

ПОСТРОЕНИЕ КРОСС-ПРОЦЕССОВ В АСУ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СЕТЬЮ

Предлагается формальная постановка и подход к решению задачи построения кросс-процессов организационной сети. Применяется аддитивная свёртка нормализованных частных критериев. Задача состоит в поиске на графе организационной сети подграфа, изоморфного графу-шаблону и имеющего лучшее значение критерия.

1. Введение

Высокие темпы развития информационных технологий и ускорение протекания экономических процессов предопределяют переход от иерархических организационных структур, слабо адаптирующихся к изменениям среды, к гибким и мобильным сетевым [1]. К таким структурам относится организационная сеть.

Организационная сеть (оргсеть) – это координированная совокупность предприятий и организаций, которая обычно выступает как целостный субъект рынка, как система. Координирование заключается в согласовании действий участников сети, которое выполняется на основе общих правил или стандартов ведения дел. Каждое предприятие сети представляет собой ресурс сети [2, 3].

Для организационной сети, включающей большое количество предприятий, координирующие действия выполняет специально созданная интеллектуальная компания - координатор. Для небольшого числа предприятий в качестве координатора может выступать эксперт или группа экспертов.

Оргсеть образуют разнотипные предприятия. Это позволяет формировать группы предприятий, реализующих технологии производства и поставки продукта конечному потребителю. Такой процесс, в котором участвуют несколько предприятий, будем называть кросс-процессом. В оргсети может функционировать много кросс-процессов. Отдельное предприятие может быть участником нескольких кросс-процессов. Кросс-процесс носит временный характер: он осуществляется, пока в нем существует потребность, определяемая состоянием внешней среды (покупатели, технологии и т.п.). В рамках оргсети происходят постоянные формирования и «распады» кросс-процессов [4]. Поэтому одна из важных задач координатора состоит в организации (формировании, построении) кросс-процессов.

Цель исследования: разработка моделей и методов автоматизации построения структур совместной деятельности предприятий организационной сети.

Задача исследования: создание модели и постановка задачи построения кросс-процесса в организационной сети.

2. Постановка задачи

Кросс-процесс реализует технологию производства и продвижения изделия к покупателю. Графическую модель (шаблон) кросс-процесса представим ориентированным графом $H(V_h, D_h)$, который назовем технологическим. Вершинами этого графа являются технологические единицы (макрооперации). Технологическая единица или макрооперация – это совокупность операций, в результате которых получают компоненту конечного изделия или готовое изделие (сборка) [5]. Каждому предприятию оргсети ставится в соответствие одна или несколько технологических единиц. Дуги технологического графа указывают последовательность выполнения макроопераций технологического процесса, а также означают перемещение материальных единиц между макрооперациями.

Структура оргсети представлена в виде графа $G(V, D)$, в котором вершины и дуги имеют такой же смысл, как и для технологического графа $H(V_h, D_h)$.

В зависимости от конкретной ситуации для выделения лучшего кросс-процесса принимается один из следующих вариантов критериев: 1) минимальные материальные затраты на создание и продвижение материального потока по звеньям оргсети; 2) минимальные

временные затраты на создание и продвижение материального потока по звеньям оргсети;
3) минимальные материальные и временные затраты [6].

В общем случае задача выбора лучшего кросс-процесса является многокритериальной, и для поиска обобщенных многокритериальных скалярных оценок будем использовать обобщенный критерий $P(x)$ [7]:

$$P(x) = \sum_{i=1}^n a_i k_i^H(x), \quad (1)$$

где x – решение, принадлежащее множеству допустимых решений X ; $k_i^H(x)$ – нормализо-

ванные частные критерии решения x : $k_i^H(x) = \left(\frac{k_i(x) - k_{i\delta}}{k_{i\epsilon} - k_{i\delta}} \right) \alpha_i$; a_i – безразмерные весо-

вые коэффициенты относительной важности частных критериев, для которых выполняется

ограничение $0 \leq a_i \leq 1$, $\sum_{i=1}^n a_i = 1$; $k_i(x)$ – исходный i -й частный критерий: $k_{i\epsilon}$, $k_{i\delta}$ –

соответственно лучшее и худшее значения частного критерия; n – количество частных критериев.

Параметр α_i определяет вид зависимости: выпуклая вверх ($0 < \alpha_i < 1$), линейная ($\alpha_i = 1$), выпуклая вниз ($\alpha_i > 1$).

В зависимости от вида экстремума

$$k_{i\epsilon} = \begin{cases} \max_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \max, \\ \min_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \min, \end{cases}$$

$$k_{i\delta} = \begin{cases} \min_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \max, \\ \max_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \min. \end{cases}$$

Если известны точные количественные значения весовых коэффициентов a_i частных критериев $k_i(x)$, то оптимальное значение $x^0 \in X$ равно

$$x^0 = \arg \operatorname{extr}_{x \in X} \sum_{i=1}^n a_i k_i^H(x), \quad i = \overline{1, n}, \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1. \quad (2)$$

Оптимальное значение x^0 представляет собой подграф G_T графа G такой, что: а) $G_T(V_T, D_T) \sim N(V_h, D_h)$; б) функция (1) достигает своего экстремума.

3. Определение параметров кросс-процесса

Основными параметрами кросс-процесса являются общие затраты на производство и продвижение продукции, а также его продолжительность.

Для каждого предприятия известны:

- 1) статистическая информация об уровнях загрузки (на текущий момент и за предыдущие периоды работы предприятия);
- 2) продолжительность выполнения работы (время обработки сырья, изготовление изделий, производство продукции и т.д.);
- 3) затраты на выполнение работы (суммарные затраты предприятия на выполнение работы, включающие, помимо затрат на ресурсы, затраты на хранение, заработную плату сотрудникам, амортизационные отчисления и т.д.);
- 4) транспортные затраты (временные и материальные затраты на перемещение материального потока между ресурсами оргсети).

На основе перечисленных выше данных можно определить следующие функции. Для каждой вершины графа оргсети (технологической единицы) строятся 2 функции:

$$C_{vi} = f_{v1i}(W_i, O); T_{vi} = f_{v2i}(W_i, O), \quad i \in I_V, \quad O_{vi}^{\min} \leq W_i + O \leq O_{vi}^{\max},$$

где I_V – множество индексов вершин графа G ; C_{vi} – затраты предприятия на создание необходимого количества изделий; W_i – текущая загрузка i -й технологической единицы; O – объем производимой продукции; T_{vi} – продолжительность выполнения макрооперации; O_{vi}^{\min} , O_{vi}^{\max} – соответственно минимальный и максимальный объем продукции, которая может производиться i -й технологической единицей.

Для каждой дуги определяются следующие 2 функции:

$$C_{dj} = f_{d1j}(L_j, O); T_{dj} = f_{d2j}(L_j, O), j \in J_V,$$

$$O_{dj}^{\min} \leq O \leq O_{dj}^{\max},$$

где J_V – множество индексов дуг графа G ; C_{dj} – затраты на перемещение продукции по j -й дуге; L_j – расстояние (длина j -й дуги); O – объем перемещаемой продукции; T_{dj} – продолжительность перемещения продукции по j -й дуге; O_{dj}^{\min} , O_{dj}^{\max} – соответственно минимальный и максимальный объем продукции, который может перемещаться через j -ю дугу.

Каждому l -му кросс-процессу, представленному соответствующим графом $G_{\Pi}(V_{\Pi}, D_{\Pi})$, можно поставить в соответствие число, показывающее величину затрат:

$$C_l = \sum_{i \in I_{V_{\Pi}}} C_{vi} + \sum_{j \in J_{D_{\Pi}}} C_{dj},$$

$I_{V_{\Pi}}, J_{D_{\Pi}}$ – множества индексов, соответственно, вершин и дуг графа $G_{\Pi}(V_{\Pi}, D_{\Pi})$, а также число, показывающее продолжительность кросс-процесса:

$$T_l = \sum_{i \in I_{V_{\Pi}}^{KP}} T_{vi} + \sum_{j \in J_{D_{\Pi}}^{KP}} T_{dj},$$

$I_{V_{\Pi}}^{KP}, J_{D_{\Pi}}^{KP}$ – множества индексов, соответственно, вершин и дуг графа $G_{\Pi}(V_{\Pi}, D_{\Pi})$, составляющих критический путь.

Числа C_l и T_l являются значениями $k_1(x_1)$ и $k_2(x_1)$ критериев $k_1(x)$ и $k_2(x)$, где решение x_1 – граф $G_{\Pi}(V_{\Pi}, D_{\Pi})$.

4. Подход к решению задачи

Суть задачи состоит в том, что требуется на графе оргсети найти подграф, соответствующий некоторому шаблону (технологическому графу) и удовлетворяющий условию (2). Поскольку технологических звеньев каждого типа может быть несколько, то X – множество допустимых решений будут составлять всевозможные комбинации технологических звеньев, соответствующие шаблону (технологическому графу). Таким образом, имеем комбинаторную задачу на сети. Для сокращения перебора применяется принцип динамического программирования [7]. Технологический граф разбивается на стадии (рис.1).

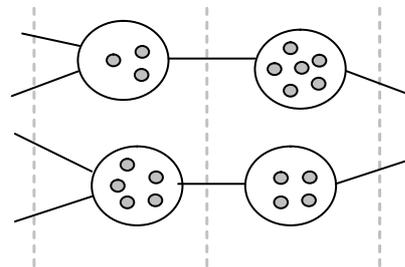
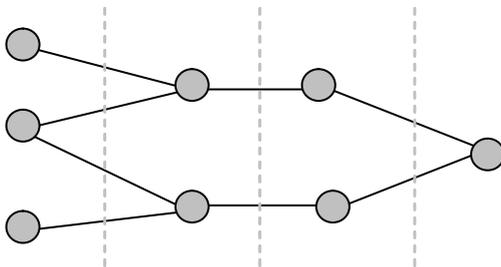


Рис. 1. Пример простейшего технологического графа Рис. 2. Фрагмент шаблона (рис. 1) с группами однотипных технологических единиц

Каждая стадия – шаг процедуры динамического программирования. В соответствии с шаблоном строится вспомогательная структура, фрагмент которой показан на рис. 2. Для каждой технологической единицы шаблона формируется множество подобных ей технологических единиц оргсети. Затем на этой вспомогательной структуре реализуется процедура динамического программирования.

Выводы

В разные периоды времени к кросс-процессам могут предъявляться какие-то новые, дополнительные или иные требования. Рассмотренная модель и подход к решению задачи позволяет учитывать это обстоятельство. Изменения будут состоять в модификации кортежа частных критериев и добавлении соответствующих функций вершинам и дугам сети. А сама структура модели остается неизменной.

Научная новизна: Предложена модель, предполагающая универсальную схему построения наилучшего возможного кросс-процесса с учетом технологии производства и перемещения продукции.

Практическая значимость: Уменьшение затрат на реорганизацию бизнес-процессов в социально-экономических системах и повышение загрузки предприятий оргсети.

Список литературы: 1. *Биггиеро Л.* Сети малого бизнеса. В кн.: Информационные технологии в бизнесе / Под. ред. М. Желены. СПб.: Питер, 2002. С. 322-332. 2. *Стрелец И.А.* Новая экономика и информационные технологии. М.: Экзамен, 2003. 254 с. 3. *Башмаков А.И., Башмаков И.А.* Интеллектуальные информационные технологии. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 304 с. 4. *Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж.* Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М.: Мир, 1979. 536 с. 5. *Месарович М., Такахара Я.* Общая теория систем: математические основы. М.: Мир, 1978. 311 с. 6. *Боцман А.Ю., Вишняк М.Ю.* Сравнительный анализ методов поиска оптимального кросс-процесса в организационной сети // 3-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития», МРФ-2008. Сборник научных трудов. Международная конференция «Информационные компьютерные технологии и системы». Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ. 2008. 7. *Петров Э.Г., Новожилова М.В., Гребенник И.В., Соколова Н.А.* Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах. Учеб. пособие // Под общей редакцией Петрова Э.Г. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2003. 380 с.

Поступила в редколлегию 02.03.2010

Боцман Андрей Юрьевич, аспирант кафедры системотехники ХНУРЭ. Научные интересы: исследование интеллектуальных систем, поддерживающих технологию управления бизнес-процессами. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14. тел. (057) 702-10-06, (050) 228-63-88, E-mail: Andrew_Botsman@mail.ru.

Вишняк Михаил Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры системотехники ХНУРЭ. Научные интересы: современные технологии управления организационными сетями. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14. тел. (057) 702-10-06, (057) 345-12-57, (095) 887-44-09, E-mail: mvishnyak95@gmail.com.