

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОРТФЕЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ

Л.А. Мыльников

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Россия, 614990, Пермь, Комсомольский проспект, 29

E-mail: leonid.mylnikov@pstu.ru

Ключевые слова: проект, производственная система, планирование, ограничения, оптимальный выбор, портфель проектов, денежный поток.

Аннотация: В статье рассматривается методика формирования портфеля проектов в заданные моменты времени. Предложенная методика основана на учете некоторых особенностей функционирования производственных систем (ПС) позволяющих сформулировать требования и ограничения сужающие область поиска при решении задачи формирования производственного портфеля. Основной целью статьи является развитие методов и подходов управления траекториям реализации проектов в ПС на основе информации о проектах и ПС их реализующих. Практическая значимость результатов статьи связана с возможным повышением количества успешно реализованных проектов, сокращения сроков прохождения ими этапов развития, сокращением затрат на реализацию этапов, а также повышение эффективности функционирования ПС за счет повышения качества принимаемых решений в процессе их жизнедеятельности.

1. Введение

В настоящее время признано, что механизмом быстрого развития и повышения эффективности функционирования ПС является выпуск инновационной продукции. При этом неудачное внедрение инновационных проектов может привести к разорению при неэффективной организации производства. Это говорит о том, что производство такой продукции требует синхронизации выбора выпускаемой продукции с динамикой изменения потребительского спроса, предъявляет повышенные требования к скорости принятия решений и их качеству. Кроме этого инновационная продукция, как правило, обладает более коротким жизненным циклом, большим количеством модификаций (можно наблюдать переход к мелкосерийному или штучному производству под нужды заказчика), большей наукоемкостью и/или конструктивной сложностью, требует большего количества средств для организации производства и повышенной организационной и технологической гибкости производственных систем. В связи с этим эффективность управления и ошибки связанные с управлением и пла-

нированием такими ПС обретают эффект, непосредственно влияющий на их жизнеспособность. Кроме этого, по мере конкурентной борьбы, когда другие предприятия начинают осваивать перспективные изделия доходность от новшества, выравнивается, становится среднеотраслевой, что приводит к перераспределению спроса и необходимости пересмотра портфеля реализуемых проектов (выведению из производства старых проектов и внедрению новых инновационных проектов). Можно определить три фактора которые оказывают непосредственное влияние на эффективность ПС, это 1) множество проектов из которого формируется портфель проектов, которые выпускает ПС; 2) синхронизация объема выпуска с потоком заказов или спросом (если система работает на открытый рынок); 3) оптимизация процесса организации производства. При этом необходимо учитывать фактор времени при планировании и управлении, рассматривать ПС как открытую систему, а также при формировании задачи управления вводить ограничения и требования связанные с техническими и технологическими возможностями реализации проекта, его финансированием и спросом на его результаты.

Для решения проблемы управления портфелем проектов и объемами производства, в настоящее время, используются такие теории и методы как: теория мультиагентных систем [1], теория производственных функций [2], теории портфелей, теории ожидаемой полезности [3] и теория перспектив [4], метод анализа иерархий [5], множество методов и подходов работы с мультикритериальными задачами (например, VIKOR [6], TOPSIS [7], ELECTRE [8], PROMETHEE [9]), методы сценариев, теория активных систем [10], теория организационных систем [11] и др.

2. Взаимосвязи между проектами, производственной системой и рынком

Для рассмотрения процесса появления и выхода на рынок инновационных проектов выделим несколько множеств состояний и взаимосвязей между ними: (B) — множество инновационных проектов, (C) — множество производственных проектов, (D) — множество производственных проектов, (E) — множество бытовых систем, (F) — множество рынков. Выбирая интересующий нас объект управления (например, конкретную ПС) можно построить структурную схему для ее окружения (см. рис 1), и рассматривать процесс управления как последовательность нахождения состояний $S^{(D)}(t) \rightarrow S^{(D)}(t+1) \rightarrow S^{(D)}(t+2) \rightarrow \dots$, где S — наступившие состояния или множество возможных будущих состояний. Если текущим состоянием ПС является $S^{(D)}(t)$ то искомым будет состояние $S^{(D)}(t+1)$ которое, как можно увидеть на рис. 1, связано с четырьмя узлами графа состояний. Учитывая, что все значения кроме $CF^{(ED)}(t+2)$ будут со знаком минус т.к. $CF^{(DC)}(t+1)$ это инвестиции в проект, а $CF^{(D)}(t+1)$ и $CF^{(D)}(t+2)$ это средства которые необходимо найти для перехода в новое состояние получим уравнения баланса $CF^{(ED)}(t+2) = CF^{(D)}(t+1) + CF^{(DC)}(t+1) + CF^{(D)}(t+2)$.

Объем инвестиций, который планируется потратить на реализацию проектов в ПС $CF^{(DC)}(t+1) = \sum_{w=1}^W Y_w(t+1)$. В этом выражении

$$Y_w(t) = \begin{cases} y_w(t), & \text{если изделие } w \text{ уже выпускалось ранее,} \\ I_w(t), & \text{если выпуск изделия } w \text{ начинается впервые,} \end{cases}$$

где y_w — стоимость производства единицы товара w , $I_w(t+1)$ — объем инвестиций

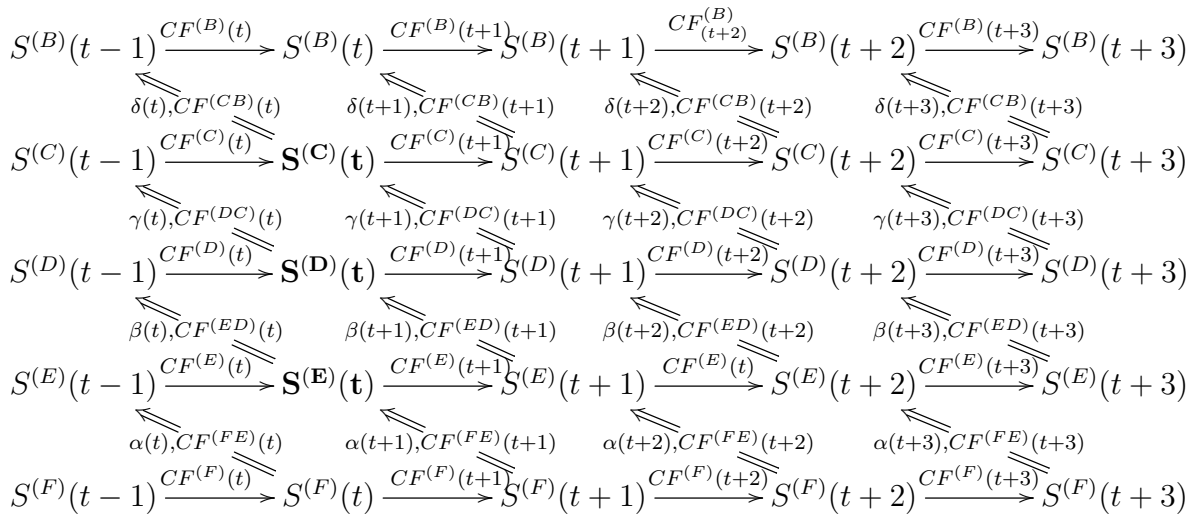


Рис. 1. Окружение ПС (S — множество возможных состояний, CF — денежный поток, t — время, α — спрос, β — поток заказов, γ — портфель проектов, δ — портфель инновационных проектов)

на проект w . Известно несколько способов оценки величины I_w . Например, в [12] предлагается $I_w = e^{-\frac{b\beta\eta}{\gamma}} \sum_{t=T_1+1}^T \frac{(1-\tau)(R_{3w} \cdot H_w \cdot x_w(t) + R_{шw} \cdot H_w \cdot x_w(t) - H_{f,w})}{(1+\delta)^t}$, где T_1 — время, затрачиваемое на НИОКР, τ — ставка налога на прибыль, H_w — переменные затраты на одну единицу выпуска нового изделия w , $H_{f,w}$ — часть постоянных затрат, приходящихся на новое изделие w , I_w — планируемый объем инвестиций, производство $R_{3w} \cdot H_w \cdot x_w(t)$ — представляет собой операционный доход, а $R_{шw} \cdot H_w \cdot x_w(t)$ — рентный доход, обусловленный конкурентным преимуществом производственной системы, $e^{-\frac{b\beta\eta}{\gamma}}$ — специальный мультипликатор (корректирующий множитель), b — коэффициент, учитывающий точность прогноза затрат при разработке сложных изделий, x_w — искомое количество выпускаемой продукции w .

Аналогичным образом может быть введена величина оценки инвестиций в замену/модификации оборудования и технологий $CF^{(D)}(t+1)$ приводящее к увеличению производственных мощностей, производительности или позволяющее выпускать новые виды изделий w . Т.е. $U_{k,w}(t+1)$, $\forall k$, где $U_{k,w}$ — производственная мощность по выпуску изделия w на производственной линии k . Если инвестиционная деятельность предприятия не планируется более чем на один шаг то $CF^{(D)}(t+2) = 0$.

$CF^{(ED)}(t+2) = \sum_{w=1}^W Z_w(t+1) \cdot C_w(t+1)$, где Z_w — прогноз потока заказов на товар w , C_w — прогноз цены единицы продукции w . Использование прогнозов позволяет с одной стороны снизить неопределенность в задачах планирования, с другой стороны вносит риски связанные с ошибками прогнозирования [13], которые однако, можно оценить [14].

3. Задача формирования оптимального портфеля проектов производственной системы

Задача оптимального планирования портфеля проектов может быть и записана как задача планирования производства с учетом взаимосвязи с соседними узлами графа. Ее особенности связаны с особенностями организации производств рассматриваемой ПС, а описанные зависимости связанные с определением баланса денежных потоков позволяют определить минимальные значения отдельных параметров. Однако эти значения могут быть превышены в связи с тем, что ПС является активным элементом и может создавать дополнительную ценность.

Если принять, что для производства единицы продукции w требуется $V_{l,w}$ материала типа l , а стоимость перехода с выпуска товара w_1 на товар w_2 равна m_{w_1,w_2} , тогда задача нахождения продуктового портфеля для времени $(t+1)$ на основе продуктового портфеля для времени t будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} & \sum_{k=1}^K \sum_{w=1}^W ((C_w(t+1) - Y_w(t+1)) \cdot x_{k,w}(t+1)) - \\ & - \sum_{k=1}^K \sum_{w_1=1}^W \sum_{w_2=1}^W (m_{w_1,w_2} \cdot H(x_{k,w_1}(t) \wedge x_{k,w_2}(t+1))) \rightarrow \max, \\ & \sum_{k=1}^K \sum_{w=1}^W x_{k,w}(t+1) \cdot V_{l,w} \leq V_l(t), \forall l, \\ & x_{k,w}(t+1) \leq U_{k,w}(t+2), \forall w, k, \\ & \sum_{k=1}^K x_{k,w}(t) \leq Z_w(t+2), \forall w, \\ & CF^{(DC)}(t+1) = \sum_{w=1}^W Y_w(t+1) \\ & CF^{(ED)}(t+2) = \sum_{k=1}^K \sum_{w=1}^W C_w(t+1) \cdot x_{k,w}(t+1), \\ & CF^{(ED)}(t+2) = CF^{(D)}(t+1) + CF^{(DC)}(t+1) + CF^{(D)}(t+2), \\ & x_{k,w}(t+1) \geq 0, \forall w, k, \end{aligned}$$

где V_l — объем материала l на складе (если снять это ограничение то исходя из найденного $x_w(t+1)$ можно определить потребность), $H(x)$ — единичная функция.

Таким образом задача управления портфелем проектов смещается в область формирования множеств потенциальных проектов и возможных модификаций.

4. Заключение

Приведенные в статье выкладки позволяют формализовать задачу оптимального планирования инвестиционной деятельностью производственной системы с учетом

ситуации на рынке. Полученная формулировка является разрешимой методами эвристического поиска, что несмотря на то, что оптимальное решение может быть и не получено тем не менее позволяет повысить уровень формализации и тем самым повысить обоснованность принимаемых решений и обеспечить их сравнимость. Граф состояний позволяет поставить задачи оптимального управления не только для ПС, но и рассматривать траектории развития инновационных проектов и сбытовых систем путем смещения фокуса рассмотрения и фиксации окружения конкретного проекта или сбытовой системы. При этом зона неопределенности смещается с объекта управления в его окружение. Однако постановка задачи позволяет сформулировать ограничения, к окружению которые уменьшают его неопределенность и позволяют выявлять состояния, которые не приведут к успешному развитию объекта управления.

Список литературы

1. Wooldridge M., Jennings N.R. Intelligent agents: theory and practice // The Knowledge Engineering Review. 1995. Vol. 10, No. 02. P. 115.
2. Симонов П.М. Экономико-математическое моделирование. Пермь: Ред.-изд. отд. Пермского гос. ун-та, 2010. 422 с.
3. Neumann J., Morgenstern O. Theory of games and economic behavior. Woodstock: Princeton University Press, 2007. 739 p.
4. Tversky A., Kahneman D. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty // Journal of Risk and Uncertainty. 1992. No. 5. P. 297-323.
5. Saaty T.L. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. London: McGraw-Hill International Book Co, 1980. 287 p.
6. Sayadi M.K., Heydari M., Shahanaghi K. Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers // Applied Mathematical Modelling. 2009. Vol. 33, No. 5. P 2257-2262.
7. Yoon K. A Reconciliation Among Discrete Compromise Solutions // Journal of the Operational Research Society. 1987. Vol. 38, No. 3. P. 277-286.
8. Saracoglu B.O. An Experimental Research Study on the Solution of a Private Small Hydropower Plant Investments Selection Problem by ELECTRE III/IV, Shannon's Entropy, and Saaty's Subjective Criteria Weighting // Advances in Decision Sciences. 2015. Vol. 2015. P. 1-20.
9. Behzadian M. et al. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications // European Journal of Operational Research. 2010. Vol. 200, No 1. P. 198-215.
10. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтез, 1999. 128 с.
11. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. М.: Либроком, 2009. 264 с.
12. Mezhev S., Mylnikov L. Specifics of Project Management in Industrial Innovation // Proceedings of International Conference on Applied Innovations in IT. 2018. Vol. 6, No. 1. P. 103-108.
13. Мыльников Л.А., Селедкова А.Б. Способ выбора метода прогнозирования и горизонта планирования параметров с использованием оценки риска // Информационные технологии. 2018. Т. 24, № 2. С. 97-103.
14. Mylnikov L., Kuetz M. The risk assessment method in prognostic models of production systems management with account of the time factor // European Research Studies Journal. 2017. Vol. 20, No. 3. P. 291-310.