



УДК 636.085.55

**СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
КОМПЛЕКСАМИ ПРОИЗВОДСТВА
КОМБИКОРМОВ В АПК**

Диордиев В.Т., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: (061) 42-57-97

Аннотация – в статье рассмотрены схемные решения и исследование систем управления для различных режимов функционирования автоматизированных электротехнологических комплексов производства комбикормов в АПК.

Ключевые слова – электротехнологический комплекс, режим функционирования, энтропия, количество информации, коэффициент технической эффективности.

Постановка проблемы. Промышленные предприятия комбикормовой промышленности по степени автоматизации, в том числе и на уровне компьютерных технологий, занимают одно из ведущих мест не только в агропромышленной отрасли, а и среди промышленных предприятий Украины [1].

Но в условиях энергетического кризиса и роста цен, как на сами корма, так и на традиционные виды топлива, составляющая транспортных расходов в стоимости комбикорма резко выросла. Потому для небольших фермерских и частных хозяйств приобретение комбикормов и их транспортировка от специализированных предприятий к местам потребления требует больших расходов, в результате чего их стоимость получается чрезмерно высокой.

Потому производство полноценных комбикормов и кормосмесей непосредственно в хозяйствах из зерна собственного производства и, преимущественно, покупных добавок (БВД, премиксов), дает возможность значительно снизить себестоимость продукции, получать комбикорм необходимого состава, в требуемом количестве и в любое время.

Анализ публикаций. Для производства комбикормов в условиях хозяйств во многих странах мира, в том числе и в Украине, налажен выпуск малогабаритных комбикормовых установок [2, 3]. Однако большинство из них рассчитаны на работу в ручном режиме управления, а автоматизированы лишь некоторые, преимущественно второстепенные операции, что не позволяет оптимизировать работу таких систем и получать качественную продукцию

Формулирование цели статьи. Синтез и исследование систем управления электротехнологическими комплексами производства комбикормов в АПК.

Основная часть.

В соответствии с современным развитием компьютерных систем автоматизации [2], разработка систем управления реализована для следующих режимов функционирования объекта: советчика; супервизорного; непосредственного цифрового управления и многоуровневых систем.

Режим советчика применяется если нужен осторожный подход из-за неопределенности в математическом описании сложного объекта и окончательное решение должен принимать оператор.

Функционирование системы в режиме советчика осуществляется по схеме, представленной на рис. 1.

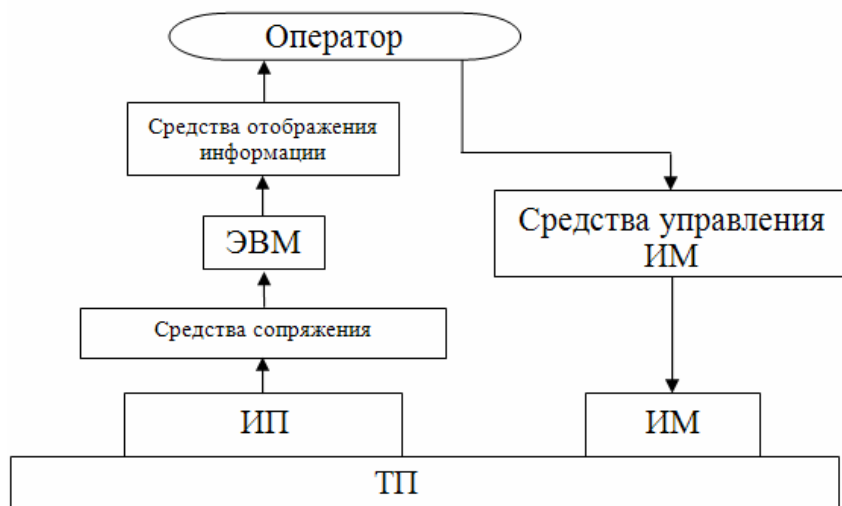


Рис. 1. Схема режима советчика.

В режиме советчика параметры ТП измеряются устройствами ИП, коммутируются и преобразуются в цифровую форму средствами сопряжения с последующим вводом в ЭВМ.

В системах-советчиках данные о технологическом режиме поступают через средства отображения информации в форме рекомендаций оператору, который учитывает их при принятии собственного

компетентного рішення. Процес обычно ініціюється программо-диспетчером, но при этом оператор в діалоговому режимі може ввести додаткову інформацію, которую нельзя получить путем измерений, а она формируется самым оператором и носит качественный характер.

Супервизорний режим (рис.2) представляє собою двухурвовну ієрархічну систему. Нижній рівень управління, непосредственно связанный с ТП, реализуют локальные регуляторы Р отдельных технологических параметров. На верхнем уровне установлена ЭВМ, основной функцией которой является определение оптимального технологического режима и вычисления на его основе значений установок локальных регуляторов. Входной информацией для расчета уставок являются значения управляемых параметров, которые измеряются устройствами ДУ, а также контролируемые параметры состояния процесса, измеряемые преобразователями ДК. Оператор с пульта имеет возможность вводить дополнительную информацию, в частности изменять ограничения на управляемые и управляющие величины, уточнять критерий управления в зависимости от внешних условий. Супервизорний режим разрешает осуществлять автоматическое управление ТП. Роль оператора сводится к наблюдению за процессом и, в случае необходимости, к внесению корректив.

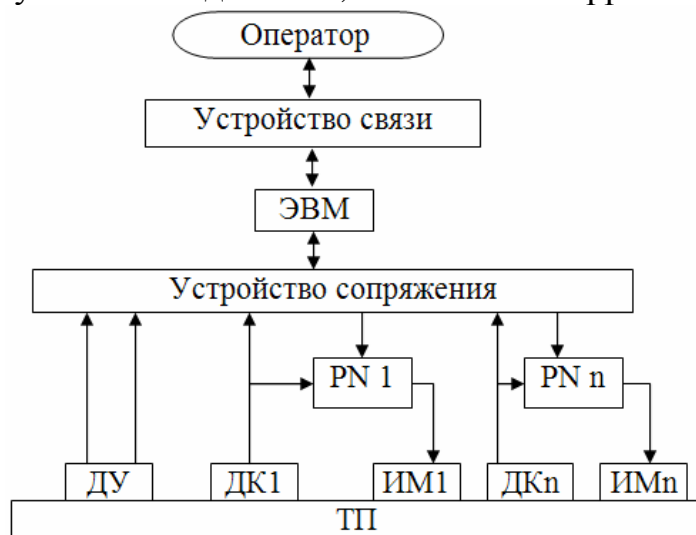


Рис. 2. Схема АСУТП в супервизорном режимі.

Режим непосредственного цифрового управления, в отличие от супервизорного, предполагает расчет с помощью ЭВМ управляющего воздействия и передачу сигнала через устройства связи непосредственно на исполнительные органы (рис. 3). Как и в супервизорном режиме, в этом случае функции оператора состоят в наблюдении за процессом и его корректирование в случае потребности. Для реализации

указанных выше режимов был разработан адаптер, предназначенный для усиления исходных сигналов порта и защиты его от токов перегрузки при работе с внешними дискретными первичными преобразователями.

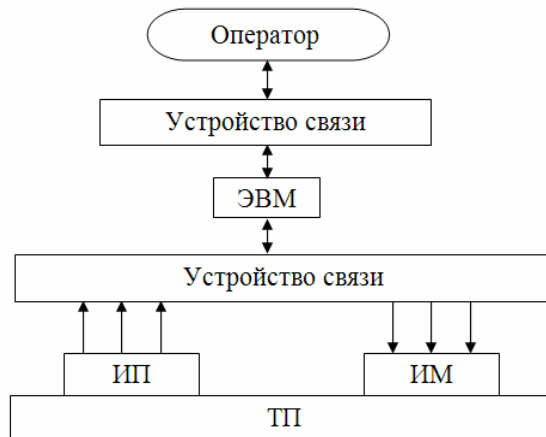


Рис. 3. Режим непосредственного цифрового управления.

Для реализации указанных выше режимов был разработан адаптер, предназначенный для усиления исходных сигналов порта и защиты его от токов перегрузки при работе с внешними дискретными первичными преобразователями. Восемьразрядный регистр синхронизирует свою работу с эвм с помощью strob сигнала параллельного порта. Структурная схема связи адаптера и компьютера приведена на рис. 4. Схема электрическая принципиальная управления показана на рис. 5.

Система автоматизации состоит из 7 дискретных входов и 14 выходов. Двухнаправленный восьмиразрядный шинный формирователь с повышенной нагрузочной способностью, осуществляющий связь между микропроцессором и системной шиной, выполнен на базе микросхем КР580ВА86. Его особенностью является то, что он может передавать и усиливать не только адресные сигналы, но и сигналы данных при отсутствии инверсии на выходах информационной шины. Данная микросхема состоит из восьми одинаковых функциональных блоков и схемы управления. Блок содержит усилитель-формирователь. При помощи схемы управления производится разрешение передачи (управление тремя состояниями выхода) и выбор направления передачи данных. В зависимости от состояния управляющих сигналов OE и T микросхемы могут работать в режиме передачи данных A->B, B; B, B ->A или в режиме выключено:

при OE = 0, T = 1 - направление передачи A->B, B;

при OE = 0, T = 0 - направление передачи B, B ->A;

при OE = 0, T = X - на выходе A, B, B - 3-е состояние, где X - произвольное состояние.

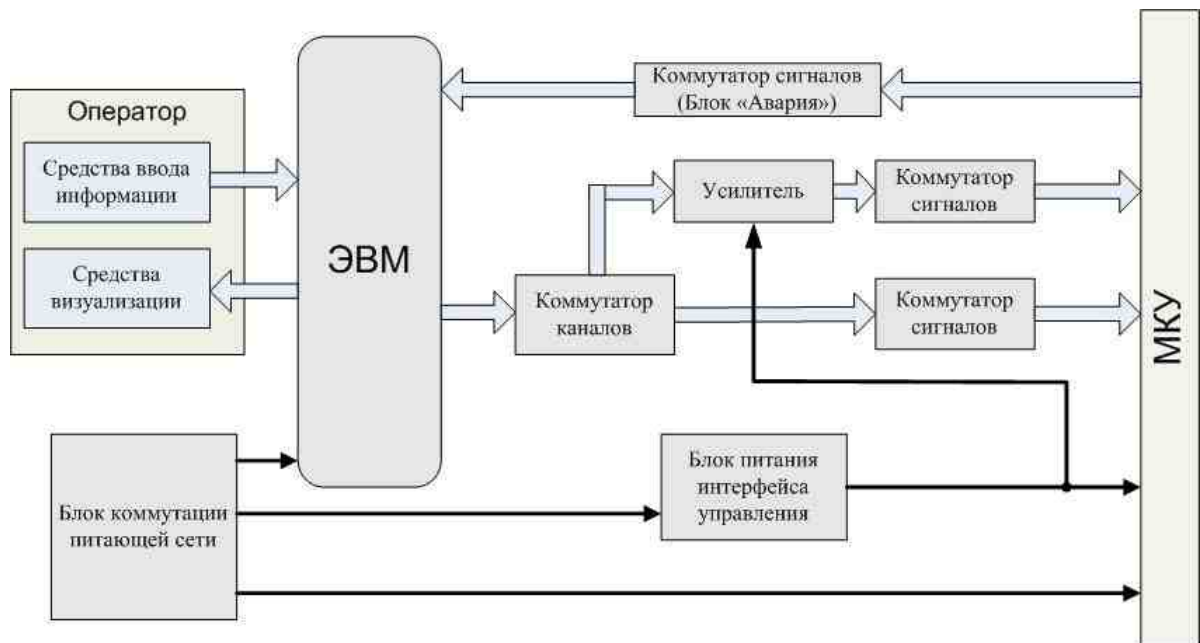


Рис. 4. Структурная схема связи адаптера и компьютера.

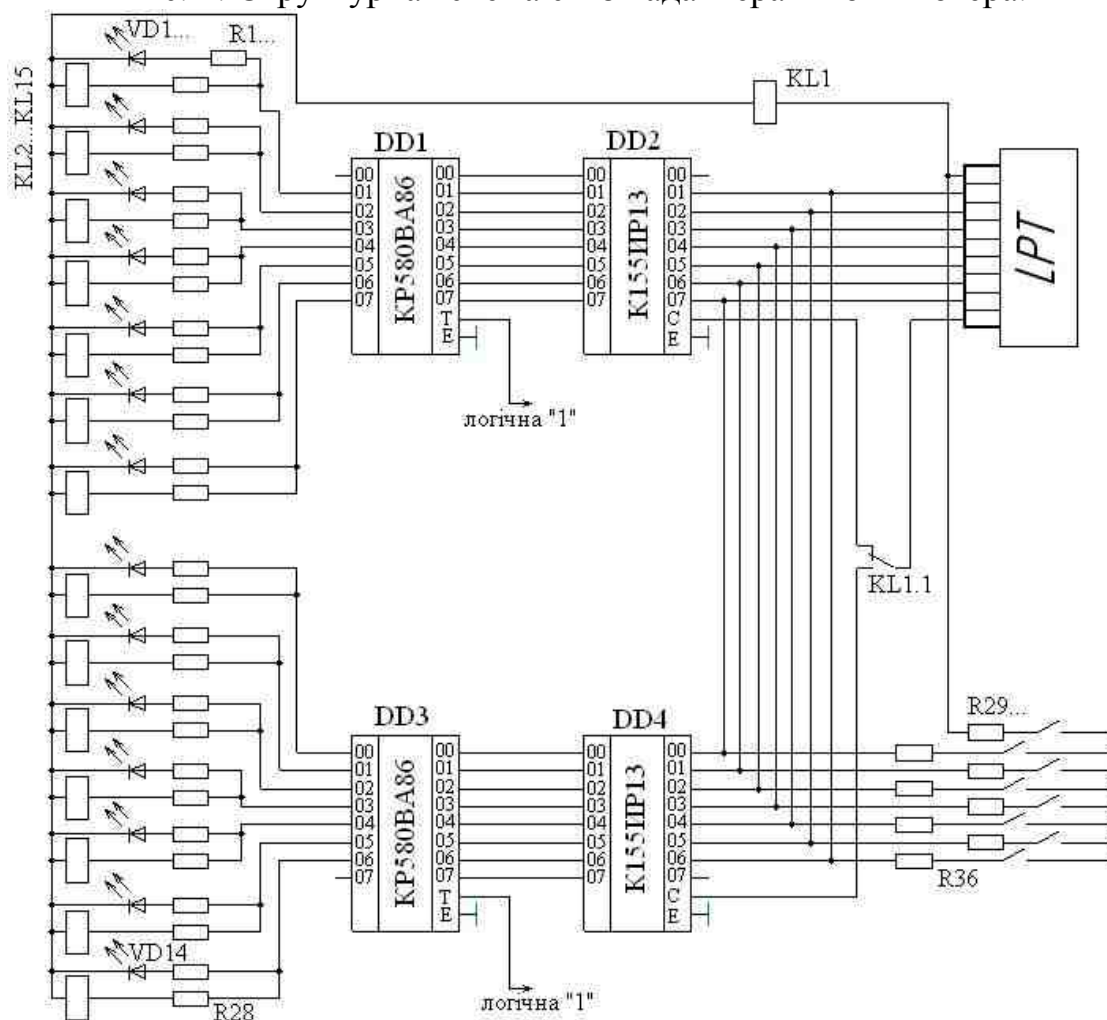


Рис. 5. Схема электрическая принципиальная блока управления.

Шинные формирователи КР580ВА86 представляют собой 8-разрядный параллельный приемопередатчик с тристабильными выходами и используются для реализации различных буферных схем в микропроцессорных системах на базе МП К580ИК80А и К1810ВМ86. На выходах микросхемы КР580ВА86 генерируются не инвертированные выходные данные, а на выходах микросхемы КР580ВА87 - инвертированные.

Коммутатор КЛ1.1 переключает питание регистров DD2 и DD4 (оперативной памяти команд управления) для передачи управления шинным формирователям DD1 и DD3. Индикация управляющих команд осуществляется светодиодным блоком VD1- VD15.

Многоуровневые системы. Если одноуровневая структура АСУТП не обеспечивает необходимого режима функционирования сложного объекта, то систему управления строят как многоуровневую (2-х или 3-хуровневыми) - в виде отдельных подсистем, между которыми установлены отношения соподчинения. Например, наиболее распространенный вариант 3-х уровневой системы имеет схему, которая показана на рис. 6. Функции управления здесь распределенные по уровням. Первый уровень состоит из систем, которые непосредственно управляют ТП. Второй уровень образует две подсистемы расчета и оперативного корректирования режимов технологических операций. Третий уровень обобщает всю информацию и решает задачу расчета и управления для процесса в целом. Учитывая специфику управления технологическими процессами производства комбикормов в условиях хозяйств, функционирование таких систем организуется преимущественно на двух уровнях, как это показано на рис. 7. На первом уровне управление процессом осуществляется с помощью микропроцессорной системы, программирование которой осуществляется с помощью программатора, а на втором уровне установлена ЭВМ, с которой связан оператор.

Схема электрическая принципиальная программатора представлена на рис. 8, а процессора – на рис. 9. Общий вид двухуровневой системы управления приведен на рис. 10. Программатор (рис.8) состоит из периферийного устройства сопряжения, соединяющего интерфейс р1 CENTRONIC с внутренней шиной программатора мультиплексорного типа для адресации шины, регистром сдвига и буфером шины данных. Ключи коммутации, выполненные на базе транзисторов VT1, VT2, VT7 –VT9, VT12, VT13 для режима программирования передают напряжение, установленное для каждого режима программирования. Блок логики для коммутации различных напряжений при программировании построен на базе транзисторов VT3, VT5, VT10,

VT11, VT14 и ряда логических элементов DDI. Преобразователь напряжений для различных режимов программирования имеет трансформатор гальванической развязки TR1 и блок схем эталонных напряжений, выполненных на транзисторах VT19 и VT20 и стабилитронах VD19 и VD20.

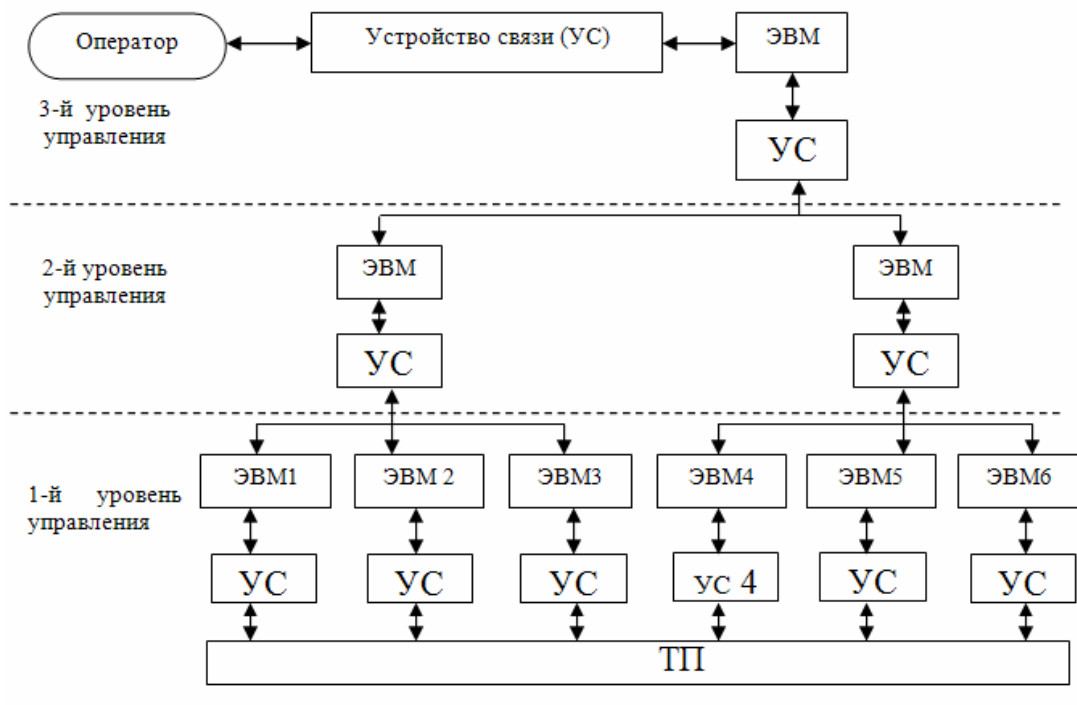


Рис. 6. Многоуровневая иерархическая система.

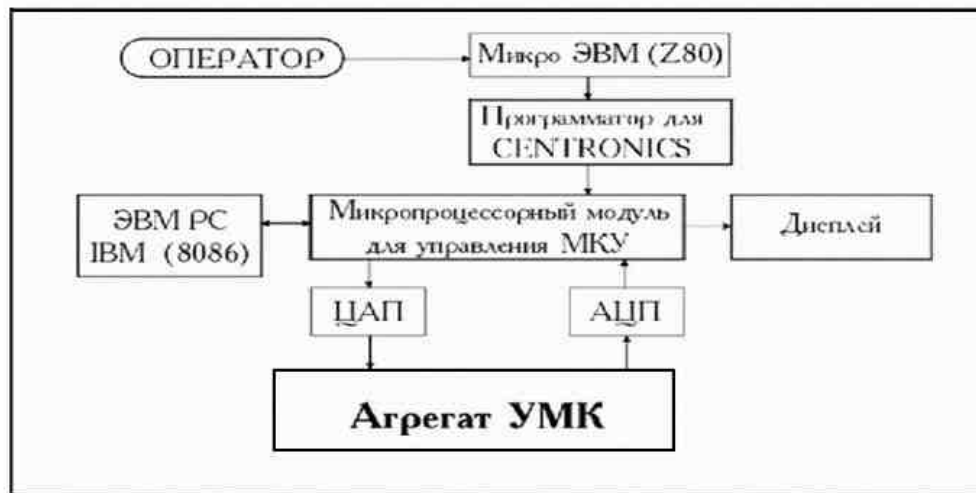


Рис. 7. Схема структурно-функциональная многоуровневой системы.

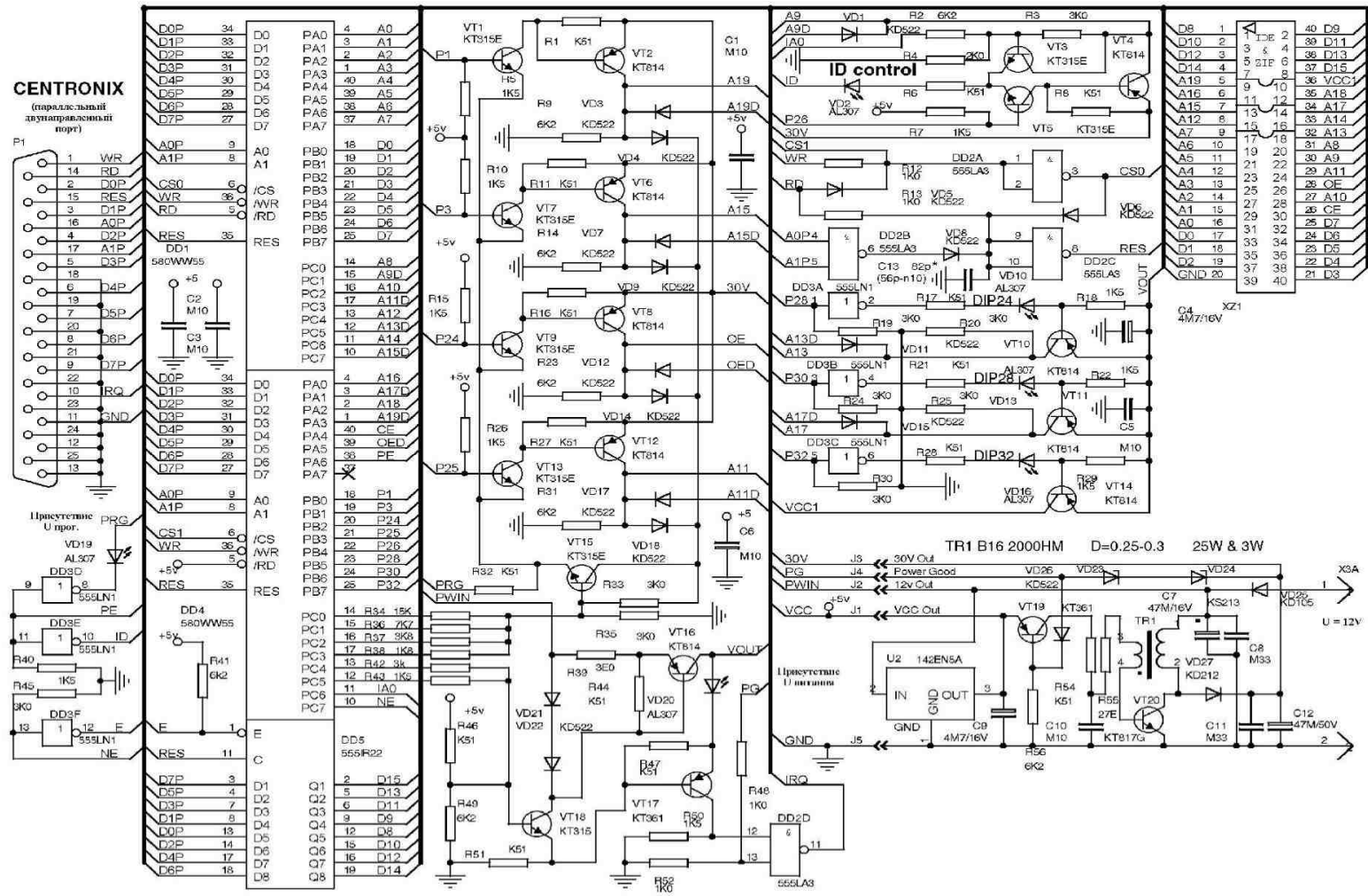


Рис. 8. Схема электрическая принципиальная программатора.

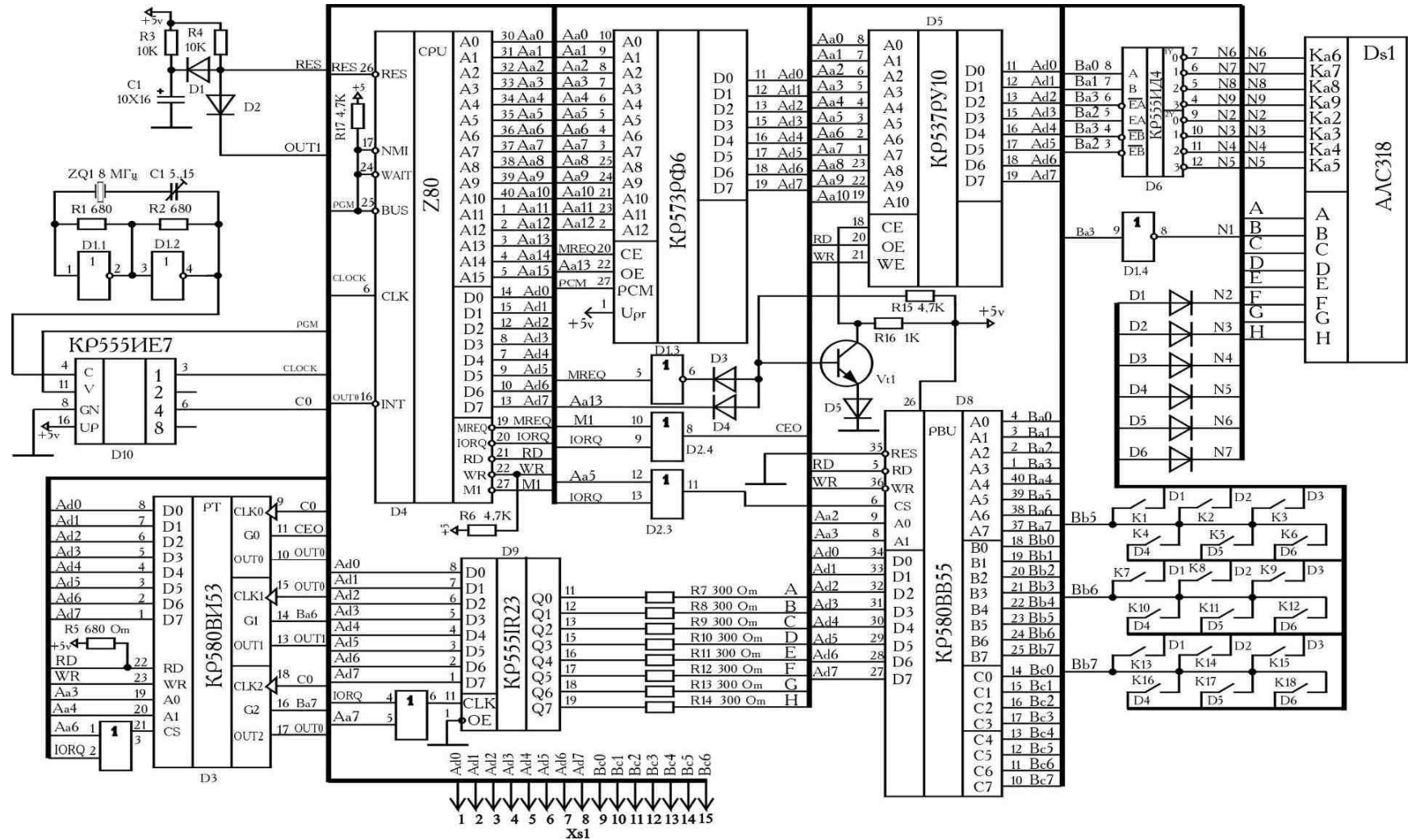


Рис. 9. Схема электрическая принципиальная микропроцессорного модуля.

Процессор (рис.9) включает генератор частот ZQ1 (задающий генератор) с изменяемой емкостью конденсатора С1 и мостовой схемой на базе резисторов R1, R2 и логических элементов D1.1, D1.2, через делитель частоты (микросхема КР555ИЕ7) соединен с процессором D4 (Z80), исполняющим программу, беря команды из ПЗУ с исполняемой программой на базе микросхемы КР573РФ6. Таймер D3 (микросхема КР5551R23), через буфер шины данных D9 (на основе микросхемы КР555R23), соединен с ОЗУ D5 (микросхема КР537РУ10), куда закладывается текущее рабочее состояние процессора, регистры и т.д. Элемент D4 параллельного порта (микросхема КР580ВВ55) обеспечивает связь внутренней шины устройства и периферии. Клавиатура, подключенная к шинам ВВ5- ВВ7. Дисплей отображения информации DS1 выполнен на базе элемента АЛС318.

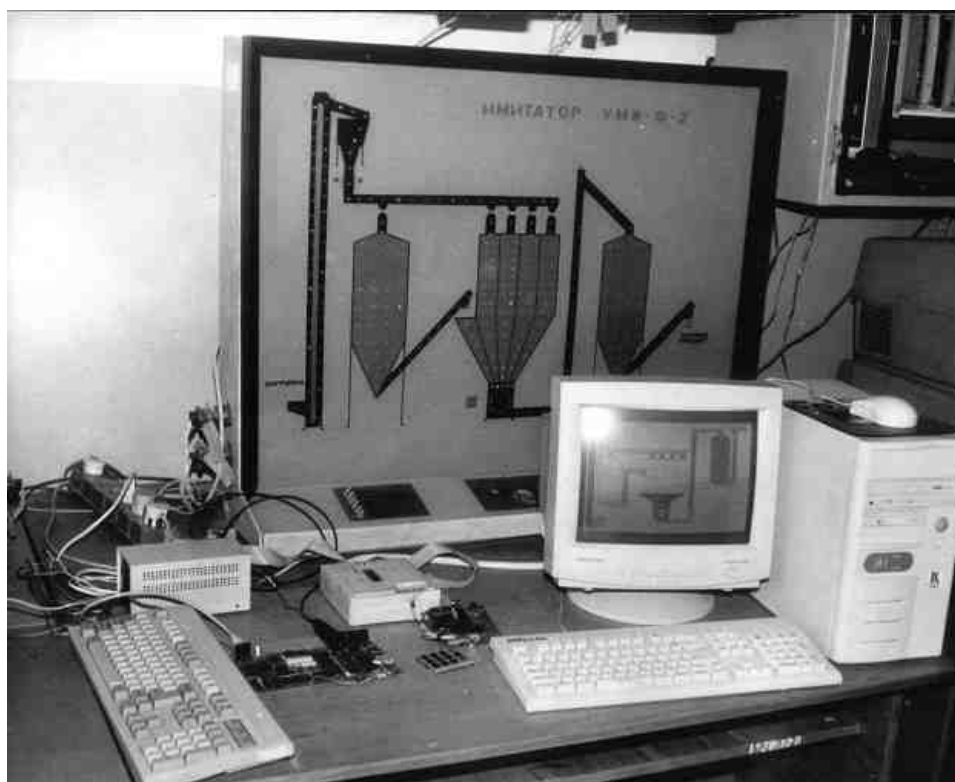


Рис. 10. Двухуровневая система управления электротехнологическим комплексом производства комбикормов в АПК.

Система управления (рис.10) состоит из двух уровней, на первом из которых установлены микропроцессорные устройства, осуществляющие непосредственную обработку данных и управление отдельными операциями электротехнологического комплекса. Второй уровень предполагает наличие головной ЭВИ, синтезирующей управ-

ляющие воздействия и передающей их на первый уровень в виде заданий, а также осуществляющей связь с оператором.

Экспериментальные исследования были направлены на сравнение качественных параметров комбикормов, полученных для трех режимов функционирования линии, а именно:

- нестабилизированного;
- стабилизированного;

Для указанных режимов были выполнены измерения однородности смешивания комбикорма, что показано в табл. 1.

Таблица 1 -

Значения однородности смешивания комбикорма

№ П/п	Режим работы объекта			
	Нестабилизированный		Стабилизированный	
	Выборка 1н	Выборка 2н	Выборка 1с	Выборка 2с
1	74	72	82	79
2	68	74	79	78
3	72	69	84	82
4	71	71	80	84
5	69	66	77	83
6	62	69	79	78
7	59	71	82	79
8	74	63	76	80
9	68	72	78	78
10	69	76	84	80
11	62	70	85	82
12	71	66	80	81
13	76	65	77	76
14	75	69	79	79
15	71	64	82	82
16	66	71	81	83
17	69	73	82	82
18	70	68	78	80
19	72	70	77	78
20	74	75	82	81

Для данных выборок с использованием приложения EXCEL определены средние значения, дисперсии и стандарты (табл. 2).

Таблица 2 -

Результаты обработки числовых выборок

Параметр	Выборка 1н	Выборка 2н	Выборка 1с	Выборка 2с
Среднее	69,6	69,7	80,2	80,25
Дисперсия	20,67	12,85	6,90	4,51
Стандарт	4,55	3,59	2,63	2,12
Число серий	9	11	11	8

Для исследования вариантов работы данного объекта целесообразно применить современный метод экспресс-анализа случайных процессов [4-6], что разрешает определять соответствующие параметры систем по сравнительно малым выборкам. Тем не менее, необходимым условием применения данной методики является независимость измерений для каждой выборки и стационарность процесса [6].

Гипотезу о независимости измерений для стабилизированного режима проверяем по критерию серий [6], для чего буквой "п" и "м" обозначаем соответственно $X_{ni} \geq \bar{X}_n$ и $X_{ni} < \bar{X}_n$. В результате обработки числовых рядов получены значения числа серий для каждой выборки (табл. 2).

Принимая уровень значимости $\alpha = 0.05$, определяем [6] табличное значение интервала принятия гипотезы $r_{1-\alpha/2}$, и $r_{\alpha/2}$:

Где $k=n/2$ (n -число значений, которые наблюдаются).

Подстановкой численных данных находим:

$$R_{10; 0.975} = 7;$$

$$R_{10; 0.25} = 21.$$

Так как значение $r_1=9, 11, 11, 8$ входит в интервал между 7 и 21, то вышеприведенные выборки следует считать независимыми.

Стационарность процесса определяется по критерию Вилкоксона [6]. Для этого формируем из каждых двух выборок, принадлежащих соответственно нестабилизированному и стабилизированному режимам общие числовые ряды. Затем ранжируем столбцы с данными, присваивая каждой строке соответствующий ранг. Следующим шагом является выделение и суммирование рангов X и Z , а также общих рангов объединенных столбцов, откуда видно, что для нашего варианта [5] сумма рангов для каждого объединенного ряда составила 820, а для значений X и Z соответственно 415,5 и 407. А поскольку по критерию Вилкоксона отношение суммы рангов каждой из выделенных последовательностей чисел к сумме рангов соответствующего объединенного ряда должно удовлетворять условию [6]

$$\frac{2}{3} \geq \frac{\sum r_x}{\sum r} \geq \frac{1}{3},$$

то вычислив эти отношения для рассмотренных выше выборок:

$$415,5/820=0,507 \quad \text{и} \quad 407/820=0,496,$$

делаем вывод о подтверждении гипотезы стационарности процесса.

Далее определяем коэффициент эффективности функционирования системы, для чего применяем энтропийный анализ [5]. А так как контролируемый параметр (степень однородности комбикорма) является случайной функцией времени, то его энтропия, которая в теории информации есть мерой неопределенности состояния системы, запишется в виде

$$H(x)_i = \ln(S_x \sqrt{2\pi e}),$$

где s_x - среднеквадратичное отклонение.

С учетом численных значений стандартов s_x получим:

$$H(x)_n = 2,93; \quad H(x)_c = 2,28.$$

А разность энтропий определяет количество информации [5]

$$I(x) = H(x)_n - H(x)_c,$$

где $H(x)_n$ и $H(x)_c$ энтропия соответствующих режимов.

В идеальном случае можно было бы принять $H(x)_c = 0$, что возможно лишь теоретически, а максимальное количество информации в этом случае равнялось бы энтропии для нестабилизированного режима

$$I(x) = H(x)_n.$$

Однако на практике, в частности для нашего случая, $H(x)_c \neq 0$, т.к. Здесь имеют место некомпенсированные возмущения, вызванные свойствами комбикорма как сыпучей среды, которая в совокупности характеризуется энтропией $H(x)_t$, которая составила

$$H(x)_t = 1,2.$$

Тогда максимальное количество информации определится как

$$I(x)_{\max} = H(x)_n - H(x)_t.$$

В свою очередь

$$\eta = \frac{H(x)_n - H(x)_c}{H(x)_n - H(x)_t}.$$

Подставив в предыдущую формулу численные значения соответствующих параметров, получим

$$\eta = \frac{2.93 - 2.28}{2.72 - 1.2} = 0,38.$$

Полученный результат согласуется с допустимыми значениями для данного класса систем [6].

По вышеприведенной методике были также исследованы показатели эффективности системы стабилизации по параметрам, приведенным в табл. 3, причем для тока нагрузки двигателя дробилки и потребления электроэнергии рассчитан коэффициент эффективности функционирования, а изменения потерь исходных компонентов и выхода готовой продукции определены в процентах.

Таблица 3 -

Показатели эффективности системы стабилизации

Параметр	Изменение	Эффективности функционирования
Ток нагрузки двигателя дробилки	Снижение	0,51
Потребление электроэнергии	Снижение	0,42
Потери исходных компонентов, %	Снижение	10
Выход продукции, %	Повышение	8

Вывод. Таким образом, можно заключить, что представленные в статье схемные решения систем управления позволяют обеспечить работу электротехнологических комплексов по производству комбикормов в АПК для всего спектра режимов функционирования в зависимости от распределения функций между оператором и ЭВМ, а также обосновать техническую эффективность принятых решений.

Литература.

1. Автоматизированное управление на комбикормовых предприятиях [Тимашин М.Л., Лугинин А.И., Маноха И.Е., Чоботов В.П.] – м.: колос, 1984. – 239 с
2. Діордієв В.Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК: навчальний посібник/ В.Т. Діордієв. – Сімферополь: Доля, 2004. – 138 с.
3. Погорілий Л. Малогабаритні комбікормові агрегати за рубежом / Л. Погорілий, В. Ясенецький // техніка АПК, - 1997.- №4. - С. 6-7.

4. *Діордієв В.Т.* ідентифікація режиму роботи елементів технологічних комплексів виробництва комбікормів [електронний ресурс] / *В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'юв* // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2011. – Вип. 1, Т. 1. - Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nvtdau/2011_1/
5. *Диордиев В.Т.* теоретические основы оптимизации энергоэкономических процессов производства комбикормов/ *В.Т. Диордиев* // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* - Мелітополь, 2008. - Вип. 8, Т. 6.- С. 209 – 213.
6. *Жовинский А.Н.* инженерный экспресс-анализ случайных процессов/ *А.Н. Жовинский, В.Н. Жовинский* – М.: Энергия, 1978. – 112 с.

СХЕМНІ РІШЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В АПК

Діордієв В.Т.

Анотація – в статті розглянуті схемні рішення та дослідження систем управління для різних режимів функціонування автоматизованих електротехнологічних комплексів виробництва комбікормів в АПК.

THE SCHEMATIC DESIGN AND INVESTIGATIONS FOR CONTROL SYSTEM OF AGRICULTURAL PURPOSE FEED-MIX PRODUCTION AUTOMATED ELECTROTECHNOLOGICAL COMPLEX

V. Diordiev

Summary

The schematic design and investigations for control system of agricultural purpose feed-mix production automated electro-technological complex in various functional regimes are under consideration in the article.