECHANICAL LAYER OF OSTALIVANIYA

A comparative analysis of the microstructure and properties of coatings obtained by electroplating and electromechanical ostalivaniya, shows photographs of samples with recovered fiber and microstructure resulting layer.

Key words: electro-plating deposition, electro-mechanical ostalivaniya, micro-hardness, microstructure.

УДК 621.7.06; 621.9.06

Г.М. Мартинов, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН» (e-mail: martinov@ncsystems.ru)

**Р.А. Нежметдинов,** канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН» (e-mail: neramil@ncsystems.com)

**A.C. Емельянов**, зам. генерального директора ООО ЦСБ «Щитинформ» (e-mail: rio-Kursk@mail.ru)

## НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ПРОГРАММНО РЕАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЛЕРА ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

Предложено архитектурное решение для построения программно-реализованного контроллера управления электроавтоматикой современных систем числового программного управления (ЧПУ). Раскрыты механизмы реализации среды проектирования на основе стандарта МЭК 61131 с возможностью реализации программы управления на базе редактора формул. Приведен пример описания работы систем управления электроавтоматикой на базе системы временных булевых функций. Рассмотрены практические аспекты программной реализации системы управления электроавтоматикой станков.

**Ключевые слова:** программно-реализованный контроллер, система ЦПУ, электроавтоматика станка, редактор управляющих программ.

1.Введение

В условиях современного автоматизированного производства наметилась устойчивая тенденция решения логической задачи управления технологическим оборудованием в рамках общего программного обеспечения систем управления без привлечения дополнительной аппаратуры и системного программного обеспечения Программируемых Логических Контроллеров (ПЛК) [1]. Такой подход позволяет снизить стоимость системы управления и получить ряд преимуществ, в том числе: добавление новых функциональных возможностей и модернизация контроллера в короткие сроки; создание кроссплатформенного приложения, зависящего от решаемой технологической задачи; возможность

сокращения времени запуска в эксплуатацию; сохранение вложенных инвестиций в программное обеспечение и др. Данный подход получил название программно реализованный логический контроллер или Soft PLC [2].

Сегодня на рынке автоматизации, существующих среди программных управления технологическим оборудованием, по полноте реализации и масштабности применения выделяют: CoDeSys компании Smart Software Solutions, LabView компании National Instruments, **ISaGRAF** компании International, SoftCONTROL фирмы SoftingGmbH и др. Однако ряд недостатков не позволяет их применять в кроссплатформенных проектах. В первую очередь, это ориентация на конкретную операционную систему (чаще всего Windows), необходимость приобретения лицензии на коммерческое использование; закрытость системы, ориентированная на комплексное решение, но без возможности его модернизации и доработки. К тому же ни один из указанных программных пакетов не поставляется с «открытым» программным кодом, что делает затруднительным их использование в качестве ДЛЯ программно-реализованного ПЛК. В сложившейся ситуации целесообразно разрабатывать собственный программно реализованный логический контроллер и редактор управляющих программ стандарта МЭК 61131.

## 2. Формирование требований к программно-реализованному контроллеру

Развитие компьютерных технологий позволило высвободить вычислительные ресурсы с управления в реальном времени и предоставить конечному пользователю дополнительные возможности (сервисы) в области диагностики оборудования, визуализации объекта, управления электроавтоматикой и др.[3,4]. При реализации к Soft PLC контроллеру предъявляются следующие требования:

- 1. Возможность проектирования и реализации программ в среде МЭК 611-31 [5]. Это позволяет повысить скорость и качество разработки программ автоматизации и обеспечить соответствие программно реализованных контроллеров идеологии открытых систем. Применение стандартных языков программирования позволяет исключить этап дополнительного обучения при смене типа логического контроллера.
- 2. Кроссплатформенность реализации Soft PLC. Программнореализованный контроллер должен быть ориентирован на работу в рамках различных операционных систем реального времени (Windows RTX, Windows CE, Linux и т.д.). Подход предполагает установку ядра Soft PLC на микроконтроллеры, поддерживающие работу операционной системы, что позволяет не привязы-

ваться к конкретному типу микроконтроллера.

- 3. Встроенный и автономный варианты реализации Soft PLC. Возможность установки Soft PLC как на базе персонального компьютера, например для встраиваемого в ЧПУ решения, так и на аппаратной базе однокристальных микропроцессоров для автономного решения.
- 4. Поддержка различных промышленных протоколов связи на уровне модулей ввода/вывода [6]. Поддержка стандартных промышленных протоколов обмена данными (CANbus, ModBus, Profibus, Sercos и т.д.) позволит подключать готовые модули ввода/вывода по стандартным физическим каналам связи: RS-232, RS-485, Ethernet и т.д.
- 5. Возможность развития и модернизации существующего программного кода Soft PLC [7]. Т.к. ядро Soft PLC это программный продукт, то его развитие и модернизация происходит постоянно и не требует серьезных капиталовложений, в отличие от аппаратного решения. Применение Soft PLC также позволяет сократить конечную стоимость системы управления за счет замены дорогостоящей аппаратной составляющей на программное решение.
- 6. Сокращение времени пусконаладочных работ. Время установки и пуско-наладочных работ программнореализованного контроллера на технологическом оборудовании уменьшается, за счет применения программных решений, требующих лишь инсталляции и настройки.
- 7. Предоставление механизма открытости для станкостроителя [8]. Применение Soft PLC позволяет создать удобный механизм для предоставления станкостроителю следующего функционала: подключение своих свободно программируемых клавиш на панели оператора, вывод информации на экран оператора, подключение специфичных для конкретного станка периферийных устройств.

8.Переносимость проекта с одного типа контроллера на другой. Эта возможность реализуется за счет применения стандарта PLCOpenXML, что позволяет сохранять все созданные программы электроавтоматики в рамках расширения языка разметки XML, ориентированного на работу в рамках среды программирования логических контроллеров.

- 9. Возможность повторного использования кода ПЛК программы. Это достигается за счет выделения часто применяемых фрагментов управляющих программ в отдельные библиотеки, которые можно подключать к любому проекту и использовать их для работы с однотипным электрооборудованием.
- 10. Простота языка программирования и разумное ограничение количества базовых элементов библиотеки. Это условие позволяет не предъявлять завышенных требований к разработчикам программ управления.
- 11. Возможность программирования управляющих программ на базе формульной записи. Это позволяет реализовывать логику работы электроавтоматики не только с помощью языков программирования стандарта МЭК 611-31, но и за

счет формирования системы Булевых функций. В ходе работы над проектом, различные его модули могут быть реализованы как на базе языка программирования МЭК 611-31, так и на базе формульной записи.

#### 3. Виртуальная модель программно-реализованного контроллера

Виртуальная модель программнореализованного логического контроллера (рис. 1), в независимости от способа его конкретной реализации, позволяет выделить вертикальные уровни и отношения между ними.

На нижнем – аппаратном уровне располагается: стандартный компьютер, который может быть корпусного исполнения (персональный компьютер) или одноплатного исполнения; специальная осуществления аппаратура ДЛЯ да/вывода информации с контроллера. К такому виду аппаратного обеспечения относятся баскаплеры (buscouplers), поддерживающие один из стандартных промышленных протоколов. К возможностям такого рода модулей относятся удаленный ввод/вывод как дискретных, так и аналоговых сигналов.

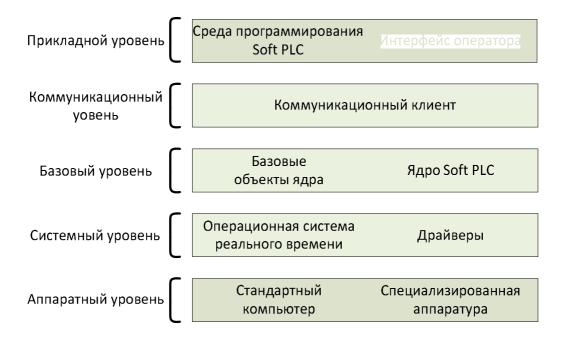


Рис. 1. Виртуальная модель Soft PLC

Выше расположен системный уровень, содержащий операционную систему реального времени (ОС РВ) и драйверы подключения аппаратуры. На сегодняшний день реализована работа с операционными системами - Windows RTX и Lunix, в каждой из которых реализован драйвер, использующий специфические системные ресурсы для подключения аппаратуры. Базовый уровень содержит ключевые механизмы и объекты ядра, отвечающие за работу машины состояний. Следующим в иерархии реализован коммуникационный уровень, который позволяет связывать ядро с терминальной частью системы управления. На верхнем уровне расположен прикладной уровень, содержащий среду проектирования и управляющих разработки программ SoftPLC, которая содержит механизмы, позволяющие загружать и выполнять пользовательские программы электроавтоматики [9, 10].

Для выделения модулей и отношений между ними была разработана архитектурная модель программно реализованного логического контроллера (рис. 2). В данной модели можно выделить четыре составляющие: среда программирования, ядро SoftPLC, драйверы связи с внешними устройствами и непосредственно сами физические устройства.

Soft PLC комплектуется средой разработки, работающей в режиме машинного времени (ОС Windows). Особенностью среды разработки является возможность работы как с редактором стандарта МЭК 61131, использующим язык функциональных блоков (FB), так и с редактором формул, который задает логику работы объекта управления посредством системы булевых функций (рис. 3). Среда разработки включает в себя: рабочую область, в которой происходит программирование логики системы управления с помощью задания функциональных блоков и связей между ними; панель инструментов, позволяющую произвести компиляцию, отправку в ядро контроллера и запуск программы на выполнение [11].

При использовании редактора формул необходимо выделить ряд уравнений, которые описывают логику работы объекта управления. На рисунке 4 представлен вариант реализации управляющей программы на базе редактора формул. Логика работы системы управления для моделей, изображенных на рисунках 3 и 4 одинаковая, она предполагает наличие двух цепей: первая цепь реализует операцию «И» для переменных X1 и X2, вторая цепь реализует операцию «ИЛИ» для переменных X2 и X3.

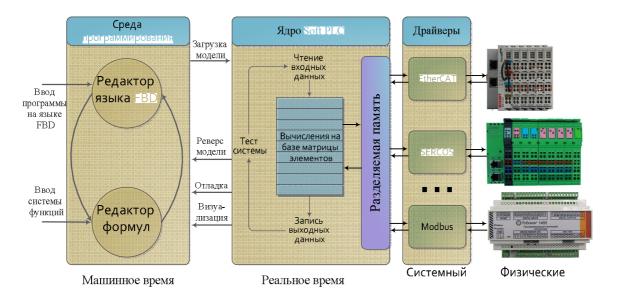


Рис. 2. Архитектура программно реализованного логического контроллера

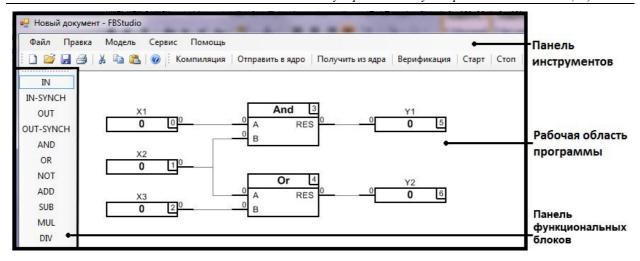


Рис. 3. Среда разработки управляющих программ SoftPLC

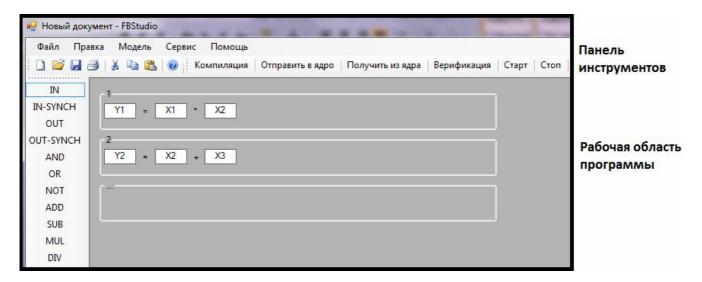


Рис. 4. Редактор формул SoftPLC

Формирование управляющей программы на базе редактора формул осуществляется последовательным вводом функции в окне редактирования. После добавления новой функции появляется окно ввода последующей, в котором необходимо добавить поля ввода переменных и базовые операции из меню, расположенного слева от окна редактирования [12].

# 4. Программирование комбинационных схем в среде SoftPLC

Программирования Soft PLC контроллера использует Булеву алгебру, а так же построенные на её основе математические теории. Например, для программирования комбинационной логики без учета временных характеристик мож-

но использовать теорию (n, m)полюсников. Пусть имеется система m функций:

$$\begin{cases} \varphi_{1}(x_{1}, x_{2}, ..., x_{n}) = y_{1}; \\ \varphi_{2}(x_{1}, x_{2}, ..., x_{n}) = y_{2}; \\ .... \\ \varphi_{m}(x_{1}, x_{2}, ..., x_{n}) = y_{m}. \end{cases}$$
(1)

Требуется построить схему, в которой работа і-го выхода определялась бы функцией  $\phi_i$ . Такие схемы, имеющие п входов и т выходов, называются (n,m)-полюсниками. Функция  $\phi_i$  определяет некоторый (n,1)-полюсник. Схема для всей системы — совокупность т таких (n,1)-полюсников.

Рассмотрим пример программирования некоторых функций электроавтоматики станка с ЧПУ СА-700, производства ОАО «САСТА»: функции аварийного останова  $\phi_{ABAP}$ , функции подачи сигнала включения приводов  $\phi_{ENABLE}$  и функции готовности гидравлической системы  $\phi_{\Gamma UДP}$ . Для программирования данного функционала нам понадобятся следующие сигналы, представленные в таблице.

Функция аварийного останова активируется и останавливает станок в тот момент, когда выполняется одно из условий: нажаты конечные выключатели  $X_0$ ,  $X_{\text{MAX}}$ ,  $Y_0$ ,  $Y_{\text{MAX}}$  или не закрыт защитный кожух, т.е. активен сигнал  $A_{\text{DOOR}}$ . Все эти условия можно записать следующей функцией:

$$\phi_{ABAP} = (X_0 \lor X_{MAX})(Y_0 \lor Y_{MAX})A_{DOOR}.(2)$$

Функция подачи сигнала включения приводов активна тогда, когда имеется сигнал готовности с обоих приводов  $B_{\rm X}$ ,  $B_{\rm Y}$  и имеется сигнал наличия питания на приводах  $A_{\rm ПИТ}$ . Данная функция может быть записана в следующем виде:

$$\phi_{\text{ENABLE}} = A_{\text{ПИТ}} B_{\text{X}} B_{\text{Y}}. \tag{3}$$

Функции готовности гидравлической системы зависят от двух сигналов: наличия питания  $A_{\Pi H T}$  и наличия необходимого давления  $A_{\Pi A R}$ .

$$\phi_{\Gamma \mathsf{U} \mathsf{J} \mathsf{P}} = \mathbf{A}_{\mathsf{\Pi} \mathsf{U} \mathsf{T}} \mathbf{A}_{\mathsf{J} \mathsf{A} \mathsf{B}} \,. \tag{4}$$

Объединив данные функции, получим систему следующего вида:

$$\begin{cases} \phi_{ABAP} = (X_0 \lor X_{MAX})(Y_0 \lor Y_{MAX})A_{DOOR}; \\ \phi_{ENABLE} = A_{\Pi U T}B_XB_Y; \\ \phi_{\Gamma U J P} = A_{\Pi U T}A_{J A B}. \end{cases}$$
(5)

Построив схему для каждой функции в отдельности в среде программирования Soft PLC, получим совокупность схем, показанную на рисунке 5. Такой синтез не всегда будет оптимальным, при наличии большого количества сигналов необходимо пользоваться методами простых импликант или каскада для синтеза (п, m)-полюсников, широко применяемыми в технике (табл. 1).

## 5. Программирование схем с учетом временных характеристик в среде SoftPLC

При программной реализации систем управления со сложной структурой, и требующих работы с элементами задержки времени (таймеров) и счетчиками, применение Булевой алгебры и теории (n,m)-полюсников невозможно. В таких случаях для программирования электроавтоматики применяют временные диаграммы (циклограммы) работы. Рассмотрим пример запуска системы со смазочно-охлаждающей жидкостью (СОЖ) на станке СА-700. Часть циклограммы работы станка представлена на рисунке 6.

Таблица 1 Сигналы электроавтоматики (n. m)-полюсника

Обозначение сигнала	Описание сигнала
$X_0$	Аварийный конечный выключатель в начале оси X
$X_{MAX}$	Аварийный конечный выключатель в конце оси X
$Y_0$	Аварийный конечный выключатель в начале оси Ү
Y <sub>MAX</sub>	Аварийный конечный выключатель в конце оси Ү
$A_{DOOR}$	Датчик закрытия защитного кожуха
$A_{\Pi U T}$	Сигнал наличия питания на приводах
$B_{X}$	Сигнал готовности привода оси X
B <sub>y</sub>	Сигнал готовности привода оси Ү
Адав	Сигнал наличия давления в гидравлической системе

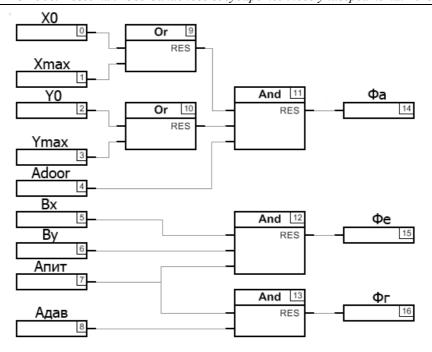


Рис. 5. Схема реализации (n,m)-полюсника в среде SoftPLC

Рассмотрим временную диаграмму работы системы СОЖ (позиция 9). Для написания управляющей программы необходимо определить зависимость функции включения узла СОЖ -  $\phi_{.COЖ}$  от других функций и сигналов, представленных на циклограмме.

Работа станка начинается после нажатия на кнопку CTAPT – сигнал  $X_{CTAPT}$ , при этом активируется реле с самоподхватом, отвечающее за работу станка функция ф<sub>.СТАНКА</sub>. Для осуществления формообразования необходимо запустить шпиндель на станке, сигнал  $X_{\text{шпинлель}}$ , при активации данного сигнала автоматически должна запустится система подачи СОЖ. При возникновении ошибки при работе оборудования появляется сигнал  $X_{\text{ОШИБКА}}$ , при этом будет отключено вращение шпинделя и подача СОЖ, после устранения ошибки работа станка продолжится, однако для вращения шпинделя необходимо будет активировать сигнал  $X_{\text{шпинлель}}$ . Подача СОЖ прекращается либо при возникновении ошибки, либо через 3 секунды после остановки шпинделя. Задержка в 3 секунды необходима для гарантированного окончания движения формообразования без нагрева детали или инструмента. Программная реализация работы циклограммы, выполненная в среде разработки Soft PLC, представлена на рисунке 7.

Анализ представленной выше схемы и циклограммы целесообразно разделить на две составляющие: комбинационную и временную. К комбинационной составляющей будут относиться функции работы станка  $\phi_{.CTAHKA}$  и шпинделя  $\phi_{.CTAHKA}$ , т.к. их можно описать комбинационными схемами. Данное описание будет выглядеть в виде системы функций:

$$\begin{cases} \phi_{\text{СТАНКА}} = (X_{\text{СТАРТ}} \lor \phi_{\text{СТАНКА}}) \overline{X}_{\text{ОШИБКА}}; \\ \phi_{\text{ШПИНДЕЛЬ}} = X_{\text{ШПИНДЕЛЬ}} \overline{X}_{\text{ОШИБКА}}. \end{cases} (6)$$

Для анализа временной составляющей системы целесообразно применять временные булевы функции. В этом случае используется дискретное время с различным интервалом дискретизации — секунда, минута, час, год и т.д. Единицу дискретного времени обозначим целыми положительными числами — t (t = 0, 1, 2, ...).

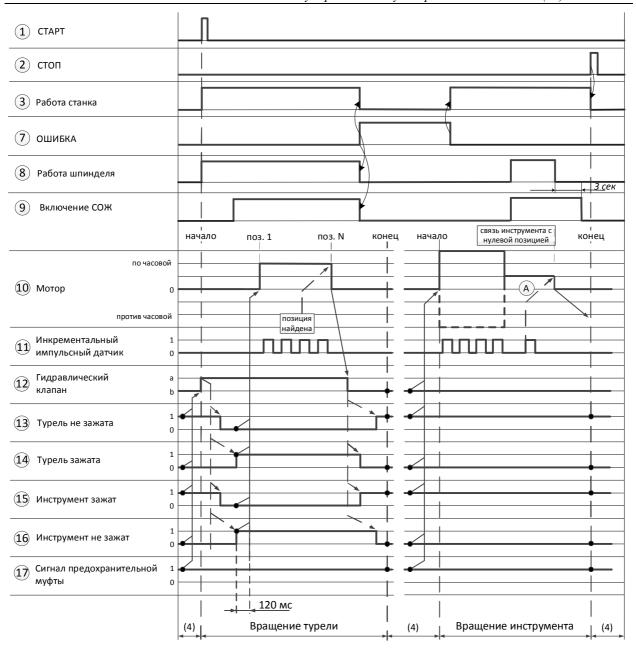


Рис. 6. Циклограмма работы станка СА - 700

Таблица 2 Сигналы электроавтоматики циклограммы работы СОЖ

Обозначение сигнала	Описание сигнала
$X_{CTAPT}$	Сигнал начала работы
$X_{\scriptscriptstyle CTO\Pi}$	Сигнал окончания работы
$arphi_{.CTAHKA}$	Функция работы станка
$X_{OIIIIIIIIKA}$	Сигнал возникновения ошибки
$X_{\mathit{шпиндель}}$	Сигнал запуска шпинделя
$arphi_{COЖ}$	Функция запуска системы СОЖ

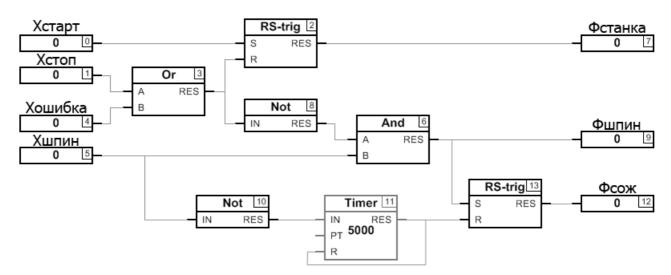


Рис. 7. Схема реализации включения СОЖ в среде SoftPLC

Временная булева функция (ВБФ) при этом будет иметь вид

$$y = f(x_1, x_2, ..., x_n, t),$$
 (7)

где  $x_i$  – двоичные аргументы; t - аргумент, принимающий значения 0, 1, 2, ..., 1.

Переменная t рассматривается как дискретное время и означает моменты времени, в которые происходит смена режимов, переключение, переход в новое состояние и т. д. При фиксации времени t ВБФ вырождается в статическую булеву функцию. Придавая t ряд последовательных значений от 0 до 1, можно получить последовательность булевых функций  $y_0, y_1, ..., y_1$ . Таким образом, каждой ВБФ соответствует определенная последовательность обычных булевых функций.

ВБФ можно описать с помощью таблицы истинности. Число строк в таблице должно быть  $2^n \cdot (1+1)$ . Табличная запись очень наглядна, однако очень громоздка, поэтому для анализа используем другой способ.

Введем специальную функцию, определенную соотношением:

$$t_{\alpha} = \begin{cases} 1, & t = \alpha ; \\ 0, & t \neq \alpha . \end{cases}$$
 (8)

Тогда ВБФ можно выразить следующим образом:

$$y = y_0 t_0 \vee y_1 t_1 \vee ... \vee y_1 t_1.$$
 (9)

В любой фиксированный момент времени  $t=\alpha\ \big(0\leq\alpha\leq l\big)\ t_\alpha=1$  все остальные  $t_i=0$ . Функции  $y_0,y_1,...,y_l-$  обычные функции алгебры логики при  $t=0,\ t=1,\ ...,\ t=1$ .

При выражении работы системы СОЖ с применением ВБФ получим следующие функции:

- в момент времени  $\,t_{_0}\,$  функция будет иметь вид

$$y_0 = \phi_{\text{ШПИНДЕЛЬ}} \overline{X}_{\text{ОШИБКА}};$$
 (10)

- в момент времени  $t_1$  функция будет иметь постоянное значение 1;
- объединив данные функции, получим ВБФ, отвечающую за логику работы системы СОЖ:

$$y = y_0 t_0 \lor y_1 t_1 = \phi_{\text{ШПИНДЕЛЬ}} \overline{X}_{\text{ОШИБКА}} t_0 \lor t_1.(11)$$

Данная функция является периодической с периодом q=2, при этом будет иметь место соотношение  $y_t=y_{t+q}$ . Если объединить данную функцию с функциями, описывающими логику работы станка и шпинделя, то получим следующую систему, описывающую логику работы представленной циклограммы в части включения станка и подачи СОЖ:

$$\begin{cases} \phi_{\text{СТАНКА}} = (X_{\text{СТАРТ}} \vee \phi_{\text{СТАНКА}}) \overline{X}_{\text{ОШИБКА}}; \\ \phi_{\text{ШПИНДЕЛЬ}} = X_{\text{ШПИНДЕЛЬ}} \overline{X}_{\text{ОШИБКА}}; \\ y = \phi_{\text{ШПИНЛЕЛЬ}} \overline{X}_{\text{ОШИБКА}} t_0 \vee t_1. \end{cases}$$
 (12)

#### 5. Заключение

Предложенный подход построения кроссплатформенной системы управления электроавтоматикой технологического оборудования применим как для встроенного в систему ЧПУ решения, так и для автономного решения на базе микроконтроллера с операционной системой. Программная реализация контроллеров электроавтоматики предоставляет возможность добавления новых функциональных возможностей и модернизации контроллера в короткие сроки, без существенного изменения архитектуры систем управления. Реализованная в рамках работы среда программирования граммно-реализованных контроллеров электроавтоматики соответствует требованиям стандарта МЭК 61131 и дает возможность оператору создавать программы различной степени сложности как на базе стандартных языков программирования, так и на базе редактора формул. Это позволяет применять в рамках одного проекта различные подходы к программированию электроавтоматики.

#### Список литературы

1. Sosonkin V.L., Martinov G.M., Perepelkina M.M. The concept: Controlling the cycle logic of NC machine tools witch the help of virtual controllers SoftPLC // Pribory i Sistemy Upravleniya. 2003. №7. P.5-10.

- 2. Xi Y., Yang C., Xu J. Study on elevator manufacturing industry with modeling and simulation of virtual elevator control system based on TwinCAT soft-PLC // 2013 3rd International Conference on Industry, Information System and Material Engineering, IISME, 2013. P.51-54.
- 3. Quan Liang Li Li. The Study of Soft PLC Running System // Advanced in Control Engineeringand Information Science, Procedia Engineering . 2011. №15. P. 1234 1238.
- 4. J. Borges. PC vs PLC for machine and process control // Real-time Magazine. 1997. № 4. P. 71-72.
- 5. IEC61131-3 Programmable controller-part3: programming languages, International Electrotechnical Commission, 1993.
- 6. Реализация открытости управления электроавтоматикой станков в системе ЧПУ класса РСNС / Л.И. Мартинова, Н.В.Козак, Р.А.Нежметдинов, Р.Л.Пушков // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2011. № 2. С. 11.
- 7. Прикладные решения в области управления электроавтоматикой станков с ЧПУ класса РСNС / Г.М. Мартинов, Р.А. Нежметдинов, Н.В. Козак, Р.Л. Пушков // Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. № 4. С. 48.
- 8. Расширение функциональных возможностей систем ЧПУ для управления механо-лазерной обработкой / Р.А.Нежметдинов, С.В. Соколов, А.И. Обухов, А.С. Григорьев // Автоматизация в промышленности. 2011. № 5. С. 49-53.
- 9. Шемелин В.К., Нежметдинов Р.А. Применение технологии клиент-сервер при

проектировании контроллера типа SoftPLC для решения логической задачи в рамках систем ЧПУ // Автоматизация и современные технологии. 2010. № 3. С. 31.

- 10. Практические аспекты применения отечественной ситсемы ЧПУ «АксиОМАКонтрол» / Л.И. Мартинова, Н.В. Козак, Р.А. Нежметдинов, Р.Л. Пушков, А.И. Обухов // Автоматизация в промышленности. 2012. № 5. С. 36-40.
- 11. Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А., Соколов С.В. Способ построения инструментария систем мониторинга и настройки параметров мехатронного тех-

- нологического оборудования на основе специализированных программных средств // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. № 7. С. 45-50.
- 12. Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А. Кроссплатформенный программнореализованный логический контроллер управления электроавтоматикой станков с ЧПУ // Автоматизация и современные технологии. 2013. № 1. С. 15-23.

Получено 28.04.13

**G. M. Martinov**, Doctor of Sciences, MGTU FGBOU VPO "Stankin" (e-mail: martinov@ncsystems.ru)

**R.A.Nezhmetdinov**, Candidate of Sciences, MGTU FGBOU VPO "Stankin" (e-mail: neramil@ncsystems.com)

**A.S.Emelyanov**, Deputy Director General of JSC TsSB "Shchitinform" (e-mail: rio-Kursk@mail.ru)

### NEW APPROACH TO CREATION OF PROGRAMMATICALLY REALIZED CONTROLLER OF ELECTROAUTOMATIC EQUIPMENT OF PROCESSING EQUIPMENT WITH CHPU

The architectural solution for creation of the program realized controler of management by electroautomatic equipment of modern systems of the numerical programmed control (NPC) is proposed. Mechanisms of realization of the environment of design on the basis of the MEK 61131 standard with possibility of implementation of the program of management on the basis of the editor of formulas are opened. The example of the description of work of control systems by electroautomatic equipment on the basis of system of temporary Boolean functions is given. Practical aspects of program realization of a control system are considered by electroautomatic equipment of machines.

Key words: CCP system, machine electroautomatic equipment, the editor of operating programs.