

дители от 800 до 50 °С, и далее выводится как товарный продукт. Пылевидный активированный уголь (меньше 1 мм) улавливается в циклоне и направляется в охладитель, где также охлаждается приблизительно до 50 °С и выводится как товарный продукт.

Как описано выше, данная схема позволяет из угля путем его пиролиза, помимо пиролизного газа и жидких смол, производить и вторичные продукты – активированные угли, реализация которых повышает экономичность всей системы. Так, получение углеродных сорбентов может быть в дальнейшем использовано в ряде отраслей промышленности, нуждающихся в активных углях технологического и экологического назначения, – химической, фармацевтической, и др. В то же время основные компоненты смол – нейтральные масла – могут служить исходным сырьем для получения фенолов, моторных топлив.

На основании данной схемы также возможно внедрение энергосберегающих технологий. Так, предусмотрена система утилизации тепла высокотемпературных (приблизительно 800 °С) отходящих газов активатора, с предварительным дожигом содержащихся в них горючих газовых компонентов и пылевых частиц в предтопке котла-утилизатора.

Проведенная в данной работе оценка тепловой эффективности одного из участков – блока производства активированного угля позволит оценить целесообразность производства его на мини-ТЭС. Тепловой баланс блока может быть представлен следующим образом. Теплота, затраченная в процессе производства, складывается из теплоты полукокса, подаваемого в активатор для производства активированного угля, физической теплоты и теплотворной способности парогазовой смеси, подаваемой на сжигание в муфель, теплоты пара, направляемого на обработку угля, и теплоты воздуха. В качестве расходных статей теплового баланса рассматривается теплота полученного активированного угля, теплота образовавшихся в активаторе газов и их теплотворная способность, теплота, затрачиваемая на перегрев пара, теплота, передаваемая воздуху при охлаждении активированного угля. Тепловая эффективность оценивалась тепловым КПД, который для данного блока составил 52,1%. Низкое значение теплового КПД обусловлено тем, что теплота, которая отводится от готового угля, теряется. Если воздух, нагретый до температуры 40 °С, направлять в муфель в качестве компонента горючей смеси, то тепловой КПД возрастет до 53,3%. В качестве полезных составляющих при вычислении КПД учитывались теплота готового активированного угля и полученного газа.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКИ ВЫГОДНОЙ РАБОТЫ ТЕПЛОВОЙ СТАНЦИИ

Ермилова Н.А.

Амурский государственный университет  
Благовещенск, Россия

В процессе эксплуатации тепловой станции решаются две основные задачи минимизации затрат при производстве электроэнергии. Первая связана с соблюдением оптимального текущего режима при фиксированном составе основного оборудования. Вторая – с необходимостью планирования перспективного развития, направленная на наращивание мощностей за счет ввода в работу новых агрегатов. При решении данных задач интерес представляют возможности и объемы используемых ресурсов, необходимых для производства энергии.

В качестве математической модели рассматривается производственная функция с зависимой переменной  $P$  (значение активной мощности) и зависимых переменных  $B$  (затрачиваемое топливо) и  $K$  (основные средства). Тогда функция  $P$  будет иметь вид:  $P \equiv B^a K^b$ , где  $a$  и  $b$  – положительные параметры, которые предстоит оценить, например, с помощью нелинейного метода наименьших квадратов. Решение поставленной задачи может быть реализовано как на оперативном, так и на перспективном уровне.

Для решения задачи «затраты – выпуск» на оперативном уровне представим функцию  $P$  в виде  $P_i(t) = x_{i1}^a(t) \cdot x_{i2}^b(t)$ , где  $x_{i1}, x_{i2}$  – затраты, связанные с расходом топлива и приобретением основных средств соответственно. Индекс  $i$  обозначает номер агрегата станции. Поскольку выпуск электроэнергии меняется каждый час, то в динамике  $P_i(t) = x_{i1}^a(t) \cdot x_{i2}^b(t)$ , где  $t = 1, 2, \dots, 24$ . Поскольку в процессе оперативной работы основные средства практически остаются неизменными, функцию  $P$  можно представить как

$$P_i(t) = A_i x_{i1}^a(t), \quad (1)$$

где  $A_i$  – положительный параметр, учитывающий наличие основных средств. С учетом того, что функция (1) исходит из нуля, а расходная характеристика должна учитывать ограничение условий работы агрегата, а именно: недопустимости выдачи электроэнергии на холостом ходу ( $P_{\min}$ ) и перегрузочной способности блока ( $P_{\max}$ ), сдвинем (1) в системе координат  $Oxp$ :

$$P_i(t) = A_i x_{i1}^a(t) - k_i \quad (2)$$

Прибыль от работы ТЭС образуется как разность доходов от реализации электроэнергии и затратами на топливо. Тогда задача поиска эффективного использования оборудования будет иметь вид:  $p = \sum_{i=1}^n [p(A_i x_{i1}^a - k_i) - c_i x_{i1}] \rightarrow \max \quad (3)$

при условии, что

$$\sum_{i=1}^n (A_i x_{i1}^a - k_i) = P_0, x_{i1} > 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

$$P_{\min} \leq P_i \leq P_{\max}, \quad (4)$$

где  $p$  – тариф на отпущенную электроэнергию ТЭС;  $c_1$  – стоимость единицы топлива;  $P_0$  – спрос на электроэнергию.

Если хотя бы один ресурс не затрачивается агрегатом, т.е.  $x_{i1} = 0, x_{i2} = 0$  или  $A_i = 0$ , объем выпуска продукции будет равен нулю, т.е.  $P = 0$ . Тогда задача оптимизации представляет задачу на глобальный максимум (при  $x_{i1} > 0, x_{i2} > 0, A_i > 0$ ). Точки локального абсолютного максимума ( $x_i$ ) находятся среди решений системы уравнений  $\frac{\partial P(x_i)}{\partial x_i} = 0$ . Вторые частные производные сум-

марной производственной функции  $F = \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$  из (3) таковы, что

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x_i^2} < 0, \prod_{i=1}^n \frac{\partial^2 F}{\partial x_i^2} - \left[ \frac{\partial^2 F}{\partial x_1 \cdot \partial x_2 \cdot \dots \cdot \partial x_n} \right]^2 > 0. \text{ Отсю-}$$

да следует, что суммарная функция  $F$  на  $R_+^n$  представляет собой выпуклую вверх гиперповерхность. Решение (3) с учетом ограничений (4) может быть найдено с помощью метода неопределенных множителей Лагранжа. Представленная математическая модель позволяет определить оптимальную величину затрат ресурсов по каждому блоку станции при ее работе в краткосрочном периоде.

Оптимизация затрат на ТЭС может быть достигнута и при помощи рационального (оптимального) распределения фонда оплаты труда между категориями работников. Задача состоит в оптимизации функции эффективности производства  $y_i(t) = F(a, z_1(t), z_2(t), \dots, z_m(t)) + e(t)$ , где  $F$  – скалярная функция векторного аргумента,  $a$  – вектор параметров,  $e(t)$  – ошибка аппроксимации. Аргументами функции эффективности  $F$  являются пропорции в распределении средней зарплаты между категориями работающих.

Доля средней зарплаты работников  $i$  – ой категории равна  $z_i(t) = x_i(t) / \sum_{j=1}^m x_j(t)$ , где

$m$  – число категорий,  $x_i(t) = Z_i(t) / L_i(t)$  – средняя зарплата  $i$  – ой категории,  $Z_i(t)$  – фактическая оплата труда работников  $i$  – ой категории,  $L_i(t)$  – численность  $i$  – ой категории.

Пусть предприятие имеет возможность увеличить в году  $t+1$  фонд оплаты на величину  $\Delta Z_i(t+1)$ . Задача состоит в ее оптимальном рас-

пределении по критериям, т.е. в определении величины  $\Delta Z_i(t+1)$ .

В соответствии с ранее введенными переменными имеем соотношения:

$$x_i(t+1) = \frac{Z_i(t) + \Delta Z_i(t+1)}{L_i(t+1)} \quad (i = 1, 2, \dots, m). \quad (1)$$

$$z_i(t+1) = \frac{x_i(t+1)}{\sum_{j=1}^m x_j(t+1)} \quad (i = 1, 2, \dots, m). \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m \Delta Z_i(t+1) = \Delta Z(t+1) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m Z_i(t+1) = 1 \quad (4)$$

$$\underline{x}_i \leq x_i(t+1) \leq \bar{x}_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

Итак, задача состоит в поиске значений переменных  $z_i(t+1)$ , минимально отстоящих от чисел  $z_i^*$  – оптимального значения доли средней зарплаты работников  $i$  – ой категории в суммарной средней зарплате всего персонала:

$$\sum_{i=1}^m (z_i(t+1) - z_i^*)^2 = \min \quad (6)$$

Задача нелинейного программирования (1)–(6) после некоторых упрощений может быть сведена к задаче линейного программирования. Пусть, например, известно не только приращение  $\Delta Z(t+1)$ , но и новое в год  $t+1$  – значение суммы

средних зарплат по категориям  $\sum_{i=1}^m x_i(t+1) = A$ .

С учетом этого уравнение (2) преобразуется к виду  $z_i(t+1) = \frac{x_i(t+1)}{A} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$ . Далее

изменим квадратичную форму (6) на сумму с модулем (изменим метрику):

$$\sum_{i=1}^m |z_i(t+1) - z_i^*| \rightarrow \min. \text{ При помощи введения}$$

новых переменных  $u, v$  этот кусочно-линейный функционал сводится к линейному:

$$\sum_{i=1}^m |u_i + v_i| \rightarrow \min. \text{ Таким образом, задача поиска}$$

оптимальных значений переменных  $(t+1), x_i(t+1), \Delta Z_i(t+1)$  сводится к задаче линейного программирования, методы решения которой известны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных системах (под редакцией В.И. Варшавского). М.: Наука, 1986.

2. Носков С.И., Ким В.Х. Математическое моделирование влияния структуры фонда оплаты труда на эффективность производства. Иркутск: ВСИ МВД РФ, 2000.

З. Носков С. И. Технология моделирования объектов с нестандартным функционированием и

неопределенностью в данных. – Иркутск: «Об-линформпечать», 1996.

*Проблемы международной интеграции национальных образовательных стандартов*

**СИНЕРГЕТИКА И НОВЫЕ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ**

Акимова Р.С.

*Рязанский институт открытого образования  
Рязань, Россия*

Глобализация и международная интеграция неукоснительно требует новых подходов в построении картины мира с использованием методов синергетики.

Картина мира, основанная на научных представлениях XVII – XX веков не соответствует требованиям современности, т.к. усиливает катастрофическую пропасть между духовными и материальными потребностями человека XXI века. Человечество разделило единое знание, создав 82 науки, которые в итоге не дают нам истинного видения мира. При создании картина мира, возникает необходимость опираться на научные дисциплины интегрального характера. Последние должны охватывать объекты и субъекты косного (физического), живого (биологического) миров и социума. Синергетика (в переводе с греческого означает совместное кооперативное действие) может объединить общие законы разных областей наук: физику, химию, биологию, психологию, философию, социальные науки и т.д. Только синергетика впервые сформулировала универсальные законы эволюции.

Основные результаты в европейской науке были получены для систем, находящихся в условиях, близких к равновесию. Такие системы однозначно реагируют на сильные возмущения, возвращаясь к состоянию равновесия. Частицы в таких системах взаимодействуют на близких расстояниях и никак не связаны с удаленными частицами. Становление и развитие математического аппарата было приспособлено для обслуживания систем, эволюция которых происходит довольно спокойно.

Мы живем в мире неустойчивости и необратимости, в мире эволюции и катастроф, где развитие и разрушение идут рядом.

Но если такую систему сильно удалить от состояния равновесия, при обмене её с окружающей средой энергией, веществом и информацией (открытая система), положение кардинально меняется мы приходим в иной мир. Там господствует неустойчивость, малейшие флуктуации не гасятся, а начинают расти, образуя новые структуры, возможна перестройка всей системы и её поведения, т.е. сценарии эволюции, становятся неоднозначными. В таких системах возможны согласования, когда частицы как бы устанавливают связь друг с другом на больших расстояниях,

значительно превышающих влияние межмолекулярных взаимодействий.

Такое кооперативное согласованное поведение можно встретить в системах, образованных из молекул, клеток, нейронов, социальных групп и т.д. Это приводит к образованию высокоупорядоченных структур из зародышей, находящихся в хаотическом состоянии. Исследование процессов эволюции, приводящих к такому состоянию, проводится в синергетике.

В большинстве наук все влияния окружающего нас мира принято разделять на детерминированные и случайные процессы. Это можно встретить и в такой классической науке как механика, и в таких современных как кибернетика, радиотехника, информатика. При этом выдвигалось такое обоснование: стохастический характер процессов объясняется огромным числом элементов системы и их многочисленными степенями свободы (многомерностью). Однако оказалось, что даже поведение одной частицы, описываемой законами механики Ньютона, может оказаться неопределенным. Недавно было показано, что весьма простые детерминированные системы низкой размерности ( $n=3$ ) принудительно могут иметь существенно случайные стохастические движения без каких-либо внешних влияний. Это явилось сенсацией в научном мире и существенно меняет взгляд на эволюцию в Природе.

В синергетике очень много нерешенных проблем, она находится в состоянии интенсивного развития. Главный вывод синергетики в том, что единство мира требует и единства науки, объединения не только различных ветвей естествознания, но и гуманитарной сферы. В современном естествознании происходят интенсивные процессы гуманизации, многие специалисты-естественники все более занимаются обществоведением, что возможно приведет к появлению новой парадигмы. Но и в гуманитарных науках все более принимается логика естественных наук. Появление синергетики и её синтезирующий характер, объединяющий многие отрасли знаний, как бы предвиден в Агни Йоге: В школах должен быть введен предмет синтеза науки. Из него учащиеся усмотрят, как тесно связаны многие отрасли познания... Они поймут, что каждый ученый соприкасается с целым рядом научных областей. По-видимому, в XXI веке возникает новая метанаука, объединяющая гуманитарные и естествонаучные знания. Наука о сохранении цивилизации людей на Планете, наука о развитии Человека и сохранении всего живого.

Такой программой может стать программа «Философия миропостроения» XXI века. Эта программа может состоять из трех частей, взаи-