

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МНОГОЗОННЫХ ПРОХОДНЫХ АГРЕГАТОВ

Р.П. МИГУЩЕНКО, О.Ю. КРОПАЧЕК

В статье рассмотрены вопросы разработки и анализа моделей наблюдателя многозонных проходных агрегатов. Использование наблюдателей в системах управления указанных агрегатов способствует повышению эффективности работы этих агрегатов. В качестве базового для исследований принят пресс-экструдер масличных культур, реализующий процессы отжима растительных масел из маслосодержащих культур. В статье синтезированы модели наблюдателя многозонного проходного агрегата, проведено исследование их технических характеристик, произведен выбор оптимальной модели исходя из критериев принятия решения в условиях неопределенности

### 1. Актуальность

Новая промышленная политика Украины направлена на введение в эксплуатацию объектов, технические и технологические характеристики которых позволяют добиваться определенных экономических достижений. К таким новым объектам можно отнести ряд агрегатов класса многозонных проходных (МПА) [1].

Базовым МПА для исследований является пресс-экструдер масличных культур, предназначенный для отжима маслосодержащих культур и получения полезного продукта в виде растительных масел [2]. Обобщенная технологическая схема такого агрегата представлена на рис.1.

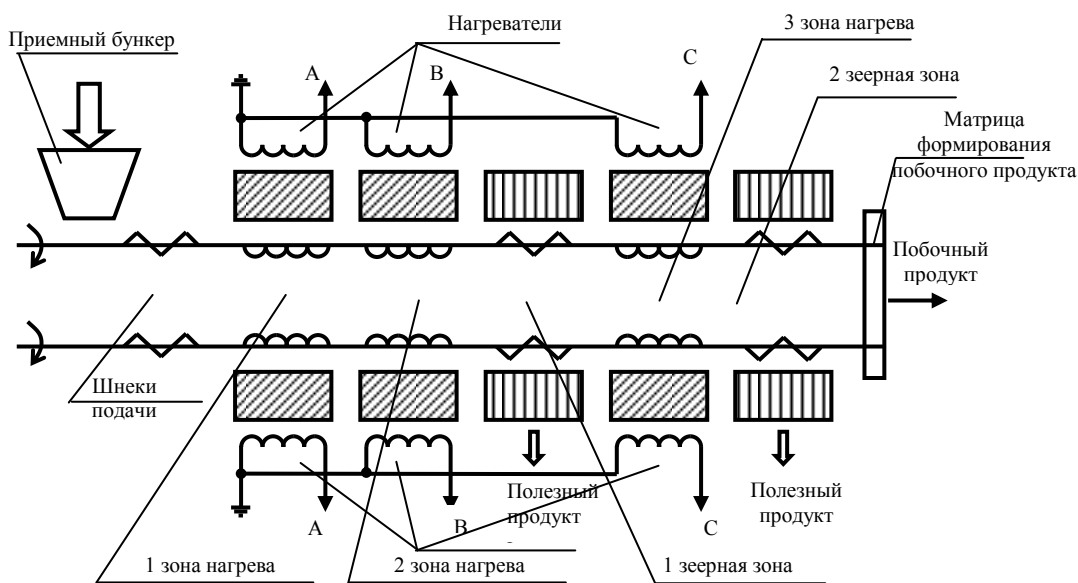


Рис.1. Упрощенная схема МПА

Рабочая зона агрегата состоит из пяти зон (зоны нагрева и зерновые зоны). Исходное сырье поступает в бункер, за счет шнеков подачи продвигается вдоль МПА и вследствие физических, химических и механических преобразований, в первом приближении, разделяется на две фракции, одна из которых представляет собой полезный продукт (растительное масло)  $\eta$ .

Схема движения фракций продукта в МПА представлена на рис.2. Получение максимально возможного значения полезного продукта на указанном агрегате является важной технико-экономической задачей. Решение такой задачи возможно при использовании различных научно-технических решений, однако, наиболее рациональным, по мнению авторов, следует считать оптимизацию ведения технологических процессов МПА.

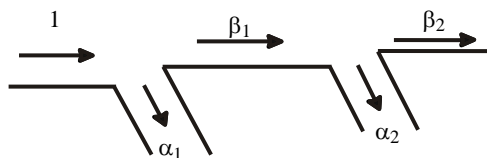


Рис.2. Схема движения фракций продукта

Оптимизация технологических процессов может и должна быть произведена на моделях МПА, адекватность которых не должна вызывать сомнений. На моделях МПА, путем имитационного моделирования, можно проверить функционирование агрегата в различных режимах, провести исследования статических и динамических характеристик, определить оптимальный набор управляющих воздействий и т.д.

## 2. Цель и основные задачи статьи

Целью исследований является синтез оптимальной модели наблюдателя МПА с разделением фракций продукта для эффективного управления агрегатом. Основные задачи данной статьи формулируются следующим образом:

- выделить целевую функцию, как наиболее важный параметр МПА,
- синтезировать базис моделей наблюдателя,
- исследовать характеристики моделей наблюдателя,
- произвести выбор оптимальной модели.

## 3. Синтез базиса моделей наблюдателя МПА

Синтез базиса моделей наблюдателя МПА является чрезвычайно сложной и трудоемкой задачей. Однако для создания систем управления, контроля, диагностики и др., а также для анализа функционирования МПА иметь модель необходимо. Поэтому задачей данного подраздела статьи является синтез моделей наблюдателя МПА.

При синтезе моделей используется теплофизическая модель МПА, представленная в [3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = \frac{qP}{MC_1} + \frac{qQl_1}{MC_1l}, \\ T_2 = T_1 + \frac{qP}{MC_2} + \frac{qQl_2}{MC_2l}, \\ T_3 = T_2 \exp\left(-\frac{\alpha q S_3}{\beta_1 MC_3}\right) + \frac{qQl_3}{MC_3l}, \\ T_4 = T_3 + \frac{qP}{\beta_1 MC_4} + \frac{qQl_4}{MC_4l}, \\ T_5 = T_4 \exp\left(-\frac{\alpha q S_5}{\beta_2 MC_5}\right) + \frac{qQl_5}{MC_5l}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $T_1, T_2, T_4$  - температура сырья в зонах нагрева,  $T_3, T_5$  - температура сырья в зерновых зонах,  $C_1, \dots, C_5$  - плотность сырья в соответствующих зонах,  $P$  - мощность нагревателя,  $Q$  - мощность внутреннего тепловыделения,  $\alpha$  - коэффициент теплового обмена,  $M$  - масса проходящего сырья,  $q$  - коэффициент связи,  $S_3, S_5$  - мощность зерновых зон, сквозь которые выносятся полезный продукт,  $l_1, l_2, l_4$  - длина зон нагрева,  $l_3, l_5$  - длина зерновых зон,  $l$  - длина рабочей зоны МПА,  $\beta_1, \beta_2$  - количество массы сырья, переходящей в следующую зону.

Количественные значения переменных теплофизической модели (параметры сырья определены согласно справочным данным, параметры объекта найдены прямыми измерениями геометрии МПА) следующие:

$q = 0.24$ ,  $P = 2.2$  кВт,  $Q = 6.6$  кВт,  $M = 0.05$  кг/час,  $\alpha = 0.16$  кВт/(м<sup>2</sup> град),  $C_1 = 0.4$  ккал (кг град),  $C_2 = 0.45$  ккал (кг град),  $C_3 = 0.45$  ккал (кг град),  $C_4 = 0.5$  ккал (кг град),  $C_5 = 0.55$  ккал (кг град),  $S_3 = 0.138$  м<sup>2</sup>,  $S_5 = 0.138$  м<sup>2</sup>,  $S = 0.138$  м<sup>2</sup>,  $l_1 = 0.35$  м,  $l_2 = 0.35$  м,  $l_3 = 0.15$  м,  $l_4 = 0.35$  м,  $l_5 = 0.15$  м,  $T_1 = 46.9$  °С,  $T_2 = 88.7$  °С,  $T_3 = 74.4$  °С,  $T_4 = 116.7$  °С,  $T_5 = 93.1$  °С.

На основе расчетной схемы синтезируем модель объекта, представленную функциональной зависимостью:

$$\eta = f(T_1, T_3, T_5).$$

В уравнениях (1) сделаем замену и получим:

$$T_1 = \frac{qP}{MC_1} + \frac{qQl_1}{MC_1l},$$

$$T_3 = \left( T_1 + \frac{qP}{MC_2} + \frac{qQl_2}{MC_2l} \right) \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) + \frac{qQl_3}{MC_3l},$$

$$T_5 = \left( T_3 + \frac{qP}{\beta_1 MC_4} + \frac{qQl_4}{MC_4l} \right) \exp\left( -\frac{\alpha qS_5}{\beta_2 MC_5} \right) + \frac{qQl_5}{MC_5l}.$$

Введем обозначения:

$$\delta_1 = \frac{l_1}{1} = \frac{l_2}{1} = \frac{l_4}{1}, \delta_2 = \frac{l_3}{1} = \frac{l_5}{1}$$

и с учетом новых обозначений систему уравнений можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} T_1 = \frac{qP}{MC_1} + \frac{qQ\delta_1}{MC_1}, \\ T_3 = \left( T_1 + \frac{qP}{MC_2} + \frac{qQ\delta_1}{MC_2} \right) \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) + \frac{qQ\delta_2}{MC_3}, \\ T_5 = \left( T_3 + \frac{qP}{\beta_1 MC_4} + \frac{qQ\delta_1}{MC_4} \right) \exp\left( -\frac{\alpha qS_5}{\beta_2 MC_5} \right) + \frac{qQ\delta_2}{MC_5}. \end{cases} \quad (2)$$

Из системы уравнений (2) рассмотрим первое уравнение. После преобразований получим:

$$qQ = \frac{MC_1 T_1}{\delta_1} - \frac{qP}{\delta_1}. \quad (3)$$

Рассмотрим второе уравнение из системы (2) и, преобразовав его, запишем в виде:

$$\frac{qQ\delta_2}{MC_3} = T_3 - T_1 \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) - \frac{qP}{MC_2} \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) - \frac{qQ\delta_1}{MC_2} \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right).$$

Умножим обе части уравнения на  $MC_3$ , разделим его на  $\delta_2$  и сгруппируем члены этого уравнения:

$$qQ\delta_2 = MC_3 T_3 - MC_3 T_1 \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) - MC_3 \frac{qP}{MC_2} \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) - MC_3 \frac{qQ\delta_1}{MC_2} \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right),$$

$$qQ = \frac{MC_3 T_3}{\delta_2} - \frac{MC_3 T_1}{\delta_2} \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) - MC_3 \frac{qP}{MC_2 \delta_2} \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) - MC_3 \frac{qQ\delta_1}{MC_2 \delta_2} \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right),$$

$$qQ = \frac{MC_3 T_3}{\delta_2} - \left( \frac{MC_3 T_1}{\delta_2} + \frac{MC_3}{\delta_2 MC_2} (qP + qQ\delta_1) \right) \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right). \quad (4)$$

Приравняем уравнения (3) и (4) друг к другу:

$$\frac{MC_1 T_1}{\delta_1} - \frac{qP}{\delta_1} = \frac{MC_3 T_3}{\delta_2} - \left( \frac{MC_3 T_1}{\delta_2} + \frac{MC_3}{\delta_2 MC_2} (qP + qQ\delta_1) \right) \exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right).$$

Из этого выражения выведем экспоненту:

$$\exp\left( -\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} \right) = \frac{\frac{MC_3 T_3}{\delta_2} - \frac{MC_1 T_1}{\delta_1} + \frac{qP}{\delta_1}}{\frac{MC_3 T_1}{\delta_2} + \frac{MC_3}{\delta_2 MC_2} (qP + qQ\delta_1)}.$$

Прологарифмируем обе части уравнения:

$$-\frac{\alpha qS_3}{\beta_1 MC_3} = \ln \left( \frac{\frac{MC_3 T_3}{\delta_2} - \frac{MC_1 T_1}{\delta_1} + \frac{qP}{\delta_1}}{\frac{MC_3 T_1}{\delta_2} + \frac{MC_3}{\delta_2 MC_2} (qP + qQ\delta_1)} \right).$$

Из этого выражения выведем уравнение для  $\beta_1$ :

$$\beta_1 = - \frac{\alpha q S_3}{MC_3 \ln \left( \frac{\frac{MC_3 T_3 - MC_1 T_1 + qP}{\delta_2} - \frac{qP}{\delta_1}}{\frac{MC_3 T_1}{\delta_2} + \frac{MC_3}{\delta_2 MC_2} (qP + qQ\delta_1)} \right)}. \quad (5)$$

Рассмотрим третье уравнение из системы (2):

$$T_5 = \left( T_3 + \frac{qP}{\beta_1 MC_4} + \frac{qQ\delta_1}{MC_4} \right) \exp \left( - \frac{\alpha q S_5}{\beta_2 MC_5} \right) + \frac{qQ\delta_2}{MC_5}.$$

Из него выведем экспоненту:

$$\exp \left( - \frac{\alpha q S_5}{\beta_2 MC_5} \right) = \frac{MC_5 T_5 - qQ\delta_2}{MC_5 T_3 + \frac{MC_5}{MC_4} \left( \frac{qP}{\beta_1} + qQ\delta_1 \right)}.$$

Найдем выражение для  $\beta_2$ , аналогично нахождению  $\beta_1$ :

$$\beta_2 = - \frac{\alpha q S_5}{MC_5 \ln \left( \frac{MC_5 - qQ \frac{\delta_2}{T_5}}{MC_5 \frac{T_3}{T_5} - \frac{MC_5}{MC_4 T_5} \left( \frac{qP}{\beta_1} + qQ\delta_1 \right)} \right)}. \quad (6)$$

Перепишем уравнение (6) в виде:

$$\beta_2 = - \frac{\alpha q S_5}{MC_5 \ln \left( \frac{MC_5 \frac{T_3}{T_5} - \frac{MC_5}{MC_4 T_5} \left( \frac{qP}{\beta_1} + qQ\delta_1 \right)}{MC_5 - q \frac{Q\delta_2}{T_5}} \right)}. \quad (7)$$

Запишем выражение, которое отображает рассматриваемую функциональную зависимость (целевую функцию) в общем виде:  $\eta = 1 - \beta_2$ ,

$$\eta = 1 - \frac{\alpha q S_5}{MC_5 \ln \left( \frac{MC_5 \frac{T_3}{T_5} - \frac{MC_5}{MC_4 T_5} \left( \frac{qP}{\beta_1} + qQ\delta_1 \right)}{MC_5 - q \frac{Q\delta_2}{T_5}} \right)}, \quad (8)$$

где  $\beta_1$  определяется из (5).

Полученное выражение позволяет промоделировать (в статическом смысле) модель наблюдателя.

Аналогично синтезированной выше модели можно синтезировать и ряд других моделей. Рассмотрим некоторые из них.

Модель, представленная функциональной зависимостью  $\eta = f(T_3, T_4, T_5)$  имеет такой вид целевой функции:

$$\eta = - \frac{\alpha q S_5}{MC_5 \ln \left( \frac{MC_5 T_3 + \frac{MC_5}{MC_4} \left( \frac{qP}{\beta_1} + qQ\delta_1 \right)}{MC_5 T_5 - qQ\delta_2} \right)}, \quad (9)$$

где

$$\beta_1 = \frac{qP}{MC_4 \left( T_4 - T_3 - \frac{qQ\delta_1}{MC_4} \right)}$$

Модель, представленная функциональной зависимостью  $\eta = f(T_2, T_3, T_5)$  имеет следующий вид целевой функции:

$$\eta = 1 - \frac{\alpha q S_5}{MC_5 \ln \frac{MC_5 T_3 + \frac{MC_5}{MC_4} \left( \frac{qP}{\beta_1} + qQ\delta_1 \right)}{MC_5 T_5 - qQ\delta_2}}, \quad (10)$$

где

$$\beta_1 = - \frac{\alpha q S_5}{MC_3 \ln \frac{T_3 - \frac{qQ\delta_2}{MC_3}}{T_2}}$$

Уравнения (8), (9), (10) составляют базис моделей наблюдателя МПА. На основе любой из них возможен анализ исследуемого объекта.

#### 4. Исследование характеристик моделей наблюдателя МПА

Приведенные выше модели (8), (9), (10) содержат ряд переменных, каждая из которых отражает реальные параметры сырья, оборудования, внешней среды. Проведем исследования на предмет влияния этих переменных на конечное значение целевой функции  $\eta$ . Для этого, все переменные разделим на постоянные, зависимые и независимые. К постоянным относим:

M - масса проходящего сырья,  $l_1, \dots, l_5$  - длина зон,  $S_1, \dots, S_5$  - площадь зон,  $\delta_1, \delta_2$  - коэффициенты, зависящие от отношения длины зон ко всей длине,  $\alpha$  - коэффициент теплового обмена.

К зависимым переменным отнесем:

$\beta_1, \beta_2$  - количество массы, переходящей в следующую зону, Q - мощность внутреннего тепловыделения,  $T_1, T_2, T_4$  - температура зон нагрева,  $C_1, \dots, C_5$  - удельная теплоемкость вещества, P - мощность нагревателя,  $T_3, T_5$  - температура зерных зон.

Оставшиеся переменные выражений (8), (9), (10) признаются независимыми.

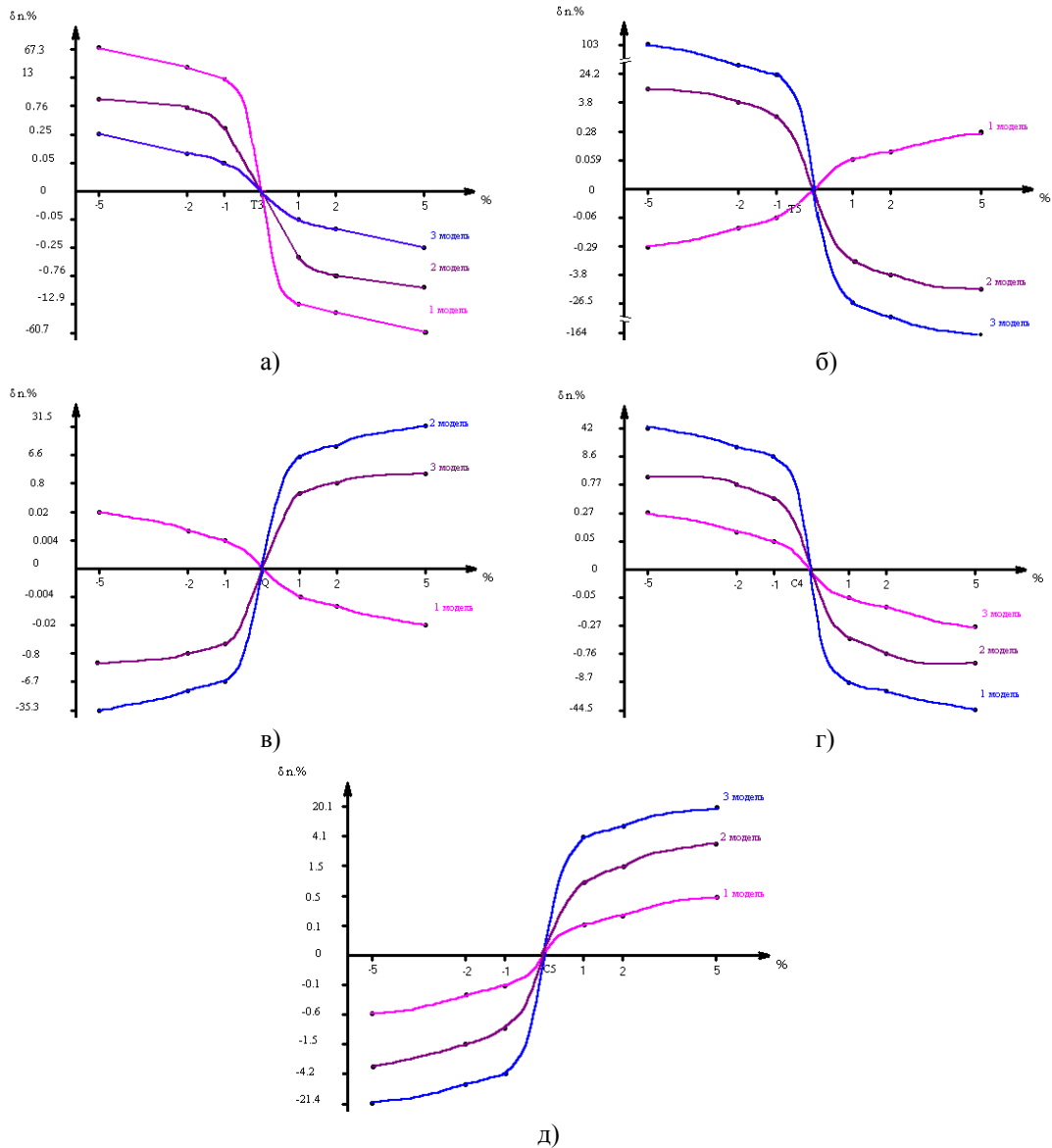
В силу того, что основным параметром для оценки качества функционирования МПА определено значением целевой функции  $\eta$ , попытаемся отследить каким образом изменение параметров переменных влияет на изменение значений  $\eta$ . Для этого будем задавать изменение значений переменных на  $\pm 1\%$ ,  $\pm 2\%$ ,  $\pm 5\%$ , от заданных (номинальных) и отслеживать поведение  $\eta$ . Авторами был произведен выбор переменных для вариации исходя из привязки к изменениям параметров сырья, оборудования и внешней среды:  $T_3, T_5, Q, C_4, C_5$ .

Изменения значений целевой функции определяем на основе выражения:

$$\delta\eta = \frac{\eta_{\Delta} - \eta}{\eta} * 100\%,$$

где  $\eta_{\Delta}$  - численное значение целевой функции при изменении каждой переменной на указанные значения,  $\delta\eta$  - изменение целевой функции,  $\eta$  - истинное (номинальное) значение целевой функции.

Результаты исследований представлены на рис.3.



а) зависимость  $\delta \eta$  от изменения переменной  $T_3$ , б) зависимость  $\delta \eta$  от изменения переменной  $T_5$ , в) зависимость  $\delta \eta$  от изменения переменной  $Q$ , г) зависимость  $\delta \eta$  от изменения переменной  $C_4$ , д) зависимость  $\delta \eta$  от изменения переменной  $C_5$

Рис.3- Зависимость  $\delta \eta$  от изменения переменных

На основе данных рис.3 можно выбрать конкретную модель наблюдателя МПА исходя из заданных критериев.

Все переменные, варьирование которых производилось, имеют конкретный физический смысл, относящийся к одной из групп: качество сырья, индивидуальные особенности конкретного МПА, управляющие возможности системы управления МПА.

Исходя из приведенной классификации, теплоемкость сырья  $C_4$  и  $C_5$  представляют собой качество материала (засоренность, дисперсность, тип вещества и т.д.). Изменения этих параметров связаны с варьированием реального сырья масличных культур при их переработке. Чувствительность модели к изменению качества сырья позволяет в конечном итоге произвести некоторые управляющие воздействия со стороны системы управления МПА и вывести целевую функцию на максимально возможный уровень. Поэтому предпочтительной моделью МПА при внешних возмущениях, связанных с качеством материала, является модель (10).

Индивидуальные особенности агрегата связаны с изменением параметра  $Q$ . Предпочтительной моделью здесь можно считать модель (9). Управляющие возможности ассоциируются с изменением температур  $T_3$  и  $T_5$ . Эти температуры поддерживаются на определенных уровнях и их влияние на целевую функцию велико [4]. Для достижения максимальной чувствительности модели наблюдателя к изменению температур зон нагрева необходимо использовать модель (8).

### 5. Выбор оптимальной модели наблюдателя МПА

Согласно полученным результатам при аналитических исследованиях моделей (8), (9), (10), можно однозначно выбрать предпочтительную модель наблюдателя МПА для ведения технологического процесса рассматриваемым агрегатом при изменении какого-то одного параметра из представленной классификации. Однако в частовозникающих реальных технических задачах необходимо иметь модель наблюдателя МПА, оптимальную для ряда показателей. Например, необходимо иметь модель, которая обладала бы максимальной чувствительностью для ряда параметров - качество сырья, индивидуальные особенности конкретного МПА, управляющие возможности системы управления МПА. Очевидно, что произвести наглядный однозначный выбор конкретной модели наблюдателя МПА нет возможности, т.к. этот выбор связан с неопределенностью (см. рис.3). Обоснованный выбор может быть произведен при решении оптимизационной задачи [5].

Исходными положениями для решения такой задачи являются:

- разработка технического базиса моделей МПА,
- разработка параметрического базиса,
- разработка критериального базиса,
- проведение нормирования показателей,
- выбор оптимального решения на основе критериев принятия решения.

Следующим моментом, предопределяющим неясность и нечеткость, является выбор способа представления показателей. Здесь многообразие, правда, практически сводится к альтернансу, предполагающему нормирование показателей либо к максимальному значению из рассматриваемых вариантов моделей:

$$X_{ni} = \frac{x_{ni}}{x_{n\max}},$$

либо к минимальному:

$$x_{ni} = \frac{x_{ni}}{x_{n\min}}.$$

Строго говоря, возможен и такой случай, когда нормирование вообще не производится. Этот случай характерен для очень редко встречающихся ситуаций, в которых все показатели имеют одну и ту же физическую природу и выражены в одинаковых единицах измерения.

Все изложенное приводит к констатации факта о неопределенности параметрического базиса и необходимости создания такой методики оптимизации, которая бы давала возможность оперировать с открытыми параметрическими базисами.

Построение критерия эффективности выбора оптимальной модели МПА является одним из наиболее важных и ответственных и вместе с тем сложных этапов. Решение этой задачи является чисто эвристической процедурой, не решаемой средствами математики. Частные показатели не дают достаточного представления об эффективности выбора в целом, а попытки сравнения по частным показателям, в силу конфликтности последних, как правило, лишены смысла.

Наиболее часто в задачах, аналогичных рассматриваемой, используют критерии типа аддитивной и мультипликативной свертки:

$$K_n = \sum_1 x_{ni}, \quad (11)$$

$$K_n = \prod_1 x_{ni}, \quad (12)$$

$$K_n = \frac{1}{L_1} \sum_{l=1}^{L_1} x_{nl}, \quad (13)$$

$$K_n = \frac{1}{L_1} \sqrt{\sum_{i=1}^{L_1} x_{ni}^2}. \quad (14)$$

Эти критерии приняты при решении оптимизационной задачи выбора оптимальной модели наблюдателя МПА.

Учитывая изложенное, можно констатировать, что оптимизационная задача фактически решается в условиях неопределенности. Это касается и формирования параметрического базиса (включая способы нормирования частных показателей), и критериального базиса. В этих условиях представляется целесообразным привлечение математического аппарата теории исследования операций.

Констатируя тот факт, что вероятностные характеристики использования показателей, способов их нормирования, а также оптимизируемых функционалов (обобщенных критериев), нам неизвестны, фактически приходим к задаче принятия решения в условиях неопределенности. Стратегия оптимизации с привлечением аппарата принятия решений в условиях неопределенности сводится к следующему [6]:

- составляется кортеж структур  $D_1, \dots, D_q$ , способных решить поставленную задачу,
- составляется кортеж обобщенных критериев  $k_1, \dots, k_p$ ,
- составляется матрица следующего вида:

	$k_1$	$k_2$	...	$k_p$
$D_1$	$v(D_1, k_1)$	$v(D_1, k_2)$	...	$v(D_1, k_p)$
$D_2$	$v(D_2, k_1)$	$v(D_2, k_2)$	...	$v(D_2, k_p)$
.	.	.	...	.
.	.	.	...	.
$D_q$	$v(D_q, k_1)$	$v(D_q, k_2)$	...	$v(D_q, k_p)$

где  $v(D_i, k_j)$  - результат, определяющий выигрыш или проигрыш при выборе  $i$ -й структуры по  $j$ -му критерию,

-по матрице, с помощью критериев принятия решений, выбирается оптимальная математическая модель МПА. Наиболее употребляемые критерии принятия решений сведены в табл.1.

Таблица 1

Наименование критерия	Формулировка критерия	
	Для выигрышей	Для проигрышей
Лапласа	$\max_{D_i} \left\{ \frac{1}{P} \sum_{j=1}^P v(D_i, k_{kj}) \right\}$	$\min_{D_i} \left\{ \frac{1}{P} \sum_{j=1}^P v(D_i, k_{kj}) \right\}$
Минимаксный (максимальный)	$\max_{D_i} \min_{k_{kj}} \{v(D_i, k_{kj})\}$	$\min_{D_i} \max_{k_{kj}} \{v(D_i, k_{kj})\}$
Сэвиджа	Применяется минимаксный (миксиминный) критерий к матрице с элементами	
	$\max_{D_m} \{v(D_m, k_{kj})\} - v(D_i, k_{kj})$	$v(D_i, k_{kj}) - \min_{D_m} \{v(D_m, k_{kj})\}$
Гурвица	$\max_{D_i} \{ \beta_0 \max_{k_{kj}} v(D_i, k_{kj}) + (1 - \beta_0) \min_{k_{kj}} v(D_i, k_{kj}) \}$	$\min_{D_i} \{ \beta_0 \min_{k_{kj}} v(D_i, k_{kj}) + (1 - \beta_0) \max_{k_{kj}} v(D_i, k_{kj}) \}$
	где $0 < \beta_0 < 1$ - показатель оптимизма	

Предложенный способ оптимизации повышает достоверность правильного выбора оптимальной модели МПА, ибо решение отыскивается по нескольким обобщенным критериям и нескольким критериям принятия решений, а в анализе участвуют несколько структур.

Расчетные данные по изложенной методике для моделей МПА сведены в табл.2, табл.3.



Таблица 2

№ моде- ли	Критерий оптимизации							
	Формула (11)		Формула (12)		Формула (13)		Формула (14)	
	$x_n$	$X_n$	$x_n$	$X_n$	$x_n$	$X_n$	$x_n$	$X_n$
1	36.5838	5	20290.7	1	7.317	1	3.2945	0.447
2	20.6369	2.8234	1164.64	0.057	4.127	0.5647	1.8565	0.2525
3	5	0.6922	1	0.00005	1	0.1384	0.447	0.0623

Таблица 3

№ модели	Критерий принятия решения			
	Лапласа	Минимаксный	Сэвиджа	Гурвица
1	2543,171	20290,73	0,44695	10145,59
2	149,3701	1164,642	0,05695	582,3499
3	1,043 <sub>min</sub>	5 <sub>min</sub>	0 <sub>min</sub>	2,5 <sub>min</sub>

Согласно данным табл.3 оптимальной моделью для исследования при многокритериальном параметрическом базисе: максимальная чувствительность при изменении качества сырья, индивидуальных особенностей конкретного МПА, управляющих возможностей системы управления МПА, является модель (10).

#### 6. Выводы

В данной статье получены следующие научные результаты: впервые аналитическим путем синтезировано ряд моделей наблюдателя МПА, которые составляют технический базис, исследованы технические характеристики моделей наблюдателя МПА на предмет изменения поведения целевой функции при воздействии на агрегат внешних возмущений, на основе методики принятия решений в условиях неопределенности произведен выбор оптимальной модели наблюдателя.

Практическая значимость исследований отражается в том, что полученные результаты могут быть положены в основу создания макетного образца адаптивной системы управления пресс-экструдерами, что в свою очередь способно привести к получению более высоких показателей при ведении технологических процессов указанными МПА.

**Литература:** 1. *Овчаренко А.И., Мигущенко Р.П.* Методика идентификации тепловых процессов в пресс-экструдерах масличных культур. // Вестник ХГПУ. -1998. -Вып.18. - С. 87–91. 2. *Сулима В.В., Овчаренко А.И., Мигущенко Р.П.* Технология и оборудование для производства растительных масел НПП “Экструдер” // Масложировая промышленность. – 1998. - №4. - С.14–15. 3. *Мигущенко Р.П.* Адаптивная система управления многозонными проходными технологическими агрегатами: Дис. канд. Техн. наук: 05.13.07.–Харьков, 2001.–198 с. 4. *Овчаренко А.И., Сухер А.Н., Мигущенко Р.П.* Постановка задачи оптимального управления многозонными проходными технологическими агрегатами. // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. Сборник научных трудов ХГПУ. –1999. -вып.7, ч.3. - С.299–302. 5. *Деч Г.* Руководство к практическому применению преобразования Лапласа: Пер. с нем. - М.: Наука, 1965. - 287с. 232с. 6. *Овчаренко А.И., Мигущенко Р.П.* Оптимальный многопараметрический синтез пассивных двухполосников, линеаризующих характеристики полупроводниковых терморезисторов // Вестник ХГПУ. – 1998. -Вып.18, - С.83–86.

Поступила в редколлегию 20.06.05

**Мигущенко Руслан Павлович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры измерительно-информационной техники НТУ «ХПИ». Автоматизация технологических процессов. Адрес: Украина, г.Харьков, ул. Гвардейцев Широнинцев, д.91, кв.96, тел. 707-66-35,

**Кропачек Ольга Юрьевна**, к.т.н., старший преподаватель кафедры теоретических основ электротехники НТУ «ХПИ». Системы диагностики промышленных объектов. Адрес: Украина, г.Харьков, пр.Тракторостроителей, д.89а, кв.155, тел. 709-86-29.

УДК 62.50

**Розробка та дослідження математичних моделей багатозонних прохідних агрегатів / Р.П. Мигущенко, О.Ю. Кропачек // АСУ та прилади автоматики. 2005. №00. С.00-00.**

Стаття присвячена вивченню та дослідженню питання побудови моделей спостерігача багатозонних прохідних агрегатів. Метою досліджень є підвищення ефективності роботи МПА, що впливає в досягнення максимально можливого рівня корисного продукту з МПА, за рахунок впровадження спостерігача в його систему управління. Для розв'язку поставленої задачі авторами в статті був синтезований технічний базис моделей спостерігача, проаналізовані характеристики окремих моделей, вибрана оптимальна модель виходячи з багатокритеріального базису на основі теорії прийняття рішень в умовах невизначеності

Табл. 03. Іл. 03. Бібліогр.: 06 назв.

UDC 62.50

**Development and research of mathematical models of multizoned through passage units / R.P. Miguschenko, O.Yu. Kropachek. // Management Information System and Devices. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2005. №00. P.000-000.**

Clause is devoted to study and research of a question of construction of models of the observer of multizoned through passage units. The purpose of researches is the increase of an overall performance MPA, that is poured out in achievement of the greatest possible level of a useful product from MPA, at the expense of introduction of the observer in his control system. For the decision of the put task the authors synthesized technical basis of models of the observer, the characteristics of separate models are analysed, the optimum model proceeding from basis of many criteria is chosen on the basis of the theory of acceptance of the decisions in conditions of uncertainty

Tab. 03. Fig. 03. Ref.: 06 items