

ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОПТИМАЛЬНОСТИ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Запропонований високоефективний метод вирішення задачі реалізації будівельної продукції, з урахуванням міжсистемних зв'язків, охоплюючий питання поставки сировини, транспортні умови, об'єми виготовлення продукції, її розподіл по споживачам і ціни збуту.

Предложен высокоэффективный метод решения задачи реализации строительной продукции, с учетом межсистемных связей, охватывающий вопросы поставки сырья, транспортные условия, объемы изготовления продукции, ее распределение по потребителям и цены сбыта.

Very effective method of solving a problem of realisation a building production, is offered. It includes oversystem communications, covers the problems of material's delivery, transporting terms, volumes of making products, it's distribution among uses and saling prizes (prizes of sale).

Введение

В задачах такого рода требуется найти оптимальное решение с целью удовлетворения заданного спроса при этом общая сумма текущих и единовременных затрат на производство и перевозки продукции должна быть минимальна. Одновременно с решением этой общей задачи, как один из его частных результатов, определяется оптимальное решение перевозок продукции. С народнохозяйственной точки зрения безразлично, за счет чего будет достигнут минимум, для государства безразлично, где именно достигается экономия; требуется достичь не минимума затрат только на производство или только на транспорт, а минимума совокупных затрат. Здесь учитывается уже элемент системности, т. е. совместная и согласованная работа (синергическая характеристика системы).

При решении такой необходимой и непростой задачи следует учитывать большое множество самых разнообразных факторов и обстоятельств. При этом следует последовательно и неуклонно соблюдать принцип единственности критерия оптимальности. Должно быть совершенно ясно, что оптимальной является только стратегия, обеспечивающая минимум затрат, причем если вариант кажется «неприемлемым» по каким-то другим соображениям, но их следует учесть в критерии и ограничениях.

Как известно [2], критериям оптимальности присущи наиболее важные характеристики.

Во-первых, критерий оптимальности должен измерять подлинную эффективность системы. Во-вторых, критерий должен выражаться количественно. В-третьих, критерий оптимальности для решаемой задачи должен быть один (в разных задачах могут быть частные крите-

рии, но они должны быть подчинены общему критерию эффективности). В-четвертых, значение критерия должно определяться достаточно точно без больших затрат средств и времени. В-пятых, критерий должен обеспечить учет всех существенных сторон. И в-шестых, критерий должен иметь физический смысл, что делает его понятным и осязаемым, а также облегчает сравнение идеальной и реальной характеристик.

Рассматриваемая одна из экономикоматематических моделей задачи интеграции имеет четко установленный критерий оптимальности, определяющий цель решения и экстремальную функцию. Кроме этого определена система ограничений. Учет как можно большего числа факторов повышает достоверность результатов. Однако большое число факторов сильно усложняет саму модель так и последующие расчеты. Учет тех или иных факторов существенно влияет на возможность использования известных методов.

Используемые модели не учитывают варианты, условия и объемы обеспечения системы сырьем, здесь же следует и учесть транспортные условия доставки сырья. Формирование моделей с учетом приведенных обстоятельств усложняет их, однако делает модели более полными. Кроме учета условий поставок сырья, к недостаткам таких моделей следует отнести отсутствие изменения границ мощностей предприятий (вариантности).

В современных условиях приватизации, выпускаемая промышленная продукция должна сбываться потребителям с учетом рыночного спроса, т. е. цену определит рынок, однако «плавающие» цены следует ориентировать на определенные условия, которые необходимо прогнозировать. Поэтому после производства продук-

ции следует иметь четкое представление о путях ее движения, количественных соотношениях, целесообразности поставки в эффективные пункты с учетом требований маркетинга.

Все названное требует конструирования таких моделей, которые бы отражали сущность системы, т. е. охватывали бы все имеющиеся «ничейные» зоны и стороны ее функционирования, условия и ограничения. Критерием оптимальности задачи остается минимизация совокупных затрат.

Модель должна дать ответ: 1. Где следует закупать сырье каждому предприятию системы и сколько. 2. Какой объем продукции следует выпускать каждому предприятию. 3. Какой объем продукции необходим каждому получателю. 4. Куда следует каждому предприятию отправлять свою продукцию. 5. По каким ценам продавать продукцию. Здесь закладываются требования учета межсистемных связей, логистического и системотехнического подходов.

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.

Предлагаемый подход к построению модели исходит из того, что целое всегда обладает такими свойствами, которых нет у его частей.

Вследствие новизны разрабатываемого метода оценки решений необходимо рассмотрение его места в общей теории систем (ОТС), теоретическая часть которой включает кибернетику, теорию исследования операций, теорию информации, теорию решений, теорию игр, теорию графов, теорию сетей, топологию, факторный анализ, системный анализ, системотехнику и др. Часть ОТС, занимающаяся исследованиями технических систем, называется системотехникой [1], как научно-техническая дисциплина, охватывает вопросы проектирования, создания (реализации) и эксплуатации сложных систем. Дальнейшее развитие любой отрасли техники невозможно без применения математического аппарата системотехники и принципов системного подхода и логистики к проблемам проектирования.

Таким образом, в нашем подходе к разработке модели интеграции производства учитываются межсистемные связи, которые при традиционных подходах не могли быть введены в условия задачи. Они находились в «ничейных» зонах и были трудно формализуемы.

Критерием оптимальности решения является минимизация стоимости всего процесса, объединяющего моделью производства как ориентированной сети.

Постановка 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 [2–4].

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

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

при ограничениях на пропускную способность дуг:

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

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

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

$$\sum_i f_{ji} - \sum_i f_{ij} = 0 \text{ для всех } i \in U, i \neq j \quad (4)$$

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

$$L(f) = \sum_A^N -C_{ij} f_{ij} \rightarrow \max$$

при ограничениях

$$\sum_i f_{ij} - \sum_i f_{ji} = 0,$$

для всех $i \in U$ (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

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

при условии, что $\pi_i - \pi_j + \alpha_{ij} - \delta_{ij} \geq -C_{ij}$, для всех $(i, j) \in A$. π_i не имеет ограничений по знаку для всех $i \in U$. $\alpha_{ij} \geq 0$, $\delta_{ij} \geq 0$, для всех $(i, j) \in A$.

Переменные π_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.

Для чего необходим переход от решения задачи к двойственной? Это объясняется двумя обстоятельствами. Прямая задача трудно приводится к каноническому (стандартному) виду, поскольку ограничения (2), (3) имеют двухсторонний характер и при больших размерах задачи (а реальные задачи именно такими являются) это становится проблематичным и необходимо решать так называемую М-задачу.

Двойственная задача имеет базисное решение, но в нашем случае она сводится к сетевой на графах и сетях, где определяется поток минимальной стоимости на основе алгоритма исключения дефекта (АИД), процедуры, аналогичной симплекс-методу в теории ЛП.

Покажем на примере процедуру работы алгоритма (АИД). Дана матрица, табл. 1. Требуется определить оптимальное решение, связанное с использованием теории двойственности. Исходный вариант показан на рис. 1, оптимальное решение с использованием АИД приведено на рис. 2, анализ результатов приведен в табл. 2.

Таблица 1

Исходные данные задачи						
i	Источник					
	–	–	5	6	7	8
	–	–	120	60	40	80
Работы, бригады	2	140	5	7	9	7
	3	70	11	7	3	5
	4	20	5	3	9	5

Таблица 2

Результаты анализа переменных двойственной задачи

№ работ	Узловые значения		C_{ij}	α_{ij}	δ_{ij}	$\alpha_{ij} F_{ij}$	$\delta_{ij} L_{ij}$	f_{ij}
	π_i	π_j						
1	0	0	0	–	–	–	–	140
2	0	2	0	2	–	140	–	70
3	0	2	0	2	–	180	–	90
4	0	5	5	–	–	–	–	120
5	0	5	7	–	–	–	–	0
6	0	5	9	–	–	–	–	0
7	0	7	7	–	–	–	–	20
8	2	5	11	–	–	–	–	0
9	2	5	7	–	–	–	–	0
10	2	5	3	–	–	–	–	40
11	2	7	5	–	–	–	–	30
12	2	5	5	–	–	–	–	0
13	2	5	3	–	–	–	–	60
14	2	5	9	–	–	–	–	0
15	2	7	5	–	–	–	–	30
16	5	0	0	–	5	–	600	120
17	5	0	0	–	5	–	300	60
18	5	0	0	–	5	–	200	40
19	7	0	0	–	7	–	560	80
20	0	0	0	–	–	–	–	300
Итого	–	–	–	–	–	320	1660	–

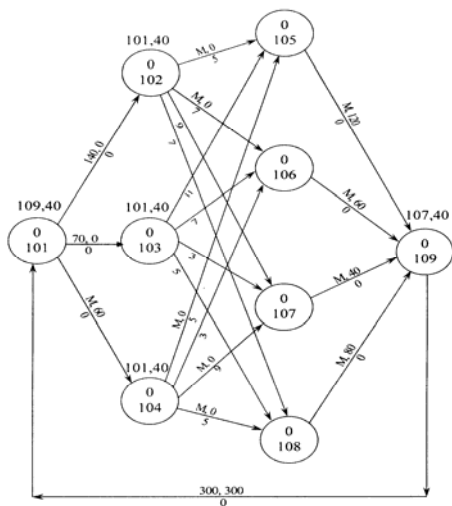


Рис. 1. Начальное решение в сетевой структуре

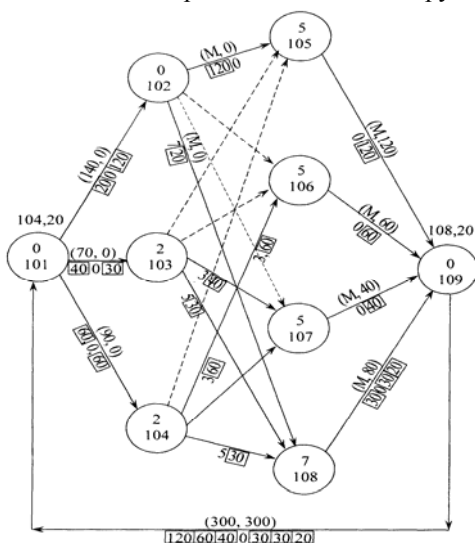


Рис. 2. Оптимальное решение

Вывод

В результате выполненного исследования по размещению, и развитию, и интеграции производства предложен новый подход к разработке модели в составе подготовки производства. Научно-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 [2].

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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / Под ред. А.А. Гусакова. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 1999. – 432 с.
2. Павлов И. Д. Модели управления проектами : Учеб. пособ. / А. В. Радкевич. – Запорожье: ГУ «ЗИГМУ», 2004. – 320 с
3. Филлипс Д. Методы анализа сетей / А. Гарсиа-Диас. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 496 с.
4. Форд Л.Р. Поток в сетях / Д. Фалкерсон. Пер. с англ. - М.: Мир, 1966. – 276 с.

Поступила в редколлегию 27.03.2007.