

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

В статье сформулированы задачи, относящиеся к классу задач нелинейного программирования. Найдено решение для конкретного случая. Для некоторых критериев за счет допущений решение сведено к линейному программированию, имеющему общее решение. Рассмотрены вопросы достижения названными критериями величин, близких к оптимальным, и в соответствии с сформулированными задачами есть основание считать, что эффективность в этом случае будет достаточно высокой.

Оптимальное планирование строительно-монтажных работ означает изменение параметров, обеспечивающее достижение экстремального значения критерия оптимальности. В качестве критерия оптимизации могут приниматься:

- минимум продолжительности выполнения всего комплекса работ;
- минимум стоимости выполнения всего комплекса работ;
- максимум экономии средств;
- максимум эффективности капитальных вложений;
- максимум эффективности использования техники;
- максимальное значение интегрального критерия, объединяющего ряд дифференциальных.

Ниже приводятся постановки задач оптимизации с использованием критериев, наиболее значимых с точки зрения практики.

1. *Критерий минимума продолжительности* выполнения всего комплекса работ.

Допустим, что комплекс состоит из ряда работ a_1, a_2, \dots, a_n с временем выполнения каждой t_1, t_2, \dots, t_n . Полное время выполнения комплекса работ выражается формулой

$$T = \sum_{(кр)} t_i,$$

где t_i – время выполнения i -й работы ($i = 1, 2, \dots, n$).

На выполнение каждого вида работ необходимо вложить определенное количество средств b_1, b_2, \dots, b_n . Сумма средств $B = \sum_{i=1}^n b_i$ составляет общий возможный ресурс средств.

Количество средств X_i , снятое с работы a_i , увеличивает время ее выполнения с t_i до $t_i' = f_i(X_i) > t_i$, а количество средств, вложенное дополнительно в работу a_i , уменьшает время ее выполнения до

$$t_i'' = \varphi_i(X_i) < t_i.$$

Задача состоит в распределении имеющихся средств B между работами, что обеспечивает минимальный срок их выполнения, т. е. в определении значений переменных X_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), при которых

$$T' = \sum_{(кр)} \varphi_i(X_i) + \sum_{(кр)} f_j(X_j) = \min,$$

и одновременном выполнении ограничений $X_i = b_i$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

2. *Критерий минимума стоимости* выполнения всего комплекса работ.

Последний состоит из a_1, a_2, \dots, a_n работ с временами выполнения t_1, t_2, \dots, t_n . Заданный срок выполнения комплекса работ – T_0 . Известен критический путь и время выполнения:

$$T_0 = \sum_{(кр)} t_i,$$

где t_i – время выполнения i -й критической работы.

Вложение определенной суммы X_i дополнительных средств в работу сокращает время выполнения с t_i до

$$t_i' = f_i(X_i) < t_i.$$

Задача состоит в определении неотрицательных значений переменных X_1, X_2, \dots, X_n (дополнительных вложений), обеспечивающих условия:

$$T' = \sum_{(кр)} f_i(X_i) \leq T_0,$$

где суммирование распространяется по всем критическим работам нового критического пути, полученного после перераспределения средств и изменения времени. При этом общая сумма дополнительных вложений должна быть минимальна:

$$X = \sum_{i=1}^n X_i = \min.$$

В общем случае поставленная задача относится к классу задач нелинейного программирования. Ее решение может быть и при оптимизации плана обновления парка строительных машин и механизмов. Эта оптимизационная задача сводится к определению вида механизмов и машин, которые следует заменить на новые в такие сроки, чтобы стоимость выполнения работ была минимальной.

Критерий суммарных дисконтированных затрат строительной организации (Z_m), связанных с обновлением парка машин и механизмов и выполнением заданных объемов работ, может быть записан следующим образом:

$$Z_m = \sum_{t=1}^T Z_t \alpha_t = \sum_{t=1}^T (Z_t^1 \alpha_t + Z_t^2 \alpha_t + Z_t^3 \alpha_t) \rightarrow \min$$

где: α_t – коэффициент дисконтирования

T – планируемый период времени;

Z_t^1 – затраты на выполнение объемов строительно-

монтажных работ существующими машинами и механизмами;

Z_t^2 – затраты на приобретение новых машин и механизмов взамен существующих и выполнение с их помощью объемов работ;

Z_t^3 – затраты на приобретение машин и механизмов дополнительно к существующим и выполнение с их помощью заданных объемов работ.

Таким образом, задача управления обновлением и формированием парка строительных машин и механизмов в планируемом периоде T лет заключается в формировании вектора управления $U(t)$, обеспечивающего эффективное развитие парка строительных машин и механизмов в смысле минимума Z_m . В соответствии с этим структура ЭВМ обновления и формирования парка строительных машин и механизмов может быть представлена следующим образом.

Найти вектор управления $U(t)$ такой, что:

$$Z_m = Z_m(U(t)) \rightarrow \min ,$$

при условиях (ограничениях):

$$V_{pr}^t \geq V_r^t, K_p^t \leq K^t, \Pi_p^t \leq \Pi^t ,$$

где V_r^t – объем запланированных работ вида r ;

V_{pr}^t – объем выполненных работ парком строительных машин вида r в году t планируемого периода;

K^t – объем запланированных капитальных вложений в году t на приобретение новых строительных машин и механизмов;

K_p^t – объем капитальных вложений в году t , потраченных на приобретение новых строительных машин;

Π^t – планируемая годовая производительность строительных машин и механизмов в году t планируемого периода;

Π_p^t – объем работ, запланированный для выполнения строительными машинами в году t планируемого периода.

Изложенный подход целесообразно использовать для определения плана обновления парка строительных машин и механизмов при заданных объемах работ на 4-5 лет.

Сформулированные задачи относятся к классу задач нелинейного программирования, подход к решению которых должен быть найден для каждого конкретного случая. Для некоторых критериев за счет допущений, сформулированных на основании статистических данных, задача может быть сведена к задаче линейного программирования, имеющей общее решение.

Вышерассмотренные вопросы не исчерпывают всей совокупности показателей эффективности строительного комплекса. Однако достижение названными критериями величин, близких к оптимальным в соответствии с сформулированными постановками задач дает основание считать, что эффективность в этом случае будет достаточно высокой.

Другие указанные критерии могут быть использованы как дополнительные уточнения отдельной группы параметров или как ограничения.

Список использованной литературы:

1. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. – Л.: Стройиздат, 1990.
2. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1990.
3. Васильев В.М., Панибратов В.М., Резник С.Д. Управление в строительстве. – М.: Стройиздат, 1994.