

УДК 636.085.55:658

**Е.М. АЗАРЯН,**

*доктор экономических наук, профессор  
Донецкого национального университета  
экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского*

**А.Ю. БЕЛЕНЬКИЙ,**

*кандидат экономических наук, доцент, докторант  
Донецкого национального университета  
экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского*

---

## ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В КОМБИКОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Рассматриваются вопросы организации управления комбикормовой промышленностью в экстремальных условиях. Разработана модель системы экстремального управления, позволяющей избежать информационно-психологической перегрузки управленческого персонала.*

*Ключевые слова: экстремальное управление, комбикормовая промышленность, модель, информационно-психологическая нагрузка, информационные колебания, квазистатистические характеристики, управленческий персонал.*

**Актуальность исследования.** Экстремальное управление является не таким уж редким явлением. Любое принятие решений в необычных условиях можно отнести к этой области. Особенно актуальны подобные решения при нестабильном развитии экономики, кризисных явлениях. Высокие затраты на принятие подобных решений делают актуальной стратегию управления, ориентированную на сбережение времени и средств в таких условиях. Вместе с тем принятие решений в экстремальной ситуации может оказаться «узким местом» всей системы управления производством комбикормов. В этих случаях целесообразен переход от стратегии локального уменьшения затрат ресурсов на принятие решений к стратегии максимизации их эффективности, что в таких случаях обычно соответствует критерию общей минимизации затрат на процесс управления. Конкретные значения ресурсосбережения во многом будут зависеть от набора функций управления, реализуемых системой экстремального управления (СЭУ) производством комбикормов.

**Опыт разработок.** Разработке систем управления в экстремальных условиях, самонастраивающимся системам уделялось много внимания, но в большей степени это касалось технических систем. Тем не менее, имеющиеся разработки, при внимательном рассмотрении, могут иметь существенное развитие и в области управления организационно-экономическими системами. Для проведения настоящих исследований наибольший интерес представили работы Д.А. Новикова, Дуга ДеКарло, В.А. Бесекерского, П.И. Чинаева, В.А. Бейнаровича, И.Ю. Тюкина, В.А. Терехова и др. [1–6]. Однако в системах организационно-экономического управления в комбикормовой промышленности есть свои особенности, которые до настоящего времени не были отражены в научной литературе.

**Цель статьи.** Исходя из вышесказанного, целью статьи является определение параметров разрабатываемой системы управления, позволяющей принимать решения в экстремальных условиях без информационно-психологической перегрузки ЛПР.

**Основные результаты.** Комбикормовая промышленность относится к отраслям обрабатывающей промышленности в основном с передельным характером производства. Концентрация в отрасли достаточно низка. В дальнейшем ситуация, очевидно, будет развиваться в следующих направлениях:

1. Вертикальная интеграция «вниз» крупных производителей, для обеспечения собственной надежной сырьевой базы и выигрыша на производственных издержках по сравнению с предприятиями-импортерами сырья;

2. Экспансия в другие регионы за счет покупки и получения контроля над местными производителями.

В таких условиях особенно важным является получение руководством оперативной, достоверной и систематизированной информации о деятельности предприятия. Необходимо не только вести учет деятельности предприятия в целом, но и оперативно определять наиболее рентабельные виды продукции, гибко управлять имеющимися финансовыми ресурсами, осуществлять непрерывное планирование и бюджетирование. Это особенно важно для предприятий, не входящих в холдинги, так как устойчивое финансовое положение позволяет в значительной степени застраховаться от враждебного поглощения и диктовать свои условия при слиянии.

В свою очередь, для территориально-распределенных холдинговых структур сложно переоценить значение быстрой и корректной консолидации процессов управления.

Комбикормовая промышленность развивается довольно динамично, и, несмотря на то, что до сих пор не достигнуты показатели производства комбикормов на Украине до 1990 г., тем не менее, с 2000 г. происходит стабильное увеличение производства. В 2010 г. объем производства комбикормов в Украине увеличился на 9,06% по сравнению с уровнем 2009 г. [1]. В денежном выражении объем производства увеличился на 17,7%. Динамика изменения производства комбикормов с 2000 г. показана на рис. 1.

Как видно из приведенной диаграммы, тенденции роста производства комбикормов с 2000 по 2010 гг. стабильны, и к 2012 году можно ожидать прироста производства около 20,5% по сравнению с 2010 г.

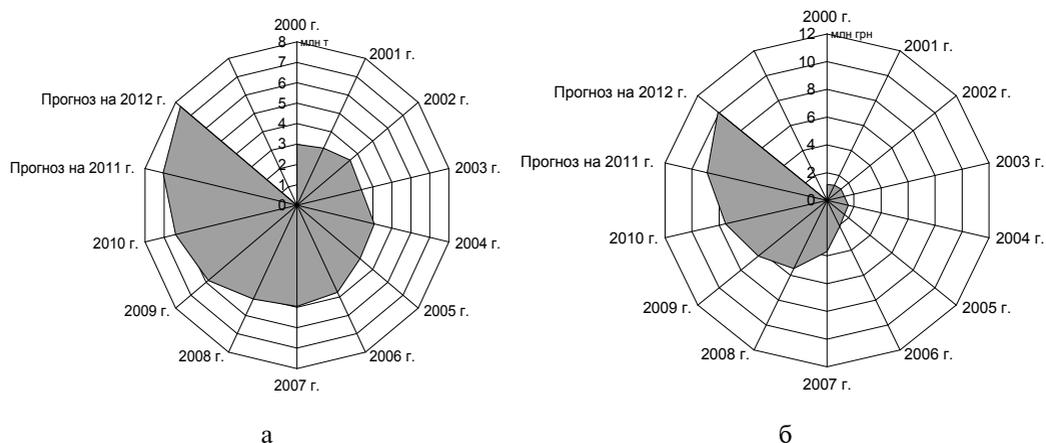


Рис. 1. Динамика изменения производства комбикормов с 2000 по 2010 гг. в натуральном (а) и в денежном выражении (б)

На Украине работает около 120 производителей комбикормов. Производственные мощности позволяют выпускать 12–15 млн т в год, однако они загружены только на 40–45%. Ведущими производителями комбикормов являются следующие предприятия: ОАО «Екатеринопольский элеватор» (42,3 тыс. т в месяц), ОАО «Мироновский завод по производстве круп и комбикормов» (34,2 тыс. т), ООО «Комплекс Агромарс» (22,7 тыс. т), ООО «Арго-овен» (9,8 тыс. т), а также ОАО «Диканьский межхозяйственный к-з» (9,6 тыс. т).

Десятке основных производителей комбикормов принадлежит 28% общего производства.

Значительная часть предприятий отрасли имеет собственные сбытовые структуры, являющиеся отдельными юридическими лицами, в связи с чем возникает проблема консолидации управленческого процесса. Особенно эти проблемы обостряются в период кризисных ситуаций, когда резкое изменение внешней среды, возникновение новых факторов, влияющих на деятельность предприятия или усиление ранее незначительных, требуют быстрого принятия решений.

Кроме того, поскольку комбикормовая промышленность тесно связана с животноводством, те потрясения, которые участились в последнее время в связи с возникновением различных эпидемиологических заболеваний, биологического и химического заражения, сказываются и на деятельности предприятий комбикормовой промышленности.

С другой стороны, поступление некачественного сырья может также привести к форс-мажорным обстоятельствам, аналогичным недавним скандальным событиям в Германии, когда была приостановлена работа почти 5 тыс. немецких фермерских хозяйств. Зараженными оказались свинина, а ранее – куриное мясо и яйца. В комбикорме был обнаружен сильнейший яд – диоксин. Специалисты немецкой организации Foodwatch пришли к выводу, что диоксин, обнаруженный в комбикорме, который использовался на немецких птицефермах, содержался в пестицидах – средствах химической защиты растений от различных вредителей.

Исходя из вышесказанного, следует, что комбикормовая промышленность по роду своей деятельности постоянно находится в экстремальных условиях.

Предприятия комбикормовой промышленности являются достаточно сложными объектами управления (ОУ). В управлении предприятиями руководство полагается только на свой опыт и знания, и часто волюнтаризм преобладает над здравым смыслом, не говоря уже о научно обоснованных решениях. В тоже время необходимость использования экономико-математических методов (ЭММ) и систем регулирования подачи информации для обеспечения оптимальной нагрузки ЛПР, особенно в экстремальных условиях, очень высока.

Разработка и реализация алгоритмов управления, обеспечивающих развитие производства в соответствии со сформулированными стратегиями, является задачей нетривиальной [2]. В настоящее время решали только локальные задачи, возникающие при управлении как предприятиями, так и всей комбикормовой промышленностью. Главные причины этого – неполнота моделей информационной нагрузки ЛПР в управлении комбикормовой промышленностью как ОУ. Последнее означает неполноту осознания разработчиками систем управления (и адекватного отражения в модели) тех проблем, понимание которых является необходимым условием создания эффективной системы управления [3].

На сегодняшний день ограничений на вычислительные ресурсы практически не существует, и могут быть реализованы алгоритмы управления любой сложности, а в математической модели отражены следующие весьма важные особенности управления комбикормовой промышленностью:

а) существенная неопределенность статических и динамических свойств управления по каналу «уровень поступающей информации ( $U$ ) – уровень на-

грузки управленческого персонала ( $I$ ), связанная с изменением информации, ее свойств, состоянием структурных составляющих органов управления и др.;

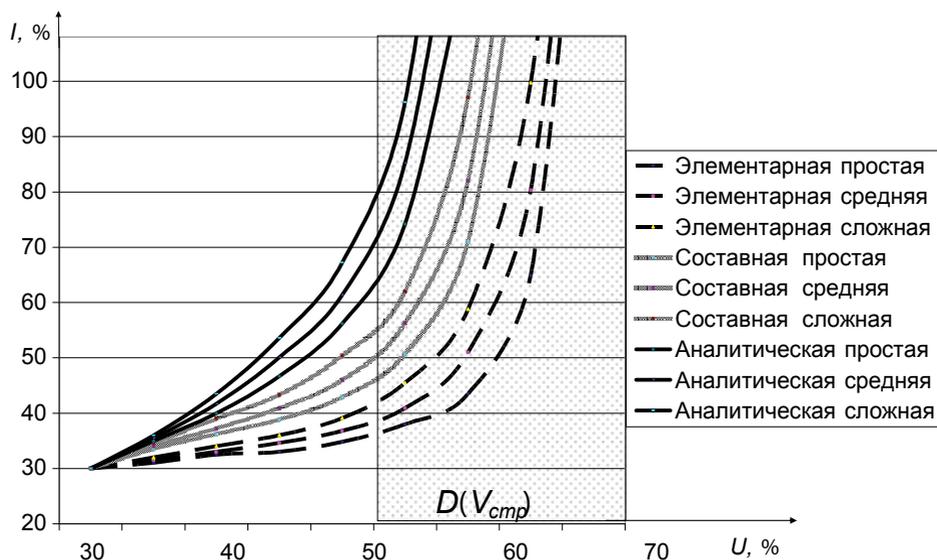
б) изменение принципиально важных свойств указанного выше канала, когда они, при некоторой загрузке ЛПР, перестают быть статическими («с самовыравниванием») и становятся астатическими («без самовыравнивания»). Момент изменения структуры априори неизвестен, и ему свойственна неопределенность той же природы, что и сформулированная в п. а) [4];

в) экстремум по удельным ресурсозатратам  $\mathcal{E}_{\text{уд}}(I)$ , идущим непосредственно на процесс принятия решения, дрейфует, как правило, в области рабочих значений нагрузки  $I$  управленческого персонала;

г) управленческий персонал и отдельно взятые ЛПР, как энтропийные объекты, являются динамически нелинейными, поэтому уровень установившегося нормального режима будет определяться не только средним значением их информационной нагрузки  $I$ , но и размахом его колебаний относительно  $\delta$  ( $\delta$  – условная величина, характеризующая степень перегрузки управленческого персонала).

Следует отметить, что особенность «а» достаточно давно рассматривается в различных трудах по системотехнике и эргономике, и с ее учетом были разработаны достаточно эффективные алгоритмы стабилизации нагрузки ЛПР, в том числе гарантирующие с наперед заданной вероятностью неперевышение установленного ограничения психологического восприятия. Особенности б, в, г выявлены в результате дополнительных, углубленных исследований процессов управления в комбикормовой промышленности и иллюстрируются рис. 3–5.

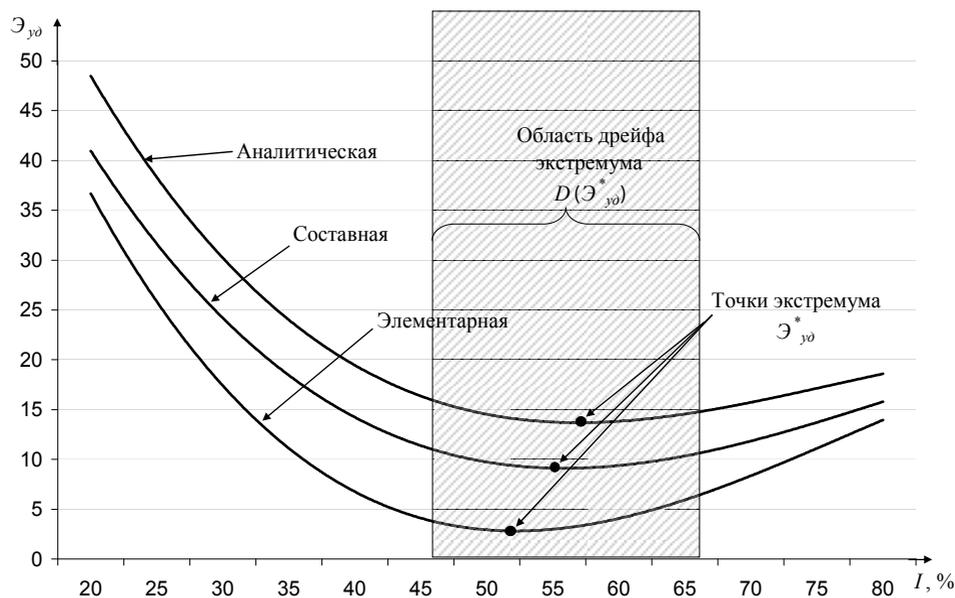
На рис. 2 представлены квазистатистические характеристики модели переработки информации с регулируемым поступлением входных данных при переработке различных информационных компонентов (квазистатистические, т. к. они строились с использованием имитационной математической модели подачи на ее вход весьма медленно изменяющегося воздействия  $U$ ).



**Рис. 2.** Квазистатистические характеристики модели переработки информации для разных видов информационных составляющих и различной степени подготовки управленческого персонала в комбикормовой промышленности (в области  $D(V_{\text{сmp}})$  статистические характеристики не существуют)

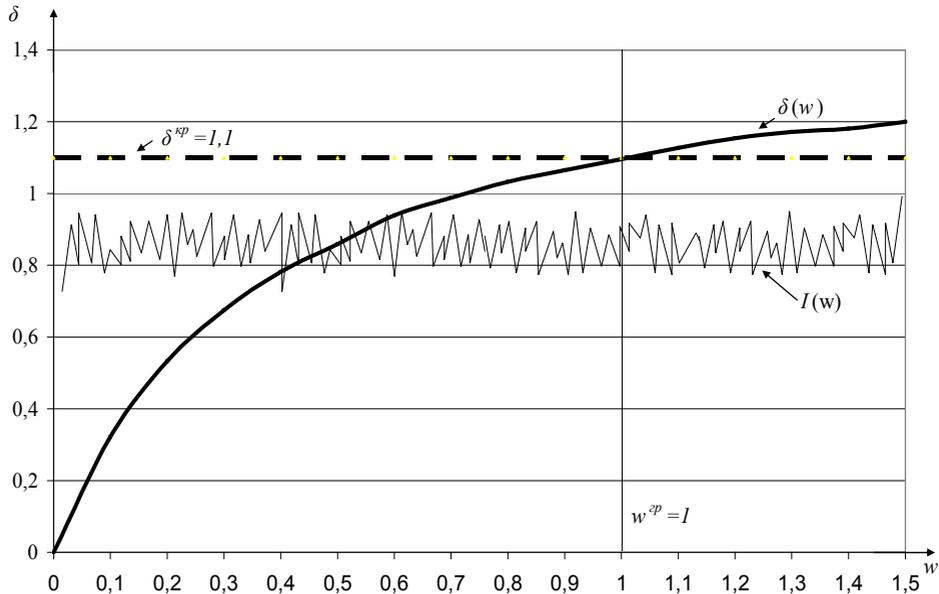
На рис. 2 значения  $U$  приводятся в процентах от пропускной способности канала. Характеристики существенно нелинейны. Кроме того, в области  $D(V_{cmp})$  изменения объема входной информации свойства управляющей системы по каналу управления становятся астатическими. Указать конкретно на каждой из характеристик точку качественного изменения этих свойств очень сложно, но, главное, в этом нет необходимости. В реальных условиях эксплуатации эти точки будут дрейфовать, поэтому область  $D(V_{cmp})$  можно рассматривать как приближенную оценку области изменения свойств канала управления в производственных условиях. Знать о возможных изменениях свойств управляющей системы весьма важно, т. к. в этих условиях принятые решения будут гораздо более далекими от оптимальности, чем в статическом случае. В частности при «ручном» управлении ЛПП всегда работают со значительной информационной недогрузкой, т. к., попав в область  $D(V_{cmp})$  при таком управлении, практически всегда возникает информационный «завал», сопровождающийся значительным «белым шумом» и принятием решений в авральном порядке на основе не всегда качественных данных.

Рис. 3 иллюстрирует изменения удельных ресурсозатрат  $\mathcal{E}_{yd}$  на переработку различных информационных компонентов (как и в предыдущем случае, они получены как квазистатистические характеристики при анализе процессов управления в комбикормовой промышленности). Из него следует, что  $\mathcal{E}_{yd}$  имеет экстремум (минимум)  $\mathcal{E}_{yd}^* = \mathcal{E}_{yd}(I^*)$ , положение которого будет зависеть не только от вида перерабатываемой информации, но и от многих других факторов. При этом в реальных условиях предполагаемая область дрейфа экстремума будет соответствовать  $D(\mathcal{E}_{yd}^*)$ . Она достаточно широкая, и очевидно, что решение задачи ресурсосбережения невозможно без алгоритмов поиска экстремума непосредственно в ходе процесса принятия решения.



**Рис. 3. Изменение удельных ресурсозатрат  $\mathcal{E}_{yd}$  на переработку различных информационных составляющих (ресурсозатраты приведены в условных единицах, интегрирующих трудозатраты, затраты компьютерного времени и другого оборудования, материальные и прочие затраты)**

Рис. 4 иллюстрирует процесс перегрузки ЛПР  $\delta(p)$  при его работе при средней информационной нагрузке  $\bar{I}$ . Это значение нагрузки поддерживается системой автоматической стабилизации нагрузки в экстремальных условиях [5, 6], т. е.:  $\bar{I} = I_{cm}$ . Поскольку система реализует принцип управления с обратной связью, то в окрестности  $I_{cm}$  существуют значительные колебания  $I(w)$  (ошибки регулирования, неуправляемые изменения сложности информации, индивидуальные особенности восприятия).



**Рис. 4. Перегрузка ЛПР при его работе в оптимальном режиме и колебаниях входной информационной нагрузки (моделирование при  $w > w^{*p}$  проведено для определения уровня установившегося процесса по  $\delta$ )**

В отсутствие колебаний, т. е. если бы внешняя информационная нагрузка ЛПР была бы равна оптимальному значению, т. е. если бы  $I(w) = \bar{I} = I_{cm} = I_{opt}$ , то режим работы ЛПР (за счет оптимальной информационно-психологической нагрузки) тоже был бы оптимальным —  $\delta(w) = \delta_{opt} = 1$ . Информационные колебания, как это видно из результатов моделирования, нарушают это соответствие.

В реальных условиях экстремального управления в комбикормовой промышленности конкретные значения характеристик колебаний  $I(w)$  априори неизвестны, а значение  $I_{cm}$  может изменяться вследствие поиска  $\mathcal{E}_{y\delta}^*$ . Таким образом, априори установить ограничения на значения нагрузки ЛПР, гарантируя при этом соблюдение ограничений на его психологическое восприятие, невозможно. Это означает, что задача соблюдения нормального режима работы ЛПР в комбикормовой промышленности, как и задача поиска ресурсосберегающего режима работы управленческого персонала, должна решаться непосредственно в ходе принятия решений [5, 7].

Анализ особенностей информационной нагрузки как ОУ, рассмотренных выше, показывает, что для эффективного управления процессом подачи информации ранее разработанных алгоритмов недостаточно. Помимо функции регулирования (стабилизации) нагрузки ЛПР (F1) во всем диапазоне условий ра-

боты управленческого персонала в комбикормовой промышленности, СЭУ дополнительно должна реализовать следующие функции:

1. Безусловной оптимизации режима работы управленческого персонала по ресурсопотреблению (F2), поиска такого текущего уровня его загрузки, при котором удельные ресурсозатраты  $\mathcal{E}_{уд}$  на процесс принятия решения в экстремальных условиях будут минимальными ( $I_{cm} = I^*$ ) и, одновременно, гарантированно соблюдался бы допустимый рабочий режим ЛПП ( $\delta < \delta^{sp}$ ).

2. Гарантирования соблюдения ограничений информационно-психологической нагрузки ЛПП (F3) расчета текущего максимально допустимого заданного значения нагрузки ЛПП (значения  $\delta_{33}$ ), при котором вероятность  $\hat{P}_{-s}(w, T)$  отсутствия срабатывания защиты от перегрузки на интервале времени  $T$  (отсутствия события  $s$ , т. е.  $-s$ ) не будет ниже ее заданного гарантированного значения  $\hat{P}_{-s}^c(\delta^{sp}, T)$ , и стабилизации  $\delta(w)$  на уровне  $\delta_{33}(w)$ .

3. Коммутации структуры СЭУ (F4), т. е. автоматического перехода из режима минимизации  $\mathcal{E}_{уд}$  в режим максимально достижимой производительности при стабилизации предельной нагрузки ЛПП на уровне  $\delta_{33}$ . Необходимость в этом возникает, если  $\mathcal{E}_{уд}^*$  располагается вблизи или за границей допустимых нагрузок ЛПП, т. е. при  $\delta_{33} > \delta^{sp}$  (см. рис. 5).

Структурная схема СЭУ, реализующей все эти функции, приведена на рис. 5.

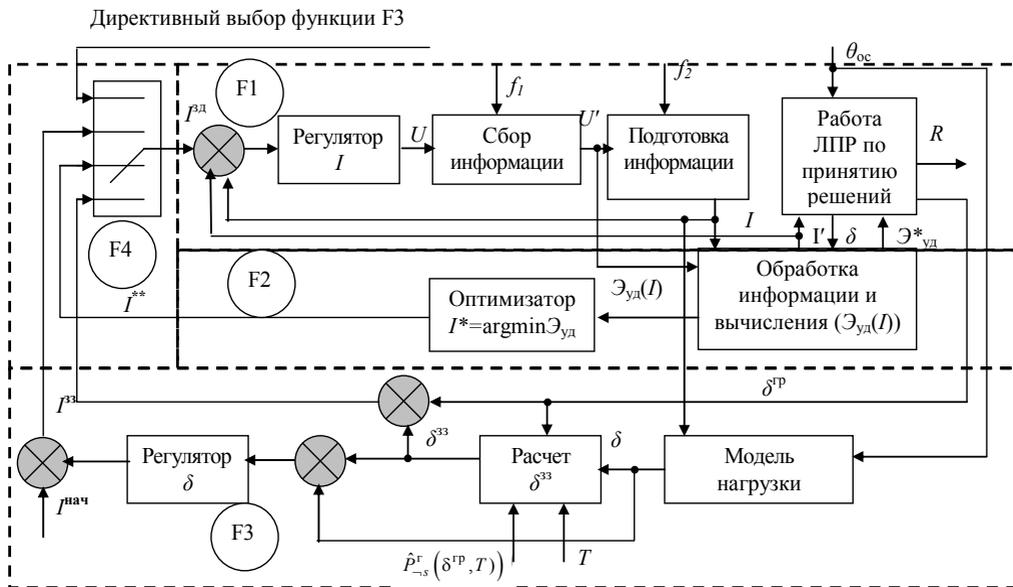


Рис. 5. Структурная схема СЭУ в комбикормовой промышленности (пунктиром выделены подсистемы, реализующие функции F1, F2, F3, F4)

Поиск  $I^*$  (функция F2) и непрерывное (квазинепрерывное) отслеживание его дрейфа в области нагрузки ЛПП, когда  $\delta(w) < \delta^{sp}$ , т. е. поиск в реальном времени экстремума функции  $\mathcal{E}_{уд}$ :

$$I^0(w) = I^*(w) = \operatorname{argmin} \mathcal{E}_{уд}(I, w); \delta(I, w) < \delta^{sp}. \quad (1)$$

В условиях поиска значение  $I^*(w)$  отслеживается приближенно, поэтому управляющее воздействие с оптимизатора обозначено  $I^{**}(w)$ . Разница между  $I^{**}$  и  $I^*$  обуславливает появление потерь на поиск. Этот поиск может осуществ-

вляться в рамках систем одномерной оптимизации, часто называемых системами экстремального регулирования (СЭР) [5].

Расчет  $\delta^{33}$  (функция F3) осуществляется на основе модели  $\delta(w)$ , как нормального случайного процесса с нестационарным математическим ожиданием в соответствии с принципами гарантирующего управления:

$$\delta^{33}(w) = \delta^{2p} - \hat{\sigma}\delta(w) \left\| \sqrt{2 \ln \left| \frac{T \hat{\sigma}\delta(w)}{2\pi \hat{\sigma}\delta(w) \ln P_{-s}^2(\delta^{2p}, T)} \left\{ \exp\left(\frac{\hat{m}^2\delta(w)}{2\hat{\sigma}^2\delta(w)}\right) - \frac{\sqrt{2\pi}\hat{m}\delta(w)}{\hat{\sigma}\delta(w)} \Phi\left(z\left(\frac{\hat{m}\delta(w)}{\hat{\sigma}\delta(w)}\right)\right) \right\}} \right\|}, \quad (2)$$

где  $\hat{P}_{-s}^2(\delta^{2p}, T)$  – наперед заданное (гарантируемое) значение вероятности отсутствия нарушений ограничений  $\delta^{2p}$  на интервале времени  $T$ ;

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z \exp\left\{-\frac{1}{2}z^2\right\} dz - \text{интеграл вероятности, } z = \frac{\hat{m}\delta(w)}{\hat{\sigma}\delta(w)};$$

$\hat{\sigma}\delta$ ,  $\hat{\sigma}\dot{\delta}$  – оценки среднеквадратических отклонений центрированной случайной составляющей  $\tilde{\delta}^0(w)$ , вычисляемые на скользящем интервале времени  $T_{ксм} \subseteq T$  ( $T_{ксм}$  – интервал квазистационарности – минимальный интервал  $T$ , для которого еще выполняется гипотеза о квазистационарности  $\delta(w)$  на этом интервале времени);

$$\hat{\sigma}\delta = \frac{1}{T_{ксм}} \int_t^{t+T_{ксм}} (\delta(w,t) - \hat{m}\delta)^2 dt; \quad \hat{\sigma}\dot{\delta} = \frac{1}{T_{ксм}} \int_t^{t+T_{ксм}} (\dot{\delta}(w,t) - \hat{m}^2\dot{\delta})^2 dt, \quad (3)$$

где  $\hat{m}\delta$ ,  $\hat{m}^2\dot{\delta}$  – оценки изменяющегося математического ожидания и его первой производной, вычисляемые на скользящем интервале времени  $T_m \ll T_{ксм}$ :

$$\hat{m}\delta = \frac{1}{T_{ксм}} \int_t^{t+T_{ксм}} \delta(w,t) dt, \quad \hat{m}^2\dot{\delta} = \frac{1}{T_{ксм}} \int_t^{t+T_{ксм}} \dot{\delta}(w,t) dt. \quad (4)$$

Функция коммутации (F4) реализуется в соответствии со следующим алгоритмом:

$$I^{3d}(w) = \begin{cases} I^{**}(w) \rightarrow \arg \min \mathcal{E}(I, w) & \text{при } \delta^{2p} - \delta^{33} > 0 \\ I^{33}(w) = \arg \left\{ \int_0^w [\delta^{33}(w) - \delta(I, w)] dw = 0 \right\} & \text{при } \delta^{2p} - \delta^{33} < 0 \end{cases}. \quad (5)$$

**Выводы.** Создание системы экстремального управления в комбикормовой промышленности позволит перевести процесс принятия решений в более упорядоченную структуру за счет снижения информационно-психологической нагрузки ЛПР, принимать более взвешенные и качественные решения, исключить некачественные решения, принятые в спешке экстремальной ситуации.

В реальных условиях дрейф  $\mathcal{E}_{y_d}$ , обусловленный прежде всего изменением характеристик информации, поступающей на переработку, происходит с небольшой (в среднем) скоростью и достаточно неравномерно. Это позволяет периодически отключать процедуру поиска  $\mathcal{E}_{y_d}^*$ , что снизит потери на поиск. Важно отметить, что эффективность реализации перечисленных выше новых функций СЭУ в существенной мере будет зависеть от эффективности реализации

традиционной функции – функции регулирования подачи информации управленческому персоналу для принятия решений в экстремальных условиях.

### Список использованной литературы

1. Анализ украинского рынка комбикормов. Сентябрь 2010 г. [Электронный ресурс] Агентство Промышленных Новостей / Режим доступа: [http://www.apn-ua.com/demo/archive/2010\\_an115\\_korm\\_demo.pdf](http://www.apn-ua.com/demo/archive/2010_an115_korm_demo.pdf)
2. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. / Д.А. Новиков – М.: Физматлит, 2007.
3. Дуг ДеКарло. Экстремальное управление проектами. eXtreme Project Management / ДеКарло Дуг. – М.: Компания р.т.Оффис, 2005. – 588 с.
4. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – М.: Наука, 2003. – 752 с.
5. Чинаев П.И. Самонастраивающиеся системы / П.И. Чинаев и др. – К.: Наукова думка, 1969. – 527 с.
6. Бейнарович В.А. Инвариантные самонастраивающиеся системы автоматического управления / В.А. Бейнарович // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2008. – № 1 (17). – С. 61–64.
7. Тюкин И.Ю. Адаптация в нелинейных динамических системах / И.Ю. Тюкин, В.А. Терехов. – М.: ЛКИ, 2008. – 384 с.

*Розглядаються питання організації управління комбікормовою промисловістю в екстремальних умовах. Розроблено модель системи екстремального управління, що дозволяє уникнути інформаційно-психологічного перевантаження управлінського персоналу.*

**Ключові слова:** *екстремальне управління, комбікормова промисловість, модель, інформаційно-психологічне навантаження, інформаційні коливання, квазістатичні характеристики, управлінський персонал.*

*The questions of organization of management mixed fodder industry are examined in extreme terms. The model of the system of extreme management, allowing to avoid to informatively-psychological overloads of managerial staff is developed.*

**Key words:** *extreme management, mixed fodder industry, model, informatively-psychological loading, informative vibrations, quasistatic descriptions, managerial staff.*

*Надійшло до редакції 15.04.2011.*