

УДК 631.363-52

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВОМ

Диордиев В.Т., к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. (0619) 42-57-97

**Аннотация** – в статье исследованы основные факторы, формирующие качественные параметры функционирования автоматизированного энерготехнологического комплекса на базе малогабаритной комбикормовой установки.

**Ключевые слова** – адаптируемость, управляемость, наблюдаемость, демпфируемые элементы.

*Постановка проблемы.* Для оптимизации управления автоматизированным комплексом производства комбикормов целесообразно провести исследование основных факторов системотехнического и программно-целевого характера и их вариаций. Поскольку основной целью исследования этих свойств является выявления оптимальных режимов управления, то обычно определяется их полный перечень с последующим математическим их ранжированием.

*Анализ последних исследований.* Автоматизированные системы являются оптимально управляемыми, если они сохраняют управляемость при различных условиях, накладываемых на законы управления с учетом вариации внешних детерминированных и стохастических возмущений и конструктивных параметров системы [2, 3].

*Формулирование цели статьи.* Целью данной статьи является необходимость доказательства оптимальности управления процессами кормопроизводства по порядку обобщенного принципа невязки на ограниченном диапазоне изменения параметров системы.

*Основная часть.* Основной системной особенностью каждой подсистемы и системы является наличие количественных и качественных показателей и параметров, не являющихся суммой качеств составляющих ее элементов, где элементы обладают системо- и схематической самостоятельностью.

Познавательные-конструктивные принципы системного подхода к решению оптимизационных задач управления сводятся:

а) к фиксации недостаточности эффективности ранее принятых решений и технических образований для постановки и расширения новых задач;

б) к построению новых структурных образований при задании структурных и топологических характеристик на основе законов и моделей, способствующих формированию конструктивных методологических подходов к решению новых задач повышения эффективности производства. Такими задачами на современном этапе развития науки и практики разработки создания сложных автоматизированных и компьютеризированных систем управления кормопроизводством являются:

а) макропроектирование (внешнее проектирование), в процессе которого решаются функционально-структурные вопросы системы в целом;

б) микропроектирование, связанное с разработкой структуры подсистемы и элементов.

На основе указанных факторов строится дерево целей (рис.1), определяющее конечные и промежуточные цели и их соподчиненность.

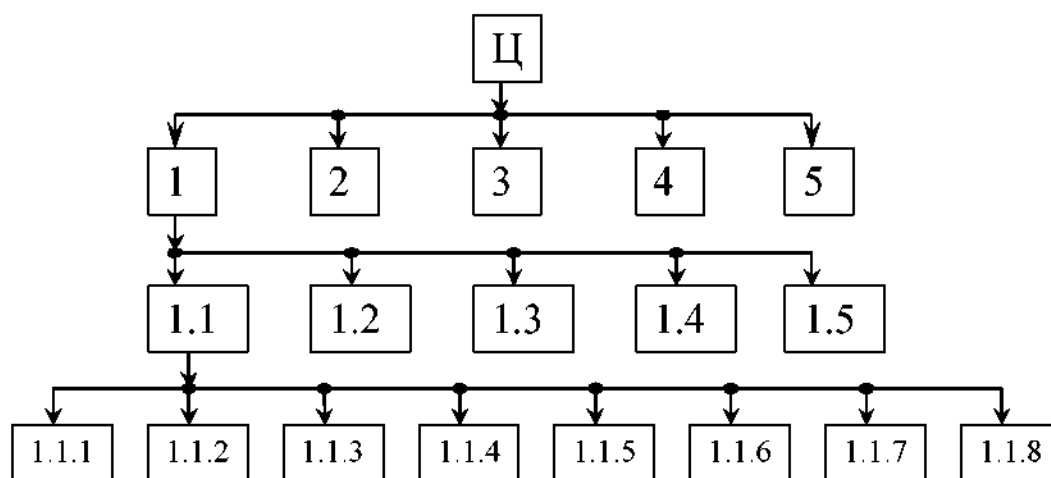


Рис. 1. Дерево целей предприятия кормоприготовления.

На рис. 1:

Ц - генеральная цель предприятия по производству комбикормов, призванного удовлетворять потребности хозяйства в комбикормах;

1 - производственная цель: выпуск продукции кормопроизводства в соответствии с заказами в установленные сроки;

2 - научно-техническая цель: использовать достижения современной компьютерной техники управления в производство в рыночных условиях;

3 - социальная цель: планомерное интенсивное и пропорциональное развитие коллектива хозяйств АПК;

4 – экономическая цель: обеспечить максимальную эффективность производства [1];

5 – цель развития: пропорциональное и эффективное развитие животноводческого потенциала хозяйства.

Производственная цель конкретизируется подцелями локального уровня:

1.1 обеспечение рациональной организации производственного процесса при экономии материальных, энергетических и финансовых ресурсов;

1.2 организация необходимого потенциала эксплуатационного обслуживания;

1.3 обеспечение высокого качества продукции;

1.4 совершенствование управления производством;

1.5 обеспечение выполнения экологических требований.

Подцель 1.1 конкретизируется на более детальные:

1.1.1 организация научно-технической и материально-технической поддержки производства;

1.1.2 выполнение нормативных технологических документов по реализации высоких энерго-экономических показателей протекания технологических процессов кормоприготовления;

1.1.3 обеспечение оптимальной и энерго-эффективной загрузки технологических машин и агрегатов;

1.1.4 организация эффективной маркетинговой и дилерской деятельности;

1.1.5 выявление и использование производственных, энергетических и финансовых ресурсов производства и др. подцели (факторы).

В подцелях 1.1.6-1.1.8 должны быть учтены также системные задачи управления оптимизированными технологическими процессами и производством: принятие решений по оптимальному распределению ресурсов, выбор оптимальных запросов, разработка решений по вопросам модернизации и замены оборудования, согласования алгоритмов работы технологических переделов (процессов), принятие решений в конфликтных ситуациях, задачи прогнозирования и перспективного планирования (рис. 2).

При реализации этих факторов должны быть реализованы их основные свойства: соподчиненность, развертываемость и относительная важность принятых к анализу критериев полезности и энерго-экономической эффективности). Условия корректности постановки математической задачи разрешается на основе постулата Адамара [3] применительно к операторному уравнению вида

$$[A]\vec{z} - [B]\vec{u} + [A:B]^T \vec{z} \times \vec{u} \neq 0, \quad \vec{z} \in \vec{Z}; \quad \vec{u} \in \vec{U}, \quad (1)$$

где  $\vec{z}$ ,  $\vec{u}$  - векторы переменных и управления соответственно.



Рис. 2. Системная модель принятия решения.

Задача (1) будет корректно поставленной в случае выполнения условий:

а) уравнение (1) разрешимо для любого  $u \in U$  единственным образом;

б) решение уравнения (1) устойчиво относительно возмущения правой части уравнения, т.е. оператор  $[A]^{-1}$  (обратная матрица) (определенный на всем  $\vec{U}$ ) является непрерывным.

В рассматриваемом случае элемент, минимизирующий невязку  $p([A]z, u_\delta)$ , будет являться квазирешением уравнения (1)

$$p([A]z_\delta, u_\delta) = \inf_{z \in M} p([A]z, u_\delta). \quad (2)$$

Реализация решения (2) для некорректной задачи проводится для рассматриваемого случая, когда из множества указанных параметров выделяется (фиксируется) некая группа параметров, вариации

которых в соответствии с [3] являются монотонными и выпуклыми, где общая схема построения регуляризирующего алгоритма базируется на основе сглаживающего функционала линеаризованной (без учета элемента  $[A: B]^T \vec{z} \times \vec{u}$ ) системы следующего вида

$$M^\alpha [Z] = \| [A]z - u_\delta \|^2_u + \alpha \| z \|^2_z,$$

где параметр  $\alpha$  определенным образом согласовывается с погрешностью задания входной информации, то есть следует положить  $\alpha = \alpha(\delta)$  и в этом случае  $Z_\delta^{\alpha(\delta)} \xrightarrow{z} \bar{Z}$  при  $\delta \rightarrow 0+0$ , если решение  $[A]z = \bar{u}$ ;  $\bar{u} = [A]^{-1} \bar{z}$  единственно. В противном случае последовательность экстремалей  $Z_\delta^{\alpha(\delta)} \rightarrow \bar{Z}$  сходится в  $\bar{z}$  к решению с минимальной нормой.

Если в (1)  $[A]$  задан с ошибкой, т.е. вместо  $[A]$  известно семейство таких аппроксимирующих операторов  $[A_\delta]$ , что

$$\sup_{Z \neq 0} \frac{\| [A]_z - [A_\delta]_z \|}{\| Z \|_z} \leq h; \quad h \geq 0, \quad (3)$$

где  $[A_\delta]$  может быть принято как  $[A_h]$ , характеризуемый вектором  $\vec{h} = (\delta, h)$ . Тогда за приближенное решение может быть взят элемент  $Z_h^\alpha$ , на котором достигается минимум функционала

$$M^\alpha [Z] = \| [A_h]Z - u_\delta \|^2_u + \alpha \| Z \|^2_z, \quad (4)$$

если параметр  $\alpha$  в функциональном отношении математически согласован с погрешностью задания информации  $\delta, h$ , то есть модель (4) решения некорректной задачи (1) пригодна для решения линейных задач. Используя указанное обстоятельство как конструкцию компактного вложения [3] представляется возможным перенести эту методику на случай явнонелинейной задачи.

Ниже рассматривается алгоритм разрешения задачи (1) при условии, что априорная информация не обладает свойством достаточности для выделения компактного множества корректности (не учитываются физиобиологические параметры технологического процесса, являющегося директивным)

В этом случае следует ввести сглаживающий функционал и уравнение (4) примет вид

$$M^\alpha [Z] = \| [A_h]Z - u_\delta \|^2 + \alpha \| Z \|^2, \quad (5)$$

где  $\alpha > 0$  - параметр регуляции. Для (5) рассматривается экстремальная задача

$$\inf_{Z \in D} M^\alpha [Z] \rightarrow \text{extr}, \quad (6)$$

для которой

$$\left( (M^\alpha [Z_h^\alpha]); Z - Z_h^\alpha \right) \geq 0, \quad \forall Z \in D \quad (7)$$

Если  $Z_h^\alpha$  - внутренняя точка  $\{D\}$  (или  $D = Z$ ), то (7) примет вид  $(M^\alpha [Z_h^\alpha]) = 0$  или

$$[A_h][A_\eta]Z_h^\alpha + \alpha Z_h^\alpha = [A_h]u_\delta, \quad (8)$$

т.е. вместо минимизации функционала  $M^\alpha [Z]$  достаточно решить уравнение Эйлера (8). Данное обстоятельство позволяет проводить построение регуляризирующего алгоритма на основе экстремальной задачи (7) для функционала  $M^\alpha [Z]$  при условии построения такой функции  $\alpha = \alpha(h)$ , что  $Z_h^{\alpha(b)} \rightarrow \bar{Z}$  при  $\eta \rightarrow 0$ , то есть при условии согласования параметра регуляризации  $\alpha$  с погрешностью задания исходной информации  $\eta$ . Здесь  $\bar{z}, \bar{u}$  - множество векторов управления, тогда  $\{D\}$  - множество ограничений (директивных факторов энергоэкономического характера) при учете которых проводится построение модели сглаживающего функционала. Множество  $\{D\} \in Z$  является таким, что  $O \in D$  или  $D = Z$ , а параметры  $[A], [A_h]$  - линейные ограничения из  $Z$  в  $U$ , при этом  $\|[A] - [A_h]\| \leq h, h \geq 0$ .

Мера несовместности (1) с приближенными данными на  $D \in Z$  будет определяться как

$$M_\eta(u_\delta, [A_h]) = \inf_{Z \in D} \|[A_h]Z - u_\delta\|. \quad (9)$$

Для определения меры несовместности в соответствии с рекомендациями [3] в рассмотрение вводится обобщенная невязка

$$\rho_\eta^k(\alpha) = \left( \|[A_h]Z_h^\alpha - u_\delta\|^2 - (\delta + h) \cdot \|Z_h^\alpha\| \right)^2 - \left( \mu_\eta^k(u_\delta, [A_h]) \right)^2, \quad (10)$$

условием реализации которой является условие  $\|u_\delta\| > \delta$ . Поэтому условием решения (10) с учетом (9) будет:

$(\mu_\eta(u_\delta, [A_h]))^2 \leq \| [A_h] Z_\eta^{\alpha_n} - u_\delta \|^2 + \alpha_n \| Z_\eta^{\alpha_n} \|^2 \rightarrow (\mu_\eta(u_\delta, [A_h]))^2$ , или при  $n \rightarrow \infty$  имеем

$$\| [A_h] Z_\eta - u_\delta \| = \inf \| [A_h] Z - u_\delta \| = \mu_\eta(u_\delta, [A_h]), \quad (11)$$

т.е.  $Z_\eta$  - экстремаль функционала  $M^0[Z]$  при  $\alpha = 0$  ( $Z_\eta$  - квазирешение задачи (1) с приближенными данными), удовлетворяющая неравенству  $\| Z_\eta \| \leq \| \bar{Z} \|$ , а величина  $Z_\eta^{\alpha_n}$  - последовательность, минимизирующий функционал  $\| [A_h] Z - u_\delta \|$  на  $\{D\}$ , то есть функция  $\| Z_\eta^\alpha \|$  монотонно не возрастает по показателю  $\alpha$  и ограничена сверху  $\| \bar{Z} \|$ , поэтому

$$\lim \| Z_\eta^\alpha \| = \alpha \geq \| Z_\eta \|, \quad (12)$$

где предел  $[Z_\eta^\alpha]$  является экстремалью функционала  $M^0[Z]$  с минимальной нормой.

При  $\bar{Z}_\eta$  величина  $\| [A_h] \bar{Z}_\eta - u_\delta \|^2 = \mu_\eta(u_\delta, [A_h])^2 \leq \| [A_h] Z_\eta^{\alpha_n} - u_\delta \|^2$  и (9) примет вид

$$\| [A_h] Z_\eta - u_\delta \|^2 + \alpha_n \| Z_\eta^{\alpha_n} \|^2 \leq \| [A_h] \bar{Z}_\eta - u_\delta \|^2 + \alpha_n \| \bar{Z}_\eta \|^2, \quad (13)$$

откуда  $\| Z_\eta^{\alpha_n} \| \leq \| \bar{Z}_\eta \|$ , а значит

$$\| Z_\eta \| = \lim_{n \rightarrow \infty} \| Z_\eta^{\alpha_n} \| \leq \lim \| Z_\eta^{\alpha_n} \| \leq \| \bar{Z}_\eta \|, \quad (14)$$

т.е., если  $Z_\eta$  - экстремаль функционала  $M^0[Z]$ , то  $\| Z_\eta \| \leq \| \bar{Z}_\eta \|$ , здесь устанавливается факт, что решение этой задачи существует и единственно.

Если  $\lim_{\alpha \rightarrow 0+0} Z_\eta^\alpha = Z_\eta$  - ( $Z_\eta$  - нормальное квазирешение уравнения  $[A_h] Z = u_\delta$ ), то при  $\eta \rightarrow 0$ , имеем

$$\| [A_\eta] Z_\eta - u_\delta \| \leq \| [A_h] Z_\eta - [A_\eta] Z_\eta + [A_h] Z_h - u_\delta - \bar{u}_\delta - \bar{u} \| \leq h \| Z_\eta \| + \mu_\eta(u_\delta, [A_h]) + \delta \rightarrow 0, \quad (15)$$

*Выводы.* Доказана оптимальность по порядку обобщенного принципа невязки на ограниченном диапазоне изменения параметров системы, являющемся образом шара рефлексивного пространства при вполне непрерывном отображении потока информации. Предложенный подход к решению линейных задач с приближенно заданным оператором

ром удовлетворяет факту обобщения МНК Лежандра и Гаусса на неустойчивый относительно возмущений оператор конструктивных параметров (матрицы системы линейных алгебраических уравнений).

#### Литература

1. Нормативно – правовые аспекты обеспечения режимов потребления электрической и тепловой энергии в современных условиях хозяйствования / Информационный бюллетень. – Запорожье : Госинспекция энергонадзора в Запорожской области, 2004. – 112 с.

2. Диордиев В.Т. Системо- и схемотехническая база реализации многокритериальной системы прямого цифрового регулирования параметров технологических процессов производства комбикормов в условиях хозяйств / В.Т. Диордиев, И.Д. Труфанов, А.А. Кашкарев // Технічна електродинаміка. Проблеми сучасної електротехніки. – К. : 2008. – Ч.5. – С. 102-108.

3. Диордиев В.Т. Системотехнология математических методов синтеза параметров адаптивной системы управления процессом производства комбикормов / В.Т. Диордиев, И.Д. Труфанов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь : ТДАТУ, 2008. – Вип 8, т.5. – С. 3-25.

### **ОСНОВНІ ФАКТОРИ СИСТЕМОТЕХНІЧНОГО І ПРОГРАМНО-ЦІЛЬОВОГО ПОДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ КОРМОВИРОБНИЦТВОМ**

Диордиев В.Т.

*Анотація* – в статті досліджені основні фактори, що формують якісні функціонування автоматизованого енерготехнологічного комплексу на базі малогабаритної комбикормової установки

### **MAJOR FACTORS OF SYSTEMATIC AND PROGRAM-TARGET APPROACHES TO THE OPTIMUM CONTROL ORGANIZATION OF FORMULA FEED MANUFACTURE**

V. Diordijev

#### *Summary*

Major factors forming qualitative parameters of functioning of the automated technological complex on the basis of small-sized mixed fodder installation are considered.