КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РАВНОМЕРНОСТИ ПОСТАВКИ СЫРЬЯ

В.В.Гущин, Н.Н.Оленёв

НПО "Комплекс"

Одной из характеристик равномерности поступления сырья, принятых при анализе системы производственных связей мясной промышленности с поставщиками птицы, является коэффициент равномерности [I]. Для решения задачи многокритериальной оптимизации работы птицефабрики предприняты попытки ввести нормированный коэффициент равномерности поставок [2] и определить недельный коэффициент равномерности по формуле

$$k = 1 - \frac{1}{2\Pi} \cdot \sum_{t=1}^{T} \left| \pi_t - \bar{\pi} \right|, \qquad \text{где} \quad (I)$$

π_t - поставка сырья за неделю (t =I,2, ...T);

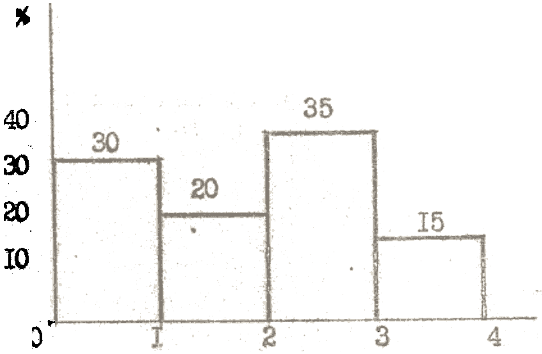
T - число недель в рассматриваемом периоде, например, в году;

$\bar{\pi}$ - средний объем поставок сырья за рассматриваемый интервал;

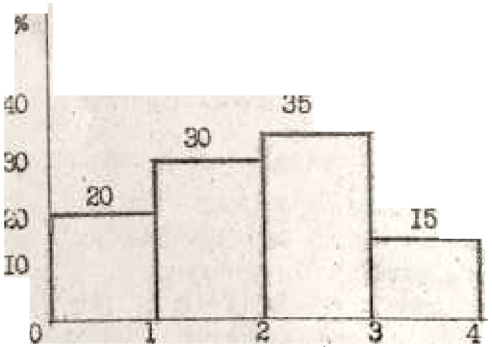
Π - суммарный выпуск (суммарные поставки) за период T.

Аналогичным образом определяются дневной, месячный, квартальный, полугодовой и т.п. коэффициенты равномерности в зависимости от рассматриваемых интервалов.

Коэффициент равномерности (I) оценивает сумму абсолютных отклонений текущих значений поставок сырья от среднего, однако не учитывает распределение их по оси времени. Рассмотрим условный пример. Период T - один год. Внутри каждого квартала поставки сырья распределены равномерно. Для наших целей достаточно рассматривать только четыре интервала (квартала) внутри периода T. На рисунке представлены два случая распределения



а)



б)

Рис. Два вида распределения поставок сырья по кварталам года с равными коэффициентами равномерности и различными коэффициентами однородности.

поставок по кварталам в процентах: а) 30, 20, 35, I5; б) 20, 30, 35, I5. Вычисленные по формуле (I) коэффициенты равномерности будут иметь одинаковые значения – k =0,85, что можно обойти путем одновременного рассмотрения этих коэффициентов для различных учитываемых интервалов времени: дня, недели, месяца, квартала, полугодия и т.п. При решении задачи многокритериальной оптимизации для оценки равномерности распределения поставок сырья можно рассмотреть различные алгоритмы [2] и принять решение, какой из них предпочтительнее. Однако в силу большого числа коэффициентов возможно принятие неоптимального решения.

Для исключения субъективности при установлении алгоритма наряду с коэффициентом равномерности введем новый коэффициент d, так называемый нормированный коэффициент однородности распределения поставок, или коэффициент однородности, который, оценивая равномерность поставок, показывает близость объемов поставок сырья к их однородному распределению во времени.

С помощью известных в математике фактов, характеризующих равномерность распределения точек на линии, плоскости и т.д. в частности так называемого отклонения (discrepancy) [3,4], определим коэффициент однородности. Так, рассматривая распределение точек на линии, фиксируем точки $x_I, x_2, \ldots, x_N$, принадлежащие отрезку (0,I) и называемые сеткой. Количество точек сетки, принадлежащих отрезку (0,x), равно $S_N(x)$. Отклонением сетки $x_I, x_2, \ldots x_N$ называется число

$$D = D(x_1, x_2, \ldots, x_N) = \sup_{0<x<1} \left| S_N(x) - N\cdot x \right|. \qquad (2)$$

Мы имеем дискретную задачу распределения интервалов поставок сырья (например, неделя) по периоду, состоящему из конечного числа интервалов T, в пределах которых объемы поставок могут отличаться. Фиксируем упорядоченный набор интервалов поставок $t_1, t_2, \ldots, t_N$, принадлежащих периоду T (52 недели в году): $t_1 < t_2 < \ldots < t_N$, $N \leq T$.

Обозначая через k_t – объем поставок сырья во время интервала t, а через П – суммарные поставки, определим отклонение интервалов

$$D = \max_{1 \le t \le T} \ \max_{1 < s \le t-1} \left| \sum_{\tau=s}^{t} \pi_\tau - (t-s+1)\Pi/T \right|. \qquad (3)$$

Для нахождения отклонения D необходимо взять максимальное из $N = T \cdot (T + 1)/2$ значений следующих величин:

$$|\pi_1 - \Pi/T|,$$

$$|\pi_1 + \pi_2 - 2 \cdot \Pi/T|, \ |\pi_2 - \Pi/T|,$$

. . . .

$$\left|\sum_{\tau=1}^{t} \pi_\tau - t \cdot \Pi/T\right|, \ \left|\sum_{\tau=2}^{t} \pi_\tau - (t-1)\Pi/T\right|, \ldots, \ |\pi_\tau - \Pi/T|,$$

. . . .

$$\left|\sum_{\tau=1}^{T} \pi_\tau - \Pi\right|, \ \left|\sum_{\tau=2}^{T} \pi_\tau - (T-1)\Pi/T\right|, \ldots, \ |\pi_\tau - \Pi/T|.$$

При $T = 52$ число значений, из которых ищется максимальное, есть $N = 52 \cdot 53 / 2 = 1378$.

Экономический смысл определения (3) $(t - s + 1)\Pi/T$ – это объем поставок сырья, который приходится на отрезок от интервала s до интервала t включительно при идеальном (пропорциональном) распределении, а $\sum_{\tau=s}^{t} \pi_\tau$ – фактический объем поставок, приходящийся на указанный отрезок. Таким образом, D в каком-то смысле оценивает максимальное отклонение фактического расположения интервалов с различными объемами поставок сырья от идеально равномерного.

Отклонение D уменьшается вместе с возрастанием близости поставок сырья к их равномерному распределению. Построим функцию d от отклонения D, которая бы возрастала вместе с уменьшением D, принимала значение $d = 1$ при равномерном распределении поставок во времени (то есть при $D = 0$) и была бы положительной

$$d = 1 - D/\Pi. \qquad (4)$$

Из формул (3) и (4) получим развернутую запись для коэффициента однородности d:

$$d = 1 - \frac{1}{\Pi} \cdot \max_{1 \le t \le T} \cdot \max_{1 < s \le t-1} \left| \sum_{\tau=s}^{t} \pi_\tau - (t-s+1)\Pi/T \right| \qquad (5)$$

Найдем значения коэффициента однородности d для случаев, рассмотренных в условном примере, приведенном на рисунке:

а) $d = 1 - \frac{1}{100} \max \{5, 0, 5, 10, 5, 10, 0, 5, 0, 10\} = 0{,}9;$

б) $d = 1 - \frac{1}{100} \max \{5, 0, 5, 10, 15, 10, 0, 5, 0, 10\} = 0{,}85.$

Интерпретировать эти результаты можно следующим образом: в случае а) поставки распределены во времени более однородно (равномерно), чем в случае б).

Итак, коэффициент равномерности k учитывает равномерность по оси объема поставок и не учитывает рассредоточение этих поставок по оси времени, а коэффициент однородности d учитывает рассредоточение поставок сырья по оси времени и практически не учитывает заполнение поставками всех интервалов. В общем случае возрастание d не приводит к возрастанию k, и наоборот. Следовательно, при решении задачи нахождения наибольшей равномерности поставок будем рассматривать два критерия: k и d, – определенных формулами (1) и (5).

В подавляющем большинстве работ задачи об отыскании оптимального варианта формулируются как однокритериальные, поскольку в этом случае имеется единственное решение. Нашу задачу нетрудно привести к однокритериальной, если ввести вместо критериев k и d какой-либо обобщенный критерий, например: $\rho_1 = k \cdot d$, или $\rho_2 = (k^2 + d^2)/2$, $\rho_3 = ak + (1 - a)d \ (0 < a < 1)$ или $\rho_4 = k^a d^{1-a} \ (0 < a < 1)$, или какой-либо другой. Однако полученные на этом пути решения, как правило, не устраивают производственников и конструкторов.

В 1982 г. Г. Эшли попытался проанализировать, что дала оптимизация авиационной промышленности США, и пришел к неожиданному для многих выводу: почти всегда реализованными оказываются не те проекты, которые были получены в оптимизационных расчетах. По-видимому, такова расплата за недостаточно обоснованную постановку оптимизационных задач [3].

Поэтому методом решения многокритериальной задачи будет поиск множества Парето – множества вариантов, не допускающих улучшения по всем критериям одновременно. При этом окончательный выбор "наилучшего" варианта из множества Парето предоставляется экспертам (лицам, принимающим решение).

Количественный анализ равномерности поставок сырья применен при решении задачи оптимизации поставок цыплят-бройлеров экспериментальной птицефабрикой НПО "Комплекс" экспериментальному птицеперерабатывающему заводу.

Решаем задачу трехкритериальной оптимизации на годовую программу: недельный коэффициент равномерности k, недельный коэффициент однородности d, суммарный объем поставок за год П. Множество Парето, определенное на ЭВМ, состоит из трех групп:

$k = 0{,}655$; $d = 0{,}906$; П $= 1274{,}2$ (6 вариантов);

$k = 0{,}638$; $d = 0{,}916$; П $= 1230{,}3$ (12 вариантов);

$k = 0{,}621$; $d = 0{,}922$; П $= 1209{,}5$ (18 вариантов).

Лицо, принимающее решение, определяет, во-первых, из какой группы брать "лучший" вариант, во-вторых, выбирает на основе дополнительных соображений (например, пересечение отрезков месячного санитарного ремонта различных птичников и т.п.) "лучший" вариант внутри группы. Допустим, выбраны вторая группа и седьмой вариант внутри группы. Закладывая номер выбранного варианта в ЭВМ, получим решение задачи трехкритериальной оптимизации, а именно – схему поставок сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В.Гущин, Н.Ф.Разинков. Совершенствование системы производственных связей мясной промышленности с поставщиками птицы. М., ЦНИИТЭИмясомолпром, 1984.
2. В.В.Гущин, Н.Н.Оленёв, И.М.Шинкевич, Л.И.Кроик. О возможности использования ЭВМ для оптимального планирования производства птицы и ее поставки на переработку. "Мясная индустрия СССР," 1985.
3. И.М.Соболь. Точки, равномерно заполняющие многомерный куб.- М. "Знание". Новое в жизни, науке, технике. Серия "Математика, кибернетика", 1985, № 2.
4. L. Kuipers, H. Niederreiter. Uniform distribution of sequences. New York, Wileg, 1974.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ И ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ ДЛЯ ПЛАСТОВАНИЯ МЯСА ПТИЦЫ

М.Х. Варажян,

Канд.техн.наук Б.В. Кулишев

НПО "Комплекс"

Интенсивный рост производства мяса птицы выдвигает проблему углубленной его переработки на полуфабрикаты и готовые изделия с заданными органолептическими характеристиками. В частности, куски мяса определённой формы и технологических свойств, могут быть получены пластованием на специальной установке. Принцип ее работы заключается в том, что в рабочей зоне на мясо в нормальном направлении воздействует индентер или группа индентеров, подвергая его упруго-пластической деформации в трех направлениях (z, r, θ). При обратном движении индентера либо он, либо мясо перемещается в тенгенциальном направлении на шаг, больший чем ширина индентера, и цикл продолжается до тех пор, пока кусок мяса не достигнет нужной толщины (h).

Для обоснования параметров установки нами определены величины удельного усилия и параметры индентера в зависимости от его характеристик и структурно-механических характеристик мяса.

При определении удельного усилия индентера $P/\sigma_т$, где P – усилие деформации, $\sigma_т$ – предел текучести, использованы принцип минимума полной энергии деформации мяса. Если считать, что деформация равномерна, а размер индентера d несравнимо мал по сравнению с размерами куска мяса, то при равномерной деформации компоненты перемещений W, U, V зависят от координат z, θ, а компоненты тензора деформации ε_r, ε_z, ε_θ, $\gamma_{r\theta}$, $\gamma_{\theta z}$, γ_{rz} не являются функциями координат [1].