

4. Bentley D. Business Intelligence and Analytics – New York: McGraw-Hill, 2020. – 356 p.

5. Chaudhuri S., Dayal U. An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology – ACM SIGMOD Record. – 1997. – Vol. 26. – No. 1. – P. 65-74.

6. Codd E. F. Providing OLAP (On-line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate – E. F. Codd & Associates, 1993. – 24 p.

УДК 004.02

Д.И. Волчек, маг.; В.В. Смелов, доц.; В.Н. Штепа, доц.
(БГТУ, г. Минск)

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПО ВРЕМЕНИ ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА ВАЛОВОГО ОБЪЕМА ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА

Промышленный кластер. Промышленный кластер (ПК) – объединение субъектов хозяйствования с целью их эффективного взаимодействия и совместного устойчивого развития. Цель деятельности промышленных кластеров заключается в стимулировании инновационной активности путем углубления взаимодействия между участниками, которые делятся возможностью обмена теоретическими и практическими знаниями, тем самым внося серьезный вклад в развитие выбранной технологии, усиливая сетевое и информационное взаимодействие внутри участников кластера [1].

На рис. 1 изображена сеть технологических цепочек, образующих кластер, включающий 8 субъектов хозяйствования. Узлы сети (изображены пронумерованными окружностями) обозначают субъекты хозяйствования, стрелки между узлами – связи между этими субъектами.

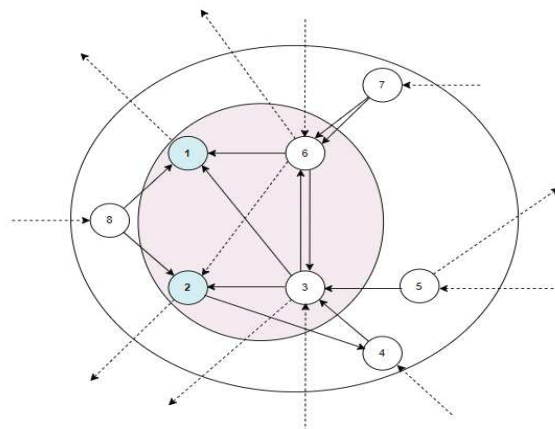


Рисунок 1 – Сеть производственных цепочек промышленного кластера

Внешний контур на рис. 1 обозначает границы кластера. Субъекты хозяйствования, расположенные внутри этого контура, являются участниками кластера. Внутренний контур охватывает 4 узла сети, образующих кластерное ядро участников. Ядро кластера объединяет группу системообразующих участников кластера, при исключении любого из них, смысл существования кластера утрачивается.

Стрелками на рисунке 1 указаны горизонтальные связи между узлами сети, острие стрелок указывает направление движение материальных ценностей или ресурсов. Например, две стрелки, выходящие из узла 8 в узлы 1 и 2, могут быть интерпретированы как поставку электроэнергии субъектом 8 субъектам 1 и 2.

Между участниками кластера допускается существование нескольких связей. Так узел 7 и 6 соединены двумя однонаправленными стрелками, которые могут, например, обозначать поставку субъектом 7 субъекту 6 двух типов продукции. Узлы 6 и 3 соединены двумя разнонаправленными стрелками, что может интерпретироваться как встречные поставки продукции.

Последовательность соединенных стрелками узлов 4, 3 и 1 или 7, 6, 3 и 2 могут обозначать производственные цепочки, по которым передвигаются материальные ценности или ресурсы (электроэнергия, тепловая энергия).

Участники кластера могут быть вовлечены в производственные цепочки, включающие субъекты хозяйствования, не являющиеся членами кластера. На рис. 1 такие связи отображены штриховыми стрелками, выходящими за пределы внешнего контура (для внешних потребителей) или входящие из-за внешнего контура кластера (от внешних поставщиков).

Модель В.В. Леонтьева. Балансовые модели – математические модели, построенные в виде системы уравнений, представляющей балансовые соотношения произведенного и распределенного продукта. Каждое такое уравнение выражает требование баланса между производимым количеством продукции и совокупной потребностью в ней [2-3].

Математически балансовая модель В.В. Леонтьева описывается в виде системы линейных уравнений, которая в матричном виде имеет следующий вид:

$$X - AX = Y, \quad (1)$$

где $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_h \end{pmatrix}$ – вектор-столбец объемов валовой продукции;

$A = \begin{pmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,h} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{h,1} & \cdots & a_{h,h} \end{pmatrix}$ – матрица коэффициентов прямых затрат;

$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_h \end{pmatrix}$ – вектор-столбец объемов конечной продукции. Предполагается известными вектор-столбец Y и матрица A , а искомым вектор-столбец

$$X = (E - A)^{-1} Y. \quad (2)$$

Элементы $x_i, i = \overline{1, h}$ матрицы-столбца X – значения планируемых объемов продуктов в течение отрезка времени $[t_1, t_2]$.

Декомпозиция плана производства продукции по времени.

План производства обладает свойством фрактальности, то есть имеет одинаковую структуру и алгоритм вычисления для любой точки или интервала в рамках отрезка времени. Это позволяет осуществлять декомпозицию плана производства продукции по времени.

Система планирования представлена семеркой: $H'_S \equiv \langle A, Y, \underline{t}, D, \Theta, \Sigma, NSF \rangle$, где $A = \{a_{i,j}\}_h$ – матрица размерности h , каждый элемент $a_{i,j}$ которой отражает количество одного продукта, необходимого для производства другого, $a_{i,j} \geq 0$; $Y = (y_1 : y_h)$ – вектор с элементами y_i , равными величине планируемого объема продукта для внешних потребителей продукции ПК, $y_1 \geq 0$; \underline{t} – период планирования; $D = \{d_1, d_2, \dots, d_l\}$, $d_k \in N$, $d_k > 1$, $\underline{t} = \prod_{k=1}^l d_k$ – последовательность l натуральных чисел превышающих 1, произведение которых равно \underline{t} ; Θ – оператор декомпозиции; Σ – оператор слияния планов, NSF – не подлежащий формализации в рамках H'_S оператор перераспределения планируемых объемов производства продуктов для внешних потребителей.

Результатом работы системы H'_S является план вида $\pi = \langle X(t), Y(t) \rangle$, $t = 1, 2, \dots, \underline{t}$.

Ограничение производительности участников кластера. Систему планирования кластера S определим как четверку:

$$H_S \equiv \langle \bar{t}, X\uparrow, X\downarrow, M \rangle,$$

где \bar{t} – длина отрезка времени, задающего период планирования; $X\uparrow = (x_1 \uparrow \dots x_h \uparrow)^T$, $x_i \uparrow \geq 0$ – максимальный валовой объем продукции, который может быть произведен за отрезок времени длиной \bar{t} ; $X\downarrow = (x_1 \downarrow \dots x_h \downarrow)^T$, $x_i \downarrow \geq 0$ – минимальный валовой объем продукции, который может быть произведен за отрезок времени длиной \bar{t} ;

$M = (m_{i,j})_{t \times h}$, $m_{i,j} \geq 0$, $\forall (i = \overline{1, h}) \sum_{j=1}^h m_{i,j} = 1$ – матрица, задающая отображение $= \varphi: Y \rightarrow \{Y(t), t = 1, 2, \dots, \bar{t}\}$:

Цель системы H_S – построение календарного плана

$$\Pi(t) = \langle \tilde{X}(t), \tilde{Y}(t) \rangle, t \in [1, \bar{t}],$$

где $\tilde{X}(t) = (\tilde{x}_1(t) \dots \tilde{x}_h(t)) T$, $\tilde{x}_i(t) \geq 0$ – дискретная матричная функция с областью определения $t \in [1, \bar{t}]$ и областью значений заданной системой неравенств $x_i \downarrow \leq \sum_{t \in [1, \bar{t}]} \tilde{x}_i(t) \leq x_i \uparrow$, $i = \overline{1, h}$; $\tilde{Y}(t) = (\tilde{y}_1(t) \dots \tilde{y}_h(t))^T$ – дискретная матричная функция с областью определения $t \in [1, \bar{t}]$ и областью значений заданной системой неравенств $0 \leq \sum_{t \in [1, \bar{t}]} \tilde{y}_i(t) \leq y_i$, $i = \overline{1, h}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новикова И.В., Смелова В.В., Тимофеева Ю.А., Шиман Д.В. Концепция цифровой платформы инновационно-промышленного кластера. Импортзамещение, научно-техническая и экономическая безопасность: сб. ст. V Междунар. науч.-техн. конф. «Минские научные чтения – 2022», Минск, 7–9 декабря 2022 г.: в 3 т. – Минск: БГТУ, 2022. – Т. 2. С. 3–7.
2. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика. – М.: Экономика. 1997. – 479 с.
3. Леонтьев В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. – М.: Политиздат, 1990. – 415 с.

УДК 004.048; 579.8.06

А.П. Некрасова, маг.; В.В. Смелов, доц.;
В.Н. Штепа, доц. (БГТУ, г. Минск)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БИОЦЕНОЗА АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

Контроль процесса биологической очистки сточных вод в аэротенке заключается в получении и обработке данных химического, биохимического, бактериологического и гидробиологического анализов.

Каждое очистное сооружение формирует свой уникальный биоценоз активного ила, уровень развития и деструкционный потенциал которого зависят от состава сточных вод, конструкции очистных сооружений и режима их эксплуатации.

Определение уровня развития биоценоза и деструкционного потенциала активного ила необходимо для контроля эффективности