



Интеллектуальные технологии как инструмент планирования работ проектных организаций в современных условиях

Н.И. Баранников, д.т.н., ВГТУ

И.А. Филипова, к.т.н., ДООО «Газпроектинжиниринг»

Основные особенности планирования работ проектных организаций

1. Наиболее предпочтительной стратегией является эволюционный тип развития проектной организации, предусматривающий планируемый процесс изменения структуры, так как подготовка специалистов – проектировщиков требует 3 – 5 лет после окончания высшего учебного заведения.
2. Для проектных организаций, имеющих статус акционерного Общества, наиболее предпочтительный критерий - повышение доходности, в рамках которого могут быть достигнуты другие подцели:
 - повышение уровня благосостояния работников;
 - повышение доходности акций;
 - увеличение капитализации Общества.

Основные особенности планирования работ проектных организаций

3. Основным ресурсом проектной организации являются трудовые ресурсы, а ее мощность определяется в человеко/днях по основным специализациям.
4. Существенное отличие состава работ и их трудоемкости даже для объектов аналогичного назначения из-за различных исходных условий.
5. Изменение технологии проектирования в связи с широким использованием средств автоматизации, приводящее к изменению трудоемкости на различных стадиях и этапах проектирования, в частности, переход на 3-D и BIM-технологии.

Задача выбора вариантов плана проектной организации

С использованием аппарата теории множеств задачу выбора вариантов плана ПО можно сформулировать следующим образом:

Для проектной организации (ПО), имеющей структуру S , такую, что:

$$S = f_1(D, G, F) \quad (1)$$

где $D = \{D_i, i = \overline{1, n}\}$ - множество отделов;

$G = \{G_{ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m_i}\}$ - множество профессионально-квалификационных групп (ПКГ);

$F = \{F_{ijk}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m_i}; k = \overline{1, P_{ij}}\}$ - множество специалистов, где:

n - количество отделов ПО;

m_i - количество ПКГ в i -м отделе;

P_{ij} - количество специалистов в ij -й ПКГ.

Структура портфеля заказа

Каждый заказ характеризуется договорной ценой, количеством разделов, выполняемых соответствующими ПКГ, и трудоемкостью их разработки.

Структуру портфеля заказов X можно описать следующим образом:

$$X = f_2(V, N, T) \quad (2)$$

где $V = \{V_l, l = \overline{1, Q}\}$ - множество проектов;

V_l - стоимость l -го проекта;

$N = \{N_{lq}, l = \overline{1, Q}; q = \overline{1, r_l}\}$ - множество разделов l -го проекта;

$T = \{T_{lqh}, l = \overline{1, Q}; q = \overline{1, r_l}; h = \overline{1, V_{lq}}\}$ - множество значений трудоемкости выполнения разделов l -го проекта.

Значения трудоемкости выбираются из внутрифирменных нормативов или определяются экспертным путем, причем каждому разрабатываемому разделу должна соответствовать ПКГ, то есть

$$F_{ijk} \Leftrightarrow T_{lgh} \quad (3)$$

Структура портфеля заказа

С учетом **(3)** план ПО необходимо формировать не по стоимости заказов (работ), а исходя из имеющихся трудовых ресурсов.

С математической точки зрения поиск варианта плана является задачей целочисленного или частично целочисленного программирования на множестве значительной мощности, причем и целевая функция, и система ограничений задачи являются линейными [2].

Структура портфеля заказа

Следовательно, данную задачу в общем виде можно записать так:

найти:

$$V = \sum_{l=1}^q V_l x_l \rightarrow \max \quad (3.4)$$

при условиях

$$x_l = \{0,1\} \quad \forall l = 1, q \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{p_{ij}} F_{ijk} t_{ijk} \leq \sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^{r_l} T_{lk} \quad (3.6)$$

где t_{ijk} - годовой фонд времени k -го специалиста ij -ой категории

Структура портфеля заказа

Любой вектор $x=(x_1, \dots, x_q)$, удовлетворяющий условиям (3.5),(3.6), называется **допустимым решением** задачи дискретного программирования (3.4)-(3.6).

Множество всех векторов $x=(x_1, \dots, x_q)$, удовлетворяющих условиям (3.5),(3.6), называется **множеством допустимых решений** или **областью определения** задачи (3.4)-(3.6).

Допустимое решение, при котором функция (3.4) достигает наименьшего или наибольшего значения, называется **оптимальным решением** задачи дискретного программирования (3.4)-(3.6).

Для решения задач дискретного программирования применяются три основные группы методов: методы отсечения, комбинаторные и приближенные методы.

Структура портфеля заказа

Идея метода отсечения для общей задачи целочисленного программирования (ЦЛП) впервые была изложена Данцигом и заключается в следующем: сначала задача ЦЛП решается без учета целочисленности переменных.

Если полученное решение удовлетворяет условию целочисленности, то оно и является оптимальным решением задачи ЦЛП, так как любое ее допустимое решение является допустимым решением соответствующей задачи линейного программирования (ЛП), получаемой после отбрасывания условия целочисленности.

Планирование ПИР в ПО

Этап 1. Определение плана для существующей структуры ПО без учета структуры разделов проектов и трудоемкости их выполнения.

Этап 2. Определение плана для существующей структуры ПО с учетом структуры разделов проектов и трудоемкости их выполнения специалистами различных ПКГ.

Этап 3. Разработка планов отделов (ПКГ) для существующей структуры ПО.

Этап 4. Анализ возможности выполнения дополнительных работ по мере поступления заявок.

Определение плана для существующей структуры ПО без учета ограничений

На первом этапе необходимо определить, по сути, оценку верхнего значения плана в стоимостном выражении без учета ограничений. В этом случае задача (3.4)-(3.6) будет выглядеть следующим образом:

Пусть имеется q проектов, договорная стоимость разработки которых $V_l > 0$ и необходимые трудозатраты для их выполнения $T_l > 0, l=1, 2, \dots, q$.

Общая плановая трудоемкость (проектная мощность) организации:

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{P_{ij}} F_{ijk} t_{ijk} \quad (3.7)$$

причем

$$\sum_{l=1}^q T_l > T \quad (3.8)$$

Определение плана для существующей структуры ПО без учета ограничений

Из (3.8) следует, что все проекты включить в план невозможно и необходимо выбрать те из них, которые обеспечивают максимальную эффективность по некоторому критерию, в данном случае, по максимуму дохода.

Задача, решаемая на первом этапе, будет иметь следующий вид.

найти:

$$V = \sum_{l=1}^q V_l x_l \rightarrow \max \quad (3.9)$$

при условиях

$$x_l = \{0,1\} \quad \forall l = 1, q \quad (3.10)$$

$$\sum_{l=1}^q T_l \leq T \quad (3.11)$$

Варианты решения задачи – вариант А

если вместо условия (3.10) ввести условие

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad (3.11.1)$$

то задача (3.9)-(3.11.1) решается как задача линейного программирования с помощью симплексного алгоритма.

Заменив в полученных оптимальных решениях дробные значения x_i , получим допустимое решение задачи (3.9)-(3.11).

Варианты решения задачи – вариант Б

Пусть переменные $x_l, 1 \leq l \leq q$ перенумерованы так, что $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \lambda_r \geq \dots \geq \lambda_q$, где $\lambda_l = V_l / T_l$.

Тогда оптимальное решение $y^0 = (y_1^0, y_2^0, \dots, y_l^0)$ имеет вид:

$$y_1^0 = y_2^0 = \dots = y_{s-1}^0,$$

$$y_{s+1}^0 = y_{s+2}^0 = \dots = y_l^0,$$

$$y_{1s}^0 = \left(T - \sum_{l=1}^{s-1} T_l \right) / T_s,$$

где s определяется из условия

$$\sum_{l=1}^{s-1} T_l \leq T < \sum_{l=1}^s T_l.$$



Спасибо за внимание!