

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА АДЕКВАТНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ФУНКЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СТЕЙКХОЛДЕРОВ И ПОЗВОЛЯЮЩИХ ОБЕСПЕЧИТЬ ИХ ЭФФЕКТИВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМ ПРОЕКТОМ

О.В. Логиновский, Я.Д. Гельруд

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Приводится комплекс взаимосвязанных математических моделей, предназначенных для управления проектной деятельностью на всех стадиях с участием различных заинтересованных сторон (стейкхолдеров). Использование данных моделей направлено на повышение эффективности деятельности стейкхолдеров, обеспечивает системность, целостность и адекватность принимаемых решений при управлении сложным проектом. Модели для разных заинтересованных сторон (инвестор, заказчик, поставщик, руководитель проекта и его команда, регулирующие органы, коммерческая служба) – это модели, принципиально новые по отношению к существующим. Каждый стейкхолдер по-своему видит объект управления, учитывает приоритетные для себя параметры и показатели, осуществляет управление проектом или другим объектом на определенном уровне – стратегическом, тактическом и оперативном.

В работе определены требования к компетентности разных стейкхолдеров, что является совершенно новым направлением, которое подлежит дальнейшему развитию и совершенствованию.

Ключевые слова: стейкхолдер, математические модели управления проектом, компетенции управления проектом.

Введение

С начала 1960-х гг. наукой был предложен широкий спектр моделей, методов планирования и управления проектами с большими функциональными возможностями [1]. При этом следует отметить, что количество сложных проектов и объемы инвестиций в них растут со скоростью, значительно превышающей возможности их эффективного управления. Как упомянуто в отчете независимого исследовательского подразделения компании McKinsey «оценки глобальных расходов на разработку проектов по расширению инфраструктуры составят 3,4 триллиона долларов США в год между 2013 и 2030» [2]. «90 % мегапроектов не покрывают затраты, нарушают график или исполнительные цели... из-за недооценок стоимости и из-за переоценок будущих требований... существуют некоторые невидимые проблемы и причины такой малоэффективной работы» [3].

В чем же причина такой ситуации? Каков выход из создавшегося положения?

Главная причина: неадекватность моделей и методов, используемых в доступных на рынке пакетах УП (управления проектами), сложным реалиям моделируемых процессов проектной деятельности. От степени адекватности используемых моделей реальным процессам и задачам управления проектами во многом зависит эффективность принимаемых решений и успех проектов.

При осуществлении достаточно сложных масштабных проектов и деятельности в процессе управления ими могут одновременно принимать участие разные заинтересованные стороны (стейкхолдеры).

Выбор методов и средств управления проектами в значительной мере определяется тем, какая из заинтересованных сторон проекта рассматривается в качестве субъекта управления проектной деятельностью в каждом конкретном случае. Разные заинтересованные стороны в проекте отличаются разными ожиданиями, ролями, мерой ответственности и действиями. Эти различия существенно влияют на постановку ими задач проекта, используемые методы, инструменты и технологии решения управленческих задач, ориентированные на их специфические потребности.

Краткие сообщения

Нами сделана попытка структурировать особенности ключевых стейкхолдеров и с их учетом построить математические модели проектного управления. Такие модели построены для инвестора, заказчика, генпоставщика, регулирующих органов и коммерческой службы.

Представленные математические модели проектного управления для разных заинтересованных сторон служат основой для проектирования интегрированной автоматизированной системы управления сложным проектом на всех стадиях его осуществления.

1. Ключевые определения

Рассмотрим ряд ключевых определений.

Заинтересованные стороны (стейкхолдеры) – физические и юридические лица, как непосредственно участвующие в проекте или в отдельных фазах его жизненного цикла (участники проекта), так и те, чьи интересы могут быть затронуты процессами осуществления проекта и его результатами. Термин был принят ISO (International Organization for Standardization) и адаптирован для ISB [4].

Инвестор – юридическое или физическое лицо, вкладывающее собственные, заемные или иные привлеченные средства в проектную деятельность.

Заказчик – юридическое или физическое лицо, в интересах которого выполняется проект, как правило, будущий владелец продукта проекта.

Генпоставщик – компания, управляющая процессом обеспечения поставок и закупок по контрактам.

Регулирующие органы – международные, государственные, местные органы власти, осуществляющие надзорные и разрешительные функции в отношении различных работ в составе проекта.

Коммерческая служба – организация или часть организации, отвечающая за реализацию продукта проекта конечному потребителю и обеспечение денежного потока в виде выручки от реализации.

Состав и содержание компетенций управления проектами для стейкхолдеров подразделяется на две группы: базовые и специальные.

Базовые компетенции единые для всех заинтересованных сторон. Специфические компетенции определяют для каждой заинтересованной стороны проекта требования с учетом ее интересов и выполняемых функций.

2. Математические модели управления проектом для стейкхолдеров

2.1. Математическая модель деятельности инвестора

Специфические характеристики и параметры управления проектами в интересах стейкхолдера – инвестора.

Ожидания – возврат вложений с максимально возможной прибылью.

Видение проекта – процесс движения денег, динамика в центрах затрат и доходов.

Цель в проекте – получение прибыли путем инвестирования проекта.

Критерии – максимизация прибыли, минимизация рисков, максимизация ликвидности.

Ограничения – объемы средств, сроки, кредитные ставки.

Стратегия – планирование, контроль, прогноз, регулирование денежных потоков в проекте.

Основные риски – невозврат кредитов, недополучение прибыли.

Основные инструменты УП – план по вехам, бизнес-план, бюджет, план финансирования, сводная отчетность.

Для реализации указанных компетенций предлагается следующая математическая модель:

Дано: I_t^k – требуемый объем инвестиций в k -й вариант проекта в период t ;

V_t^k – прогноз прибыли от реализации k -го варианта проекта в период t ;

$B_t^{\max}(r)$ – максимальный объем кредитования в период t по ставке r ;

B_t^f – план погашения в период t кредита (основного долга и процентов), взятого в период t в объеме B_t ;

Q_t – средства инвестора, которые он может вложить в проект в период t ;

r_{\min} – минимально возможная ставка кредитования;

i – ставка дисконтирования.

Чистый дисконтированный доход (NPV) k -го варианта проекта при объеме финансирования в объеме x_t^k будет вычисляться по формуле:

$$NPV^k = \sum_{t=1}^n \frac{V_t^k - x_t^k - \sum_{\tau=0}^{t-1} B_t^\tau}{(1+i)^{-t}}.$$

Тогда модель задачи УП будет выглядеть следующим образом: найти $\{x_t^k\}$ – объемы финансирования проекта, $B_t(r)$ – объемы кредитования в период t по ставке r и наиболее эффективный вариант k_3 , при котором

$$NPV^{k_3} = \max_k NPV^k; \tag{1}$$

$$I_t^k = x_t^k + B_t(r); \tag{2}$$

– обеспечение необходимого объема инвестиций;

$$x_t^k \leq Q_t; \tag{3}$$

– ограничение по собственным средствам;

$$B_t(r) \leq B_t^{\max(r)}; \tag{4}$$

– ограничение по возможным объемам кредитования;

$$r \geq r_{\min}.$$

Данная модель реализует многие специфические компетенции инвестора. Действительно, ожидания, цель в проекте и критерии (максимизация прибыли) задаются целевой функцией (1), видение проекта, ограничения, элементы стратегии учитываются в формулах (2)–(4).

Элементы стратегии – контроль и регулирование реализуются за счет ввода данных о фактических объемах инвестирования (включая объемы кредитования), корректировки прогнозной информации и пересчета задачи по предложенной модели (при необходимости). Риски невозврата кредитов и недополучения прибыли могут быть учтены в дополнительном ограничении:

$$V_t^k \geq V_t^{\min},$$

где V_t^{\min} – минимально допустимый объем прибыли, гарантирующий возврат кредитов и получение минимально желаемой нормы прибыли.

Предложенная модель использует все основные инструменты УП, соответствующие данной заинтересованной стороне: план по вехам, бизнес-план, бюджет, план финансирования. В процессе функционирования модели формируется сводная отчетность. Использование данной модели обеспечивает реализацию всех основных функций управления проектом, что способствует повышению эффективности деятельности инвестора.

2.2. Математическая модель деятельности заказчика

Специфические характеристики и параметры управления проектами в интересах стейкхолдера – заказчика.

Ожидания – готовый продукт, приносящий прибыль.

Видение проекта – процесс создания продукта.

Цель в проекте – конкурентно способный продукт, приносящий определенную прибыль.

Критерии – минимум отклонений по конфигурации и качеству продукта, получение продукта в срок с минимумом затрат.

Ограничения – конфигурация и качество продукта, технические требования, сроки, бюджет.

Стратегия – обеспечение выполнения функций заказчика с соблюдением его выгод в проекте.

Основные риски – низкое качество продукта, нарушение сроков, превышение стоимости.

Основные инструменты УП – комплексный укрупненный план, мониторинг, управление конфигурацией и изменениями, текущая отчетность, оптимизация налогов.

Для реализации указанных компетенций предлагается следующая математическая модель.

Дано: комплексный укрупненный план проекта в виде сетевой модели.

T_i^p, T_i^n – ранние и поздние сроки свершения событий i в укрупненной модели;

Краткие сообщения

a_{ij}, b_{ij} – минимальные и максимальные оценки работ укрупненного графика;

r_{ij} – затраты на производство работ укрупненного графика;

I_t – бюджетные ограничения временного интервала t (год, квартал, месяц);

ЭОК_{ij} – оценки допустимой степени изменения конфигурации работ.

Под изменением конфигурации проекта будем понимать нарушение сроков выполнения работ, исключение работ из реализации и их замену. Для каждой работы экспертно оценивается степень изменения конфигурации:

$\alpha_{ij}(t)$ – нарушение сроков выполнения работы на t дней;

β_{ij} – исключение работы из реализации;

γ_{ij} – замена работы или изменение ее характеристик,

где значения α , γ , β , близкие к 0, показывают малозначимые изменения, близкие к 5 – среднезначимые, близкие к 10 – недопустимые изменения. Остальные значения используются для промежуточных состояний.

Определим отклонение качества проекта как интегрированный показатель, вычисляемый с помощью некоторой функции (заданной экспертно) ФОК по показателям отклонения качества отдельных работ укрупненного плана ПК_{ij} , задаваемым также экспертно. Тогда модель задачи будет выглядеть следующим образом: найти такие сроки свершения событий укрупненного графика T_i и продолжительности укрупненных работ t_{ij} , при которых:

$$T_t^P \leq T_i \leq T_i^N;$$

$$a_{ij} \leq t_{ij} \leq b_{ij} + \delta_{ij},$$

где δ_{ij} – нарушение сроков выполнения работы (i, j) ;

$$\sum_{(i,j) \in \Omega_t} r_{ij} \cdot \lambda_{ij}^t \leq I_t,$$

– ограничение по объемам финансирования в период t ,

где Ω_t – множество работ, выполняемых в интервале t ;

λ_{ij}^t – доля работы (i, j) , выполняемой в период t .

$$\alpha_{ij}(\delta_{ij}) + \beta_{ij} + \gamma_{ij} \leq \text{ЭОК}_{ij};$$

$$\text{ФОК}(\text{ПК}_{ij}) \rightarrow \min,$$

где аргументом функции ФОК является вектор отклонения качества всех работ укрупненного плана. В результате использования данной модели формируется укрупненный план выполнения работ проекта, обеспеченный финансированием и оптимальный по качеству.

В силу уникальности многих проектов и различной важности входящих в него работ, задание экспертами (представителями заказчика) оценок качества выполнения работ проекта является логичным и методически обоснованным.

2.3. Математическая модель деятельности генерального поставщика

Специфические характеристики и параметры управления проектами в интересах Генпоставщика.

Ожидания – заработок на поставках (в случае, когда роль Генпоставщика выполняет сам Заказчик, ожидания другие – снижение стоимости и/или повышение надежности, см. 2.2).

Видение проекта – процесс обеспечения поставок по контрактам.

Цель в проекте – обеспечение нужных поставок, в нужном месте, в нужное время по выгодной для Генпоставщика цене.

Критерии – минимизация рисков и потерь, максимизация выгоды.

Ограничения – спецификации, сроки, цены и место поставок.

Стратегия – оптимизация процесса поставок и закупок с соблюдением интересов клиента и поставщика.

Основные риски – несвоевременность поставки, высокая себестоимость и возможные штрафы.

Основные инструменты УП – план поставок, контракты на закупки и поставки, мониторинг и контроль.

Для реализации указанных компетенций предлагается следующая математическая модель транспортной задачи определения оптимального плана поставок нескольких продуктов. Дано:

PP_T^R – плановые объемы поставок по всей номенклатуре материальных ресурсов R в период T ;

L_T^{GR} – лимиты финансирования в период T по группам ресурсов.

Возможности приобретения продукта у субпоставщика p :

W_{pT}^R – объемы возможных закупок с доставкой в период T ;

Z_p^R – закупочные цены;

D_p^R – стоимость доставки единицы ресурса R ;

$PZ_p^R(t)$ – вероятность задержки на t дней,

$SS^R(t)$ – штрафные санкции за срыв поставок на t дней.

Необходимо найти X_T^R – объемы и сроки поставок всех материальных ресурсов, X_{Tp}^R – объемы и сроки закупок у субпоставщиков p с доставкой в период T , удовлетворяющие следующим условиям:

$$X_T^R = \sum_{\forall p} X_{Tp}^R;$$

$$X_{Tp}^R \leq W_{pT}^R;$$

$$\sum_{\forall p} \sum_{\forall R \in GR} X_{Tp}^R (Z_p^R + D_p^R) \leq L_T^{GR}.$$

Обеспечение плановых объемов поставок:

$$\forall S \sum_{T=1}^{S+\delta R} X_T^R \geq \sum_{\tau=1}^S PP_{\tau}^R,$$

где δ_R – максимально допустимый срок срыва поставок ресурса R .

Целевая функция – суммарные издержки на закупку и транспортировку ресурсов:

$$\sum_{T=1}^{T_{\text{dup}}} \sum_{\forall p} \sum_{\forall R} X_{Tp}^R \left(Z_p^R + D_p^R + \sum_{t=1}^{\delta} PZ_p^R(t) \times SS^R(t) \right) \rightarrow \min.$$

Полученные в результате решения X_{Tp}^R необходимы для заключения контрактов на закупки с соблюдением интересов клиента и поставщика.

2.4. Математическая модель деятельности регулирующих органов

Специфические характеристики и параметры управления проектами в интересах Регулирующих органов.

Ожидания – решение проблем в пределах своих полномочий и сбор налогов.

Видение проекта – процесс осуществления разрешительных и фискальных функций, выполнения региональных требований и условий проекта.

Цель в проекте – решение вопросов проекта и соблюдение условий его выполнения с максимально возможной выгодой для региона.

Критерии – максимизация сбора налогов, оптимизация выгод и потерь.

Ограничения – требования законодательных и нормативных актов.

Стратегия – активное участие в проекте для оказания содействия в рамках властных полномочий и соблюдения государственных интересов.

Основные риски – невыполнение социальных и экологических требований, недополучение налогов, нарушение налоговой дисциплины.

Основные инструменты УП – план социально-экономического развития зоны влияния проекта, бюджет, нормативные акты, план налогообложения.

Для реализации указанных компетенций предлагается следующая математическая модель.

Краткие сообщения

Дано:

N_t – план налогообложения. V_t^k – прибыль от реализации вариантов реализации проекта. Перечень положительных и отрицательных аспектов реализации проекта для каждого варианта реализации.

К положительным аспектам (a_q^+) относятся:

- создание новых рабочих мест (по видам специальностей);
- выпуск конкурентоспособной продукции, более привлекательной для населения территории по качеству и ценам;
- повышение наполняемости бюджета благодаря производству новой продукции;
- участие в решении определенных социальных вопросов;
- решение некоторых транспортных проблем территории.

К отрицательным аспектам (a_q^-) относятся:

- невыполнение экологических требований;
- ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки;
- загрязнение ландшафта, включая ухудшение историко-архитектурной ценности местности.

Математическая модель деятельности регулирующих органов выглядит следующим образом: необходимо найти такой вариант реализации проекта k , при котором:

$$n_t V_t^{k_{\text{эф}}} \geq N_t;$$

$$\sum_{q=1}^5 a_q^+ (V_t^{k_{\text{эф}}}) - \sum_{q=1}^3 a_q^- (V_t^{k_{\text{эф}}}) \geq \sum_{q=1}^5 a_q^+ (V_t^k) - \sum_{q=1}^3 a_q^- (V_t^k), \forall k.$$

Выбирается такой вариант реализации проекта, который при обеспечении плана налогообложения (при годовой ставке n_t) обеспечивает максимальную объективную оценку его положительных и отрицательных аспектов.

2.5. Математические модели проектного управления для коммерческой службы

Исходной информацией являются статистические данные об уже выполненных N проектах x_{pi} и значения показателя качества Y_p^k (процент выполнения плана по продажам в течение k месяцев после сдачи проекта) ($k=0, \dots, K$; $p=1, \dots, N$). Здесь i ($i=1, \dots, n$) – номер характеристики проекта (фактора), проекты группируем по типам, для каждого типа может быть свой набор факторов.

Строим регрессионную модель влияния характеристик проекта и хода его реализации на выполнение плана продаж в виде:

$$Y^k = a_0 + a_1 \cdot X_1 + \dots + a_n \cdot X_n,$$

где a_i – коэффициенты регрессии, показывающие степень влияния каждого фактора i на параметр качества. В процессе построения модели определяется множество характеристик проекта (факторов), оказывающих заметное влияние на моделируемый показатель качества, причем для каждого k это может быть свой набор факторов и коэффициентов регрессии, при этом устраняется избыточность переменных.

Использование полученной модели возможно по двум направлениям:

- повышение качества выполнения плана продаж за счет изменения (при возможности) значений характеристик проекта;
- прогнозирование хода выполнения плана продаж в течение k месяцев после официально-го срока сдачи проекта.

Заключение

В статье были рассмотрены новые научно-практические направления в проектном управлении, связанные с учетом интересов каждой стороны-участницы проекта. Предложенные постановки задач для различных стейкхолдеров и их математические модели могут служить основой объективно многовариантной системы УП. Дальнейшее продвижение проектного управления и повышение его результативности требует разработки методологии и технологии новой парадигмы управления проектной деятельностью, основанной на взгляде на управление «сверху вниз».

Литература

1. Баркалов, С.А. Математические основы управления проектами / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, В.И. Воропаев (ред.); под ред. В.Н. Буркова. – М.: Высшая школа, 2005. – 423 с.
2. McKinsey Global Institute: http://i.rbc.ru/organization/item/mckinsey_global_institute, 2013.
3. Pels D. *PM World Journal*. Vol. II, Issue XII – December. 2013. www.pmworljdjournal.net.
4. IPMA Editorial Committee: Caupin G., Knopfel H., Koch G., Pannenbacker K. and all. *ICB–IPMA Competence Baseline. Version 3.0.* – 2006. – 202 p.

Логиновский Олег Витальевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, loginovskiyo@mail.ru.

Гельруд Яков Давидович, канд. техн. наук, доцент кафедры предпринимательства и менеджмента, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, gelrud@mail.ru.

Поступила в редакцию 22 марта 2015 г.

DOI: 10.14529/ctcr150216

DEVELOPMENT OF COMPLEX MATHEMATICAL MODELS THAT IMPLEMENT THE FUNCTIONS OF THE VARIOUS STAKEHOLDERS AND ENSURED THEIR EFFECTIVE ENGAGEMENT IN MANAGING COMPLEX PROJECT

O.V. Loginovskiy, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, loginovskiyo@mail.ru, Y.D. Gelrud, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, gelrud@mail.ru

The article provides a complex of interconnected mathematical models designed for the management of project activities at all stages with the participation of different stakeholders. Using data models aimed at improving the efficiency of stakeholders, provides consistency, integrity and adequacy of the decisions made at the management of complex project. Models for different stakeholders (investor, customer, supplier, project manager and his team, regulators, commercial service) are the models, completely new with regard to existing. Every stakeholder in its own way sees the object of control, takes into account the priority for the parameters and indicators, provides management of the project or other object at a certain level – strategic, tactical and operational. In this paper, the requirements for the competence of different stakeholders that an entirely new direction, which is subject to further development and improvement.

Keywords: stakeholder, mathematical models of project management, project management competence.

References

1. Barkalov S., Voropaev V., etc. *Matematicheskie osnovy upravleniya proektami* [Mathematical Foundations of Project Management]. Moscow, Higher school, 2005. 423 p.
2. McKinsey Global Institute. Available at: http://i.rbc.ru/organization/item/mckinsey_global_institute, 2013.
3. Pels D. *PM World Journal*. Vol. II, Issue XII – December. 2013. Available at: www.pmworljdjournal.net.
4. IPMA Editorial Committee: Caupin G., Knopfel H., Koch G., Pannenbacker K. and all (2006). *ICB–IPMA Competence Baseline. Version 3.0.* – 202 p.

Received 22 March 2015

БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАТЬИ

Логиновский, О.В. Разработка комплекса адекватных математических моделей, реализующих функции различных стейкхолдеров и позволяющих обеспечить их эффективное взаимодействие при управлении сложным проектом / О.В. Логиновский, Я.Д. Гельруд // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2015. – Т. 15, № 2. – С. 131–138. DOI: 10.14529/ctcr150216

REFERENCE TO ARTICLE

Loginovskiy O.V., Gelrud Y.D. Development of Complex Mathematical Models that Implement the Functions of the Various Stakeholders and Ensured Their Effective Engagement in Managing Complex Project. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2015, vol. 15, no. 2, pp. 131–138. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr150216