

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН

В статье рассматривается комплекс взаимосвязанных математических моделей, предназначенных для управления проектной деятельностью на всех стадиях с участием различных заинтересованных сторон (заказчика проекта, инвестора, генерального подрядчика и др.). Использование данных моделей направлено на повышение эффективности деятельности стейкхолдеров, обеспечивает системность, целостность и адекватность принимаемых решений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стейкхолдер, математические модели управления проектом, компетенции управления проектом

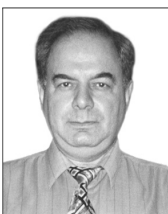
ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в нормативных документах и профессиональной литературе все больше внимания уделяется особенностям управления проектами с позиций различных заинтересованных сторон. Большинство источников, к сожалению, ограничиваются рассмотрением этого весьма, на наш взгляд, актуального вопроса на содержательно-описательном уровне, что не вносит в него какой-либо ясности. В этом вопросе остается много нерешенного и непроработанного, что затрудняет попытки подойти к его решению с практической стороны.

Авторы настоящей работы сделали попытку структурировать особенности основных стейкхолдеров и с их учетом построить математические модели проектного управления. Такие модели построены для инвестора, заказчика, команды проекта, основных исполнителей, поставщиков и регулирующих органов. Мы надеемся, что этим подходом заинтересуются магистры, аспиранты и докторанты, которые приложат усилия к проведению дальнейших исследований в данном



Воропаев Владимир Иванович — академик РАЕН и МАИЭС, профессор кафедры управления проектами ГУУ, заведующий кафедрой управления проектами и программами ГАСИС. Международный асессор IPMA и руководитель Международной сертификационной программы SOVNET / IPMA. Автор свыше 250 научных работ. Удостоен в 2005 г. награды IPMA «За выдающийся вклад в развитие мирового УП» (г. Москва)



Гельруд Ян Давидович — профессор кафедры предпринимательства и менеджмента Южно-Уральского государственного университета, преподаватель ряда экономических и математических дисциплин. Принимал участие в создании и внедрении более 100 автоматизированных систем управления в различных отраслях промышленности. Автор большого числа публикаций, в том числе монографии «Управление проектами в условиях риска и неопределенности» (г. Челябинск)

направлении. Работа носит дискуссионный характер, и желательно, чтобы она была продолжена.

По данным исследовательских международных и профессиональных организаций [24], только 40% реализуемых проектов в мире завершаются вовремя и в рамках бюджета, т.е. около 60% проектов оканчиваются неуспешно. Примерно такая же картина наблюдается и с выполнением сложных и мегапроектов в разных странах, в том числе и в России. Таким образом, проектное управление на практике реализует не более половины своих возможностей. В чем же причина? Известно множество факторов, снижающих эффективность проектного управления, но необходимо выделить главные из них и найти способы снижения их влияния.

Управление проектами осуществляется как минимум на трех уровнях:

- 1) верхние эшелоны власти и управления бизнесом — уровень принятия стратегических решений, уровень основных стейкхолдеров;
- 2) уровень исполнителей: руководители проекта, управляющая команда;
- 3) операционный уровень: члены команды управления, специалисты офисов.

Объединим для наших целей второй и третий уровни и рассмотрим два получившихся уровня управления. От первого зависит около 50% успеха проектной деятельности, именно на нем сосредоточены все ресурсы и принимаются важнейшие решения. Уровень исполнителей тоже играет большую роль, но они не распоряжаются ресурсами, а исполняют волю своих работодателей, т.е. руководителей первого уровня. Вместе с тем практически вся мировая методология и все современные стандарты [1, 19, 22, 23, 25–28] сфокусированы в основном на роли и компетентности проектного менеджера и команды управления. Исключение, пожалуй, составляют подходы Японии [27] и Австралии [11, 24]: в них верхним уровням уделено существенное внимание. Таким образом, на наш взгляд, одна из основных причин неуспешности проектного управления состоит в том, что верхние уровни управления слабо

вовлечены в эту деятельность, а современная методология и технология проектного управления не учитывает в должной мере их интересы. Нужно менять привычную парадигму проектного управления — вместо взгляда на управление «снизу вверх» смотреть «сверху вниз».

При осуществлении достаточно сложных, масштабных проектов и деятельности в процессе управления ими могут одновременно принимать участие разные заинтересованные стороны, каждая из которых может иметь свою команду управления проектом во главе с собственным руководителем, наделенным соответствующими полномочиями и представляющим в проекте интересы данной стороны.

Как показано в системной модели и системной методологии [3, 7, 19], выбор методов и средств управления проектами в значительной мере определяется тем, управление какой из заинтересованных сторон проекта рассматривается в данном случае. Разные заинтересованные стороны в проекте отличаются разными ожиданиями, ролями, мерой ответственности и действиями. Это вызвано следующим: несмотря на то что в проекте они являются партнерами, работающими на общий результат, у них могут быть различные цели в проекте, разные критерии успеха и оценки степени достижения своих целей, разные ценности и стратегии достижения целей. Эти различия существенно влияют на постановку ими задач проекта, используемые методы, инструменты и технологии решения управленческих задач, ориентированные на их специфические потребности.

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 ICB [26].

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.

Руководитель и команда управления проектом (возможно, компания, управляющая реализацией проекта) — специфическая организационная структура, возглавляемая руководителем проекта и создаваемая для всеобъемлющего руководства и координации работ на протяжении всего жизненного цикла проекта до достижения определенных в проекте целей и результатов при соблюдении сроков, бюджета и качества.

Генконтрактор (генеральный контрактор, генеральный подрядчик) — участник проекта, несущий ответственность за организацию выполнения всего комплекса подрядных работ по проекту, включенных в контракт.

Поставщик — 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.

В качестве примера рассмотрим управление проектом со стороны инвестора. Инвестор обычно видит проект как движение своих финансовых средств. Его участие в проекте начинается с обсуждения идеи и бизнес-плана проекта и завершается получением запланированной прибыли, охватывая, таким образом, значительную часть или весь жизненный цикл инвестиционного проекта (продукта). Интерес инвестора сфокусирован прежде всего на динамике и соотношении затрат и доходов в проекте.

Риски инвестора в проекте, как правило, связаны с опасностью невозврата кредитов или

недополучения ожидаемой прибыли. Принятие решений в проекте инвестором преимущественно осуществляется на основании стоимостных критериев (затраты, доходы, прибыль) и специфических ограничений и требований (объемы финансирования, время, кредитные ставки, гарантии и т.д.). Кроме того, часто требуется обеспечить баланс затрат и инвестиций в проектной и операционной деятельности организации инвестора.

Важнейшей компетенцией руководителя проекта должна быть способность выявлять интересы всех стейкхолдеров и умение добиваться результатов, соответствующих ожиданиям или превышающих их. Руководитель проекта должен отслеживать изменения ожиданий и интересов стейкхолдеров в ходе осуществления проектной деятельности, анализировать их причины и возможные последствия, а также при необходимости своевременно и адекватно на них реагировать.

По составу и содержанию компетенции управления проектами для заинтересованных сторон подразделяются на две группы — базовые и специальные:

- *базовые компетенции* определяют единые для всех заинтересованных сторон требования к составу, содержанию и уровню способностей, знаний, навыков и личных качеств;

- *специальные компетенции* определяют специфические для определенной заинтересованной стороны проекта требования к составу, содержанию и уровню способностей, знаний, навыков и личных качеств с учетом ее (стороны) роли, интересов и выполняемых функций.

В таблице приведены примеры специфических характеристик и параметров управления проектами в интересах выбранных нами стейкхолдеров. Таким образом, таблица не претендует на исчерпывающую полноту, а лишь служит носителем исходных данных для примеров соответствующих моделей постановки задач УП.

В дальнейшем предстоит рассмотреть более широкий спектр возможных мест, ролей и функций каждой заинтересованной стороны

Таблица. Пример специфических характеристик управления проектами

Специфические характеристики управления проектами различными заинтересованными сторонами								
Основные заинтересованные стороны	Ожидания	Видение проекта	Цель в проекте	Критерии	Ограничения	Стратегия	Основные риски	Основные инструменты УП
Инвестор	Возврат вложений с максимальной возможной прибылью	Процесс движения денег, динамика в центрах затрат и доходов	Получение прибыли путем инвестирования в проект	Максимизация прибыли	Объемы средств, кредитные ставки	Планирование, контроль, прогноз, регулирование денежных потоков в проекте	Невозврат кредитов, недополучение прибыли	План по ведам, бизнес-план, бюджет, план финансирования, сводная отчетность
Заказчик	Готовый продукт, приносящий прибыль	Процесс создания продукта	Конкурентоспособный продукт, приносящий определенную прибыль	Минимум отклонений по конфигурации и качеству продукта, получению продукта в срок с минимальным затратам	Конфигурация и качество продукта, технические требования, сроки, бюджет	Обеспечение выполнения функций заказчика с соблюдением его выгод в проекте	Низкое качество продукта, нарушение сроков, превышение стоимости	Комплексный укрупненный план, мониторинг, управление конфигурацией и изменениями, текущая отчетность, оптимизация налогов
Руководитель и команда проекта	Удовлетворение ожиданий клиента и остальных заинтересованных сторон, максимальные выгоды для команды, приращение в следующие проекты	Процесс управления продуктом	Результат требуемого качества, в срок, в рамках бюджета, удовлетворение клиента и команды	Показатели соответствия стратегии и ожиданиям клиента и команды проекта (сроки, бюджет, качество, выгоды)	Стандарт УП, результаты, сроки, бюджет, другие условия контракта и этические ограничения	Выполнение в полном объеме установленного профессионального УП с соблюдением интересов клиента и команд проекта	Низкий уровень взаимопонимания, взаимодействия, не должное выполнение обязательств и стейкхолдеров, большой объем изменений	Корпоративный стандарт и передовая практика управления проектами

Таблица. Пример специфических характеристик управления проектами (продолжение)

Специфические характеристики управления проектами разными заинтересованными сторонами								
Основные заинтересованные стороны	Ожидания	Видение проекта	Цель в проекте	Критерии	Ограничения	Стратегия	Основные риски	Основные инструменты УП
Генконструктор	Успешная продажа услуг	Процесс выполнения работ по контракту	Выполнение обязательств по проекту с максимальной выгодой для исполнителя	Минимизация производственных потерь при соблюдении требований и условий контракта	Условия контракта, технические требования к выполнению работ и их безопасности	Детальное планирование и оперативное управление выполнением работ с соблюдением требований контракта и интересов исполнителя	Высокая себестоимость работ, низкая квалификация рабочих, низкое качество работ, срыв сроков, высокий уровень травматизма	Детальный план, оперативный учет, отчетность и регулирование выполнения работ, оптимизация налогов
Генпоставщик	Заработок на поставках	Процесс обеспечения поставок по контрактам	Обеспечение поставок в нужное время по выгодной для поставщика цене	Минимизация рисков и потерь, максимизация выгоды	Спецификации, сроки, цены и место поставок	Оптимизация управления процессом поставок и закупок с соблюдением интересов клиента и поставщика	Несвоевременность поставок, высокая себестоимость и возможные штрафы	План поставок, контракты на закупки и поставки, мониторинг и контроль
Регулирующие органы	Решение проблем в пределах своих полномочий и сбор налогов в бюджет	Процесс осуществления решений и фискальных функций, выполнения региональных требований и условий проекта	Решение вопросов проекта и соблюдение условий его выполнения с максимальной выгодой для территории и государства	Максимизация сбора налогов, оптимизация выгоды и ритории	Требования законодательных и нормативных актов	Активное участие в проекте для оказания содействия в рамках властных полномочий и соблюдения государственными интересами	Невыполнение социальных и экологических требований, недополучение налогов, нарушение налоговой дисциплины	План социально-экономического развития зоны влияния проекта, бюджет, нормативные акты, план налогообложения, санкции

и сформировать соответствующие им модели задач и способы их решения.

Далее в работе предлагается система взаимосвязанных примеров математических моделей управления проектом для заинтересованных сторон с учетом зафиксированных в таблице специфических характеристик и параметров, причем приводится по одному варианту постановки задач УП для каждой из сторон. На рисунке представлена схема взаимосвязи предлагаемых математических моделей управления проектами.

Эти модели следует рассматривать как методические примеры, как образцы, по которым будут в дальнейшем формироваться другие модели для создания комплексной интегрированной системы управления проектом, учитывающей многовариантный характер задач и их постановки.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ ДЛЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН

2.1. Математическая модель деятельности руководителя и команды проекта

Работа данной группы является основополагающей для обеспечения деятельности по проектному управлению всех остальных заинтересованных сторон. Ее результаты согласовываются и могут использоваться на всех стадиях жизненного цикла проекта другими стейкхолдерами. Прежде всего конструируется сетевая модель проекта, которая в зависимости от его специфики может иметь детерминированный, вероятностный, альтернативный, стохастический или смешанный характер. На основании топологии сетевой модели

Рисунок. Схема взаимосвязей математических моделей управления проектами



проекта рассчитываются его временные и ресурсные показатели, которые согласовываются с каждой заинтересованной стороной с учетом их специфических характеристик и параметров.

Для постановки и реализации оптимизационных задач управления проектом используется универсальная математическая модель. Общее описание универсальной математической модели управления проектом содержится в работах «Математические основы управления проектами» [3] и «Обобщенные стохастические сетевые модели для управления комплексными проектами» [6]. Предложенные авторами настоящей статьи алгоритмы с учетом степени риска позволяют провести анализ и построить непротиворечивые модели процесса реализации проектов, что, в свою очередь, способствует формированию оптимальных календарных планов их выполнения.

Построение оптимальных календарных планов реализации проектов, а также оптимального сводного плана для комплекса проектов позволяет определить необходимые потребности в ресурсах (в том числе финансовых), графики назначений исполнителей, использования машин и оборудования. Таким образом, определяется инвестиционная матрица альтернатив $\{I_t^k\}$, где I_t^k — требуемый объем инвестиций в k -й вариант проекта в период t (месяц, квартал, год — в зависимости от масштаба проекта). Осуществляется прогноз, и формируется матрица прибыли $\{V_t^k\}$, где V_t^k — прогноз прибыли от реализации k -го варианта проекта в период t . $t \in [0, T]$, где T — срок полного жизненного цикла проекта с начала его реализации до максимально возможного прогноза прибыли от осуществления деятельности после реализации (данная информация является исходной для работы инвестора).

Процесс управления реализацией проекта осуществляется посредством разработки детального плана производства работ (является исходным для работы генконтрактора), бизнес-плана и плана по вехам для инвестора, комплексного укрупненного плана для заказчика, плана поставок для поставщика, плана налогообложения для регулирующих органов.

Периодическая актуализация исходных данных дает возможность уточнять эти потребности, планы и графики (снижать уровень неопределенности), создает необходимые предпосылки для гармонизации технологических переделов проектов в сжатые сроки и интенсификации процедур реализации проектов в пространстве «время — ресурсы — стоимость».

2.2. Математическая модель деятельности инвестора

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 ;
 $B_t^{\max}(r)$ — максимально возможный объем кредитования в период t по ставке r ;
 B_t^τ — план погашения в период t кредита (основного долга и процентов), взятого в период τ в объеме B_τ ;
 Q_t — собственные 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 его собственными силами в объеме x_t^k будет вычисляться по формуле:

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

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

$$NPV^{k_j} = \max_k NPV^k \quad (2);$$

$$I_t^k = x_t^k + B_t(r) \quad (3) \text{ — обеспечение необходимого объема инвестиций};$$

$$x_t^k \leq Q_t \quad (4) \text{ — ограничение по собственным средствам};$$

$B_t(r) \leq B_t^{\max(r)}$ (5) — ограничение по возможным объемам кредитования;

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

Данная модель реализует многие компетенции, входящие в состав специфических характеристик управления проектом инвестора (см. таблицу). Действительно, ожидания (возврат вложений с максимально возможной прибылью), цель в проекте (получение прибыли путем инвестирования) и критерии (максимизация прибыли) задаются целевой функцией (2), видение проекта (процесс движения денег, динамика в центрах затрат и доходов), ограничения (объемы средств, сроки, кредитные ставки), элементы стратегии (планирование и прогноз) учитываются в формулах (3–5).

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:

$$V_t^k \geq V_t^{\min}, \quad (6)$$

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. Таким образом, использование данной модели обеспечивает реализацию всех основных функций управления проектом, что способствует повышению эффективности деятельности инвестора.

2.3. Математическая модель деятельности заказчика

Дано: комплексный укрупненный план проекта в виде сетевой модели. Полная детализированная

модель проекта разрабатывается и используется руководителем проекта, его командой и генконтрактором.

Пусть T_i^p, T_i^n — ранние и поздние сроки свершения событий i в укрупненной сетевой модели; a_{ij}, b_{ij} — минимальные и максимальные оценки продолжительности работ укрупненного графика; r_{ij} — затраты на производство работ укрупненного графика;

l_t — бюджетные ограничения временного интервала t (год, квартал, месяц);

ЭОК_{ij} — экспертные оценки предельно 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 по десятибалльной системе 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 (ИПК), вычисляемый с помощью некоторой функции (заданной экспертно) ФОК по показателям отклонения качества отдельных работ укрупненного плана PK_{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:

$$T_i^p \leq T_i \leq T_i^n; \quad (7)$$

$$a_{ij} \leq t_{ij} \leq b_{ij} + \delta_{ij}, \quad (8)$$

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

$$\sum_{(i, j) \in \Omega_t} r_{ij} \times \lambda_{ij}^t \leq I_t \quad (9)$$

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 .

$$\alpha_{ij}(\delta_{ij}) + \beta_{ij} + \gamma_{ij} \leq \text{ЭОК}_{ij}; \quad (10)$$

$$\text{ФОК}(\text{ПК}_{ij}) \rightarrow \min, \quad (11)$$

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.

Спецификой модели является экспертное определение показателей качества (степени изменения конфигурации по каждой укрупненной работе и оценки их предельно допустимых значений), а также экспертное же задание вида целевой функции, служащей для вычисления интегрированного показателя качества проекта. Представляется нецелесообразным строить универсальную систему перечисленных показателей в силу уникальности многих проектов и различной важности входящих в него работ, поэтому задание экспертами (представителями заказчика) оценок качества выполнения работ проекта является логичным и методически обоснованным.

2.4. Математическая модель деятельности генконтрактора

Дано: детальный план производства работ, в том числе:

T_{id}^p, T_{id}^n — ранние и поздние сроки начала и окончания детальных работ;

$a_{id,jd}, b_{id,jd}$ — минимальные и максимальные оценки продолжительности работ детального графика;

$\Omega_{i,j}$ — множество работ детального графика, входящих в состав укрупненной работы (i, j) ;

T_j — контрольные сроки (вехи) выполнения укрупненных работ (плана заказчика);

$PRm_{id,jd}^R(t)$ — потребность в ресурсах типа мощности на детальную работу ($0 \leq t \leq t_{id,jd}$);

$PRn_{id,jd}^R(t)$ — потребность в накапливаемых ресурсах на детальную работу;

$NAL^R(t)$ — ожидаемая динамика наличия ресурсов типа мощности;

POT^R — потери от неиспользования единицы ресурса типа мощности в единицу времени;

Z^R — затраты, связанные с привлечением дополнительной единицы ресурса типа мощности в единицу времени.

Тогда модель будет выглядеть следующим образом: найти такие сроки свершения событий детального графика T_{id} и продолжительности детальных работ $t_{id,jd}$, при которых сроки свершения всех событий детального графика выполнения работ и их продолжительность должны лежать в заданных пределах:

$$T_{td}^p \leq T_{id} \leq T_{id}^n; \quad (12)$$

$$a_{ij,jd} \leq t_{ij,jd} \leq b_{ij,jd}. \quad (13)$$

Все работы детального графика, входящие в комплекс (укрупненную работу), должны заканчиваться до директивного срока выполнения комплекса:

$$\max_{\forall (id, jd) \in \Omega_{i,j}} T_{jd} \leq T_j. \quad (14)$$

Удовлетворение потребности в накапливаемых ресурсах в каждый период времени вычисляется по формуле:

$$\sum_{\forall (id, jd): T_{id} \leq t \leq T_{id} + t_{id,jd}} PRn_{id,jd}^R(t) \leq NAL^R(t) + \delta R, \quad (15)$$

где δR — допустимые отклонения потребности в ресурсе по сравнению с имеющимся в наличии.

Целевая функция — минимизация потерь, вызванных потерями от недоиспользования ресурсов типа мощности и затратами, связанными с привлечением дополнительных единиц ресурсов типа мощности. Она выглядит следующим образом:

$$\sum_{\forall t} \sum_{\forall (id, jd): T_{id} \leq t \leq T_{id} + t_{id, jd}} (\text{mod}^{+(x)}(PRn_{id, jd}^R(t) - NAL^R(t)) \times Z^R + \text{mod}^{-(x)}(PRn_{id, jd}^R(t) - NAL^R(t)) \times POT^R) \rightarrow \min,$$

где $\text{mod}^{+(x)} = \begin{cases} x, & \text{если } x > 0, \\ 0, & \text{если иначе;} \end{cases}$

$\text{mod}^{-(x)} = \begin{cases} -x, & \text{если } x < 0, \\ 0, & \text{если иначе.} \end{cases}$

Использование данной модели в основной деятельности генконтрактора обеспечивает оперативное управление выполнением работ при соблюдении требований контракта и минимизацией производственных потерь.

2.5. Математическая модель деятельности генерального поставщика

Рассматривается транспортная задача 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 (группа может состоять из одного ресурса).

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 осуществить оптимизацию управления процессом поставок и закупок с соблюдением плана поставок и минимизацией затрат и штрафных санкций. Таким образом, нужно 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:

$$X_T^R = \sum_{\forall p} X_{Tp}^R; \tag{16}$$

$$X_{Tp}^R \leq W_{pT}^R; \tag{17}$$

$$\sum_{\forall p} \sum_{\forall R \in GR} X_{Tp}^R (Z_p^R + D_p^R) \leq L_T^{GR}. \tag{18}$$

Обеспечение плановых объемов поставок:

$$\forall S \sum_{T=1}^{S+\delta R} X_T^R \geq \sum_{\tau=1}^S PP_{\tau}^R, \tag{19}$$

где δR — максимально допустимый срок срыва поставок ресурса R .

Целевая функция — суммарные издержки на закупку и транспортировку ресурсов:

$$\sum_{T=1}^{T_{\text{dup}}} \sum_{\forall p} \sum_{\forall R} X_{Tp}^R \left(Z_p^R + D_p^R + \sum_{t=1}^{\delta} PZ_p^R(t) \times SS^R(t) \right) \rightarrow \min. \tag{20}$$

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

2.6. Математическая модель деятельности регулирующих органов

Дано: N_t — план налогообложения. Финансовые этапы (V_t^k — прибыль от реализации) вариантов реализации проекта разрабатываются руководителем проекта, его командой и генконтрактором. Команда проекта совместно с заказчиком и представителями регулирующих органов составляет перечень положительных и отрицательных аспектов реализации проекта (от его разработки до последующей эксплуатации) и производит их экспертную оценку 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.

Финансовые результаты этапов реализации вариантов проекта существенным образом влияют на оценку вышеперечисленных аспектов.

Математическая модель деятельности регулирующих органов выглядит следующим образом: необходимо найти такой вариант реализации проекта $k_{эф}$, при котором:

$$n_t V_t^{k_{эф}} \geq N_t, \quad (21)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{q=1}^5 a_q^+ (V_t^{k_{эф}}) - \sum_{q=1}^3 a_q^- (V_t^{k_{эф}}) \geq \\ & \geq \sum_{q=1}^5 a_q^+ (V_t^k) - \sum_{q=1}^3 a_q^- (V_t^k), \quad \forall k. \end{aligned} \quad (22)$$

Осуществляется оптимизация выгод и потерь для территории с точки зрения налогообложения и экологических требований, т.е. выбирается такой вариант реализации проекта, который при обеспечении плана налогообложения (при годовой ставке n_t) обеспечивает максимально объективную оценку его положительных и отрицательных аспектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные модели реализуют задачи математического программирования с линейными и нелинейными ограничениями и целевыми функциями. В настоящее время существует широкий спектр программных средств для решения подобных задач, достаточно указать входящий в Excel пакет Solver. Исключение составляет первая

модель, для реализации всех возможностей которой необходимо разработать соответствующее программное обеспечение (описание возникающих при этом задач и алгоритмов их решения приведено в работе «Обобщенные стохастические сетевые модели для управления комплексными проектами» [6]).

В статье были рассмотрены новые научно-практические направления в организационном управлении вообще и во всем проектном управлении в частности. Эта тема намного обширнее, чем управление сложным проектом. Все дело в том, какова степень заинтересованности у каждой стороны — участницы проекта: каковы их ценности, интересы, места, роли и ответственность в этой деятельности, как распределены деньги, власть и другие ценности. Как правило, они могут быть разносторонними и часто пересекаются.

Предложенные примеры постановки задач для различных сторон могут служить канвой для разработки последующих моделей объективно многовариантной системы УП. При этом приведенный выше комплекс математических моделей в некоторой степени отражает взгляд на управление проектами «снизу вверх» и реализует многие компетенции различных основных заинтересованных сторон, участвующих в осуществлении проекта. Он может уже сейчас служить методологической основой для разработки прикладных пакетов программного обеспечения (автоматизированной системы) для решения описанных выше задач управления проектом на всех стадиях его осуществления.

Дальнейшее продвижение проектного управления и повышение его результативности требует более полного вовлечения в эту деятельность первых руководителей органов власти разных уровней и владельцев и руководителей бизнеса. Для этого должны быть разработаны методология и технологии новой парадигмы управления проектной деятельностью, основанной на взгляде на управление «сверху вниз».

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин А., Воропаев В., Любкин С., Михеев В., Полковников А., Секлетова Г., Титаренко Б., Титаренко Р. и др. Управление проектами: основы профессиональных знаний. Национальные требования к компетентности специалистов по управлению проектами / Под науч. ред. В.И. Воропаева. — М.: СОВНЕТ — Кубс Групп, 2001.
2. Арчибалд Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами / Пер. с англ. под ред. А.Д. Баженова. — М.: ДМК Пресс, 2004.
3. Баркалов С., Воропаев В. и др. Математические основы управления проектами / Под ред. В.Н. Буркова. — М.: Высшая школа, 2005.
4. Бовтеев С.В., Еременко В.П., Рыбнов Е.И., Фролов В.И. Управление проектами в строительстве. / Под ред. В.И. Фролова. — СПб., 2004.
5. Воропаев В.И., Гальперина З.М., Разу М.Л., Секлетова Г.И., Якутин Ю.В. и др. Управление программами и проектами / Под ред. М.Л. Разу. Модуль 8 17-модульной программы для менеджеров «Управление развитием организации». — М.: Инфра-М, 1999. — 392 с.
6. Воропаев В., Гельруд Я. Обобщенные стохастические сетевые модели для управления комплексными проектами // Управление проектами и программами. — 2008. — №1–2.
7. Воропаев В., Секлетова Г. Системный подход к управлению проектами и программами // Управление проектами. — 2005. — №3(3). — С. 20–29.
8. Грашина М., Дункан В. Основы управления проектами. — СПб.: Питер, 2006. — 206 с.
9. Грей К.Ф., Ларсон Э.У. Управление проектами: практическое пособие. — М.: Дело и Сервис, 2002.
10. Грей К.Ф., Ларсон Э.У. Управление проектами: Учебник. — М.: Дело и Сервис, 2007.
11. Добкин Д. Менеджеры комплексных проектов // Управление проектами и программами. — 2007. — №3, 4; 2008. — №1.
12. Керцнер Г. Стратегическое планирование для управления проектами с использованием модели зрелости / Пер. с англ. под общ. ред. А.Д. Баженова. — М.: ДМК Пресс, 2003.
13. Милошевич Д.З. Набор инструментов для управления проектами / Пер. с англ. под ред. С.И. Неизвестного. — М.: ДМК Пресс, 2006. — 729 с.
14. Михеев В.Н. Живой менеджмент проектов. — М.: Эксмо, 2007. — 480 с.
15. Неизвестный С.И. Мозг проекта. — М.: Russian Publisher, 2007. — 400 с.
16. Тернер Дж.Р. Руководство по проектно-ориентированному управлению / Пер. с англ. под общей ред. В.И. Воропаева. — М.: Издательский дом Гребенникова, 2007. — 552 с.
17. Товб А.С., Ципес Г.Л. Управление проектами: стандарты, методы, опыт. — М.: Олимп-Бизнес, 2003.
18. Управление проектами / Под ред. Дж.К. Пинто. — СПб.: Питер, 2004.
19. Управление проектами: основы профессиональных знаний. Национальные требования к компетентности специалистов по управлению проектами. Версия 3.0. / Под науч. ред. В.И. Воропаева. — М.: Проектная Практика, 2010.
20. Ципес Г.Л., Товб А.С. Менеджмент проектов в практике современной компании. — М.: Олимп-Бизнес, 2006.
21. Ципес Г.Л., Товб А.С. Проекты и управление проектами в современной компании: Учебное пособие. — М.: Олимп-Бизнес, 2009.
22. APM (2006). *Body of Knowledge*. 5th ed. UK: APM Association for Project Managers. 180 p.
23. GAPPS (2006). *A Framework for Performance Based Competency Standards for Global Level 1 and 2 Project Managers*. Sydney: Global Alliance for Project Performance Standards. 47 p.
24. Hayes S. (2012). *Complex Project Management Global Perspectives and the Strategic Agenda to 2025*. The task force report. ICPM.
25. IPMA Editorial Committee: Caupin G., Knopfel H., Morris P., Motzel E., Pannenbacker O. (1999). *ICB — IPMA Competence Baseline*. Version 2.0. Bremen: Eigenverlag. 112 p.
26. IPMA Editorial Committee: Caupin G., Knopfel H., Koch G., Pannenbacker K. and all. (2006). *ICB — IPMA Competence Baseline*. Version 3.0. 202 p.
27. PMCC / ENNA (2002). *A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation*. Japan.
28. Project Management Institute (2004). *PMBOK Guide*. Newtown Square, Pennsylvania, USA. 238 p.