Незважаючи на моделі та результати, висвітлені в цьому огляді та багато досліджень, що здійснюються, досвід вказує, що використання критерію максимального *ЧДП,* ще не знаходить застосування у щоденних рішеннях керівництва проекту. І це пояснюється наступними чинниками: по-перше, це, у багатьох випадках, мале розуміння значення і важливості фінансових критеріїв та результатів серед практиків на стадії планування проекту; по-друге, критерій максимізації *ЧДП* слабо опрацьовується та враховується при створенні автоматизованих систем підтримки та ухвалення рішень. Тільки деякі, із згаданих досліджень були упроваджені та використані в реальних комерційних програмних продуктах з планування, управління проектами та ухвалення рішень. Тому, розглянуті дослідження потребують подальшого аналізу і поліпшення для впровадження в автоматизованих програмних рішеннях з управління проектами.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Baroum S.M. An Exact Solution Procedure for Maximizing the Net Present Value of Resource-Constrained Projects: Indiana University, 1992.
2. Baroum S.M., Patterson J.H. A Comparative Evaluation of Cash Flow Weight Heuristics for Maximizing the Net Present Value of a Project: King Abdul Aziz University, June 1993.
3. Buss A.H., Rosenblatt M.J. Activity Delay in Stochastic Project Networks: Washington University, November 1993.
4. Dayanand N., Padman R. On Modeling Progress Payments in Projects: Carnegie Mellon University, December 1995.
5. Demeulemeester E., Herroelen W., Van Dommelen P. An Optimal Recursive Search Procedure for the Deterministic Unconstrained Max-npv Project Scheduling Problem: Department of Applied Economics, K.U. Leuven, 1996.
6. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty: Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1994.
7. Doersch R.H., Patterson J.H. Scheduling a Project to Maximize its Present Value: A Zero-One Programming Approach – Management Science, 23, 1977. – pp.882-889.
8. Icmeli O., Erengii S.S. A Tabu Search Procedure for Resource Constrained Project Schedule to Improve Project Scheduling Problems with Discounted Cash Flows – Computers and Operations Research, 21, 1994. – pp. 841-853.
9. Icmeli O., Erengiic S.S. A Branch and Bound Procedure for the Resource Constrained Project Scheduling Problem with Discounted Cash Flows: Cleveland State University, July 1995.
10. Ozdamar L., Ulusoy G., Bayyigit M. A Heuristic Treatment of Tardiness and Net Present Value Criteria in Resource Constrained Project Scheduling: Department of Industrial Engineering, Marmara University, October 1994.
11. Padman R., Smith-Daniels D.E. Maximizing the Net Present Value of Capital Constrained Projects: An Optimization-Guided Approach: Camegie Mellon University, September 1993a.
12. Russell A.H., Cash Flows in Networks – Management Science, 16, 1970. – pp.357-373.

13. Russell R.A. A Comparison of Heuristics for Scheduling Projects with Cash Flows and Resource Restrictions – Management Science, 32, 1986. – pp.291-300.
14. Sepil C., Kazaz B. Project Scheduling with Discounted Cash Flows and Progress Payments: Middle East Technical University, Ankara, 1994.
15. Smith-Daniels D.E. Summary Measures for Predicting the Net Present Value of a Project: College of St. Thomas, St. Paul, Minnesota, 1986.
16. Smith-Daniels D.E., Aquilano N.J. Using a Late-Start Resource-Constrained Project Schedule to Improve Project Net Present Value – Decision Sciences, 18, 1987. – pp.617-630.
17. Smith-Daniels D.E., Smith-Daniels V.L. Maximizing the Net Present Value of a Project Subject to Materials and Capital Constraints – Journal of Operations Management, 7, 1987. – pp.33-45.
18. Ulusoy G., Ozdamar L. A Heuristic Scheduling Algorithm for Improving the Duration and Net Present Value of a Project – International Journal of Operations and Production Management, 15, 1995. – pp.89-98.
19. Yang K.K., Talbot F.B., Patterson J.H., "Scheduling a Project to Maximize Its Net Present Value: An Integer Programming Approach – European Journal of Operational Research, 64, 1992. – pp.188-198.
20. Yang K.K., Tay L.C., Sum C.C., "A Comparison of Stochastic Scheduling Rules for Maximizing Project Net Present Value – European Journal of Operational Research, 85, 1995. – pp.327-329.

УДК 681.518:332.8

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НАИСКОРЕЙШЕГО ВЫХОДА ФИРМЫ НА ЗАДАННУЮ ПОТРЕБНОСТЬ

д.т.н., проф. Ершова Н.М., соиск. Лавренюк И.В., соиск. Шибко О.Н.
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Проблема. При разработке стратегии развития фирмы важно решить задачу формирования ассортимента продукции, в наибольшей степени удовлетворяющего актуальные индивидуальные и общественные потребности потенциальных покупателей и обеспечивающего на этой основе систематическое получение фирмой прибыли для реализации программы расширенного воспроизводства. Необходимо также выяснить время выхода фирмы на заданную производственную мощность, которая определяется потребностью в строительной продукции $P(t)$. Это задача наискорейшего выхода фирмы на потребность. Решается она методами теории оптимального управления.

Постановка задачи. Решить задачу наискорейшего выхода фирмы на потребность и определить необходимые для этого условия.

Метод простого перебора. Уравнение производственной мощности фирмы имеет вид [1]:

$$m\dot{y} + \beta\, y = v, \quad y(t_o) = y_o. \qquad (1)$$

Величина $v = v(t)$ представляет поток вновь поступающих в производство основных фондов. Это или количество оборудования в единицу времени или денежные единицы в год, т.е. это скорость поступлений; m - фондоемкость основных производственных фондов (ОПФ) фирмы по выпуску данной продукции; β - коэффициент выбытия или старения ОПФ.

Для достижения потребности необходимо как можно быстрее развивать мощность производства, а для этого поток вложений в ОПФ должен быть максимально допустимым, т.е. $v(t) = v_0$. Решение уравнения (1) имеет вид:

$$y = y_0 e^{-\frac{\beta}{m}t} + \frac{v_0}{\beta}(1 - e^{-\frac{\beta}{m}t}). \qquad (2)$$

Из формулы (2) видно, что при увеличении значения коэффициента выбытия ОПФ рост производственной мощности замедляется Исследуем влияние на производственную мощность потока вложений в ОПФ в начальный момент времени, т.е. в момент начала функционирования фирмы. Моделирование выполнено в среде электронных таблиц приложения Excel. Результаты моделирования приведены на рис. 1. Зависимости, приведенные на рис. 1, получены при $\beta = 0{,}0936$ и $P(t) = a + bt$.

Пользуясь графиками рис. 1, можно определить время выхода фирмы на заданную потребность. Все зависит от потока вложений в ОПФ. Чем больше поток вложений в ОПФ, тем быстрее осуществится выход фирмы на заданную потребность. При этом нельзя забывать о начальном значении производственной мощности. В данном случае она принята равной 200 тыс. грн. в год.

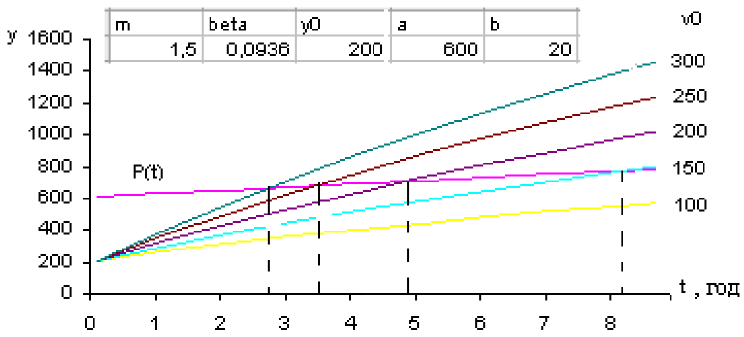

Рис. 1. Зависимость производственной мощности от потока вложений в ОПФ

Принцип максимума Понтрягина [2]. .Пусть m_{1c}, β_{1c} - фондоемкость

и коэффициент выбытия специального основного фонда V_{1c} фирмы, т.е.

$$m_{1c} = V_{1c} / y_1; \quad \beta_{1c} = v_{bc} / y_1, \qquad (3)$$

где y_1 - производственная мощность фирмы, v_{bc} - поток выбывающего основного фонда фирмы.

При постоянных значениях фондоемкости и коэффициента выбытия уравнение мощности имеет вид

$$m_{1c}\dot{y}_1 + \beta_{1c} y_1 = v_{1c}, \quad y_1(0) = y_{10}. \qquad (4)$$

где $v_{1c} = u_{1c}(t)$ - поток специальных основных фондов – управляющая переменная, на которую наложены ограничения $u_{\min} \le u_{1c} \le u_{\max}$, где $u_{\min}$, $u_{\max}$ - минимальное и максимальное значения потока ОПФ.

Допущения при расчете:

- оборотные фонды не стеснены, их достаточно, и они определяются по уравнениям выпуска продукции;
- в модели учитываются только специальные основные фонды.

Задана потребность в конечной продукции в виде функции времени $P = P(t)$, которую необходимо достичь как можно быстрее. Ставится задача: найти такое допустимое управление $u_{1c} = v_{1c}(t)$ процессом (4), чтобы за минимальный промежуток времени поток выпуска продукции $y_1(t)$ достиг потребности (рис. 2).

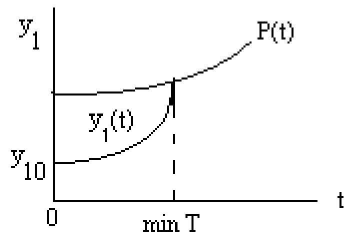

Рис. 2. Иллюстрация смысла задачи о быстродействии

Пусть $P(t) = a + bt$. Критерий быстродействия процесса имеет вид $\int_0^T dt \to \min$. В соответствии с принципом максимума в математическую модель, кроме уравнения (4), нужно ввести новую переменную

$$y_0 = \int_0^t dt, \quad \dot{y}_0 = 1, \quad y_0(T) = J, \quad y_0(0) = 0.$$

Тогда математическая модель имеет вид

$$f_0 = \dot{y}_0 = 1, \quad y_0(0) = 0;$$
$$f_1 = \dot{y}_1 = -1/m_{1c}(\beta_{1c} y_1 - u_{1c}), \quad y_1(0) = y_{10}. \qquad (5)$$

Следовательно, требуется найти такое допустимое управление $u_{1c} = v_{1c}(t)$ процессом (4), чтобы за минимальный промежуток времени (0, T) поток выпуска продукции $y_1(t)$ достиг потребности, т.е. $y_1(T) = P(T)$.

Составим уравнения для вспомогательных переменных

$$\dot{\psi}_0 = -(\frac{\partial f_0}{\partial y_0}\psi_0 + \frac{\partial f_1}{\partial y_0}\psi_1) = 0;$$
$$\dot{\psi}_1 = -(\frac{\partial f_0}{\partial y_1}\psi_0 + \frac{\partial f_1}{\partial y_1}\psi_1) = -\frac{\beta_{1c}}{m_{1c}}\psi_1. \qquad (6)$$

Из первого уравнения системы ясно, что $\psi_0 = const$. Для неконсервативных систем ($\beta_{1c} \neq 0$) $\psi_0 = -1$.

Запишем функцию Гамильтона

$$H = \psi_0 f_0 + \psi_1 f_1 = \psi_0 + \psi_1(-1/m_{1c}(\beta_{1c} y_1 - u_{1c})).$$

Для решения задачи оптимального быстродействия вводится дополнительная функция $\psi_2 = \psi_2(t)$, удовлетворяющая условию: $\dot{\psi}_2 = -\frac{\partial H}{\partial t} = 0.$ Функция $F(y,T) = y_1(T) - P(T) = 0,$ $\frac{\partial F}{\partial y_1} = 1.$ На правом конце траектории при $t = T$ должны выполняться условия трансверсальности:

$$\psi_0(T) = -1; \qquad \psi_2(T) = -\lambda\frac{\partial F}{\partial T} = -\lambda(\dot{y}_1(T) - \dot{P}(T));$$
$$\psi_1(T) = -\lambda\frac{\partial F}{\partial y_1(T)} = -\lambda; \qquad \psi_0(T)\dot{y}_0(T) + \psi_1(T)\dot{y}_1(T) + \psi_2(T)\dot{T} = 0.$$

или, исключая множитель λ, получим

$$\psi_2(T) = -\lambda(\dot{y}_1(T) - \dot{P}(T)) = \psi_1(T)(\dot{y}_1(T) - \dot{P}(T)); \qquad (7)$$
$$\psi_1(T) = \psi_2(T)/(\dot{y}_1(T) - \dot{P}(T)).$$

Так как $\dot{y}_0 = 1$, $\dot{T} = 1$, $\psi_0 = -1$, то последнее уравнение системы (7) имеет вид

$$-1 + \psi_1(T)\dot{y}_1(T) + \psi_2(T) = 0;$$
$$\psi_2(T) = \frac{\dot{y}_1(T) - \dot{P}(T)}{2\dot{y}_1(T) - \dot{P}(T)}; \quad \psi_1(T) = \frac{1}{2\dot{y}_1(T) - \dot{P}(T)}. \qquad (8)$$

Запишем решения для $\dot{y}_1(t)$ из системы уравнений (5) и $\dot{\psi}_1(t)$ из системы – (6)

$$y_1(t) = y_{10} e^{-\frac{\beta_{1c}}{m_{1c}}t} + (1 - e^{-\frac{\beta_{1c}}{m_{1c}}t})\frac{u_{1c}}{\beta_{1c}}. \qquad (9)$$

$$\psi_1(t) = \psi_{10} e^{-\frac{\beta_{1c}}{m_{1c}}t}. \qquad (10)$$

Определим ψ_{10}, приравнивая (10) при $t = T$ и $\psi_1(t)$ из системы (8)

$$\psi_{10} = e^{\frac{\beta_{1c}}{m_{1c}}} / \dot{y}_1(T) = m_{1c} e^{2\frac{\beta_{1c}}{m_{1c}}} / (u_{1c} - \beta_{1c} y_{10}) > 0. \qquad (11)$$

Условие (11) будет выполняться при положительном значении знаменателя, т.е.

$$u_{1c} > \beta_{1c} y_{10}. \qquad (12)$$

Из условия (12) следует вывод, что с увеличением потока вложений в специальные основные фонды ускоряется процесс выхода фирмы на заданную потребность, т.е.

$$v_{1c} = u_{1c} = u_{\max}. \qquad (13)$$

При $t > T$ $y_1(t) = P(t)$. На рис. 3 представлены результаты моделирования при различных значениях v_{1c}.

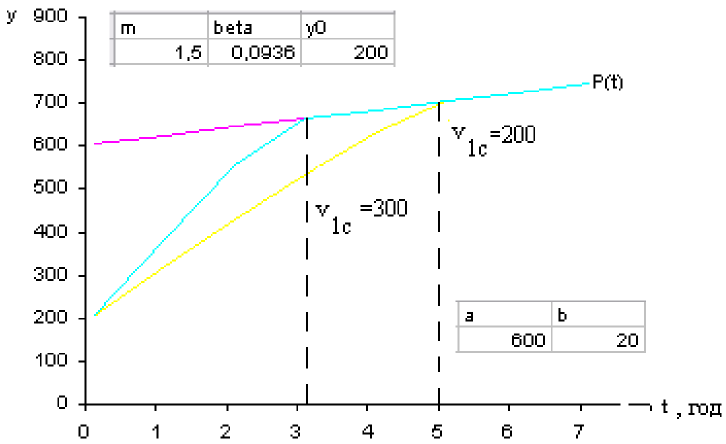

Рис. 3. Результаты моделирования

Выводы:

1. С увеличением потока вложений в ОПФ ускоряется процесс выхода фирмы на заданную потребность.
2. Первоначальный поток вложений в ОПФ должен превышать значение произведения коэффициента выбытия ОПФ на начальную производственную мощность фирмы.
3. С помощью принципа максимума можно более обоснованно принимать решения.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сиразетдинов Т.К. Динамическое моделирование экономических объектов. – Казань: «Фан», 1996. – 223 с.
2. Куршев В.Н. Теория оптимального управления экономическими системами: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2003. – 114 с.
3. Куршев В.Н. Теория управления. Технико-экономические системы: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. – 134 с.
4. Ершова Н.М. Моделирование динамических процессов экономических систем: Конспект лекций. – Днепропетровск: ПГАСА, 2007. – 112 с.

УДК 624.012.45

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

зав. каф. архитектуры и градостроительства Ефименко В.И.

Криворожский технический университет, г. Кривой Рог

Постановка проблемы. Известно, что современная теория предельных состояний предлагает многовариантность проектных решений, не давая однозначного ответа в отношении оптимальности того или другого варианта.

Если для железобетонных и металлических конструкций, на основе многолетнего опыта проектирования и многочисленных статистических данных о работе конструкций, найдены проектно-конструкторские решения, близкие к оптимальным – в виде сортамента металла, типовых серий железобетонных конструкций и др., то для трубобетонных элементов этот вопрос остается мало изученным.

Выделение нерешенных раннее частей общей проблемы Большинство работ по трубобетону посвящены в основном исследованию напряженно-деформированного состояния и оценки несущей способности [92, 167, 238, 264]. Оптимальному проектированию этих конструкций уделяется недостаточное внимание.

Анализ последних исследований Оптимальному проектированию трубобетонных конструкций в целом и центрифугированных трубобетонных конструкций в частности в исследованиях практически не уделяется внимания. Данная проблема усиливается также отсутствием базы статистических данных о работе уже построенных конструкций.

Формулировка целей статьи Задачу оптимального проектирования трубобетонных конструкций можно решить следующим образом. В первом приближении задача выбора оптимальных параметров решается на основе комплексного критерия оптимальности методом поэтапной оптимизации. Основными параметрами оптимизации, определяющими несущую способность трубобетонного элемента, являются диаметр бетонного ядра, коэффициент армирования, класс бетона, марка стали.

Основная часть На основании разработанной методики оптимизации параметров поперечных сечений сжатых и внецентренно сжатых трубобетонных элементов предлагаются рекомендации по их оптимальному проектированию, которые заключаются в следующем:

1. При проектировании сжатых трубобетонных элементов без учета продольного изгиба ($l_0/d_e < 5$, где d_e – наружный диаметр трубы) необходимо стремиться к применению бетонов высокого класса прочности: В25; В30; В40; В45; В50 и стальных труб с марками стали 09Г2С и 16Г2АФ, что особенно важно при действии на элемент значительного продольного усилия ($N = 2000...5000$ кН и более). Для таких элементов оптимальный коэффициент армирования $\mu_{pb,opt}$ следует принимать по табл. 1.

Таблица 1

Оптимальный коэффициент армирования трубобетонных элементов, принимаемый без учета гибкости

Марка стали	Оптимальный коэффициент армирования сжатых трубобетонных элементов $\mu_{pb,opt}$ при классе бетона по прочности на сжатие						
	В20	В25	В30	В35	В40	В45	В50