

Оптимизация распределения инвестиционных ресурсов мегапроекта (на примере строительства трубопровода)

Н.И. Пляскина

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Новосибирский Национальный Исследовательский Государственный Университет (Affiliation-ID 60002049) (НГУ)

Объектом исследования является долгосрочный инвестиционный мегапроект с множеством участников, имеющих самостоятельные проекты с высокими рисками реализации. Мега-проект представлен в виде ориентированного графа G_{ij} без контуров. Решается задача поиска оптимальной стратегии распределения инвестиционных ресурсов компании между проектами с различными коэффициентами приоритетности. Каждый проект G_k ($1 \leq k \leq n$) имеет директивный срок окончания строительства D_k и допустимую (минимальную и максимальную) вероятность завершения (P^* и P^{**} соответственно). Основная идея задачи распределения ресурсов между n проектами состоит в повышении вероятности завершения мегапроекта в директивные сроки D_k при заданных начальных объемах инвестиционных ресурсов мегапроекта S . Необходимо определить объем инвестиционных ресурсов S_{kt} , выделяемых k -му проекту в момент времени $t \geq 0$, при которых целевая функция максимальна. Задача представлена решением основной и вспомогательной задач для всех проектов G_k , $1 \leq k \leq n$. Построены алгоритмы реализации задач, показана их работоспособность на реальной экономической информации.

Ключевые слова: *инвестиционный мегапроект, риск реализации, ориентированный граф, объем инвестиционных ресурсов.*

Актуальность проблемы. Для нефтегазовых компаний актуальна проблема освоения новых регионов со сложными геологическими и природными условиями. В этой связи возрастает значимость крупных инновационных проектов комплексной разработки месторождений и синхронного ввода мощностей магистрального трубопровода. Длительность процедур согласования инвестиционных проектов

участников и сложность координации их действий по достижению целей мегапроекта обуславливают необходимость создания адекватного инструментария управления ресурсами. Для выбора эффективной стратегии управления инновационными проектами необходим инструментарий оценки множества альтернативных комбинаций их реализации и схем финансирования. Объектом данного исследования является крупный инвестиционный проект строительства нефтепровода Восточная Сибирь-Тихий океан (ВСТО), являющийся основой формирования мегапроекта освоения Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса (ВСНГК). Рассматривается задача поиска оптимального распределения инвестиционных ресурсов компании ПАО “Транснефть” между проектами строительства участков трубопровода ВСТО.

Постановка задачи. Предполагается, что развитие мегапроекта представлено в виде ориентированного графа G_{ij} без контуров [1]. Продолжительность t_{ij} выполнения каждой работы (i, j) сетевой модели G_{ij} есть случайная величина, в плотность распределения которой параметром входит выделенные для выполнения этой работы инвестиционные ресурсы c_{ij} . Для каждой работы (i, j) задаются: нижняя граница a_{ij} (оптимистическое время) и верхняя граница b_{ij} (пессимистическое время) продолжительности выполнения. Работы мегапроекта G_{ij} сгруппированы по проектам G_k , $1 \leq k \leq n$, где n – количество проектов – участков трубопровода. Каждый из проектов G_k имеет директивный срок D_k окончания и допустимую (минимальную и максимальную) вероятность завершения в этот срок (P^* и P^{**} соответственно).

Основная идея задачи распределения инвестиционных ресурсов между n проектами состоит в повышении вероятности их завершения в директивные сроки D_k при заданных начальных объемах ресурсов мегапроекта C . Если какой-либо из проектов G_k в момент времени $t \geq 0$ не может быть завершён в директивный срок с допустимой вероятностью, то осуществляется перераспределение оставшихся инвестиционных ресурсов $\sum_{k=1}^n C_k(t)$ между проектами G_k .

Формальное описание сетевой модели. Введём обозначения:

C – начальный объем инвестиционных ресурсов мегапроекта для выполнения всех проектов;

C_{kt} – инвестиционные ресурсы (бюджет), выделенные k -му проекту в момент $t \geq 0$, $C_{k0} = C_k$;

T – продолжительность выполнения мегапроекта;

$T_k(C_{kt})$ – случайная продолжительность выполнения k -го проекта на основе выделенного ему бюджета C_{kt} ;

D_k – директивный срок выполнения k -го проекта;

$(i, j)_k \in G_k$ – работа (i, j) , входящая в k -й проект;

C_{ijk} – бюджет, выделенный для выполнения работы $(i, j)_k$ проекта G_k ;

$C_{ijk \min}$ – минимальное значение бюджета, позволяющее выполнить работу $(i, j)_k$;

$C_{ijk \max}$ – максимальное значение бюджета, позволяющее выполнить работу $(i, j)_k$;

η_k – коэффициент приоритетности (степень важности) проекта.

В качестве целевой функции используется сумма произведений приоритетных коэффициентов проектов и вероятностей их завершения в соответствующие директивные сроки. Необходимо определить значения C_{kt} , при которых целевая функция максимальна:

$$\sum_{k=1}^n \{\eta_k \cdot P_k(C_{kt})\} \rightarrow \max, \quad (1)$$

при условиях:

$$P_k^* \leq P_k(C_{kt}) \leq P_k^{**}, \quad 1 \leq k \leq n, \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^n C_{kt} = \sum_{k=1}^n C_k(t), \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^T C_{kt} \leq C, \quad (4)$$

где

$T_k(C_{kt})$ – случайная продолжительность выполнения k -го проекта, при этом предполагается, что $P_k(C_{kt})$ линейно зависит от C_{kt} ;

$P_k^* = P_k(C_{kt}^*)$ – вероятность завершения k -го проекта в директивный срок D_k с выделенными инвестициями C_{kt}^* ;

$P_k^{**} = P_k(C_{kt}^{**})$ – вероятность завершения k -го проекта в директивный срок D_k с выделенными инвестициями C_{kt}^{**} ;

$P_k(C_{kt}) = P(t + T_k(C_{kt}) \leq D_k)$ – вероятность завершения k -го проекта в срок D_k с выделенным ему бюджетом C_{kt} ;

$C_k(t)$ – оставшиеся неиспользованными инвестиционные ресурсы для k -го проекта в момент времени $t \geq 0$.

Реализация алгоритма. В соответствии с методом PERT (Program Evaluation and Review Technique) решение рассматриваемой задачи (1–4) делится на две стадии [2, 3]. Построены основная и вспомогательная задачи, для решения которых разработан предлагаемый алгоритм. Оптимальное распределение инвестиционных ресурсов будем искать среди класса бета-распределений, задаваемых в общем виде [4, 5]. Для решения задачи был разработан пошаговый алгоритм, который

реализован методами языка C++ в среде программирования Microsoft Visual Studio. Алгоритм апробирован на реальной экономической информации и показал свою работоспособность. Рассматривалось распределение инвестиционных ресурсов компании ПАО «Транснефть» по участкам строительства магистрального нефтепровода ВСТО.

На основе технологической последовательности строительства трубопровода был сформирован сетевой граф в виде совокупности проектов строительства семи участков нефтепровода, который содержит 81 работу и 57 событий. Каждый участок нефтепровода описан унифицированным модулем технологической последовательности выполнения работ и директивных событий.

Результаты. При заданных начальных объемах инвестиционных ресурсов мегапроекта в размере 11,861 млрд руб. определено оптимальное распределение ресурсов между участками трубопровода при условии их завершения в директивные сроки. Построено расписание выполнения работ и динамика распределения инвестиций. Полученные результаты показывают эффективность предложенного метода. Предлагаемый метод может быть рекомендован для управления проектами с целью распределения ресурсов и предотвращения возможного отказа от заданных сроков завершения проекта.

Библиографический список

1. Гимади Э.Х., Гончаров Е.Н., Залюбовский В.В., Пляскина Н.И., Харитоновна В.Н. О программно-математическом обеспечении задачи ресурсно-календарного планирования Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса // Вестник НГУ. Серия: математика, механика, информатика. – 2010. – № 4. – С. 51–62.

2. Голенко Д.И. Статистические методы сетевого планирования и управления. – М.: Наука, 1968. – 400 с.

3. Голенко Д.И. Статистические методы в экономических системах. – М.: Статистика, 1970. – 202 с.

4. Олейникова С.А. Критический анализ метода PERT решения задачи управления проектами со случайной длительностью выполнения работ // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – Т. 51. – №1. – С. 20–24.

5. Голенко-Гинзбург Д.И. Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками. – Воронеж: Научная книга, 2010. – 284 с.