

Показано, що в багатьох додатках проектного управління найбільший ефект досягається в тому випадку, коли планування та управління проектною діяльністю здійснюється з максимальним наближенням когнітивних моделей переносу забезпечень в управлінні проектом до аналітичних моделей тепломасообміну в класичній термодинаміці. Наведені приклади використання цього підходу в реальній проектній діяльності з позитивним техніко-економічним ефектом

Ключові слова: проектне управління, проектна діяльність, когнітивні моделі переносу, аналітичні моделі тепломасообміну

Показано, что во многих приложениях проектного управления наибольший эффект достигается в том случае, когда планирование и управление проектной деятельностью осуществляется с максимальным приближением когнитивных моделей переноса обеспечений в управлении проектом к аналитическим моделям теплообмена в классической термодинамике. Приведены примеры использования этого подхода в реальной проектной деятельности с положительным технико-экономическим эффектом

Ключевые слова: проектное управление, проектная деятельность, когнитивные модели переноса, аналитические модели теплообмена

РАЗРАБОТКА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ КРИТЕРИАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕНОСА В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ И ПРОГРАММАМИ

О. С. Савельева

Доктор технических наук, доцент*

E-mail: okssave@gmail.com

И. И. Становская

Кандидат технических наук**

E-mail: iraidasweet07@rambler.ru

А. В. Торопенко

Кандидат технических наук*

E-mail: alla.androsyk@gmail.com

И. Н. Щедров

Кандидат технических наук***

E-mail: shchedrov1@rambler.ru

Е. И. Березовская*

E-mail: berezovska@gmail.com

*Кафедра нефтегазового и химического машиностроения****

Кафедра высшей математики и моделирования систем**

Кафедра радиотехнических систем*

****Одесский национальный политехнический университет

пр. Шевченко, 1, г. Одесса, Украина, 65044

1. Введение

Процессы, описываемые строгими статистическими законами термодинамики, всегда самопроизвольны и однозначны с точки зрения интенсивности и направления протекания.

В них отсутствуют понятия цели и целесообразности, с ними нельзя ни о чем «договориться», не изменяя термодинамических условий их протекания: температуры, давления, концентрации и т. п. Процессы в управлении проектами такими качествами не обладают, сам факт их протекания, а также интенсивность и направление последнего, определяются менеджером соответствующего звена, действующим в рамках осознанной им необходимости и целесообразности, а также предоставленной ему возможности.

Действительно, если прижать друг к другу два тела, нагретых до разных температур, то тепло всегда будет переходить от более нагретого тела к менее нагретому (первый закон термодинамики), а у связанных между собой финансовых хранилищ (банковских счетов, кошельков т. п.) любой финансовый обмен сам по себе никаким законам не подчиняется. Его определяют люди или продукты человеческой деятельности, например компьютерные программы, основанные, опять же, например, на тех или иных законах экономики.

К сожалению, у сравниваемых процессов есть одно глубочайшее различие: если законы термодинамики нарушить нельзя (это не сможет сделать даже самый некомпетентный «менеджер»), то законы экономики, как и большинство правил, по которым управляется проект, – можно! Для ограничения таких нарушений

предпринята попытка поставить их в некоторые «рамки», определяемые искусственно созданной, но оказавшейся весьма полезной, аналогией между управлением проектами и управлением тепломассопереносом.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Управление даже простым проектом – задача весьма сложная и многомерная, которая в условиях ограниченного времени для принятия эффективных решений требует, как правило, максимального напряжения всех доступных менеджменту ресурсов [1]. Хотя планирование проектной деятельности и является одним из основных этапов управления проектом, из-за турбулентного окружения практически никогда невозможно заранее предугадать ожидающие такую деятельность неожиданные, не предусмотренные планом, события – риски [2].

Реализация незапланированных событий может стать для управления непосильной ношей и привести к срыву проекта или потере его конкурентоспособности [2]. Поиск решений, предотвращающих такой исход, – основная проблема, лежащая в основе настоящего исследования.

Для эффективного управления проектом система последнего должна быть хорошо структурирована, т. е. должна быть выполнена её декомпозиция на элементы – некоторые единичные элементы. Принято считать, что единичный процесс в управлении проектами – это некоторый проектный элемент (ПЭ) в трехмерном пространстве «подсистемы управления проектами – фазы жизненного цикла проекта – функции управления проектами». При этом при любой декомпозиции любой элемент проекта или любая их группа находятся в зоне проектного риска и не гарантированы от наступления одного или нескольких рисков событий [3].

После наступления рисков ситуации ее последствия распространяются на другие ПЭ, далее – на следующие и в итоге могут охватить весь проект.

Задачи «на распространение» внутренних и внешних возмущений, возникающих в объектах, решаются в термодинамике, электротехнике, гидравлике, где этому способствует наличие соответствующих законов природы. Более того, между описаниями перечисленных задач существуют аналогии, позволяющие, например, моделировать тепловые процессы с помощью электрических или гидравлических [4]. К сожалению, как указано выше, распространение финансовых потоков подчиняется совсем другим, нефизическим законам и, поэтому, в цепи подобных аналогий оно не может принять участие «на равных» без выработки соответствующих правил, допущений и ограничений [5, 6].

Так как процессы тепломассопереноса описываются в термодинамике аналитическими уравнениями, создание аналогий последних с процессами в управлении проектами должно начинаться с построения подобных уравнений. Очевидно, что в проектной деятельности такие модели могут быть только когнитивными, т. е. основанными на знаниях в предметной области [7]. Поэтому построение когнитивных моделей начинается с определения элементов (характеризуе-

мых как количественно, так и качественно, вербально) изучаемой системы и установления связей между ними. На уровне когнитивной модели каждая связь между элементами раскрывается до соответствующего уравнения, которое может содержать как количественные (измеряемые) переменные, так и качественные (неизмеряемые) переменные. Количественные переменные входят в модель в виде их численных значений. Каждой качественной переменной может быть поставлена в соответствие совокупность лингвистических переменных, отображающих различные системы этой качественной переменной [8].

Термины теплофизических процессов, описываемых в критериальных уравнениях, все больше проникают в модели процессов управления проектами. Достаточно вспомнить такие категории из «управления проектами, как «турбулентное внешнее окружение» [9], «диффузия операционной деятельности в проектную» [10], «принципы взаимности, эквивалентности, симметрии, суперпозиции в ресурсообмене при компенсации рисков событий» [11] и др.

Несмотря на явный волюнтаризм при построении таких моделей, они работают и обеспечивают их создателю и пользователям существенный положительный технико-экономический эффект.

3. Цель и задачи исследования

Целью настоящей работы является создание метода построения когнитивных моделей переноса материально-финансовых обеспечений между элементами проектной деятельности с помощью аналитических моделей переноса в термодинамике.

Для достижения этой цели в работе были поставлены следующие задачи:

- разработать перечень элементов проектной деятельности, а также видов и субстанций переноса между этими элементами;
- выделить термодинамические аналоги переноса и сопоставить их параметры и критерии;
- выполнить испытания реальных проектных управлений, основанных на таких аналогах, и оценить их технико-экономическую целесообразность.

4. Модели управления проектами и программами и их прообразы в законах термодинамики

4. 1. Гипотеза о целесообразности использования термодинамических аналогий

Описание процессов управления проектами с помощью термодинамических аналогий позволяют воспользоваться известной общностью между гидравлическими, тепловыми и электрическими процессами, что позволяет выбрать удобную форму представления модели в зависимости от области ее применения в проектной деятельности: планирование, собственно управление, реагирование на внешние вызовы, риски и т. п.

Поиск такой общности начинали с дискретизации модели проектной деятельности по границам естественных подсистем – проектных элементов (ПЭ). Дискретная когнитивная модель трехмерной проект-

ной системы с дискретными координатами представлена на рис. 1.

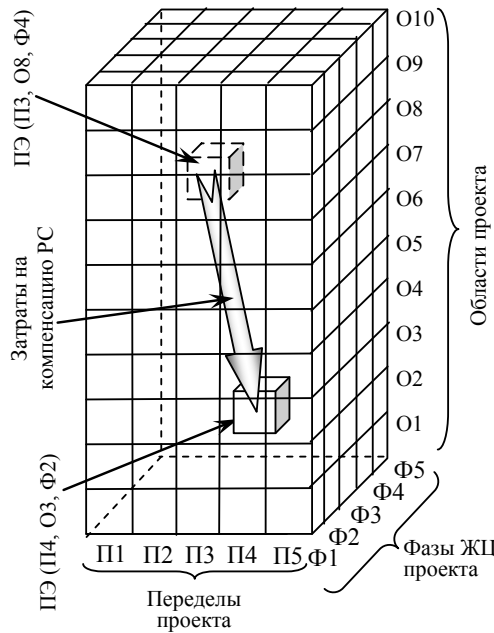


Рис. 1. Дискретная когнитивная модель N-мерной проектной системы с дискретными координатами

Зародившись в одном из ПЭ (на рис. 1 показан ПЭ с координатами П4, О3, Ф2), последствия рискованных событий (ПРС), например финансовые, распространяются на другие ПЭ этого проекта, либо пополняя, либо опустошая их бюджет.

Для продолжения поиска аналога рассмотрим простейшие схемы процессов тепло- (а) и электро- (б) обмена и схему абсолютно отличающегося по сути процесса переноса, например финансового обеспечения (в) между элементами управления проектом (рис. 2).

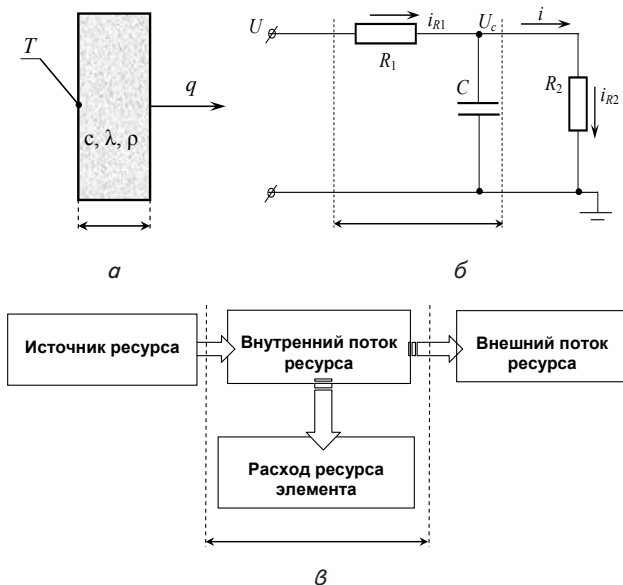


Рис. 2. Схемы процессов: а – теплообмена, б – электрообмена, в – перенос финансового обеспечения между элементами управления проектом

Схемы построены по одинаковому принципу: они имеют элемент передачи/поглощения, а также подводящие и отводящие связи этого элемента.

Сформулируем следующую научную гипотезу, лежащую в основе настоящей работы.

Если организовать процесс управления проектом так, чтобы на всем его протяжении соблюдалось критериальное подобие между изменениями его параметров и изменениями параметров одного из термодинамических процессов, то при этом достигается экстремальной целесообразности и результат управления проектом.

К параметрам такой целесообразности могут быть отнесены финансовые и материальные затраты, сроки, характеристики человеческого фактора и многое другое. Улучшение этих параметров только за счет применения подобия в повседневной проектной деятельности свидетельствует о верности представленной гипотезы.

Введем следующую условную аналогию между термодинамическими (электро-, тепло- и гидравлическими) потенциалами и потоками, а также доступными средствами и финансовыми потоками в управлении проектом (табл. 1).

Таблица 1

Аналогия между термодинамическими и проектными потенциалами и потоками

Вид субстанции	Электротехника	Теплотехника	Гидравлика	Проект
Потенциал	U, В, напряжение	T, К, температура	P, Па, давление	ДС, грн, доступные средства
Поток	I, А, ток	q, Дж/с тепловой поток	Q, м ³ /с расход	ФП, грн/сут, финансовые потоки

Тепловые, электрические и гидравлические потенциалы и потоки, приведенные в табл. 1, связаны с причинами их вызывающими, следующими соотношениями:

$$U=U(\Gamma, \Lambda, E); I=I(\Gamma, \Lambda, E); \tag{1}$$

$$T=T(\Gamma, \Lambda, E); q=q(\Gamma, \Lambda, E); \tag{2}$$

$$P=P(\Gamma, \Lambda, E); Q=Q(\Gamma, \Lambda, E), \tag{3}$$

где Γ – геометрические характеристики среды распространения соответствующей субстанции; Λ – свойства среды распространения соответствующей субстанции; E – мощность внешнего или внутреннего источника соответствующей субстанции.

Как сказано выше, выражения (1)–(3) представляют собой известные термодинамические законы.

Переходя к когнитивной модели финансовых потоков, по аналогии с (1)–(3) и в соответствии с табл. 1, запишем функции дискретных координат:

$$ДС=ДС(\Phi, \Pi, O); ФП=ФП(\Phi, \Pi, O), \tag{4}$$

где Φ – фаза жизненного цикла проекта (начальная, разработка, реализация, завершение и пр.); Π – передел проекта (подпроект, входящий в проект); O –

область проекта (содержание, сроки, затраты, риски, персонал, стороны, поставки, качество, информация и пр.) [12].

При экспериментальном изучении физических процессов для получения аналитических функций опытные данные представляют в виде зависимостей между безразмерными комплексами, называемыми *критериями подобия*. Так, например, для процессов передачи тепла используют следующие критерии:

– критерий теплоотдачи Нуссельта

$$Nu = \frac{\alpha l_0}{\lambda}, \tag{5}$$

характеризующий интенсивность теплообмена на границе жидкость – стенка, где α – средний коэффициент теплоотдачи, Дж/м²·с·К; l_0 – характерный линейный размер поверхности теплообмена, м; λ – коэффициент теплопроводности, Дж/м·с·К;

– критерий конвективного теплообмена Пекле

$$Pe = \frac{wl_0}{\alpha}, \tag{6}$$

характеризующий отношение конвективных и кондуктивных потоков тепла при конвективном теплообмене, где w – скорость жидкости или газа, м/сек;

– вязкостно-инерционный критерий Рейнольдса

$$Re = \frac{wl_0}{\nu}, \tag{7}$$

характеризующий отношение сил инерции и сил вязкости в потоке жидкости, где $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ – кинематический коэффициент вязкости, м²/сек; μ – динамический коэффициент вязкости, кг·сек/м²; ρ – плотность, кг·сек²/м⁴;

– критерии геометрического подобия

$$\frac{l_1}{l_0}, \frac{l_2}{l_0},$$

где l_1 и l_2 – другие размеры поверхности теплообмена, м.

Отношение Pe к Re называется критерием физических свойств Прандтля

$$Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{\nu}{\alpha} \tag{8}$$

и характеризует теплофизические свойства жидкости.

С учетом (4) представим «новые» критерии, созданные по аналогии с (5)–(8) для проектной деятельности:

– критерий фондоотдачи

$$\Phi O = \frac{\alpha_{np} l_0}{\lambda_{np}}, \tag{9}$$

характеризующий интенсивность фондообмена на границе проектная среда – турбулентное окружение, где α_{np} – средний коэффициент фондоотдачи, l_0 – характерный дискретный размер участка фондообмена; λ_{np} – коэффициент передачи;

– критерий нерегулируемого фондообмена

$$HE = \frac{w_{np} l_0}{\alpha_{np}}, \tag{10}$$

характеризующий отношение регулируемых (управляемых) и спонтанных денежных потоков при неу-

правляемом фондообмене, где w_{np} – скорость перечисления средств;

– тормозящий фондообмен критерий

$$TK = \frac{w_{кр} l_0}{v_{кр}}, \tag{11}$$

характеризующий отношение препятствующих фондообмену обстоятельств в потоке средств, где v_{np} – кинематический коэффициент торможения; μ_{np} – динамический коэффициент торможения.

Отношение HE к TK выглядит так

$$PP = \frac{HE}{TK} = \frac{v_{np}}{\alpha_{np}} \tag{12}$$

и характеризует финансовые возможности проектной среды.

Прямая задача термодинамики



Обратная задача проектного менеджмента

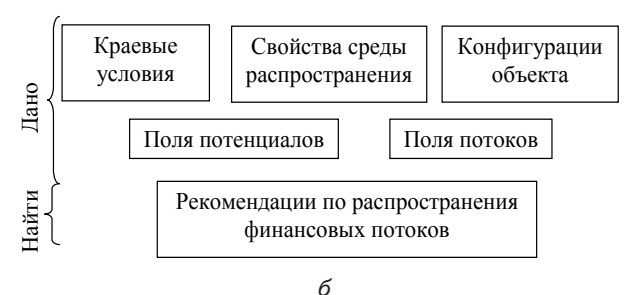


Рис. 3. Схемы: а – прямых задач термодинамики, б – обратных задач проектного менеджмента

В отличие от прямых задач термодинамики (известны законы природы, краевые условия, конфигурация и свойства объекта, – найти поля потенциалов и потоков) (рис. 3, а), когнитивные модели проектной деятельности позволяют решать обратные задачи проектного менеджмента. Их суть состоит в том, что известны законы менеджмента, краевые условия, свойства окружающей среды, конфигурация объектов и доступные финансы и необходимо найти оптимальные рекомендации по распределению финансовых потоков) (рис. 3, б).

Обратные задачи по сути своей некорректны: они могут не иметь решения вообще или (что еще хуже) иметь несколько решений. В этом случае термодинамическая критериальная поддержка когнитивных моделей переноса в управлении проектами и программами может оказаться единственной основой принятия решений менеджером проекта. Суть этой поддержки проста: делай так, как на твоём месте поступила бы природа, и тогда максимальная эффективность твоих решений будет гарантирована автоматически!

Далее рассмотрим примеры применения этого принципа в реальном проектном менеджменте.

4. 2. Моделирование трансформации проектной деятельности в операционную с помощью уравнений диффузии

Как известно, любое управление проектами включает в себя операционный уровень (технология) и креативный уровень (собственно, управление проектом). Известно также, что эти уровни могут взаимно проникать друг в друга, причем уменьшение доли креативной деятельности «убивает» проект. Осознанная борьба с этим процессом предполагает наличие его математической модели, которая по определению проникновения предполагает поиск аналога в процессе *термодинамической диффузии*.

Представим, что на границах уровней существуют некоторые условные фильтры (диффузионные слои), обладающие пропускной способностью, которую по аналогии с физическими явлениями будем называть коэффициентом диффузии $D_{ПВ}$ на границе между поглощающим и вариативным уровнями и $D_{ВК}$ – между вариативным и креативным уровнями.

Вначале оценим эти коэффициенты качественно. Ясно, что в знаменателе коэффициентов $D_{ПВ}$ и $D_{ВК}$ должны находиться финансовые ресурсы программы, так как, чем они выше, тем больше вариативные и креативные возможности, и, соответственно, меньше диффузия. Там же, в знаменателе должны находиться и остальные «положительные» факторы, такие как уровень компетентности и опыта менеджмента, а также универсальность нанимаемого персонала и приобретаемого оборудования.

В числителе выражения для $D_{ПВ}$ и $D_{ВК}$ должны находиться характеристики, ускоряющие трансформацию проектов.

Прежде всего, это технические и финансовые риски проектов, угрожающие потерями и снижением возможностей выбора, нестабильность среды проекта, нацеленность действующей нормативной базы на повышение уровня унификации технических и технологических решений и многое другое.

Так, например, если программой является обслуживание учебных заведений города путем проведения однотипных занятий (проектов) в специализированных учебных заведениях [13, 14], то выражение для $D_{ПВ}$ может иметь следующий вид:

$$D_{ПВ} = \frac{\text{стоимость общего для различных тем лабораторного оборудования}}{\text{бюджет учебного заведения}}. \quad (13)$$

В этом случае целью управления программой будет снижение величины $D_{ПВ}$ на протяжении всего срока ее реализации (например, учебного года).

В рамках применения такого подхода к проектной деятельности в транспортном департаменте Компании «EXACT Ukraine ltd» были проведены испытания системы «SERP» оптимизации процесса принятия проектных решений, основанной на термодинамической критериальной поддержке когнитивных моделей переноса.

Испытание системы «SERP» показали, что ее использование позволило достичь таких технико-экономических результатов:

- на протяжении выполнения программы уровень креативной части проекта не снижался ниже 45 % от общего количества проектно-операционных работ;
- скорость погрузки металлопроката на морские суда увеличена, в среднем на программу, в 1,8 раза;
- стоимость погрузки снижена, в среднем на программу, в 1,3 раза.

4. 3. Моделирование финансовых потоков в проекте с помощью тензорных уравнений

Проектные риски представляют ненулевую вероятность появления рисков событий в нескольких элементах проектной деятельности, – одновременно и с перекрытием их последствий во времени. Задача формулируется следующим образом. Внутри ограниченной системы управления проектом действует дискретный элементный источник (сток, если речь идет о компенсации последствий рисков событий) финансового потока, предназначенного для компенсации этих последствий.

Найти (обратная задача!) оптимальное значение этого финансового потока, обеспечивающее минимизацию общих затрат и сроков проекта при обязательном достижении его целей. Исходные данные: начальное условие $\Delta Z|_{t=0} = \Delta Z_0$; граничное условие $\Delta Z|_{x=x_{max}} = \Delta Z_0$; внутренний сток затрат: $\Delta Z = C_T \cdot p_T$.

Решение обратной оптимизационной задачи в этом случае выглядит так: найти

$$Z^*(\bullet, \tau) \in Z: Z_n(Z^*(\bullet, \tau)) = \min_{Z(\bullet, \tau) \in Z} Z_n(Z(\bullet, \tau)), \quad (14)$$

где $Z(\bullet, \tau)$ – функция «распространения» затрат, аналог термодинамических закономерностей (4).

Поскольку функция $Z(\bullet, \tau)$ не является «законом природы», она может быть произвольно задана с учетом конкретных условий и особенностей проекта [15]. Возможности ее представления могут быть ограничены (например, может быть поставлено условие, определяющее количество и содержание окружающих проектных элементов, из которых могут быть изъяты средства для компенсации рисков событий в тех элементах, где они уже произошли).

Так, если условно вырезать из дискретной модели, приведенной на рис. 1, кубический фрагмент (или создать кубическую модель), то содержащиеся в ней доступные средства каждого проектного элемента могут быть представлены в виде тензора – трехмерной таблицы $d \times d \times d$. Таблица-тензор заполняется числами – компонентами тензора. В этом случае d – размерность векторного пространства, над которым задан тензор, а количество сомножителей совпадает с так называемой валентностью или рангом тензора.

Тензор – объект линейной алгебры, преобразующий элементы одного пространства в элементы другого. Не любая таблица (величина с индексами) на самом деле представляет тензор. Пример – таблица, компоненты которой суть набор произвольных чисел, никак не меняющихся при произвольных преобразованиях координат [16].

Если закон такого преобразования задан, он может отражать качественные и количественные характеристики проектного менеджмента, связанные с тензорным откликом анизотропной среды на скалярные

внешние воздействия. Он может также лечь в основу оптимизации экономического управления мультипликативными рисками [4].

В этом случае решение задачи осуществляется путем построения на трёх ортогональных собственных векторах тензора собственной системы его координат, причем такой, в которой он принимает наиболее простой диагональный вид. С точки зрения приложений в проектной деятельности наиболее важен случай, когда все собственные значения положительны, тогда тензорная поверхность является эллипсоидом, оси которого показывают преимущественное направление финансовых потоков, компенсирующих рисковое событие (стрелка на рис. 1).

В рамках применения такого подхода к проектной деятельности в Корпорации производственных и коммерческих предприятий «СОЮЗ» (г. Одесса) были проведены испытания системы «RILAM» оптимизации затрат с использованием термодинамической аналогии в логистической деятельности по предотвращению и компенсации рисков. Система «RILAM» была задействована при управлении проектом строительства ПС 750/330 Каховская.

Испытания системы «RILAM» показали, что ее использование позволило достичь следующих технико-экономических результатов:

- сроки выполнения проекта снижены на 11 %;
- стоимость выполнения проекта снижена в 1,25 раза;
- количество рисков, которых удалось предупредить, возросла на 17 %.

5. Обсуждение результатов исследования

Исследования, представленные в настоящей работе, позволили предложить новый эффективный и нетрадиционный метод термодинамической критериальной поддержки когнитивных моделей переноса в управлении проектами и программами. Он позволяет в сложных малопредсказуемых и стохастических условиях проектной деятельности находить эффективные решения по оптимизации материальных и финансовых потоков.

Полученные результаты означают, что проектный менеджмент получает в свое распоряжение новый инструмент поиска когнитивных (основанных на знаниях, суждениях, т. е. нестрогих) решений в необычной области: области строгих аналитических зависимостей, которым всегда подчиняются термодинамические процессы.

Благодаря такому подходу, когда содержанием проектной деятельности является, например, организация обмена различными материальными ценностями между отдельными подсистемами, входящими в

проект, удалось достичь наибольшей эффективности управления с точки зрения главных его показателей: срока выполнения проекта и его стоимости. Эти показатели сравниваются с аналогичными, зафиксированными при реализации подобных проектов в той же отрасли.

Именно тогда процессы распределения этих ценностей критериально подобны фазовым потокам, описываемым законами термодинамики.

Поставленные и решенные в работе задачи являются основой для дальнейшей работы по расширению как перечня вовлеченных в процесс физических законов, так и реальных приложений в разнообразной проектной деятельности.

6. Выводы

1. Проектная деятельность представлена в виде дискретной когнитивной модели, при этом определено множество учитываемых моделью элементов проектной деятельности, а также видов и субстанций переноса между этими элементами. Для последующего перехода к физическому моделированию элементы этого множества были адаптированы к моделированию по типу термодинамических функций и критериев.

2. Определены термодинамические аналоги переноса, а также их параметры и критерии. Была высказана и далее практически подтверждена гипотеза о том, что такая организация процесса управления проектом, когда на всем его протяжении соблюдается критериальное подобие между изменениями его параметров и изменениями параметров одного из термодинамических процессов, обеспечивает достижение максимальной эффективности результатов управления проектом.

3. Производственные испытания системы оптимизации процесса принятия проектных решений, основанной на термодинамической критериальной поддержке когнитивных моделей переноса позволили поддерживать уровень креативной части проекта на уровне не ниже 45 % от общего количества проектно-операционных работ, а также увеличить скорость погрузки металлопроката на морские суда в 1,8 раза и стоимость погрузки снизить в 1,3 раза.

4. Производственные испытания системы оптимизации затрат с использованием термодинамической аналогии в логистической деятельности по предотвращению и компенсации рисков при управлении проектом строительства ПС 750/330 Каховская позволили снизить сроки выполнения проекта на 11 %, стоимость выполнения проекта – 1,25 раза. При этом количество рисков, которые удалось предупредить, возросла на 17 %.

Литература

1. EIA-649-B. Configuration Management Standard. TechAmerica. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.techstreet.com/products/1800866>. – 2011
2. Aubert, B. A. A framework for information technology outsourcing risk management [Text] / B. A. Aubert, M. Party, S. Rivard // The Data Base for Advances in Information Systems. – 2006. – Vol. 13, Issue 2. – P. 122–127.
3. Квашук, В. П. Механізми управління розподілом ресурсів у проектах розвитку складних соціально-економічних систем [Текст] / В. П. Квашук, Ю. П. Рак, В. В. Бондаренко // Управління розвитком складних систем. – 2013. – № 15. – С. 25–29.

4. Височин, І. А. Дослідження ефективності існуючих утеплювачів в багатопарових конструкціях зовнішньої стіни [Текст] / І. В. Височин // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Будівництво». – 2012. – Вип. 5. – С. 5–13.
5. Atkinson, R. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria [Text] / R Atkinson // International journal of project management. – 1999. – Vol.17, Issue 6. – P. 337–342. doi: 10.1016/s0263-7863(98)00069-6
6. Rashid, N. Offshore country selection risk management model: Systematic literature Review Protocol [Text] / N. Rashid, S. U. Khan // Journal of Computer Engineering. – 2012. – Vol. 3, Issue 4. – P. 46–55. doi: 10.9790/0661-0344655
7. Введение в когнитивную психологию [Текст]. – Режим доступа: <http://www.gamedev.ru/community/ir/articles/?id=4778>
8. Основные задачи, модели и методы технологии когнитивного моделирования [Текст]. – Режим доступа: http://studme.org/1186112625057/menedzhment/osnovnye_zadachi_modeli_metody_tehnologii_kognitivnogo_modelirovaniya
9. Гогунский, В. Д. Закон Бушуева – гарантия неполной трансформации серийных проектов в операционную деятельность [Текст] / В. Д. Гогунский, И. И. Становская, И. Н. Гурьев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 4, № 3 (64). – С. 41–44. – Режим доступа: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/16279/13798>
10. Колесникова, Е. В. Фрактальная размерность как мера трансформации серийной проектной деятельности в операционную [Текст]: наук. та наук.-виробн. зб. / Е. В. Колесникова, И. И. Становская // Праці Одеського політехнічного університету. – 2013. – Вип. 2 (41). – С. 282–288.
11. Савельева, О. С. Управление рисками трансформации серийных проектов в операционную деятельность [Текст] / О. С. Савельева, И. И. Становская, И. Н. Щедров // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 2/3 (22). – С. 12–17. doi: 10.15587/2312-8372.2015.41433
12. Sadiq, R. Fuzzy cognitive maps for decision support to maintain water quality in ageing water mains [Text] / R. Sadiq, Y. Kleiner, B. B. Rajani // 4th International Conference on Decision-Making in Urban and Civil Engineering. – Porto, Portugal, 2004. – P. 1–10.
13. Организационные элементы проектно-управляемого высшего учебного заведения [Текст] / А. О. Белошицкий, С. В. Белошицкая, Д. М. Безмогорычный, В. Ю. Сеница, Н. Ю. Тесля // Управління розвитком складних систем. Управління проектами. – 2011. – № 5. – С. 6–9.
14. Морозов, Ю. О. Професійна орієнтація на технічні спеціальності ВНЗ в спеціалізованих профільних комбінатах [Текст]: матеріали наук.-метод. семінару / Ю. О. Морозов, І. І. Становська, Ю. Є. Сікіраш // Впровадження компетентісного навчання. – Одеса : ОНПУ, 2012. – Вип. 6. – С. 77–82.
15. Становский, А. Л. Оптимизация финансового управления мультипликативными рисками [Текст] / А. Л. Становский, И. И. Становская, И. Н. Щедров // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 21, ч. 1. – С. 68–75.
16. Itskov, M. Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers. With Applications to Continuum Mechanics [Text] / M. Itskov. – Switzerland: Springer, 2015. – 290 p. doi: 10.1007/978-3-319-16342-0