

УДК 629.065

**К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ  
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ**

*А.Б. КОЗЛОВ, Е.А. РЫЖКОВА*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*В настоящей статье предлагается методика построения структурной схемы системы управления погрузочно-разгрузочными устройствами.*

*The technique of construction of the block diagramme of a control system of cargo handling devices is offered in the article.*

**Ключевые слова:** погрузочно-разгрузочные устройства, автоматическое управление, построение системы управления, алгоритм, штабелер, информационные сигналы.

Начальным этапом разработки системы управления погрузочно-разгрузочными и транспортными устройствами, на котором осуществляется выбор оборудования и предварительный технико-экономический анализ этой системы, является составление структурной схемы. Структурную схему можно получить на основе заданного алгоритма функционирования устройства с учетом его функциональной схемы.

При составлении алгоритма функционирования соответствующего устройства необходимо сделать предположения о его характере, принципе действия и способе управления. Поэтому алгоритм должен нести в себе достаточно информации для назначения оперативного пространства системы управления, то есть выбора количества и функциональных признаков ос-

новных блоков: датчиков, счетчиков сигналов, схем сравнения и т.п. Дополняя полученное пространство необходимыми связями между его элементами, в соответствии с алгоритмом, и отметив места выработки и поступления информационных и управляющих сигналов, мы получим структурную схему операционной части системы управления. Включение в эту схему блока управления даст структурную схему всей системы в целом.

Так, например, при построении системы управления штабелером, осуществляющим загрузку разбракованных рулонов ткани промежуточного склада вместимостью 12 ячеек, необходимо сначала построить алгоритм функционирования этого штабелера (рис. 1).

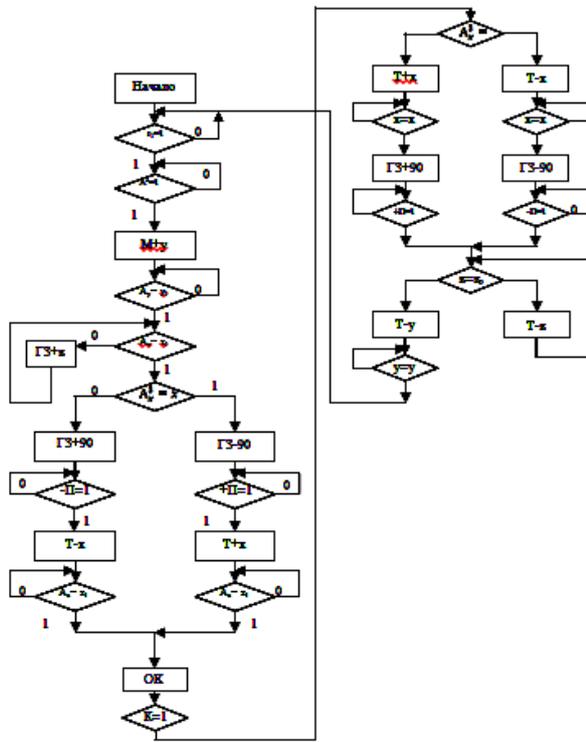


Рис. 1

Здесь  $\Gamma\pm 90$  – поворот грузового захвата вокруг оси  $Z$  на  $90^\circ$  по (+) или против (-) часовой стрелки;  $\Gamma\pm z$  – подъем (+), опускание (-) грузового захвата;  $M+y$  – движение моста штабелера вдоль оси  $Oy$ ; ОК – опускание контейнера с рулонами ткани;  $T\pm x$  – движение тележки штабелера вдоль оси  $Ox$ ;  $K$  – наличие (отсутствие) контейнера;  $\pm\Pi$  – поворот грузового захвата по или против часовой стрелки;  $i$  – номер ячейки стеллажа;  $A$  – адрес требуемой ячейки стеллажа, определяемый координатами  $(x_i, y_i, z_i)$ ;  $r_1$  – запрос на загрузку стеллажа;  $A^3=1$  – наличие сигнала о задании адреса ячейки склада;  $x_0, y_0, z_0$  – координаты исходного состояния.

Штабелер по условиям работы перемещается по всем трем координатным осям и поэтому должен иметь механизмы горизонтального и вертикального перемещения и механизм выдвигания вилок, оснащенные индивидуальными приводами. Для выработки сигналов о выполнении

требований, записанных в условных вершинах, необходимо в соответствующих местах установить датчики.

Достижение штабелером точки пространства  $(X = X_T$  и  $Z=Z_T)$ , в которой расположен транспортер, могут фиксировать координатные датчики  $X_T$  и  $Z_T$ ; положение грузового захвата штабелера могут отмечать концевые выключатели  $Y_H$  и  $Y_K$  и, наконец, наличие рулона будет фиксироваться датчиком давления  $G$  на вилы. Очевидно, что сигналы всех этих датчиков должны иметь характер "да" – "нет", что реализуется наиболее просто.

Важным вопросом является поиск нужной ячейки склада. Обычно он осуществляется сравнением показаний датчиков адреса ячеек ( $Sч_x$  и  $Sч_z$ ) с задатчиком. С этой целью можно использовать фотодатчики или любые считывающие устройства. Загрузка может производиться только в пустую ячейку. А наличие места на складе, в простейшем случае, можно определить при помощи логической схемы И–НЕ.

В соответствии с алгоритмом (рис.1) движение штабелера начинается только после поступления указанного запроса, а достижение им ячейки с заданным адресом  $(X = X_i, Z = Z_j)$  фиксируется сигналами  $X$  и  $Z$ , поступающими от схем сравнения вертикального и горизонтального адреса.

Объединяя перечисленные элементы, мы получим оперативное пространство в соответствии с которым строится структурная схема системы управления, показанная на рис. 2.

При автоматической обработке штабелером заданной программы от системы управления в соответствии с этой программой поступают сигналы, по которым происходит включение соответствующих приводов и сбрасывание в 0 показаний счетчиков горизонтального и вертикального адреса после достижения нужной ячейки. На схеме эти сигналы обозначены стрелками.

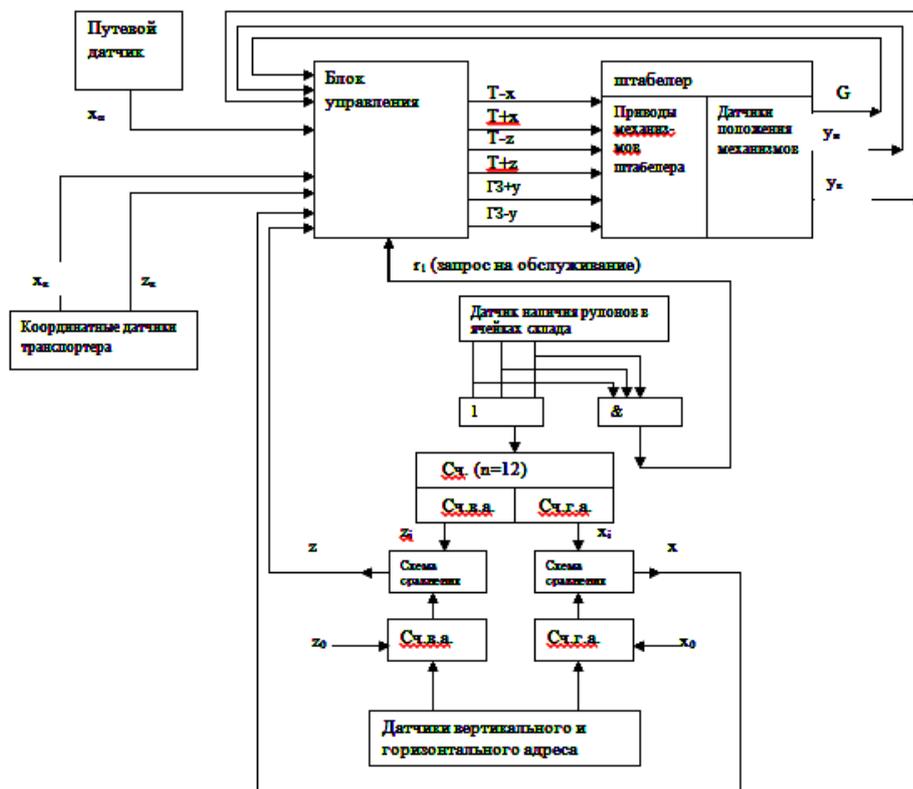


Рис. 2

Таким образом, функцией блока управления является анализ информационных сигналов и выработка на этой основе серии управляющих сигналов, распределенных во времени и пространстве в соответствии с программой, заданной алгоритмом, изображенным на рис. 1.

На базе составленной схемы может быть выбрана система датчиков и другое оборудование операционной части устройства управления, а также выполнен необходимый ее анализ. Степень детализации структурной схемы зависит от конкретных требований. Рассуждая аналогичным образом, достаточно просто составить структурную схему любой системы управления погрузочно-разгрузочным устройством, задавшись алгоритмом его функционирования. Однако при этом не исключена возможность получения нескольких различных ее вариантов, и тогда следует оценить оптимальность каждого из них.

Обобщенной математической моделью системы управления, имеющей структуру, показанную на рис. 2, является система, которая в общем случае задается множеством из пяти элементов:

$$S = \{A, X, Y, \delta, \lambda\},$$

где  $A$  – множество состояний;  $X$  – множество входных сигналов;  $Y$  – множество выходных сигналов;  $\delta$  – функция переходов;  $\lambda$  – функция выходов.

Для построения такой автоматической системы используются специальные логические схемы с  $n$  входами и  $m$  выходами, которые описываются системой из  $m$  булевых функций. В общем виде такую схему можно записать так:

$$Y = F(X),$$

где  $X = \bigwedge_{i=1}^n x_i$ .

Каждому набору входных сигналов  $x_1, x_2, \dots, x_n$  здесь соответствует определенная комбинация выходных сигналов  $y_1, y_2, \dots$ .

При функционировании погрузочно-разгрузочных и транспортных устройств длительность отдельных простейших операций (поворот, захват, перемещение по какой-либо оси и т.д.) существенно различается, причем даже время выполнения одной и той же микрооперации не всегда

остаётся постоянным, так как зависит от исходного положения ряда рабочих органов. Поэтому для управления устройствами рассматриваемого класса целесообразно разработать управляющую программу, в которой переключение состояний исполнительных органов происходило бы только под действием сигналов с датчиков ( $X$ ) о положении исполнительных механизмов. Сигналы ( $X$ ) фиксируют состояние исполнительных механизмов и не меняют своего значения в течение всего времени выполнения каждой операции, то есть они носят потенциальный характер.

Выполнение всех микроопераций осуществляется путем включения соответствующих исполнительных приводов. Моменты включения и время работы этих приводов должны задаваться управляющими сигналами  $u_k$ , время действия которых ( $T$ ) определяется сигналами  $X$ .

Если каждой операции поставить в соответствие некоторое состояние  $A_i$  и принять, что переключение состояний происходит в моменты  $i$  изменения значения логической функции  $X_i$ , то закон функционирования системы управления можно описать следующим образом:

$$\begin{aligned} A_i &= \delta(A_{i-1}, X_i), \\ Y_i &= \lambda(A_i, X_i), \\ t_{yi} &= t_{xi} + \Delta. \end{aligned}$$

где  $X_i = \bigwedge x_i$ ;  $Y_i = \{y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ki}, \dots\}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots$ ;  $t_{yi}$  – время действия выходных сигналов;  $t_{xi}$  – время действия входных сигналов;  $\Delta$  – запаздывание. Причем время действия выходных сигналов  $t_{yi}$  всегда будет меньше времени действия входных сигналов  $t_{xi}$  на величину запаздывания, которая зависит от принципиальной схемы системы управления и физической природы используемых элементов.

## В Ы В О Д Ы

1. В статье предлагается методика построения структурной схемы системы управления погрузочно-разгрузочными устройствами, основанная на детальной проработке вариантов перемещения погрузочно-разгрузочного устройства.

2. Получена обобщенная математическая модель системы управления с учетом времени выполнения управляющего сигнала.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 14.07.10.