

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ ВО ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМОВ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А. М. Возный, канд. техн. наук, доц.¹;
Ю. Е. Шамарин, д-р техн. наук, проф.²

¹Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

²Киевский государственный НИИ гидроприборов, г. Киев

Аннотация. Предложен принципиальный методологический подход к решению задачи прогнозирования параметров проекта во времени в условиях отсутствия аналитических зависимостей между факторами и ограниченности информации.

Ключевые слова: управление проектами, принятие решений, когнитивное моделирование.

Анотація. Запропоновано принциповий методологічний підхід до розв'язання задачі прогнозування параметрів проекту в часі в умовах відсутності аналітичних залежностей між факторами та обмеженості інформації.

Ключові слова: управління проектами, прийняття рішень, когнітивне моделювання.

Abstract. Fundamental methodological approach to the problem of predicting the parameters of the project within time in terms of factors analytical relationships absence and limited information was proposed.

Keywords: project management, decision making, cognitive modeling.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из ключевых функций менеджера проекта является принятие решений. При этом наиболее часто приходится отвечать на следующие два вопроса [5]:

каковы последствия принятых решений в краткосрочной и долгосрочной перспективе;

какие параметры проекта необходимо изменить сегодня для достижения желаемых показателей в будущем?

Так или иначе, требуется сформировать видение развития проекта на временной оси с учетом всего много-

образия причинно-следственных связей внутри проекта, а также между проектом и его окружением.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ И ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Современная методология управления проектами имеет на вооружении множество детерминированных и стохастических методов планирования и отслеживания хода реализации проекта [5, 6]. На сегодняшний день, в рамках поддержки принятия проектных решений, используются:

сценарный анализ (для определения последствий принятых решений) [5];

модели частных постановок оптимизационных задач (календарное планирование, распределение ресурсов, логистика, финансирование и т. п. — для обеспечения достижения целевых значений показателей) [1];

метод нечеткого логического вывода (для управления по отклонениям);

программирование в ограничениях (для нахождения множества допустимых решений с последующей оптимизацией целевых показателей) [1].

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕРЕШЕННОЙ ЧАСТИ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ

Перечисленные выше модели и методы предусматривают наличие четких аналитических зависимостей между параметрами проекта. Во многих случаях это представляет существенную проблему вследствие [2]:

отсутствия всей необходимой для моделирования информации, особенно на ранних стадиях реализации проекта;

невозможности установить аналитические зависимости между отдельными факторами проекта.

Особую проблему представляет определение зависимостей в рамках подсистем управления качеством, рисками и командой проекта.

Также следует отметить, что перечисленные подходы имеют существенные ограничения при построении пошаговых стратегий во временной перспективе.

ЦЕЛЬЮ ИССЛЕДОВАНИЯ является разработка принципиального методологического подхода к решению задачи прогнозирования параметров проекта во времени в условиях отсутствия аналитических зависимостей между факторами и ограниченности информации.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Исходной информацией для моделирования поведения проекта во времени являются данные об исходных и целевых факторах ситуации [3]: список факторов $F = \{F_i\}$, область определения факторов (шкалы факторов) X_{ij} , начальное состояние ситуации $X(t) = (x_{1l}^0, \dots, x_{nm}^0)$, а также информация о взаимодействии факторов (список причинных связей, их видов и степени взаимного влияния). Взаимное влияние факторов описывается матрицей смежности $W = |w_{ijst}|$, где индексы i, s — номер понятия, j, l — номер признака понятия с номером i или s .

На основе данной информации строится графовая модель ситуации, где вершины графа — факторы ситуации, а дуги — причинные связи между факторами. Графовая модель является компактным представлением системы логико-лингвистических уравнений, описывающих ситуацию в виде структурной схемы причинных связей. Поскольку последние связывают интенсивность проявления причины с интенсивностью проявления следствия, то в такой модели есть возможность получить качественный прогноз развития ситуации.

Смысл получения прогноза заключается в моделировании качественных рассуждений эксперта [4]. Для этого необходимо сформулировать некоторые начальные утверждения, констатирующие изменения значений одного или нескольких факторов ситуации (начальный вектор приращений) $P(t) = (p_{1l}, \dots, p_{nm})$. Далее начальные приращения значений факторов с определенным временным шагом распространяются по направлениям причинных связей от факторов-причин к факторам-следствиям. В итоге необходимо найти векторы приращения признаков $P(t), \dots, P(t+n)$ и состояния

ситуации $X(t), \dots, X(t + n)$ в последовательные дискретные моменты времени $t, \dots, t + n$.

Интенсивность проявления следствия (изменение значения фактора-следствия) зависит от начального изменения фактора-причины и силы причинной связи. Факторы-следствия, в свою очередь, получив приращения от факторов-причин, сами становятся факторами-причинами и направляют изменения своих значений, вызванные начальными утверждениями, своим факторам-следствиям.

Таким образом, образуется фронт рассуждений об изменении значений факторов, который в конечном итоге достигает всех факторов ситуации (при условии, что начальные факторы имеют прямую или опосредованную причинную связь со всеми факторами ситуации). Изменения значений всех факторов ситуации, вызванные начальными изменениями множества входных факторов, являются качественным прогнозом развития ситуации.

Вектор приращений $P'(t + 1) = (p_{1j}^+, p_{1j}^-, \dots, p_{nm}^+, p_{nm}^-)$ для положительно определенной матрицы W' находится с помощью следующего уравнения:

$$P'(t + 1) = P'(t) \circ W',$$

где для вычисления элемента вектора $P'(t + 1)$ используется правило

$$p'_{ij}(t + 1) = \max_{sl} (p'_{sl}(t) w'_{ij sl}).$$

Наряду с получением прогноза развития ситуации при моделировании возникает задача поиска управляющих воздействий, способных перевести ситуацию из текущего (исходного состояния) в некоторое заданное — целевое состояние. Для поиска управляющих воздействий решается обратная задача.

При этом необходимо задать целевое состояние, т. е. состояние, в которое менеджер хочет перевести ситуацию. Поиск управляющих воздействий заключается в моделировании качествен-

ных рассуждений. Причем в отличие от рассуждений для получения прогноза, где моделирование ведется от фактора-причины к фактору-следствию, при решении обратной задачи моделирование рассуждений происходит в обратном порядке — от фактора-следствия (от целевого значения фактора) к фактору-причине (начальным значениям фактора-причины). Таким образом, для решения обратной задачи необходимо задать множество управляющих и множество целевых факторов. Результатом решения обратной задачи являются полученные при моделировании обратного рассуждения эксперта значения входных факторов.

Суть расшифровки причинных цепочек изменения значений факторов заключается в определении путей в ориентированном графе от входных вершин к наблюдаемой вершине. Путь обычно включает в себя несколько последовательно связанных факторов, а изменение значений факторов, включенных в путь, интерпретируется как последовательность событий, вызванных приращением входного фактора. В сильно связанном графе может быть несколько путей от любой входной вершины к наблюдаемому фактору.

Продемонстрируем решение прямой и обратной задач прогнозирования параметров проекта во времени для следующих факторов: бюджета проекта, его длительности, трудоемкости, степени соответствия требованиям к качеству, степени мотивации команды проекта, количества рабочих встреч в неделю, направленных на обсуждение проекта и его качества, процента соответствия исходной функциональности (конфигурации) продукта.

Графовая модель ситуации, демонстрирующая направления взаимного влияния факторов, представлена на рис. 1.

Матрица смежности, характеризующая силу взаимного влияния факторов,

представлена в табл. 1. Оценки были получены путем парного сравнения факторов для временного шага, равного одной недели.

Фронт рассуждений об изменении значений факторов для ситуации, когда зафиксировано падение качества про-

екта на 10 % и руководство принимает решение стабилизировать ситуацию путем увеличения количества встреч, направленных на планирование и контроль качества, представлен в табл. 2.

Как видно из расчетов, через неделю прогнозируется снижение бюджета

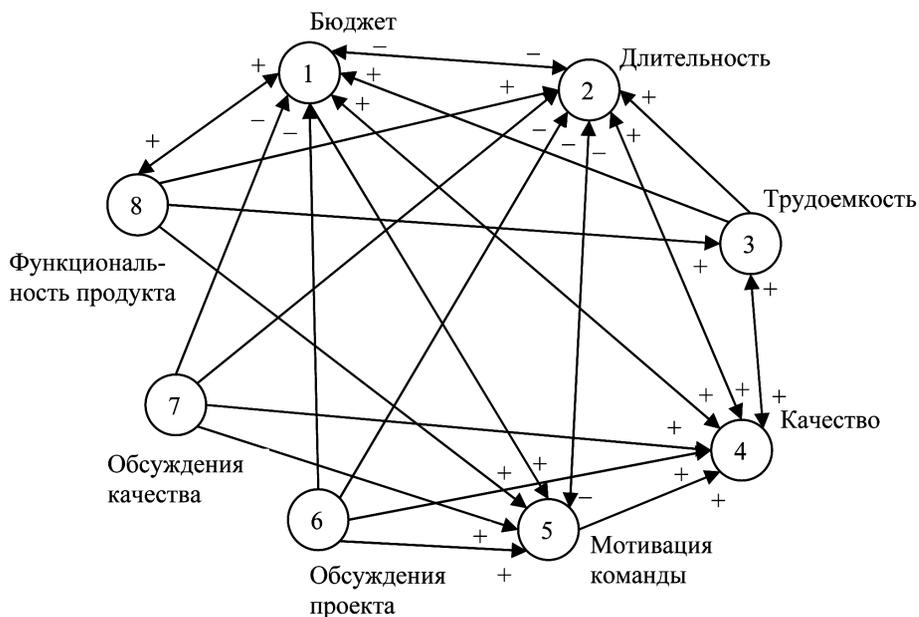


Рис. 1. Графовая модель ситуации

Таблица 1. Матрица смежности ситуации

Фактор	Бюджет	Длительность	Трудоемкость	Качество	Мотивация команды	Обсуждения проекта	Обсуждения качества	Функциональность продукта
Бюджет	X	-0,42	-	0,99	0,99	-	-	0,99
Длительность	-0,07	X	-	0,18	-0,37	-	-	-
Трудоемкость	0,99	0,99	X	0,22	-	-	-	-
Качество	0,22	0,17	0,13	X	-	-	-	-
Мотивация команды	-	-0,35	-	0,54	X	-	-	-
Обсуждения проекта	-0,05	-0,05	-	0,07	0,07	X	-	-
Обсуждения качества	-0,23	-0,12	-	0,14	0,07	-	X	-
Функциональность продукта	0,72	0,99	0,99	-	0,25	-	-	X

проекта на 11,1% и рост качества на 6,5% вследствие принятых мер. Однако еще через неделю следует ожидать падения мотивации команды проекта на 11%, снижения качества на 11%, а также необходимости отказаться от 11% функциональности продукта. Это приведет к тому, что через три недели трудоемкость и длительность проекта сократятся на 10,9%.

Таким образом, расшифровка причинных цепочек изменения значений факторов позволила выявить негативные последствия, которые сложно предугадать, не имея формальной модели ситуации.

Решение обратной задачи уменьшения бюджета проекта на 5% за счет факторов длительности, трудоемкости и мотивации команды проекта представлено в табл. 3.

Основными негативными последствиями уменьшения бюджета в конечном итоге являются увеличение

длительности на 18,1% и снижение качества на 22,3%. Последнее в большей степени является результатом снижения мотивации команды на 41,7%. Кроме того, придется отказаться от части функциональности продукта (5%).

Таким образом, преимуществами предложенного подхода являются:

возможность прогнозирования взаимного влияния факторов, не имеющих четкой аналитической зависимости;

возможность проведения сценарного анализа и решение оптимизационных задач в условиях ограниченности информации;

возможность выстраивания многошаговых стратегий во времени;

возможность формирования и использования библиотеки базовых графов, задающих наборы факторов и виды связей между ними, с последующей оценкой силы влияния факторов для каждого нового уникального проекта.

Таблица 2. Фронт рассуждений об изменении значений факторов

0-я неделя		1-я неделя		2-я неделя		3-я неделя	
Фактор	Изменение	Фактор	Изменение	Фактор	Изменение	Фактор	Изменение
Качество	Падает на 10%	Бюджет	Падает на 11,1%	Качество	Падает на 11%	Длительность	Падает на 10,9%
Обсуждения качества	Растет на 47,7%	Качество	Растет на 6,5%	Мотивация команды	Падает на 11%	Трудоемкость	Падает на 10,9%
–	–	–	–	Функциональность продукта	Падает на 11%	–	–

Таблица 3. Решение обратной задачи уменьшения бюджета проекта на 5%

Фактор	Вход	Текущее значение	Выход
Бюджет, грн	–	400000	(Цель) Падает на 5%
Длительность, недели	Растет на 18,1%	11	Растет на 14,7%
Трудоемкость, чел.-ч	Падает на 5,1%	3300	Падает на 4,9%
Качество, %	–	100	Падает на 22,3%
Мотивация команды, баллы	Падает на 41,7%	8	Падает на 6,7%
Обсуждения проекта, ед.	–	3	Не меняется
Обсуждения качества, ед.	–	2	Не меняется
Функциональность продукта, %	–	100	Падает на 5%

ВЫВОДЫ

1. Предложенный подход дает возможность решать слабоструктурированные задачи многошагового сценарного анализа, а также определять желаемые параметры проекта во временной перспективе за счет корректировки текущих значений факторов.

2. Подход позволяет гибко настраивать когнитивную модель на специфику отдельного проекта за счет варьирова-

ния наборов факторов и силы связей между ними.

3. Дальнейшие направления исследований связаны с разработкой модификации модели, позволяющей корректировать пошаговые стратегии на любом из временных шагов (введение промежуточных векторов приращений), а также введением в модель элементов нечеткого логического вывода и интервальных вычислений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Возный, А.М.** Совершенствование системы управления воспроизводимыми ресурсами судостроительного производства [Текст] / А. М. Возный // Управління проектами та розвиток виробництва : зб. наук. праць. — Луганск, 2005. — № 1 (13). — С. 145–153.
- [2] **Кошкин, К.В.** Неструктурированные проектные решения для информационных систем с использованием когнитивных моделей [Текст] / К.В. Кошкин, А.М. Возный, А.Ю. Яни // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — Х. : Техн. центр, 2012. — 1/10 (55). — С. 21–23.
- [3] **Кулинич, А.А.** Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций [Текст] / А. А. Кулинич // Вторая международная конференция по проблемам управления (17–19 июня 2003 г., ИПУ РАН, г. Москва). — М. : ИПУ РАН, 2003. — Т. 2. — С. 219–226.
- [4] **Кулинич, А.А.** Когнитивная система поддержки принятия решений «Канва» [Текст] / А. А. Кулинич // Программные продукты и системы. — Тверь : НИИ ЦПС, 2002. — № 3. — С. 42–47.
- [5] **Мазур, И.И.** Управление проектами [Текст] : учеб. пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. — 2-е изд. — М. : Омега-Л, 2004. — 664 с.
- [6] A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Fourth Edition [Text]. — Newtown Square : PMI, 2008. — 241 p.