

ВЫРАБОТКА РЕШЕНИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И ИНТЕГРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТА

Розглядається концептуальний підхід інтеграції виробництва з урахуванням міжсистемних зв'язків.

Рассматривается концептуальный подход интеграции производства с учетом межсистемных связей.

The paper examines a conceptual approach to the integration of production with account of intra-system links.

Введение

Многие территориальные и практические проблемы восстановления и размещения производства исследованы недостаточно. Поэтому для разрешения проблемы развития и размещения производства необходима гибкая методика моделирования процессов, отражающая многообразие связей между участниками системы, т. е. поставщиками сырья, транспортными условиями, производством, перевозкой и сбытом продукции, ценами.

Использование модели линейного программирования не отражает увязку многообразных участников интегрированного процесса. Кроме этого, требуется конструирование моделей, используемых число переменных, отражающих суть ситуаций и не требующих больших затрат времени на формирование исходных модулей. Поэтому модель не должна зависеть от действия отдельных факторов, она должна быть универсальной, все изменения должны отражаться исходными данными. Необходимые межсистемные связи отражаются в модели и ее размер зависит только от широты охвата заинтересованных участников.

Постановка задачи

Для решения проблемы восстановления и развития и размещения производства предлагается использовать сетевую модель с ограниченной пропускной способностью. Рассматривается граф $G(U, A)$, U – множество узлов, A – множество дуг [3]. Модель должна отражать реальные условия поставок сырья (обязательные закупки), стоимость сырья и продукции, уровни производства, себестоимость производства, стоимость транспортировки продукции, а также показатель спроса. Структура

модели зависит от объема элементов, включаемых в нее, и от реальных возможных связей и отношений поставок сырья, объемов поставок, их стоимости и перевозки.

Для использования методики определения оптимального решения размещения производства следует выполнить две процедуры:

1. Сформулировать исходную задачу в виде потоковой задачи, имеющей ограниченную пропускную способность.

2. Задать начальные значения двойственных переменных π_k (узловых чисел) и начальную циркуляцию (f_{ij}) , удовлетворяющую условие сохранения потока.

Что касается первой процедуры, то рассмотрим сначала конфигурацию модели с одним источником и стоком (которые в действительности могут являться главным источником и главным стоком). Данная конфигурация представлена на рис. 1.

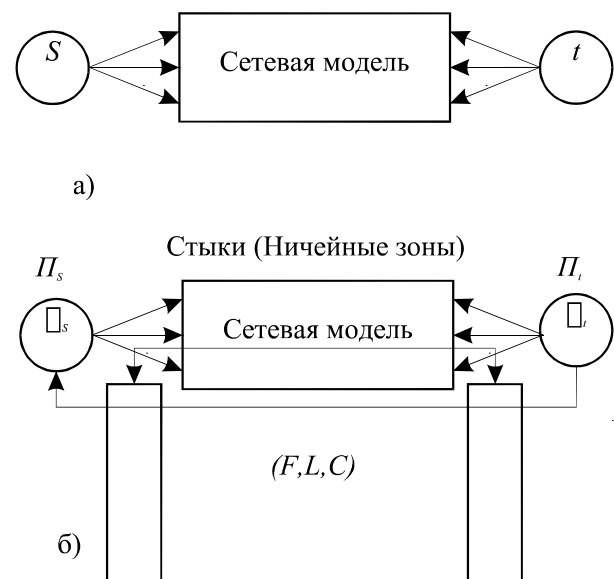


Рис. 1. Открытая и замкнутая модели с ограниченной пропускной способностью

мость перевозки продукции, показатель спроса продукции. Физический смысл каждой дуги носит универсальный характер и отражает объем производства (тыс. шт. кирпича, м³ произ-

водства ЖБК, м². производства столярных изделий, тыс. кВт, тонны зерна, цемента, угля, нефти и т. д.). В общем случае любая физическая величина имеет название – поток (f_{ij}).

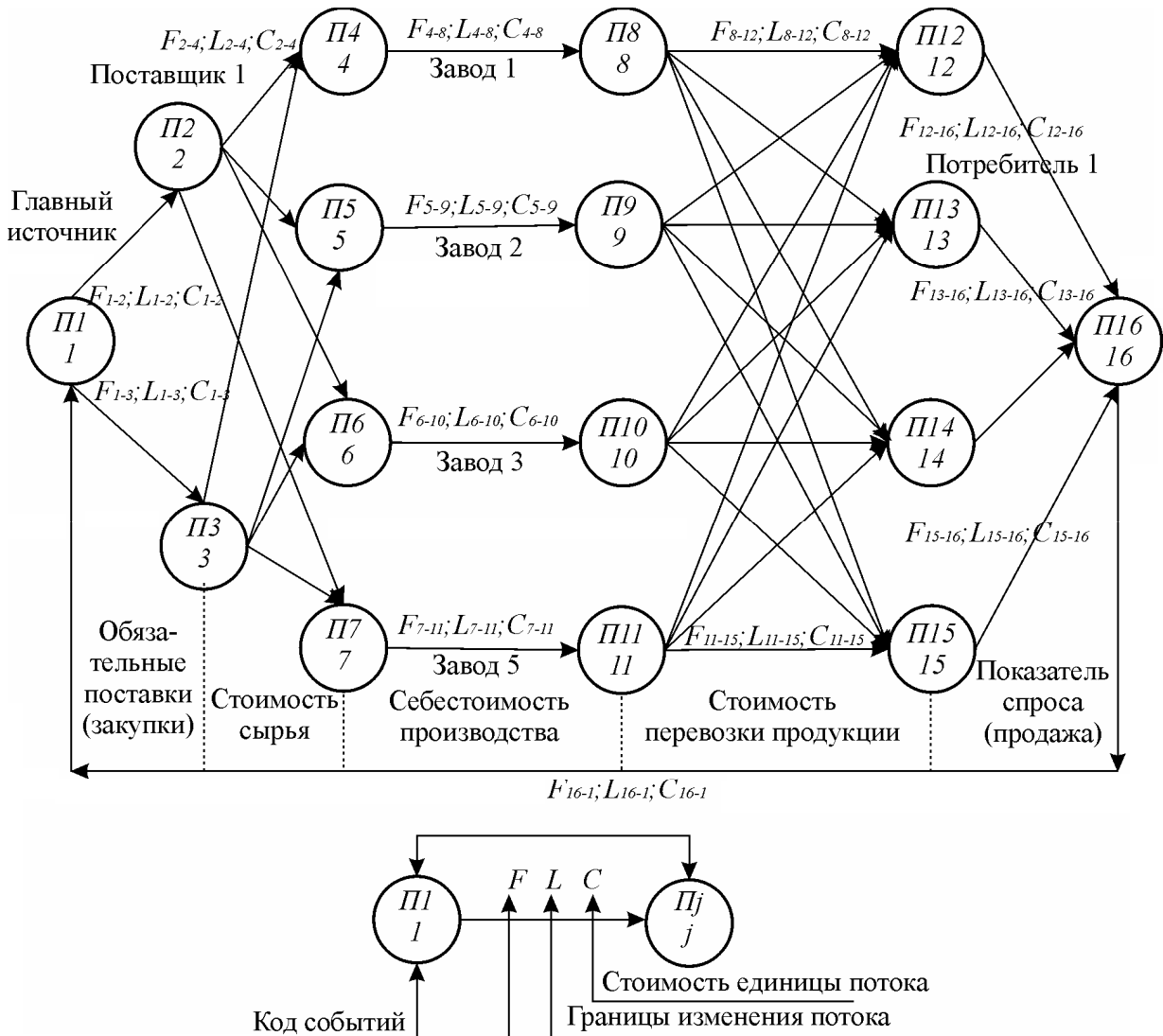


Рис. 3. Модель производства и распределения

Отличие возвратной дуги имеет то значение, что, будучи идентичной по смыслу всем операциям, она является средством корректировки потока по замкнутому циклу. Это ценное свойство используется в алгоритме и не позволяет нарушать условие сохранения (равновесие узлов).

Таким образом, предложенная модель обладает новизной как в части формализации и включения в нее межсистемных связей, нейтрализующих негативные воздействия, перечисленные ранее, так и в методе решения задачи путем использования возвратной дуги, способствующей перераспределению потоков с целью оптимизации решения. Такой подход является методологически полным, экономически актуальным и нормативно авторитетным.

Цель составления модели заключается в приведении задачи к виду, допускающему ее количественное решение. В конечном итоге задача должна быть описана такой системой уравнений и неравенств, чтобы для ее решения можно было применить известный метод. В этом и состоит главная трудность.

Для ответа на поставленные вопросы необходим нетрадиционный подход к разработке структуры модели, она должна отражать всю взаимосвязь элементов системы восстановления, размещения производства, быть информативной и понятной. Она должна объединить производство и распределение, и отражать обязательные поставки (закупки) сырья, его стоимость, себестоимость переработки (производ-

ства), стоимость транспортировки продукции и показатель спроса (продажи).

Предлагаемый подход к построению модели исходит из того, что целое всегда обладает такими свойствами, которых нет у его частей, но они появляются вследствие совместной работы на основе взаимной зависимости и условий достижения целей. Это снижает риск и увеличивает доход, имеет сходство с идеей формирования оптимального инвестиционного портфеля.

Критерием оптимальности решения является минимизация стоимости всего процесса, объединяющегося моделью производства как ориентированная сетевая модель.

Решение задачи

Общая постановка задачи формулируется в виде специальной задачи оптимального программирования. Задача минимизации суммарной стоимости потока в сетях с ограниченной пропускной способностью формулируется следующим образом.

Дана сетевая модель, $(i, j) \in A, F_{ij}, L_{ij}, C_{ij}$ требуется найти решение, (f_{ij}, π_i) , которое минимизирует целевую функцию

$$L(f) = \sum C_{ij} f_{ij} \rightarrow \min. \quad (1)$$

При ограничениях на пропускную способность дуг

$$f_{ij} \leq F_{ij}, (i, j) \in A, \quad (2)$$

$$f_{ij} \geq L_{ij}, (i, j) \in A. \quad (3)$$

Для того, чтобы количество продукта, поступающего в узел, равнялось количеству продукта, выходящего из этого узла, требуется выполнение условия сохранения потока.

Для всех $i \in U, i \neq j$

$$\sum f_{ij} - \sum f_{ji} = 0. \quad (4)$$

Задача определения оптимального потока, соответствующего циркуляции минимальной стоимости, представлена в виде специальной задачи оптимального программирования (1)...(4). Это и есть основная формулировка для описания алгоритма исключения дефекта (АИД). Используем условия оптимальности, которые вытекают из природы теории двойственности оптимального программирования. Перепишем условие (1) в виде

$$L(f) = \sum -C_{ij} f_{ij} \rightarrow \max,$$

при ограничениях:

Для всех $i \in U$

$$\sum f_{ij} - \sum f_{ji} = 0$$

(условие сохранения потока),

$$f_{ij} \leq F_{ij}$$

(ограничение на потоки сверху),

$$-f_{ij} \leq -L_{ij}$$

(ограничение на потоки снизу),

$$f_{ij} \geq 0$$

(условие неотрицательности потока).

Для условия описания АИД целевая функция умножена на -1 . Задача минимизации преобразовалась в задачу максимизации, и будем рассматривать ее как прямую задачу. Согласно известному в линейном программировании результату, для любой прямой задачи существует соответствующая ей двойственная задача. В нашем случае она формулируется следующим образом.

Минимизировать целевую функцию

$$Z(x) = \sum F_{ij} \alpha_{ij} - \sum L_{ij} \delta_{ij} \rightarrow \min,$$

при условии, что:

Для всех $(i, j) \in A$

$$x_i - x_j + \alpha_{ij} - \delta_{ij} \geq -C_{ij},$$

x_i не имеет ограничений по знаку для всех $i \in U$.

Для всех $(i, j) \in A$

$$\alpha_{ij} \geq 0, \quad \delta_{ij} \geq 0.$$

Переменные x_i соответствуют ограничениям, описывающим условие сохранения потока для прямой задачи, и могут принимать произвольные значения, поскольку эти ограничения имеют вид равенства. Переменные α_{ij} в двойственной задаче соответствуют ограничениям сверху на потоки по дугам в прямой задаче (двойственные переменные F_{ij}), а переменные δ_{ij} – ограничениям снизу (двойственные переменные L_{ij}). Каждой переменной f_{ij} в прямой задаче соответствует некоторое ограничение в двойственной задаче.

Вывод

В результате выполненного исследования по восстановлению, размещению и развитию производства предложен новый подход к разработке модели в составе подготовки производства. Науч-

но-технический уровень исследований в сравнении с аналогами и традиционными приемами отличается новизной, связанной с учетом межсистемных связей в подходе формирования структуры сетевой модели, охватывающей вопросы поставки сырья, ее транспортные условия, объемы изготовления продукции, ее распределения по потребителям и цены сбыта [5].

Предложен высокоэффективный метод решения задачи на основе алгоритма исключения дефекта (АИД), позволяющий получить одновременно с неизвестными прямой задачи переменные двойственной задачи, что дает возможность оценить реальность решений путем сравнения целевых функций, значения которых всегда должны совпадать.

Основные составляющие выводов сводятся к следующему:

1. Разработанная модель восстановления, размещения и развития производства, основанная на возможностях учета межсистемных связей, позволяет решать проблему в единой системе, охватывающей важнейшие связи всех ее участников.

2. Научная новизна предложенного метода заключается в конструировании модели, отражающей единство всего межсистемного цикла: сырье – транспорт – производство – распределение – спрос – плавающие цены.

3. Предложенный метод решения задачи на базе алгоритма исключения дефекта (АИД)

имеет преимущества и достоинства в сравнении с использованием процедуры симплекс-метода, транспортного алгоритма, обладает физической и экономической интерпретацией, отличается тем, что способствует перераспределению потоков в сети.

4. Разработанная программа ПОТОК доказала высокую работоспособность, сняла все трудности в практической реализации задач организационно-технологической подготовки восстановления, развития и размещения производства, метод можно использовать для решения аналогичных проблем в других отраслях Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительства / А. А. Гусаков и др. – М.: SVP Apsys, 1994. – 427 с.
2. Миллер В. ПЕРТ – система управления: Пер. с англ. – М.: Экономика, 1965. – 140 с.
3. Павлов И. Д. Модели управления проектами: Учебное пособие / И. Д. Павлов, А. В. Радкевич. – Запорожье, ГУ «ЗИГМУ», 2004. – 320 с.
4. Филлипс Д. Методы анализа сетей / Д. Филлипс, А. Гарсиа-Диас; Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 496 с.
5. Форд Л. Р. Потоки в сетях / Л. Р. Форд, Д. Фалкерсон; Пер. с англ. – М.: Мир, 1966. – 276 с.

Поступила в редколлегию 04.10.04.