

ке, что приведет к повышению потребительских свойств вырабатываемых изделий. Использование съедобных пленок позволит повысить биологическую и энергетическую ценность конечного продукта.

Для выявления консервирующих свойств пленок были проведены исследования по выращиванию микрофлоры на субстрате, содержащем все компоненты состава для получения оболочек. Результаты исследования (рис. 3) показали, что концентрированные ягодные соки сдерживают во времени рост патогенной микрофлоры, а именно плесневых грибов рода *Mucor* и *Penicillium*. Кроме того, консервирующие свойства съедобных пленок были изучены непосредственно на модельных образцах сосисок при длительном хранении. Все образцы сосисок хранились в одинаковых условиях при температуре 0...+4°C в течение полутора месяцев. Результаты эксперимента (рис. 4) показали, что образец в традиционной целлофановой оболочке имеет признаки гнилой порчи, которые явно выражены по всему объему продукта. В свою очередь оставшиеся три образца имели

очаговые поражения плесневыми грибами рода *Penicillium*. Причем, на образце без оболочки плесневые грибы образовали спорангии, чего не произошло на образцах в съедобных оболочках.

Предлагаемый нами продукт не требует дополнительного введения обогащающих компонентов, так как имеет полностью природное происхождение, сбалансированный биохимический состав, структуру, свойственную физиологическим жидкостям организма человека. Исследуемый дистиллят является уникальным продуктом, так как соответствует структуре воды в живых клетках.

Таким образом, использование предлагаемого состава для получения съедобных оболочек для мясных продуктов позволяет получить готовый к употреблению продукт с более длительным сроком годности. А особое сочетание компонентов состава для получения оболочки способствует обогащению конечного продукта биологически активными веществами, повышению его биологической или энергетической ценности, а также улучшению внешнего вида мясного продукта.

### Физико-математические науки

#### ПРОБЛЕМЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Денисенко Т.И.

*СевКавГТУ, Ставрополь, Россия*

Управление представляет собой некий процесс, протекающий в определенной системе, и в соответствии с этим математическим методом описываемые процессы носят динамический характер, т.е. функции, операторы, критерии в модели зависят от времени.

Постановка задачи многокритериального выбора оптимальной альтернативы действий непосредственно связаны с задачами многокритериальной оптимизации, содержание которых может быть определено следующим образом.

Для каждого объекта (проекта, минимизации затрат и т.п.) вводят вектор — критерий  $\vec{n} = \{N_1, N_2, \dots, N_m\}$ , в котором частный критерий  $N_j$  представляет функцию параметров  $a_1, a_2, \dots, a_n$  (которые определяют, например, характеристики управлений проектов и т.п.).

Функциональная зависимость частных критериев от параметров задачи задается и тогда основная математическая модель многокри-

териальной оптимизации будет сформулирована так:

$$\begin{cases} f_j(\vec{a}) \rightarrow \min_{a \in A}, j = \overline{1, m} \\ A = \{\vec{a} \mid \vec{a} \in R_n, q_j(\vec{a}) \leq 0\}, i = \overline{1, v}, v < n \end{cases} \quad (1)$$

В этой модели  $A$  — допустимых решений, удовлетворяющих определенным ограничениям, которые даны в виде системы неравенств  $q_j(\vec{a}) \leq 0$ , накладываемых на вектор параметров  $\vec{a} = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ .

Функция  $f_j(A_1, A_2, \dots, A_n)$ , будет называться  $j$ -той целевой функцией, а вся совокупность  $f_1(\vec{x}), \dots, f_m(\vec{x})$  образуют векторную целевую функцию многокритериальной оптимизации.

В принципе задача оптимизации может ставиться отдельно для частного критерия

$$\begin{cases} f_j(\vec{a}) \rightarrow \min_{a \in A} \\ A = \{\vec{a} \mid \vec{a} \in R_n, q_j(\vec{a}) \leq 0\}, i = \overline{1, v}, v < n \end{cases} \quad (2)$$

Задача (2) является скалярной задачей теории оптимизации, поэтому, одним из возможных приложений может служить задача о нормировании уровня загрязнений в промышленном центре.

Предположим, что уровень загрязнений воздушного бассейна в пределах индустриального центра определяется, по крайней мере, по одной из возможных компонент вредных веществ скалярной величиной

$$\begin{cases} f_j(\bar{a}) \rightarrow \min_{a \in A} \\ A = \{\bar{a} | \bar{a} \in R_n, q_j(\bar{a}) \leq 0\}, i = \overline{1, v}, v < n \end{cases},$$

$$q = \sum_{i=1}^n a_i v_i, \quad (3)$$

где  $v_i$  — объем выбросов вредных веществ  $j$ -м предприятием района,  $b_i$  — полный объем отходов на  $i$ -ом предприятии по данной компоненте загрязнений,  $a_i$  — некоторые весовые коэффициенты ( $a_i > 0$ ). Зачастую в качестве последних берутся системы экологической вредности выбросов того или иного предприятия. Часть доходов, а именно  $(b_i - v_i)$  вырабатывается предприятием, и это связано с затратами

$$a_i > 0, 0 \leq v_i \leq b_i. \quad (4)$$

Если уровень загрязнений в районе превышает величину  $Q$ , то на предприятия накладываются штрафы  $S_i$  ( $S_i > 0$ ). В результате функция затрат  $i$ -го предприятия записывается в виде:

$$H_i(b_i, S_i, v_1, \dots, v_n) = \begin{cases} c_i(b_i - v_i), \text{ при } \sum_{i=1}^n a_i v_i \leq Q \\ c_i(b_i - v_i) + S_i, \text{ при } \sum_{i=1}^n a_i v_i > Q \end{cases}. \quad (5)$$

Каждое из предприятий заинтересованно в минимизации своих затрат. Центру предписана  $A_0$ , следящая за уровнем загрязнений и предоставлено право ограничивать значения величин

$$\left. \begin{matrix} b_1, b_2, \dots, b_n \\ v_1, v_2, \dots, v_n \\ S_1, S_2, \dots, S_n \end{matrix} \right\}. \quad (6)$$

Критерии центра можно записать

$$H_0(v_1, v_2, \dots, v_n) = \begin{cases} 1, \text{ при } \sum_{i=1}^n a_i v_i \leq 0 \\ 0, \text{ при } \sum_{i=1}^n a_i v_i > 0 \end{cases}. \quad (7)$$

Целью центра является максимизировать целевую функцию (6) посредством соответствующего выбора  $b_1, b_2, \dots, b_n$  и  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . В рассматриваемой системе оптимальным будет то состояние, при котором

$$H_0(v_1, v_2, \dots, v_n) = 1, \text{ и}$$

$$H_i(b_i, S_i, v_1, \dots, v_n) \rightarrow \min \forall i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Основной вопрос состоит в следующем: каким должно быть оптимальное управление  $\vec{V}(v_1, v_2, \dots, v_n)$ . Отсюда ясно, что предприятия будут выбирать  $v_i$  таким образом, чтобы меньше тратить средств на переработку, и вместе с тем ясно, что в целом в системе должна складываться ситуация, при которой

$$\sum_{i=1}^n a_i v_i = Q. \quad (9)$$

Условие (9) можно считать первым ограничением на вектор  $\vec{V}(v_1, v_2, \dots, v_n)$ . С учетом этого можно принять

$$H_i(b_i, S_i, v_1, \dots, v_n) = c_i(b_i - v_i), i = \overline{1, n} \quad (10)$$

и тогда решаемая оптимизированная задача примет вид

$$\begin{cases} \min H_i(v_1, v_2, \dots, v_n), i = \overline{1, n} \\ \sum_{i=1}^n a_i v_i = Q \end{cases} \quad (11)$$

Поскольку целевые функции линейны и линейно также ограничение, то истинно попытаться свести задачу (11) к стандартной задаче линейного программирования используя в частности  $\lambda$  — сверху векторного критерия  $\vec{H}(\vec{V})$ . Задача (11) можно сказать, также эквивалентна задаче определения вектора  $\vec{V}$  из оптимизационной задачи вида

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n a_i v_i = Q \\ c_i(b_i - v_i) < S_i, b_i > 0, S_i > 0, i = \overline{1, n} \end{cases} \quad (12)$$

Особенностью структур систем является наличие ситуаций, в которых собственные цели подсистем не соответствуют в полной мере целям центра. Это ведет к так называемым конфликтам в системе. Такие ситуации изучаются на основе теоретико-игровых моделей.

#### Список литературы.

1. Шапиро Д.И. Принятие решений в системе организационного управления. Исследование расплывчатых категорий. М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. М., 1979.
3. Денисенко Т.И. Нелинейный вариант модели межотраслевого баланса, учитывающий вредные воздействия производства на окружающую среду. III Всероссийский симпозиум. г. Кисловодск, 1999.