# Построение логистической модели на стадии внешнего проектирования жизненного цикла изделия

**Гязова М.М.,** кандидат экономических наук, доцент
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), МАИ, Москва, Россия

**Аннотация.** Одной из составных частей инновационной программы предприятия является внешняя логистическая система, которая обеспечивает, с одной стороны, поставку комплектующих и материалов (КиМ) для производства новых изделий, а с другой – распределение готовой продукции на рынке между дистрибьюторами и конечными потребителями. Успех деятельности предприятия в рыночной среде в значительной степени определяется эффективностью функционирования подсистемных на входе и выходе логистической системы, которые взаимообусловлены и взаимосвязаны благодаря участию в формировании себестоимости изделия, в его конкурентоспособности, и в целом в позиции готового изделия на рынке.

**Ключевые слова:** стадия внешнего проектирования жизненного цикла изделия, теория нечетких множеств, построение логистической модели, логистическая структура, номенклатурная портфель предприятия, формирование логистической сети.

# Construction of a logistic model at the stage of external design of the product life cycle

**Gyazova M.M.,** candidate of economic sciences, associate professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), MAI, Moscow, Russia

**Annotation.** One of the components of the innovation program of the enterprise is an external logistics system that provides, on the one hand, the supply of

components and materials for the production of new products, and on the other, the distribution of finished products on the market between distributors and final consumers. The success of an enterprise in a market environment is largely determined by the efficiency of the subsystem functions at the input and output of the logistic system, which are interdependent and interconnected due to participation in the formation of the cost of the product, in its competitiveness, and in general in the position of the finished product in the market.

**Keywords:** the stage of external design of the product life cycle, the theory of fuzzy sets, the construction of a logistic model, the logistic structure, the nomenclature portfolio of an enterprise, the formation of a logistic network.

Построение логистической структуры в рамках инновационной программы осуществляется на ранней стадии жизненного цикла изделия, когда характеристики изделий, поставщиков КиМ и потребителей готовой продукции полностью не определены, им присуще размытость, неопределенность, что осложняет постановку и решение логистических задач. Для преодоления подобных трудностей в настоящее время широко применяется аппарат теории нечетких множеств и различные его приложения. В статье на основе нечетких отношений предлагаются две логистические модели: первая- для определения состава предприятий-поставщиков, вторая- для формирования сети распределения готовой продукции предприятия-производителя между дистрибъюторами и конечными потребителями. Рассмотрим первую модель. Пусть заданы:

$X = \{x_{1,} x_{2,} ..., x_n\}$ - множество изделий- комплектующих для предприятия производителя новой продукции;

$Y = \{y_{1,} y_{2,} ..., y_p\}$ - множество требуемых (желаемых) показателей, изделий, комплектующих и предлагаемых предприятием-производителем предприятиям-поставщикам;

$Z = \{z_{1,} z_{2,} ..., z_m\}$ - множество предприятий-поставщиков.

Тогда, $\mu_R(x,y): \mathrm{X}\times Y \to [0,1]$- функция принадлежности бинарного отношения $R$ изделий и их требуемых показателей;

$\mu_S(y,z): \mathrm{Y}\times Z \to [0,1]$- функция принадлежности бинарного отношения $S$ показателей комплектующих и предприятий-поставщиков. Отношения $R$ и $S$ представлены соответствующими матрицами:

$$R = \begin{array}{c|cccc} & y_1 & y_2 & \dots & y_p \\ x_1 & \mu(x_{1,}y_1) & \mu(x_{1,}y_2) & \dots & \mu(x_{1,}y_p) \\ x_2 & \mu(x_{2,}y_1) & \mu(x_{2,}y_2) & \dots & \mu(x_{2,}y_p) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & \mu(x_{\mathrm{n},}y_1) & \mu(x_{n,}y_2) & \dots & \mu(x_{\mathrm{n},}y_p) \end{array}$$

Элементы матрицы $R$ показывают степень соответствия представленных на рынке изделий требованиям, предъявляемые предприятием, производящим новую продукцию. Чем больше значение $\mu(x,y)$, тем в большей степени комплектующие соответствуют требуемым показателям.

$$S = \begin{array}{c|cccc} & z_1 & z_2 & \dots & z_n \\ y_1 & \mu(y_{1,}z_1) & \mu(y_{1,}z_2) & \dots & \mu(y_{1,}z_n) \\ y_2 & \mu(y_{2,}z_1) & \mu(y_{2,}z_2) & \dots & \mu(y_{2,}z_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_p & \mu(y_{\mathrm{p},}z_1) & \mu(y_{\mathrm{p},}z_2) & \dots & \mu(y_{\mathrm{p},}z_n) \end{array}$$

Матрица $S$ показывает способность предприятий $z_1, z_2, \dots, z_n$ поставить комплектующие требуемого качества $y_1, \mathrm{y}_2, \dots, \mathrm{y}_p$. Перемножив матрицы $R$ и $S$ получим матрицу $T$:

$$
T = \begin{array}{c|cccc}
 & z_1 & z_2 & \dots & z_m \\
x_1 & \mu(x_1, z_1) & \mu(x_1, z_2) & \dots & \mu(x_1, z_m) \\
x_2 & \mu(x_2, z_1) & \mu(x_2, z_2) & \dots & \mu(x_2, z_m) \\
\dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
x_n & \mu(x_n, z_1) & \mu(x_n, z_2) & \dots & \mu(x_n, z_m)
\end{array}
$$

с нормированными элементами:

$$
\mu(x,z) = \frac{\sum_y \mu(x,y) \cdot \mu(y,z)}{\sum_x \mu(x,y)},
$$

$\forall x \in X, \forall y \in Y$.

Матрица $T$ показывает возможность поставщиков удовлетворять потребности в комплектующих $x_1, \dots, x_n$ в соответствии с требованиями предприятия-производителя к качеству продукции.

Следующим шагом в построении структурной модели поставок является определение порога, разделяющего комплектующие по критерию:

$$
L = \max_i \min_j \mu(x_i, z_j), \forall z_j \in Z, \forall x_i \in X .
$$

Полученные значения $L$ устанавливают допустимый уровень качества комплектующих изделий: предприятиями $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ в ассортимент поставок включаются только те изделия, для которых $\mu(x,z) \geq L$.

На следующем примере показан расчет ассортиментов различных поставщиков. Пусть предприятию требуется шесть комплектующих изделий $\{x_1, x_2, \dots, x_6\}$, которые поставляют три организации $\{z_1, z_2, z_3\}$. Для

производителя поставляемые изделия должны соответствовать пяти показателям $\{y_1, y_2, ..., y_5\}$. Отношения $R$ и $S$ задаются матрицами:

$$R = \begin{array}{c|ccccc} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ \hline x_1 & 1 & 0,8 & 0,5 & 1 & 0,2 \\ x_2 & 0,8 & 0,7 & 1 & 0,1 & 0,7 \\ x_3 & 0,5 & 0,5 & 0,3 & 1 & 0,7 \\ x_4 & 0,5 & 0,3 & 0,9 & 0,1 & 0,2 \\ x_5 & 0,3 & 0,4 & 0,1 & 0 & 0 \\ x_6 & 0,5 & 0,5 & 1 & 1 & \end{array} \qquad S = \begin{array}{c|ccc} & z_1 & z_2 & z_3 \\ \hline y_1 & 1 & 0,5 & 0 \\ y_2 & 1 & 0,5 & 0 \\ y_3 & 1 & 0,3 & 1 \\ y_4 & 0 & 1 & 0,5 \\ y_5 & 1 & 0 & 0,5 \end{array}$$

После нормирования элементов матрицы $T$ получим:

$$T = \begin{array}{c|ccc} & z_1 & z_2 & z_3 \\ \hline x_1 & 0,714 & 0,586 & 0,314 \\ x_2 & 0,900 & 0,348 & 0,419 \\ x_3 & 0,667 & 0,530 & 0,234 \\ x_4 & 0,950 & 0,340 & 0,525 \\ x_5 & 1 & 0,475 & 0,125 \\ x_6 & 0,714 & 0,514 & 0,5 \end{array}$$

По строкам матрицы $T$ для всех комплектующих изделий находим минимальные значения $\mu(x, z)$, а среди них максимальное, которое и будет порогом разделения $L = 0,5$. Все изделия, для которых $\mu(x, z) \geq 0,5$ составляют ассортимент предприятий $z_1, z_2, z_3$:

$$M(z_1) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$$

$$M(z_2) = \{x_1, x_3, x_6\}$$

$$M(z_3) = \{x_4, x_6\}$$

Преобразуем матрицу $T$ исключив элементы $\mu(x,z) < 0,5$ согласно полученным ассортиментам $M_1, M_2, M_3$:

$$U = \begin{array}{c|cccccc} & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 \\ \hline z_1 & 0,714 & 0,900 & 0,667 & 0,950 & 1,0 & 0,714 \\ z_2 & 0,586 & & 0,530 & & & 0,514 \\ z_3 & & & & 0,525 & & 0,5 \end{array}$$

Выбрав максимальное значение $\mu(z,x)$ по столбцам матрицы $U$ увидим, что полностью потребность предприятия-заказчика в комплектующих удовлетворяют предприятия-поставщики $z_2$ и $z_3$. Таким образом количество предприятий сократилось с трех до двух, что упрощает организацию материально-технического снабжения предприятия заказчика. Рассмотрев логистическую модель материально-технического обеспечения на входе предприятия переходим к построению структурной логической модели на выходе предприятия по распределению продукции между предприятиями-потребителями, в том числе и дистрибъюторами. Структурная модель представлена в виде многоуровневой сети, вход которой образуют предприятия производители и поставщики новой техники, выходы – предприятия-потребители. Количество уровней сети и их состав зависит от территориального расположения предприятий, коммуникационных возможностей, объема потребностей в рассматриваемых изделиях организаций-потребителей. Ключевым вопросом создания таких сетей является формирование номенклатуры головного предприятия (ГП) и периферийных предприятий-потребителей (ПП) входящих в сеть, в качестве инструмента управления продуктовой политикой системы обеспечения как на предварительном этапе ее создания, так и на последующих этапах функционирования такой системы. При анализе задачи формирования логистической сети возможны следующие варианты ее решения: в первом варианте задача решается «сверху» от головного к периферийным

предприятиям исходя из оптимальной эффективности деятельности ПП включая всю сеть в целом. Номенклатурные портфели отдельных предприятий сети разрабатываются в рамках номенклатурного ряда ГП с учетом величины спроса на отдельные виды изделий или на отдельные их группы, а также с учетом ограничений на финансовые возможности ГП. Полученный номенклатурный портфель (НП) головного предприятия распределяется между НП отдельных ПП. Во втором варианте, формирование номенклатуры сети осуществляется «снизу», то есть от периферийных предприятий-потребителей к головному, номенклатура которого образуется путем объединения номенклатур ПП. Для решения задачи формирования НП сети воспользуемся теорией нечетких множеств, для установления отношений между изделиями и потребителями в виде функций принадлежности. Для дальнейшего рассмотрения введем следующие обозначения: $T=\left(t_1,t_2,...,t_n\right)$- множество изделий в номенклатурном ряде головного предприятия; $O=\left(o_1,o_2,...,\mathrm{o}_m\right)$- набор характеристик, присущих изделиям множества $T$; $K=\left(k_1,k_2,...,\mathrm{k}_l\right)$- множество периферийных предприятий сети. Для формирования состава НП головного предприятия построим матрицу принадлежности $A$, элементы которой - функции принадлежности $\alpha_A\left(O_i\,/\,t_j\right)$, которые показывают степень принадлежности характеристики $O_i$ продукту $t_j$ в виде чисел из интервала $\left[0,1\right]$, при этом чем больше свойство $O_i$ присуще товару $t_j$, тем больше значение функции $\alpha_A$.

$$
A = \begin{array}{cccccccc}
 & t_1 & t_2 & \dots & t_j & \dots & t_n \\
O_1 & \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1j} & \dots & \alpha_{1n} \\
O_2 & \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2j} & \dots & \alpha_{2n} \\
\dots & \dots & & \dots & & \dots & \\
O_i & \alpha_{i1} & \alpha_{i2} & \dots & \alpha_{ij} & \dots & \alpha_{in} \\
\dots & \dots & & \dots & & \dots & \\
O_m & \alpha_{m1} & \alpha_{m2} & \dots & \alpha_{mj} & \dots & \alpha_{mn}
\end{array}
$$

Для упорядочения изделий по важности выполним операцию $(\max\min)$. В начале найдем в каждом столбце для изделия $t_j$ минимальное значение его характеристик:

$$t_j \to \min_i(\alpha_{ij}) = \alpha_{j\min}, i = (1, 2, ..., m).$$

После нормирования единицей все $\alpha_{j\min}$ получим по важности долю каждого изделия в общей совокупности изделий номенклатурного ряда головного предприятия:

$$\alpha_j^H = \frac{\alpha_{j\min}}{\sum_j \alpha_{j\min}}, \alpha_j^H < 1, \sum_j \alpha_j^H = 1.$$

Упорядочить по важности изделия можно по $\alpha_j^H$ относительно $\alpha_j^H = \max(\alpha_j^H)$:

$\alpha_{j1}^H > ... > \alpha_{jn}^H$, что соответствует предпочтению каждого изделия, включаемого в портфель ГП. Однако полученный результат вряд ли можно считать удовлетворительным, так как желательно определить не только состав НП, но и по каждой его позиции возможный объем поставок при известном спросе на изделия у конечных потребителей. В связи с этим, сформулируем задачу в следующей постановке: определить объем поставок изделий НП с

учетом их важности в $\alpha_j^H$ обеспечивающих максимальную эффективность в виде показателя: $P_f = \sum_j \alpha_j^H r_j x_j \to \max$, при следующих ограничениях: $0 \le x_j \le Q_j$, $j = (1, 2, ..., n)$

$\varphi_j \le \Phi$, где $x_j$ искомый объем поставки $t_j$-го изделия головным предприятием;

$r_j$ – эффективность $t_j$ - го изделия (например, рентабельность);

$Q_j$ – величина спроса на $t_j$ -е изделие;

$\varphi_j$ – затраты на поставку, хранение и сопровождение $t_j$ - го изделия;

Ф – финансовые ресурсы ГП, предназначенные для обеспечения поставки изделий искомой номенклатуры.

В результате решения задачи методом линейного целочисленного программирования, в номенклатурный портфель ГП будут включены те изделия с соответствующими объемами поставок, которые обеспечивают максимальный эффект от реализации номенклатурного портфеля. Полученный оптимальный список изделий с объемами поставок может быть короче исходного номенклатурного ряда, который после «перенумерации» будет иметь вид:

$\left(t_1 : Q_1^*, t_{21} : Q_2^*, ..., t_j : Q_j^*, ..., t_n : Q_{n*}^*\right)$, где $Q_j^*$ - искомый оптимальный объем поставки $t_j$ - го изделия.

Следующим шагом в разработке номенклатурной политики ГП является определение состава номенклатурных портфелей периферийных предприятий, входящих в сеть. В решении этой задачи используются показатели стратегической важности ПП и полученные ранее данные об объеме поставок в сети. Учитывая многофакторность и многоаспектность оценки стратегической важности ПП, в качестве способа ее определения целесообразно использовать

известный метод анализа иерархий. Получив оценку стратегической важности ПП в виде вектора:

$\Pi = \left(\pi_1, \pi_2, ..., \pi_l, ..., \pi_p\right)$, можно приступить к установлению номенклатуры НП каждого ПП сети. Для этого составим матрицу принадлежности $B^l$, элемент которой есть функция принадлежности $\beta\left(O_i / t_j\right) = \beta_{ij}$, показывающая степень принадлежности (желаемости) некоторой характеристики $O_i$ продукту $t_j$ с точки зрения потребителя изделия данного ПП:

$$B^l = \begin{array}{cccccccc} & t_1 & t_2 & \dots & t_j & \dots & t_{n^*} \\ O_1 & \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1j} & \dots & \beta_{1n^*} \\ O_2 & \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2j} & \dots & \beta_{2n^*} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ O_i & \beta_{i1} & \beta_{i2} & \dots & \beta_{ij} & \dots & \beta_{in^*} \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ O_m & \beta_{m^*1} & \beta_{m^*2} & \dots & \beta_{m^*j} & \dots & \beta_{m^*n^*} \end{array}$$

Численное значение $\beta_{ij}$ может быть получено путем опроса специалистов и руководителей ПП, знающих запросы конечных потребителей. Очевидно, матрицы $B^l$ будут отличаться от матрицы $A$ не только размерностью, но и численным значением элементов, так как оценки, полученные в ГП могут не совпадать с оценками характеристик изделий на местах их использования. Для определения ожидаемого объема потребления изделий $t_1, ..., t_n$ для всех ПП сети воспользуемся матрицей $B^l$ и вектором-строкой стратегической важности ПП и полученными ранее объемами поставок с ГП. По совокупности значений характеристик изделий и с учетом их важности найдем интегральный показатель их «желательности» по формуле:

$\gamma_j^l = \sum_{i=1}^{m^*} s_i^l \frac{\beta_{ij}^l}{\max\limits_j \beta_{ij}^l}, 0 < s_i^l \le 1,$ где $s_i^l$ - показатель важности $i$-й характеристики для $l$-го ПП. Вычислив $\gamma_j^l$ для всех предприятий-потребителей построим матрицу $C$:

$$C = \begin{array}{cccccccc} & t_1 & t_2 & \dots & t_j & \dots & t_{n^*} \\ k_1 & \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1j} & \dots & \gamma_{1n^*} \\ k_2 & \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2j} & \dots & \gamma_{2n^*} \\ \dots & \dots & & \dots & & \dots & \\ k_l & \gamma_{l1} & \gamma_{l2} & \dots & \gamma_{lj} & \dots & \gamma_{\ln^*} \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ k_p & \gamma_{p1} & \gamma_{p2} & \dots & \gamma_{pj} & \dots & \gamma_{pn^*} \end{array}$$

Затем, скалярно умножив вектор-строку стратегической важности на матрицу С, получим матрицу $D$:

$$D = \begin{array}{cccccccc} & t_1 & t_2 & \dots & t_j & \dots & t_{n^*} \\ k_1 & \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1j} & \dots & \delta_{1n^*} \\ k_2 & \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2j} & \dots & \delta_{2n^*} \\ \dots & \dots & & \dots & & \dots & \\ k_l & \delta_{l1} & \delta_{l2} & \dots & \delta_{lj} & \dots & \delta_{\ln^*} \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ k_p & \delta_{p1} & \delta_{p2} & \dots & \delta_{pj} & \dots & \delta_{pn^*} \end{array}$$

где $\delta_{lj} = \pi_l \times \gamma_{lj}$. После нормирования единицей столбцов матрицы $D$

$\delta_{lj}^H = \frac{\delta_{lj}}{\sum\limits_l \delta_{lj}}; \sum\limits_l \delta_{lj}^H = 1$ получим по каждому $t_j$-му изделию новой техники его долю поставки для $l$-го ПП среди всех периферийных

предприятий. Тогда предполагаемый объем поставок $t_j$- го изделия $l$-й ПП будет равен: $Q_{lj} = Q_j^* \delta_{lj}^H$ .

Таким образом, весь номенклатурный портфель $l$-й ПП можно представить в виде следующего списка: $НП_l = \left\{ \left( t_1 : Q_{l1} \right), \left( t_2 : Q_{l2} \right), ..., \left( t_n : Q_{1n^*} \right) \right\}$. При решении задачи формирования номенклатурных портфелей сети по второму варианту, специальным образом совмещаются характеристики изделий на уровне головного предприятия с характеристиками изделий на уровне периферийных предприятий сети. ГП корректирует оценку свойств изделий, подлежащих поставкам в пределах территориального размещения ПП с точки зрения своего видения значимости свойств изделий. Если в первом варианте, управление номенклатурой сети осуществляется путем «лимитирования» объема выпуска и поставок для сети по каждой позиции НП головного предприятия и сети в целом, то во втором определяются для каждого периферийного предприятия исходя из его характеристик. Следовательно, для продолжения решения задачи построим две матрицы $E$ и $F$:

$$E = \begin{array}{c|cccccc} & O_1 & O_2 & \dots & O_i & \dots & O_m \\ t_1 & \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \dots & \varepsilon_{1i} & \dots & \varepsilon_{1m} \\ t_2 & \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \dots & \varepsilon_{2i} & \dots & \varepsilon_{2m} \\ \dots & \dots & & \dots & & \dots & \\ t_j & \varepsilon_{j1} & \varepsilon_{j2} & \dots & \varepsilon_{ji} & \dots & \varepsilon_{jm} \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ t_n & \varepsilon_{n1} & \varepsilon_{n2} & \dots & \varepsilon_{ni} & \dots & \varepsilon_{nm} \end{array}$$

$$F = \begin{array}{c|cccccc} & k_1 & k_2 & \dots & k_l & \dots & k_p \\ O_1 & \varphi_{11} & \varphi_{12} & \dots & \varphi_{1l} & \dots & \varphi_{1p} \\ O_2 & \varphi_{21} & \varphi_{22} & \dots & \varphi_{2l} & \dots & \varphi_{2p} \\ \dots & \dots & & \dots & & \dots & \\ O_l & \varphi_{i1} & \varphi_{i2} & \dots & \varphi_{il} & \dots & \varphi_{ip} \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ O_m & \varphi_{m1} & \varphi_{m2} & \dots & \varphi_{ml} & \dots & \varphi_{mp} \end{array}$$

Матрица $E$ показывает насколько характеристика каждого изделия соответствует требуемым их значениям, а матрица $F$ - насколько важна та или иная характеристика изделия для потребителей периферийных предприятий сети. Вычисление доли продукта в номенклатурном портфеле ПП выполнено с помощью операции max min над матрицами $E$ и $F$. Если обозначить операцию объединения функций принадлежности через знак $\vee$, а операцию пересечения через знак $\wedge$, то в результате перемножения матриц $E$ и $F$ получим матрицу $G$, элемент которой вычисляется по формуле:

$$\xi_{jl} = \bigvee_i \left( \varepsilon_{ji} \wedge \varphi_{il} \right), j = \overline{1,n} \qquad i = \overline{1,\mathrm{m}} \qquad l = \overline{1,\mathrm{p}}$$

В итоге матрица $G$ будет иметь вид:

$$G = \begin{array}{cccccccc} & k_1 & k_2 & \dots & k_l & \dots & k_p \\ t_1 & \xi_{11} & \xi_{12} & \dots & \xi_{1l} & \dots & \xi_{1p} \\ t_2 & \xi_{21} & \xi_{22} & \dots & \xi_{2l} & \dots & \xi_{2p} \\ \dots & \dots & & \dots & & \dots & \\ t_j & \xi_{j1} & \xi_{j2} & \dots & \xi_{jl} & \dots & \xi_{jp} \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ \dots & & & \dots & & \dots & \\ t_n & \xi_{n1} & \xi_{n2} & \dots & \xi_{nl} & \dots & \xi_{np} \end{array}$$

Пронормировав строки матрицы $G$ получим распределение долей поставок продукта НП из $t_1, t_2, ..., t_n$ для каждого периферийного предприятия:

$$\left(\xi_{1l}^H, \xi_{1l}^H, ..., \xi_{1l}^H\right), \sum_j \xi_{jl} = 1; \xi_{jl} \le 1.$$

Очевидно, что в номенклатурный портфель ПП при решении задачи по второму варианту могут быть включены только те продукты, которые обеспечивают заданный уровень эффективности. Выявив объем спроса на рынке $j$-го изделия $Q_j$ можно вычислить объем реализации $l$-м предприятием $j$-го продукта:

$Q_{jl} = \xi_{jl} Q_j$, где $Q_{jl}$ выступает в качестве ограничения при оптимизации номенклатурного портфеля периферийного предприятия по критерию:

$$P_{fl} = \sum_j r_{jl} x_{jl} \to \max,\ 0 \le x_{jl} \le Q_{jl},\ j = \overline{1,n}\ ,\ \sum \varphi_{jl} \le \Phi_l,$$

где $P_{fl}$ - критерий эффективности НП $l$-го предприятия;

$\varphi_{jl}$ - затраты на реализацию $j$-го изделия $l$-м предприятием;

$\Phi_l$ - финансовый ресурс $l$-го предприятия;

$r_{jl}$ - удельная прибыль от $j$-го изделия.

Объем поставок головного предприятия представляет сумму поставок по каждому изделию всех периферийных предприятий:

$Q_j = \sum_{l=1}^{n} \overset{opt}{Q}_{jl}; j = \overline{1,n}$, где $\overset{opt}{Q}_{jl}$ - оптимальный объем поставки (реализации) $j$-го изделия $l$-м предприятием. Рассмотренные варианты решения задачи по формированию номенклатурных портфелей объектов логистической сети позволяют принимать решения по эффективному распределению изделий между предприятиями, входящими в сеть головного предприятия с учетом спроса на готовую продукцию и финансовые возможности участников логистической системы. В контексте формирования инновационной программы предложенные модели материально-технического снабжения и распределения готовой продукции исключительно важны: отталкиваясь от требуемых характеристик изделий, объемов спроса, параметров предприятий, разрабатываются планы производства и их материально-технического обеспечения. Процесс моделирования логистической сети имеет итерационный характер: всякий раз на очередном цикле процесса в контуре маркетинговой стратегии создания инноваций уточняются качественные характеристики изделий, их себестоимость и цена, объемы поставок готовой продукции и комплектующих изделий. Таким образом, осуществляется обратная связь от требований рынка к стадиям жизненного цикла инноваций, и в конечном счете корректируются номенклатурные портфели и планы разработки и производства. Данные модели являются частью комплекса моделей, используемых в процессе планирования при создании инноваций на всех этапах жизненного цикла с учетом рефлексивного взаимодействия рынка с предприятиями разработчиками и производителями.

**Библиографический список**

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978

2. Гязова М.М. Совершенствование прогнозирования и диверсификация как инструменты обеспечения экономической устойчивости авиакомпании: Монография – Москва. УМЦ «Триада», 2015. – 175с.

3. Канчавели А.Д., Колобов А.А. и др. Стратегическое управление организационно-экономической устойчивостью фирмы. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.

4. Гязова М.М. Хмелевой В.В. Концепция принятия маркетинговых решений в условиях рефлексии // Российский экономический интернет-журнал. – 2017. – № 4.

5. Лефевр В.А. Конфликтующие структуры. – М.: Советское радио, 1973.

**References**

1. Buslenko N.P. Modeling of complex systems. – M.: Nauka, 1978

2. Gyazova M.M. Improving forecasting and diversification as tools to ensure the economic sustainability of the airline: Monograph. – Moscow. Training center «Triada», 2015, 175 p.

3. Kanchaveli A.D., Kolobov A.A. and others. Strategic management of organizational and economic sustainability of the company. – M.: Publishing MSTU Bauman, 2001.

4. Gyazova M.M. Khmelevoy V.V. The concept of marketing decisions in terms of reflection // Russian Economic Internet-Journal. – 2017. – № 4.

5. Lefevre V.A. Conflicting structures. – M.: Soviet Radio, 1973.