

участием, Барнаул, 28 июня – 1 июля 2018 г. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. – С. 192–194.

2. Золотарюк А.В. Математическая модель многокритериальной оптимизации транспортных перевозок. // Инновационные технологии в науке и образовании. 2015. № 1(1). – С. 317-320.

3. Кузнецов А. В., Холод Н. И., Костевич Л. С. Руководство к решению задач по математическому программированию. – Минск: Высшая школа, 1978. – С. 110.

**УДК 330.46:519.71**

## **Оптимизация распределения инвестиционных ресурсов мегапроекта (на примере строительства трубопровода)<sup>1</sup>**

***Н.И. Пляскина***

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

*Аннотация.* Объектом исследования является долгосрочный инвестиционный мегапроект с множеством участников, имеющих самостоятельные проекты с высокими рисками реализации. Мегапроект 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  $C$ . Необходимо определить объем инвестиционных ресурсов  $C_{kt}$ , выделяемых  $k$  – му проекту в момент времени  $t \geq 0$ , при которых целевая функция максимальна.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено по плану НИР ИЭОПП СО РАН проект АААА-А17-117022250132-2 XI.172.1.1. (0325-2016-0010)

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.

*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  $S$ . 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:

$G_k$  - 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  $(i, j)_k$ ;

$\eta_k$  - 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:

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

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

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

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.

**УДК 004.42**

## **Информационные системы в гостиничном бизнесе**

*А.С. Рядинских*  
*АлтГУ, г. Барнаул*

В основе решения многих задач лежит обработка информации, потому что она превратилась в один из наиболее важных ресурсов. Для упрощения процесса обработки информации создаются информационные системы, которые стали необходимым инструментом практически во всех сферах деятельности. Таким образом, разработка информационных систем является актуальной и востребованной