

УДК 631.171.1

РАЗРАБОТКА И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

*Л.Ф. ВОЛКОНОВИЧ¹, М.Г. КУШНИР¹, А.Л. ВОЛКОНОВИЧ¹,
О.Г. СТЕОПКА¹, В.Е. СЛИПЕНКИ², И.И. КИРИЯК¹, А.Г. ПОПА¹*

¹Государственный аграрный университет Молдовы

²Академия транспорта, информатики и коммуникаций

Abstract. The authors have developed and systematized electrical equipment control algorithms of milk processing energy-efficient lines in this article. Control objects were divided into standard sections, electrical equipment was divided into functional units. We have also developed verbal control algorithms and status tables; control algorithms have been formalized too. We have received 51 minimized control algorithms, of which 30 are the main and 21 are auxiliary; there has been also found out that the electrical equipment system of energy-efficient lines may be formed of 17 unified sub-units by their multiple use in various low-voltage electrical switchboards.

Keywords: Energy-efficient lines; Milk processing; Electrical equipment; Control algorithms; Verbal algorithms; Status tables; Unified sub-units; Low-voltage electrical switchboards.

Реферат. В статье разработаны и систематизированы алгоритмы управления электрооборудованием энергосберегающих технологических линий обработки молока. Для этого объекты управления были разделены на типовые участки, а электрооборудование на функциональные узлы. Составлены словесные алгоритмы управления, таблицы состояний, а также формализованы алгоритмы управления. Получен 51 минимизированный алгоритм управления, из которых 30 основных и 21 вспомогательный, а также установлено, что система электрооборудования энергосберегающих технологических линий может формироваться из 17 унифицированных субблоков, путем многократного их применения в различных низковольтных комплектных устройствах НКУ.

Ключевые слова: Энергосберегающие технологические линии; Обработка молока; Электрооборудование; Алгоритмы управления; Словесные алгоритмы; Таблицы состояний; Унифицированные субблоки; Низковольтные комплектные устройства.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с анализом технологических схем рассматриваемых линий, обоснованного комплекса контролируемых и регулируемых параметров, синтез алгоритмов управления звеньями линий и их исполнительными механизмами проводится для оборудования типовых участков, выполняющих следующие технологические операции: выведение молока из-под вакуума; прием, учет и перекачка молока на обработку; охлаждение молока; выработка и аккумуляция холода; хранение молока; учет и выдача молока с фермы; нагрев воды, идущей на технологические нужды фермы; промывка молочного оборудования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Построение блочной унифицированной системы электрооборудования СЭ линий выполняется аналитическими методами синтеза с формализованной записью структурных формул алгоритмов управления исполнительными механизмами звеньев рассматриваемых восьми участков (Волконович, Л., Мусин, А., Волконович, А. и др. 2007). Объектом исследования по разработанной методике является автоматизированная энергосберегающая технологическая линия обработки молока с использованием естественного холода.

Синтез алгоритмов управления рассматривается на примере типового участка выработки холода, представляющего наибольший интерес с точки зрения выбора режимов работы холодильной установки, в том числе подзарядной, и аккумулятора естественного и искусственного холода (АЕХ); прослеживается их функционирование в процессе охлаждения молока в зависимости от температуры наружного воздуха и времени года, влияющих на режим аккумуляции холода между дойками.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Система охлаждения молока на технологической линии обработки молока имеет три основных режима работы.

Холодное время года. Холодильная установка не функционирует. Охлаждение молока осуществляется при помощи АЕХ, соединенного трубопроводной системой и насосом хладоносителя с проточным охладителем и испарителем холодильной установки. АЕХ функционирует в двух основных режимах в зависимости от температуры окружающего воздуха:

при температурах, близких к 0°C , $0 < t^{\circ}_o < 3^{\circ}\text{C}$;

при температурах ниже 0°C , $t^{\circ}_o < 0^{\circ}\text{C}$.

Переходное время года. Молоко охлаждается при помощи холодильной установки и АЕХ. Из АЕХ насосом хладоносителя Y_x холодная вода подается в проточный охладитель через испаритель холодильной установки (емкость с испарителем). При превышении температуры хладоносителя $t^{\circ}_{B2} > 3^{\circ}\text{C}$ по сигналу датчика температуры dt_x должны включаться электродвигатели насоса системы охлаждения конденсатора Y_o и компрессора Y_k для доохлаждения хладоносителя до $t^{\circ}_{B2} = 0^{\circ}\text{C}$.

Теплое время года. Молоко охлаждается искусственным холодом, вырабатываемым холодильной установкой типа АВ-30 или поздарядной – типа ТХУ-14 или АВ-10. В работе холодильной установки участвуют электродвигатели насоса хладоносителя, насоса системы охлаждения конденсатора, компрессор и вентиляторы градирни. Включение электродвигателей должно производиться только при включении электродвигателя молочного насоса Y_m , подающего молоко в проточный охладитель. Включение электродвигателя насоса системы охлаждения конденсатора Y_o , а затем компрессора Y_k должно осуществляться только при температуре хладоносителя $t^{\circ}_{B2} > 3^{\circ}\text{C}$. Отключению электродвигателя компрессора Y_k должно предшествовать отключение электродвигателя насоса оборотной воды системы охлаждения конденсатора Y_o , которое происходит при температуре хладоносителя $t^{\circ}_{B2} = 0^{\circ}\text{C}$. Отклонение любого контролируемого параметра от заданных пределов должно вызывать отключение холодильной установки, при котором начинает действовать световая аварийная сигнализация Ha .

Составление словесных алгоритмов управления системой электрооборудования холодильной установки и аккумулятора естественного холода

Включение и отключение электродвигателя насоса хладоносителя Y_x осуществляется в автоматическом и ручном режимах. В автоматическом режиме при наличии сигнала о работе молочного насоса $Y_m=1$ электродвигатель насоса хладоносителя должен быть включен $Y_x=1$, если не поступили отключающие сигналы

с датчика давления нагнетания и всасывания хладоагента $dp=1$ или

с датчика контроля смазки $ds=1$, или

с аварийного блока (реле) $Pa=1$, или

с устройств защитного отключения электродвигателей насоса хладоносителя $mx=1$, насоса системы охлаждения конденсатора $mo=1$, компрессора $mk=1$.

Включению электродвигателя насоса хладоносителя должно предшествовать включение контролирующего аварийного реле $Pa=1$, а включению аварийного реле – промежуточного $Pn=1$. Аварийное реле должно осуществлять блокировку пусковой цепи $Pa=1$, исключая возможность повторного включения электродвигателя насоса хладоносителя Y_x в аварийной ситуации при последующем замыкании контактов приборов защиты. В аварийной ситуации должна включаться световая сигнализация $Ha=1$.

Электродвигатель насоса системы охлаждения конденсатора следует включать $Y_o=1$ при наличии сигнала о работе электродвигателя насоса хладоносителя $Y_x=1$ и сигнала с датчика температуры хладоносителя $dt_x=1$. Отключаться электродвигатель насоса должен при $Y_x=0$ или $dt_x=0$.

Электродвигатель компрессора должен включаться $Y_k=1$ при наличии сигнала о работе электродвигателя насоса хладоносителя $Y_x=1$ и насоса системы охлаждения конденсатора $Y_o=1$, отключаться при $Y_x=0$, или $Y_o=0$.

Составление таблиц состояний и формирование алгоритмов управления

Из условий работы и словесных алгоритмов управления холодильной установкой и АЕХ следует, что система автоматически выбирает режим охлаждения молока в зависимости от температуры хладоносителя и окружающего воздуха. В случае повышения температуры хладоносителя ($t_{B2}^{\circ} > 4^{\circ}\text{C}$) включаются электродвигатели насоса системы охлаждения конденсатора $Y_o=I$ и компрессора $Y_k=I$. Отключение всей установки должно осуществляться при отклонении от заданных допустимых пределов любого из контролируемых или регулируемых параметров компрессора или появлении одного из сигналов с устройств защитного отключения электродвигателей установки. Повторно без вмешательства обслуживающего персонала установка не включается. Следовательно, в управлении электродвигателем насоса хладоносителя участвуют девять основных сигналов ($um, dp, ds, tk, mx, mo, mk, Pn, Pa$). Для формализации алгоритма управления электродвигателем используются приемы сокращения входных сигналов путем объединения части из них в один эквивалентный. Сигналы с устройств защитного отключения электродвигателей насосов хладоносителя mx , насоса оборотной воды системы охлаждения конденсатора mo , компрессора mk целесообразно объединить в один эквивалентный сигнал m и в дальнейшем учитывать его в виде конъюнкции в формализованном алгоритме управления

$$m = mx\ mo\ mk. \tag{1}$$

Из словесного алгоритма управления следует, что аварийное реле и сигнализация должны блокировать пусковую цепь, исключая возможность включения электродвигателя насоса хладоносителя $Y_x=I$ при последующем срабатывании защиты. Это позволяет объединить сигналы аварийного и промежуточного реле, которые подготавливают цепь включения электродвигателя. Данный сигнал целесообразно трансформировать в конъюнкцию, в дальнейшем он будет учтен

$$P = (pa+pn)\ pa. \tag{2}$$

Аналогичным образом в формализованном алгоритме управления будут учтены в виде конъюнкции сигналы автоматических выключателей Sa и переключателя режимов работы всей системы охлаждения Sn . В таблицах состояний (Табл. 1 и 2) указаны четыре входных сигнала $n = 4$, поэтому полный набор комбинаций переменных выходных сигналов равен $2n[2]$ или $N = 16$.

Учитывая, что электродвигатель насоса хладоносителя Y_x может включаться только при наличии сигнала о работе молочного насоса Y_m , то сигнал $um=0$ можно не учитывать и тем самым сократить переборку всех возможных состояний и комбинаций значений входных сигналов и соответствующие им значения выходных. Искомая функция логического преобразования в общем виде представлена выражением (3)

$$Y_x = F_0f_0 + F_1f_1 + F_2f_2 + \dots + F_{2^n-1}f_{2^n-1} \tag{3}$$

Где f_i – величина выходного сигнала при i -й комбинации значения входных сигналов, задаваемых таблицей состояний либо числовой формой записи.

Таблица 1. Таблица состояний

Такты	Значения сигналов				
	входных				Выходных
	um	dp	ds	tk	Y_x
0	1	0	0	0	1
1	1	0	0	1	0
2	1	0	1	0	1
3	1	0	1	1	1
4	1	1	0	0	0
5	1	1	0	1	0
6	1	1	1	0	0
7	1	1	1	1	0

Таблица 2. Номера и индекс СДНФ

Дизъюнктивный член	ум dp tk ds	ум dp tk ds	ум dp tk ds
Двоичный эквивалент	1000	1010	1011
Индекс	1	11	111

В соответствии с таблицей состояний и выражением (3) формализованный алгоритм управления электродвигателем насоса хладоносителя Y_x

$$Y_x = ум dsdstk + ум dpdstk + ум dpdstk \quad (4)$$

является совершенной дизъюнктивной нормальной формой (СДНФ) логической функции, соответствующей таблице состояний.

После преобразования получаем искомую сокращенную дизъюнктивную нормальную форму

$$Y_x = ум dp tk + ум dp ds. \quad (5)$$

Используя закон дистрибутивности алгебры логики, получим тупиковую форму

$$Y_x = ум dp (tk + ds), \text{ являющаяся в данном случае минимальной.} \quad (6)$$

Учитывая сигналы промежуточного аварийного реле $Pa = (pa + pn)$ и защитного отключения $[m = mx \text{ } to \text{ } mk]$, подготавливающих пусковую цепь Pn электродвигателя насоса хладоносителя Y_x , а также сигнал $ум$, осуществляющий непосредственное его включение, и сигнал автоматического выключателя Sa , получим формализованный минимизированный алгоритм управления пусковой цепи

$$F(Pn) = [(pa + pn) dp (tk + ds) mx \text{ } to \text{ } mk] Sa + Hpn. \quad (7)$$

С учетом наличия сигналов молочного насоса xm и аварийной блокировки pa минимизированный алгоритм управления электродвигателем насоса хладоносителя будет иметь окончательный вид

$$F(Y_x) = ум pa [(pa + pn) dp (tk + ds) mx \text{ } to \text{ } mk] Sa + Sx. \quad (8)$$

В соответствии с требованиями процесса охлаждения, при повышении температуры хладоносителя до $3...4^\circ\text{C}$ датчик температуры хладоносителя $dtx=1$ вызывает включение электродвигателей насоса системы охлаждения конденсатора Yo и компрессора холодильной установки Y_k . Поэтому минимизированные алгоритмы управления будут иметь следующий вид:

$$F(Y_o) = dtx ум pa [(pa + pn) dp (tk + ds) mx \text{ } to \text{ } mk] Sa + So, \quad (9)$$

$$F(Y_k) = yo dtx ум pa [(pa + pn) dp (tk + ds) mx \text{ } to \text{ } mk] Sa + Sk \quad (10)$$

При отклонении параметров от требуемых аварийное реле в пусковой цепи осуществляет блокировку, исключая возможность повторного включения всей системы, и формирует аварийный сигнал $Ha = pn \text{ } pa$.

Режим работы АЕХ определяется температурой окружающего воздуха t°_o и хладоносителя t°_x . Переключение режимов работы и аккумуляция холода осуществляется при $t^\circ_o < 4^\circ\text{C}$ работой насоса хладоносителя $Y_x=1$. Поэтому управление функционированием АЕХ осуществляется по алгоритму

$$F(Y_{aex}) = yx (dtx + dto). \quad (11)$$

Для различных типов технологических линий используются в соответствии с технологией различные холодильные установки – с водяным и воздушным охлаждением конденсатора. Вентилятор градирни включается $Y_2=1$ при температуре воды на выходе из градирни более $23,5^\circ\text{C}$ (Учеваткин, А. 2008) и отключается при достижении 7°C $Y_2=0$

$$F(Y_2) = (dv1 + dv2 y_2) dtx ум pa [(pa + pn) dp (tk + ds) mx \text{ } to \text{ } mk] Sa + Sk. \quad (12)$$

Минимизированные алгоритмы управления электродвигателями вентиляторов холодильных установок с воздушным охлаждением конденсатора формируются с учетом того обстоятельства, что включаются они одновременно с компрессором. Отключение первого вентилятора осуществляется одновременно с компрессором, а второй вентилятор отключается при снижении давления конденсации до требуемого значения. При этом температура воздуха на выходе конденсатора должна составлять $5...10^\circ\text{C}$ (Краусп, В. 2010).

$$F(Y_{v1}) = d_{ix} y_m p_a dtx ум pa [(pa + pn) dp (tk + ds) mx \text{ } mk \text{ } m_1] Sa + S_k. \quad (13)$$

$$F(Y_{v2}) = m_2 y_{v2} dtx ум pa [(pa + pn) dp (tk + ds) mx \text{ } mk \text{ } m_2] Sa + S_6. \quad (14)$$

Аналогичным образом проведен логический синтез алгоритмов управления исполнительными механизмами звеньев остальных типовых участков рассматриваемых энергосберегающих технологических линий обработки молока. Структурные формулы минимизированных алгоритмов управления по типовым участкам будут иметь следующий вид.

Выведение молока из-под вакуума и перекачка его на обработку (Мусин, А. 2010):

электропривод молочного насоса воздухоразделителя $F(Y_6)$

$$F(Y_6)=[ув Нв+тв (Kn+p_1+ ph)] SaSn; \quad (15)$$

контроль сигнала датчика верхнего уровня молока P_1

$$P_1=(hв+p_1)p_2; \quad (16)$$

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока P_2

$$P_2= hn; \quad (17)$$

контроль и усиление сигнала датчика аварийного уровня молока, звуковая и световая аварийная сигнализация Ph, Ha

$$Ph= ha; Ha= ph. \quad (18)$$

Общий учет и перекачка молока на охлаждение $F(Y_M)$:

$$F(Y_M)= [ум Нм+тм (Kn+p_1+ ph)] SaSn; \quad (19)$$

контроль сигнала датчика верхнего уровня молока P_1

$$P_1=(hв+ p_1) p_2; \quad (20)$$

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока P_2

$$P_2= hn; \quad (21)$$

контроль и усиление сигнала датчика аварийного уровня молока, звуковая и световая аварийная сигнализация Ph, Ha

$$Ph= ha; Ha= ph; \quad (22)$$

контроль и усиление сигнала датчика импульсов P_d

$$Pd= yidi; \quad (23)$$

управление микропроцессором, контроль и регулирование потока молока $F(Z)$

$$F(Z)= Pd. \quad (24)$$

Охлаждение молока:

электропривод очистительно-охладительным агрегатом $F(Y_{оч})$

$$F(Y_{оч})= [yочНв+точКс(Kn+yоч)] SaSn; \quad (25)$$

Выработка холода: холодильные установки АВ-30, АВ30-01, ТХУ:

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) $F(Pn1)$

$$F(Pn1)=[(pa+pn) dp (tk+ds) mx тоткмz] Sa+H pn; \quad (26)$$

электропривод насоса хладоносителя $F(Yx)$

$$F(Yx)=умра[(pa+pn) dp (tk+ds) mx тоткмz] Sa+Sx; \quad (27)$$

электропривод насоса системы охлаждения конденсатора $F(Yo)$

$$F(Yo)=dtxумра[(pa+pn) dp(tk+ds) mx тоткмz] Sa+So; \quad (28)$$

электропривод компрессора $F(Yк)$

$$F(Yк)=yodtxумра[(pa+pn) dp(tk+ds) mx тоткмz] Sa+Sк; \quad (29)$$

электропривод вентилятора градирни $F(Yz)$

$$F(Yz)=(dv1+dv2y2)dtxумра[(pa+pn) dp(tk+ds) mx тоткмz] Sa+Sк; \quad (30)$$

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи Pa

$$Pa=(pa+pn); \quad (31)$$

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов H_a

$$Ha=pn pa \quad (32)$$

Выработка холода (Бусленко, Н. 2012): холодильные установки МВТ20-1(1), МВТ14-1, ТХУ-23:

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) $F(Pn)$

$$F(Pn)=[(pa+pn) dpmxткмz] Sa+ H pn; \quad (33)$$

электропривод насоса хладоносителя $F(Yx)$

$$F(Yx)=умра[(pa+pn) dpmxткмz] Sa+ Sx; \quad (34)$$

электропривод компрессора $F(Y_k)$
 $F(Y_k) = dtxумра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_k;$ (35)

электропривод первого вентилятора конденсатора $F(Y_{в1})$
 $F(Y_{в1}) = dtxумра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_k;$ (36)

электропривод второго вентилятора конденсатора $F(Y_{в2})$
 $F(Y_{в2}) = тв2увdtxумра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_{в2};$ (37)

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи Pa
 $Pa = (pa+pn);$ (38)

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов Ha
 $Ha = рпра$ (39)

Выработка холода: холодильные установки УВ–10, УВ10–01, ОТ–10, ТХУ-14:

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) $F(Pn2)$

$$F(Pn2) = [(pa+pn)дптхтктв1]Sa+Hpn;$$
 (40)

электропривод насоса хладоносителя $F(Y_x)$
 $F(Y_x) = умра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_x;$ (41)

электропривод компрессора $F(Y_k)$
 $F(Y_k) = dtxумра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_k;$ (42)

электропривод вентилятора конденсатора $F(Y_{в1})$
 $F(Y_{в1}) = dtxумра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_k$ (43)

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи Pa
 $Pa = (pa+pn);$ (44)

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов Ha
 $Ha = рпра$ (45)

Выработка холода: холодильная установка АВ14–1 (комплектуется для резервуаров охладителей молока РНО–1,6 и РНО–2,5):

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) $F(Pn3)$

$$F(Pn3) = [(pa+pn)дптхтктв1]Sa+Hpn;$$
 (46)

электропривод компрессора $F(Y_k)$
 $F(Y_k) = dtxпра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_k;$ (47)

электропривод первого вентилятора конденсатора $F(Y_{в1})$
 $F(Y_{в1}) = dtxпра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_k;$ (48)

электропривод второго вентилятора конденсатора $F(Y_{в2})$
 $F(Y_{в2}) = тв2дв1dtxпра[(pa+pn)дптхтктв1]Sa+S_{в2};$ (49)

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи Pa
 $Pa = (pa+pn);$ (50)

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов Ha
 $Ha = рпра.$ (51)

Выработка и аккумуляция естественного и искусственного холода (АЕХ):

электропривод насоса хладоносителя в режиме охлаждения и аккумуляции естественного и искусственного холода $F(Y_{аех})$

$$F(Y_{аех}) = умра[(pa+pn) дптхтктв1]Sa+S_x;$$
 (52)

$$F(Y_{аех}) = [уаехHв + таехKc(Kn+уаех)]SaехSn;$$
 (53)

$$F(Y_{аех}) = ух(dtх+dtо).$$
 (54)

Хранение молока:

электропривод перемешивающего устройства резервуаров молока и контроль включения $F(Y_n)$

$$F(Y_n) = [уnHn + mnTnSp]SaSn;$$
 (55)

программное управление перемешивающим устройством $F(Y_n)$

$$F(Y_n) = p_e, \quad P_e = (T_n + T_n) SaSn; \quad (56)$$

контроль и усиление сигнала датчика верхнего (аварийного) и нижнего уровня молока, формирование звуковой и световой сигнализацией $F(Pa1)$

$$F(Pa1) = h_e, \quad Ha = pa1, \quad (57)$$

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока Ph

$$Ph = h_n; \quad (58)$$

контроль и усиление сигнала датчика температуры молока Pt

$$Pt = dt_m; \quad (59)$$

формирование звуковой и световой сигнализации положения крышки люка Pa

$$Pa = Sp, \quad Ha = pa. \quad (60)$$

Нагрев воды на технологические нужды фермы:

$$\text{электропривод нагревательного элемента водонагревателя и контроль включения } F(Y_R) \\ F(Y_R) = [y_R H_R + detpy] SaSn; \quad (61)$$

контроль и усиление сигнала датчика температуры P_y

$$P_y = det; \quad (62)$$

контроль и усиление сигнала датчика нижнего (аварийного) и верхнего уровня молока, формирование звуковой и световой сигнализацией Pa

$$Pa = h_n, \quad Ha = pa, \quad (63)$$

контроль и усиление сигнала датчика верхнего уровня Ph

$$Ph = h_e. \quad (64)$$

Общий учет и выдача молока с фермы:

Общий учет и перекачка молока в молоковоз $F(Y_M)$:

$$F(Y_M) = [y_M H_M + Kc(Kn + y_M) m.p_2] SaSn; \quad (65)$$

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока P_2

$$P_2 = h_n; \quad (66)$$

контроль и усиление сигнала датчика импульсов Pd

$$Pd = yidi; \quad (67)$$

управление микропроцессором, контроль и регулирование потока молока $F(Z)$

$$F(Z) = Pd. \quad (68)$$

Промывка молочного оборудования:

электропривод насоса установки для циркуляционной промывки молокопроводных систем

$F(Y_n)$

$$F(Y_n) = [y_n H_n + Kc(Kn + y_n) mn] SaSn; \quad (69)$$

Полученные в результате проведенного синтеза формализованные минимизированные алгоритмы управления по всем типовым участкам и звеньям рассматриваемых линий позволяют провести их систематизацию, унификацию и формирование рационального набора типовых алгоритмов управления, являющихся основой для разработки системы унифицированных субблоков и осуществляющих полное функциональное обеспечение исполнительных механизмов с максимальным использованием элементов в них. Объединение алгоритмов управления осуществляется по критерию сходства, по принципу идентичности составляющих сигналов в структурных формулах и по виду оперативного управления. При этом предполагается, что сходство алгоритмов управления определит однотипный набор пускорегулирующей аппаратуры, так как параметрическое различие аппаратуры не отражается в алгоритмах управления и может быть учтено на последующих этапах. Задача сводится к установлению типовых алгоритмов управления, формированию на их основе унифицированных субблоков и определению вариантов унификации.

Методом логического синтеза был получен 51 минимизированный алгоритм управления, из которых 30 основных и 21 вспомогательный. Все они способствуют осуществлению функционального контроля и регулированию различных параметров.

Также установлено, что СЭ энергосберегающих технологических линий обработки молока может формироваться из многократного применяемых в различных НКУ 17 унифицированных субблоков.

ВЫВОДЫ

Разработанный метод формирования типовых алгоритмов управления субблоками позволяет на основе унификации частных и обобщенных алгоритмов объединить их по критерию функционального сходства, по принципу идентичности составляющих сигналов в структурных формулах и по виду оперативного управления, с последующим формированием рационального набора типовых алгоритмов управления СЭ в целом. Это позволило при формировании СЭ типоразмерного ряда линий из 51 частного алгоритма управления получить 17 типовых и на их основе разработать комплект унифицированных субблоков, осуществляющих полное функциональное обеспечение исполнительных механизмов звеньев с максимальным использованием элементов и минимальной избыточностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВОЛКОНОВИЧ, Л., МУСИН, А., ВОЛКОНОВИЧ, А. и др. (2007). Автоматизация ресурсосберегающих технологических процессов в сельском хозяйстве. Кишинев. 341 с.
2. ВОЛКОНОВИЧ, Л. (1996). Разработка и исследование экологически чистой энергосберегающей системы естественного холода для охлаждения молока: Автореф. дис. ... д-ра хабилитат технических наук. Кишинёв: ГАУМ. 41 с.
3. МУСИН, А., МАРЬЯХИН, Ф., УЧЕВАТКИН, А. (2006). Структура системы электрооборудования технологических линий обработки молока. В: НТБ ВИЭСХ. Вып. 2 (54), с. 3-11.
4. УЧЕВАТКИН, А. (2008). Минимизация и оптимизация алгоритмов управления холодильных установок технологических линий обработки молока. В: Проблемы электрификации, автоматизации и теплоснабжения сельскохозяйственного производства: Тез. докл. Всесюзн. научн. конф. 25-27 ноября 2008, с. 109-110.
5. КРАУСП, В. (2010). Микропроцессорные системы управления машинами, агрегатами и технологическими комплексами в животноводстве. В: Комплексная механизация и автоматизация животноводства. Т. 63. Москва: ВИЭСХ, с. 44-50.
6. МУСИН, А. (2010). Автоматизированный электропривод технологических линий в животноводстве. В: Перспективы развития электрификации сельского хозяйства и электромеханизации животноводства. Т. 51. Москва: ВИЭСХ, с.39-46.
7. БУСЛЕНКО, Н. (2012). Моделирование сложных систем. Москва: Наука. 400 с.

Data prezentării articolului: 23.02.2015

Data acceptării articolului: 12.03.2015