

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ПРОГРАММЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Онищенко С. П., Леонтьева А. И.

1. Введение

Повышение уровня используемых технологий и техники – неотъемлемый элемент развития предприятия. При этом важность и приоритетность технического развития зависит от специфики деятельности предприятия. Так, для тех сфер, где техника и технологии в производственных процессах или в процессах оказания услуг используются не в значительных объемах и их стоимость относительно невысока, – техническое развитие практически не оказывает влияние на результаты деятельности. Приоритетная роль в таких ситуациях в процессах развития отводится таким, например, аспектам, как маркетинг (реклама, продвижение продукции и т. п.).

Для предприятий, производственные процессы которых осуществляются на базе дорогостоящих техники, оборудования и технологий, вопросы технического развития становятся приоритетными с учетом значительного влияния уровня технологий и состояния техники на себестоимость, производительность и качество продукции (услуг). Это, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на конкурентоспособность предприятия. Таким образом, для многих производственных предприятий уровень технического развития практически определяет уровень конкурентоспособности, что обосновывает актуальность рассмотрения вопросов технического развития в различных аспектах.

Мероприятия по техническому развитию осуществляются посредством соответствующих проектов и программ, которые должны соответствовать приоритетным целям технического развития предприятия. В [1] было предложено оценивать проекты технического развития по их вкладу в достижение поставленных целей, а в качестве аппарата для формирования оценки данного вклада, составляющего суть ценности проекта, было обосновано применение теории нечетких множеств. В данном исследовании указанная идея оценки ценности проектов распространяется на уровень программ технического развития. Это в дальнейшем служит основой для формирования состава программы в рамках управления ее содержанием, то есть включения в состав только тех проектов, которые обеспечат достижение целей программы.

2. Объект исследования и его технологический аудит

Объектом данного исследования является программа технического развития предприятия. Как известно, программа – это ряд связанных друг с другом проектов, управление которыми координируется для достижения преимуществ и степени управляемости, недоступных при управлении ими по отдельности [2]. Основное отличие программы в том, что она фокусируется на получении бизнес-выгод для предприятия, добиться которых выполнением

одного проекта невозможно [2]. В [3] охарактеризована следующая специфика программы: программа – это система проектов, и «выпадение» хотя бы одного элемента приводит, как правило, к недостижимости цели всей программы.

С учетом специфики системных свойств, можно утверждать, что каждый элемент программы (проект) с одной стороны, оказывает влияние на достижение цели всей программы, а с другой – взаимодействует с остальными элементами (проектами).

В [4] было установлено, что программы технического развития могут формироваться как из взаимосвязанных технологически проектов, так и из независимых проектов. Будем полагать, что в данном случае имеет место программа, состоящая из технологически независимых проектов.

Основными параметрами программы в контексте решаемой задачи являются значения n целевых показателей технического развития предприятия. Программа ограничена объемом выделяемых финансовых ресурсов.

При формировании программы учитывается такое ее системное свойство, как эффект синергизма [5], проявляющийся в приросте итоговой ценности и экономии на расходах.

В основе принципа формирования состава программы технического развития – обеспечение максимизации ценности программы с точки зрения заданного множества целей технического развития.

Одним из наиболее проблемных мест является то, что цели технического развития (их количественная характеристика) и результаты проектов являются неопределенными. При этом использование вероятностных методов не представляется возможным в силу отсутствия, как правило, необходимой статистики и уверенности в том, что закономерности прошлого будут в данном случае справедливы для будущего. Кроме того, требует своей оценки эффект синергизма, который формируется в программах и оказывает влияние на итоговые расходы и ценность.

3. Цель и задачи исследования

Целью данного исследования является обеспечение эффективного управления содержанием программ технического развития предприятия.

Исходя из цели, сформулированы следующие *задачи исследования*:

1. Разработать метод оценки ценности проектов технического развития, учитывающий специфику неопределенности информации по результатам реализации проектов и при постановке целей технического развития предприятия.

2. Формализовать результат проявления эффекта синергизма в программах технического развития.

3. Разработать математическую модель формирования оптимального состава программы технического развития с учетом ценности проектов и системного эффекта (синергизма) их совместной реализации в рамках программы.

4. Исследование существующих решений проблемы

Техническое развитие, и в частности его влияние на формирование стратегических преимуществ предприятий, рассматривалось во многих

публикациях, например, в [6, 7]. Тем не менее, в научной литературе практически отсутствует применение проектного и программного подхода к реализации технического развития. Естественно, что существующие разработки по управлению программами различных направленностей могут быть применены в той или иной степени и к программам технического развития.

Важнейшей стадией создания программы, как и проекта, является разработка содержания. Под содержанием в [8] понимается комплекс подпрограмм, проектов, мероприятий, этапов, решаемых задач, необходимых для эффективного достижения целей программы, с указанием ответственных за их осуществление, сроков выполнения, источников средств и др. Формирование оптимального состава портфеля и программы является задачей, которая рассматривалась в различных исследованиях авторов, например в [3, 8]. Следует отметить, что гораздо большее внимание уделяется проблеме формирования портфеля проектов и лишь фрагментарное обращение к проблеме формирования программы развития предприятий.

Для решения задачи формирования портфелей проектов, в основном используются: подход, изложенный в [9] (например, этот подход применен для многоцелевого портфеля в исследовании [10]) и методы, основанные на использовании теории нечетких множеств (например, [11, 12]). Последний подход позволяет учитывать специфическую неопределенную природу результатов реализации проектов. Тем не менее, следует констатировать тот факт, что проблема оптимизации состава программ развития требует своего дальнейшего решения, в частности, в части учета появления эффекта синергизма при совместной реализации проектов в рамках программы. Отметим, что авторы [3] предложили субъективный подход к учету синергизма при формировании программы развития на базе функций полезности, близких по своей математической сути к теории нечетких множеств. Высказанные идеи требуют своего развития в части формализации описания появления синергизма.

Также, в большинстве существующих подходов в качестве критериев отбора проектов и формирования портфелей и программ используются экономические показатели, что не соответствует современному видению «ценности» проектов (согласно [13]). Исключение, работы [3, 11], в которых в том или ином виде учитываются стратегические цели предприятия, а также исследование [14], авторы которого предлагают процедуру отбора проектов с учетом их соответствия целям.

Согласно принятой за основу в данной работе концепции соответствия проектов программы целям технического развития, изложенной в [4], необходим соответствующий подход для ее реализации на формализованном уровне. В работе [1] обосновано применение теории нечетких множеств для оценки ценностей проектов технического развития в соответствии с концепцией, изложенной в [4].

Математические основы операций над нечеткими множествами представлены в работах [15, 16]. Процедура установления соответствия нечетких множеств тем или иным ограничениям или критериям в практических задачах представлена в [12, 17]. Данные результаты могут быть приняты за

основу для формирования оптимизационных моделей с использованием нечетких множеств.

Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что разработка формализованного подхода к формированию программы технического развития является перспективной, так как существующие исследования фрагментарно учитывают те или иные аспекты, характерные для программ технического развития. В частности, эффект синергизма, соответствие результатов множеству целей.

5. Методы исследования

Для решения поставленных задач использован *аппарат теории нечетких множеств*, применимость которого в данных условиях обоснована в [1].

Пусть выделены n целей технического развития, количественная характеристика которых $C_i, i = \overline{1, n}$. Для простоты изложения, но, не ограничивая общности, будем полагать, что для каждой цели формулируется один показатель. При этом $C_i, i = \overline{1, n}$ являются нечеткими множествами, которые используются для описания поставленных целей. Будем полагать, что $\mu_{C_i}(x_i), i = \overline{1, n}$ – функция принадлежности, соответствующая поставленной i -ой цели, x_i – возможные значения нечеткой величины, характеризующей i -ую цель. Отметим, что нечеткое описание цели может осуществляться в виде нечеткого числа или интервала, что отражается на специфичности вида $\mu_{C_i}(x_i)$. В частности, вопросы видов функций принадлежности достаточно полно охарактеризованы в [16, 17].

Описание результатов реализации проектов технического развития также осуществляется с помощью нечетких множеств. Данный подход является обоснованным, так как реализация проектов технического развития направлена на перспективу, и, следовательно, оценить «четким числом» условия и результаты реализации проектов практически невозможно.

Для нечеткого описания целей могут быть использованы множества так называемого вида «бюджетное ограничение» [9], для описания результатов проектов предлагается треугольный вид нечетких чисел. Такой вид нечетких чисел в лучшей степени соответствует результатам реализации проектов, вычисленных для разных сценариев – оптимистического, наиболее вероятного и пессимистического. В частности такой же подход был использован в [9, 12] для нечеткого описания показателей эффективности проектов и результатов их реализации.

Таким образом, результирующие характеристики проектов по системе целей технического развития, задаются треугольными нечеткими числами вида $A = \langle a, b, c \rangle$, и их функция принадлежности имеет вид [17]:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & x \in [a,b], \\ \frac{x-c}{b-c}, & x \in [b,c], \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (1)$$

при этом соблюдается $a \leq b \leq c$.

Таким образом, результаты реализации проекта с позиции конкретной цели является треугольным нечетким числом $\tilde{\Pi}_j^i$ (особым видом нечеткого множества), а функция принадлежности $\mu_{\tilde{\Pi}_j^i}(x_i), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ имеет вид (1).

Итак, нечеткие интервалы и числа, в данном случае, описывают и цели, и соответствующие результаты реализации проектов с точки зрения каждой цели.

6. Результаты исследования

6.1. Процедура оценки вклада проектов в достижение целей технического развития

Под «ценностью» проектов будем понимать их вклад в достижение целей технического развития (согласно подходу [1]). При этом необходимо учитывать тот факт, что каждый проект может вносить вклад в достижение нескольких целей [4]. Пусть для формирования программы к рассмотрению представлено m проектов технического развития. Будем полагать, что данные проекты не являются взаимоисключающими.

Результаты реализации данных проектов с позиции достижения целей могут быть охарактеризованы набором нечетких величин:

$$\langle P_j^1, P_j^2, \dots, P_j^n \rangle, j = \overline{1, m},$$

которым соответствуют следующие наборы функций принадлежности:

$$\langle \mu_{P_j^1}(x_1), \mu_{P_j^2}(x_2), \dots, \mu_{P_j^n}(x_n) \rangle, j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

описывающих результаты реализации j -го проекта с позиций каждой i -ой цели.

Отметим, что некоторые $\mu_{P_j^i}(x_i), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ могут быть тождественно равны 0, что означает, что такие проекты не вносят вклад в достижение указанной цели.

Таким образом, установлены и охарактеризованы множество целей и множество проектов-претендентов для включения в программу.

Рис. 1 отражает идею формализации с помощью теории нечетких множеств взаимного соответствия проектов и целей.

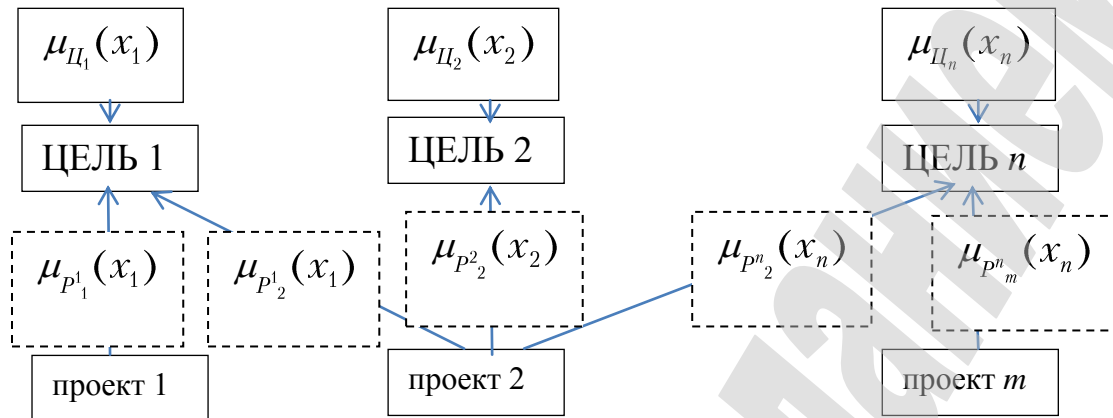


Рис. 1. Результаты реализации проектов (пример)

«Вклад» проекта в достижение конкретной цели технического развития предлагается определять по свойствам операций над нечеткими множествами – как их пересечение, то есть как нечеткое множество, при этом:

$$\mu_{\tilde{C}_i^j}(x_i) = \mu_{P_j^i}(x_i) \cap \mu_{C_i}(x_i) = \min\{\mu_{P_j^i}(x_i), \mu_{C_i}(x_i)\},$$

$$i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m},$$
(3)

где \tilde{C}_j^i – нечеткое множество с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{C}_j^i}(x_i)$, описывающее соответствие результатов j -го проекта i -ой цели, в данном случае \tilde{C}_j^i – нечеткое число треугольного вида.

Для перехода от нечеткой оценки вклада проекта в достижение цели к числовой оценке воспользуемся процедурой дефаззификации.

Согласно [17] в теории нечетких множеств процедура дефаззификации аналогична нахождению характеристик положения (математического ожидания, моды, медианы) случайных величин в теории вероятности. Простейшим способом выполнения процедуры дефаззификации является выбор четкого числа, соответствующего максимуму функции принадлежности.

Таким образом, от нечеткой величины \tilde{C}_j^i – вклада проекта в достижение цели – осуществляется переход в числовую оценку этого же вклада C_j^i , например, по принципу:

$$C_j^i = x_i^*, \mu_{\tilde{C}_j^i}(x_i^*) = \sup_{x_i} \{\mu_{\tilde{C}_j^i}(x_i)\},$$
(4)

где $\sup_{x_i} \{\mu_{\tilde{C}_j^i}(x_i)\}$ – супремум (в контексте данной задачи – максимум) функции принадлежности нечеткого числа \tilde{C}_j^i .

Рис. 2 иллюстрирует графическую интерпретацию определения вклада проекта в достижение цели. В данном случае $\tilde{C}_j^1 = \langle a, b, c \rangle$ – характеризует результат j -го проекта с точки зрения рассматриваемой 1-ой цели; $\mu_{I_1}(x_1)$ – функция принадлежности нечеткого интервала, характеризующего первую цель. В данном примере выделенная область пересечения двух нечетких множеств (цели и результата проекта) имеет супремум в точке x_1^* , при этом:

$$\mu_{\tilde{C}_j^1}(x_1^*) = \sup_{x_1} \{\mu_{\tilde{C}_j^1}(x_1)\} = 0,8.$$

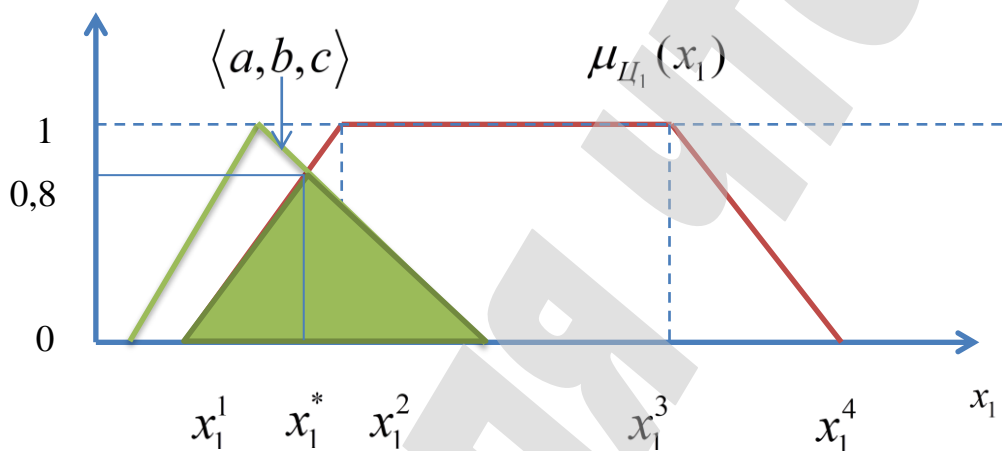


Рис. 2. Графическая интерпретация определения вклада проекта в достижение цели

Таким образом, для данного примера в качестве числовой величины оценки вклада проекта в достижение цели будет принята $C_j^1 = x_1^*$, а $\sup_{x_1} \{\mu_{\tilde{C}_j^1}(x_1)\} = 0,8$ – степень вклада рассматриваемого проекта в достижение данной цели.

Как ранее было установлено, несколько проектов могут вносить вклад одновременно в достижение каждой цели. Рассмотрим определение совместного вклада проектов в достижение цели.

С учетом свойств операций над треугольными нечеткими числами справедливо следующее [13, 14]:

$$\langle a_1, b_1, c_1 \rangle + \langle a_2, b_2, c_2 \rangle = \langle a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2 \rangle. \quad (5)$$

Таким образом, если $\langle a_1, b_1, c_1 \rangle$ характеризует результат проекта 1 с точки зрения рассматриваемой цели, а $\langle a_2, b_2, c_2 \rangle$ характеризует результат проекта 2 с точки зрения этой же цели, то их совместный «вклад» в достижение этой цели – нечеткое число $\langle a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2 \rangle$. Таким образом, определяются суммарные

результаты реализации нескольких проектов с точки зрения каждой цели и степень их совместного вклада в достижение цели.

Пусть $\sum_{j=1}^m P_j^i$ – это сумма P_j^i -результатов реализации всех рассматриваемых проектов с позиции i -ой цели, $\sum_{j=1}^m P_j^i$ есть треугольное нечеткое число, которое определяется по правилу (5), а $\mu_{\sum_{j=1}^m P_j^i}(x_i)$ есть функция принадлежности данного нечеткого числа. Соответственно:

– совместный вклад проектов в достижение i -ой цели:

$$\mu_{\sum_{j=1}^m P_j^i}(x_i) \cap \mu_{Ц_i}(x_i),$$

$$\sup_{x_i} \{ \mu_{\sum_{j=1}^m P_j^i}(x_i) \cap \mu_{Ц_i}(x_i) \},$$

достигается в точке x_i^* , то есть это вклад, соответствующий супренуму;

– степень данного вклада:

$$\sup_{x_i} \{ \mu_{\sum_{j=1}^m P_j^i}(x_i) \cap \mu_{Ц_i}(x_i) \}.$$

6.2. Системные свойства проектов в рамках программ технического развития

Как известно, синергизм является системным свойством, проявляющимся в усилении тех или иных характеристик системы. Классическим проявлением синергизма в экономике является увеличение прибыли за счет снижения расходов. Программа является системой, в которой формируются условия для появления синергизма, что было охарактеризовано в [3, 4]. Реализация нескольких проектов обеспечивает синергизм, который проявляется в превышении ценности реализации нескольких проектов над суммой их ценностей. Обычно это наблюдается в ситуациях, когда проекты дополняют и способствуют усилению свойств друг друга. Выразим формирование эффекта синергизма в терминах теории нечетких множеств, с учетом того, что ранее было определено под вкладом проектов в достижение цели.

Синергизм должен отражаться или в увеличении (уменьшении) x_i^* , соответствующей супренуму, или/и увеличении значения функции принадлежности в супренуме, то есть для таких проектов P_j, P_k справедливо:

$$x_i^* > (<) x_i^{**}, \tag{6}$$

где x_i^* соответствует $\sup_{x_i} \{\mu_{P_j \cup P_k}^{P_i}(x_i) \cap \mu_{C_i}(x_i)\}$, то есть совместному вкладу проектов в достижение i -ой цели;

$$x_i^{**} = x_i' + x_i'',$$

где x_i' соответствует $\sup_{x_i} \{\mu_{C_i}(x_i) \cap \mu_{P_j}^{P_i}(x_i)\}$, то есть вкладу проекта P_j в достижение i -ой цели;

x_i'' соответствует $\sup_{x_i} \{\mu_{C_i}(x_i) \cap \mu_{P_k}^{P_i}(x_i)\}$ – вкладу проекта P_k в достижение i -ой цели.

В (6) возможны оба знака – больше/меньше, что определяется сущностью целевого показателя. Например, если рассматриваемая цель – себестоимость, то синергизм будет проявляться в ее уменьшении; если цель – мощность, то синергизм будет проявляться в ее увеличении.

Другим проявлением синергизма на формализованном уровне будет увеличение степени вклада проектов в достижение цели при их совместной реализации:

$$\mu_{C_i}^{P_j}(x_i) = \mu_{P_j}^{P_i}(x_i) \cap \mu_{C_i}(x_i) = \min \{ \mu_{P_j}^{P_i}(x_i), \mu_{C_i}(x_i) \}, \quad (7)$$

$$i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}.$$

Таким образом, классическая математическая интерпретация синергизма, $2+2=5$ (или >4), проявляется либо в значении вклада проектов в достижение цели, либо в степени данного вклада.

С учетом того, что выше было предложено использовать нечеткие числа треугольного типа для описания результатов проектов с точки зрения конкретной цели, то возникновение синергизма в терминах треугольных чисел для двух проектов описывается следующим образом:

$$\langle a_1, b_1, c_1 \rangle + \langle a_2, b_2, c_2 \rangle = \langle a_1 + a_2 + \Delta a, b_1 + b_2 + \Delta b, c_1 + c_2 + \Delta c \rangle, \quad (8)$$

где $\langle a_1, b_1, c_1 \rangle$ характеризует результат проекта 1 с точки зрения рассматриваемой цели; $\langle a_2, b_2, c_2 \rangle$ характеризует результат проекта 2 с точки зрения этой же цели; $\langle \Delta a, \Delta b, \Delta c \rangle$ – изменение результата совместной реализации проектов под влиянием синергизма.

Отметим, что синергизм, проявляющийся в уменьшении затрат, которые также являются нечеткими величинами, может быть охарактеризован таким же образом. Тем не менее, следует отметить, что практическая оценка синергизма с точки зрения результата является достаточно сложной, и представляется

более простым оценивать синергизм, проявляющийся в экономии расходов (например, скидки при закупках оборудования у одного поставщика).

6.3. Математическая модель формирования состава программы технического развития

Для формирования оптимального состава программы технического развития предлагается использовать математическую модель, представленную ниже. Под оптимальным составом программы будем понимать такой набор проектов из рассматриваемого множества, который бы обеспечивал максимизацию достижения целей технического развития при заданных ограничениях по финансированию.

При формировании математических моделей с нечеткими величинами можно использовать два подхода:

- первый состоит в том, чтобы модель формировалась в «нечетком» виде с последующей ее трансформацией в детерминированный вариант;
- второй – изначальная «дефаззификация» нечетких данных и формирование модели уже в детерминированном варианте.

В данном исследовании использовался второй подход, так как все, изложенное выше, а именно, оценка вкладов проектов в достижение целей, предполагало переход от нечетких множеств к двум величинам – вкладу проекта и степени этого вклада. Указанные характеристики служат основным критерием и основной группой ограничений модели.

Поставим в соответствие каждому рассматриваемому проекту переменную $y_j \in \{0;1\}$, $j = \overline{1,m}$, которая «отвечает» за отбор проекта в программу. На количество проектов программы может быть установлено ограничение:

$$\sum_{j=1}^m y_j \leq K, \quad (9)$$

где K – максимально допустимое число проектов программы.

Подбор проектов в программу должен осуществляться таким образом, чтобы обеспечивалось:

$$\sup_{x_i} \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m P_j^i \cdot y_j} (x_i) \cap \mu_{\Pi_i} (x_i) \right\} \rightarrow 1, i = \overline{1,n}. \quad (10)$$

Выполнение условия (10) отражает практическое достижение всех поставленных целей технического развития, что не всегда возможно с учетом ограниченности ресурсов. Кроме того, цели технического развития обладают разной степенью приоритетности, поэтому установим для каждой цели $0 < \alpha_i < 1, i = \overline{1,n}$ – нижнюю границу степени достижения целей. При этом будем полагать, что цели проранжированы, то есть с увеличением i уменьшается приоритетность целей. Получаем множество ограничений следующего вида:

$$\sup_{x_i} \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m P_j^i \cdot y_j} (x_i) \cap \mu_{U_i} (x_i) \right\} \geq \alpha_i, i = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Отметим, что $\alpha_i, i = \overline{1, n}$ логично должны быть заданы убывающими по мере роста i , например, $\alpha_1 = 0,95, \alpha_2 = 0,9, \alpha_3 = 0,85...$ и т. д.

В качестве критерия оптимизации используем достижение первой по приоритетности цели, таким образом, целевая функция модели имеет вид:

$$\sup_{x_1} \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m P_j^1 \cdot y_j} (x_1) \cap \mu_{U_1} (x_1) \right\} \rightarrow \max. \quad (12)$$

Пусть $R_j, j = \overline{1, m}$ – нечеткое число треугольного типа, описывающее расходы по проекту с функцией принадлежности $\mu_{R_j} (z)$ и пусть F – бюджет программы, что также описывается нечетким множеством (предлагается использовать вид «бюджетного ограничения» [12] с функцией принадлежности $\mu_F (z)$). Тогда ограничение по финансированию имеет вид:

$$\sup_z \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m R_j^i \cdot y_j} (z) \cap \mu_F (z) \right\} \leq \alpha_F, \quad (13)$$

что аналогично (с учетом свойств нечетких множеств):

$$\sup_z \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m R_j^i \cdot y_j} (z) \cap (1 - \mu_F (z)) \right\} \leq \alpha_F, \quad (14)$$

где $0 < \alpha_F < 1$ – определяет степень «выхода» за границу установленного бюджета; $\mu_{\bar{F}} (z)$ – функция принадлежности для \bar{F} . Таким образом, при достаточно малых значениях α_F ограничение (14) не позволяет суммарным затратам по проектам $\sum_{j=1}^m R_j^i \cdot y_j$ принадлежать «внебюджетному» множеству \bar{F} со степенью принадлежности больше, чем α_F . Отметим, что при оценке достижения целей такой подход не использовался в виду того, что превышение бюджета является недопустимым, тогда как отклонение в ту или иную сторону от целевого показателя не является критичным для программы.

Таким образом, (9)–(12), (14) формируют математическую модель, которая позволяет формировать состав программы технического развития. Данный состав отвечает требованию достижения целей технического развития с учетом ограничения по бюджету в условиях неопределенности информации, поддающейся описанию средствами теории нечетких множеств.

7. SWOT-анализ результатов исследований

Strengths. В сравнении с существующими подходами к формированию программы, подход, предлагаемый в данном исследовании, учитывает количественно эффект синергизма, формирующийся в программах, что обеспечивает более высокую степень обоснованности отбора проектов. Кроме того, предлагаемый подход дает двухкомпонентную количественную оценку сопоставления множества проектов множеству целей технического развития – вклад проекта в достижение цели, степень этого вклада. Это позволяет учесть не только нечеткое значение результатов, а и принять во внимание в процессах формирования программы степень «неопределенности» результата. Несмотря на то, что данное исследование ориентировано на программы технического развития, тем не менее, результаты являются в достаточной степени универсальными и могут быть применимы (с учетом учета дополнительной специфики) для формирования программ различной направленности.

Weaknesses. Предлагаемая модель не учитывает возможное взаимоисключение проектов (это является допущением, задекларированным в начале исследования), что требует дополнительной формализации. Также слабой стороной исследования является отсутствие учета возможной технологической взаимосвязи проектов, что делает их взаимодополняющими в рамках программ технического развития.

Opportunities. Использование предлагаемого подхода к оценке вклада проектов в достижение целей, а также модели оптимизации состава программы дает возможность формировать программу из предлагаемого множества проектов. При этом обеспечивается в максимальной степени достижение целей с учетом неопределенности как условий реализации проектов, так и их результатов.

Threats. Любая модель базируется на исходной информации, качество которой определяет качество результатов моделирования и оптимизации. Нечеткие множества, описывающие цели и результаты проектов, формируются на основе синтеза статистики и мнений экспертов, что, естественным образом, обуславливает риск оперирования недостоверной информацией в рамках модели и, как следствие, не вполне достоверный результат.

8. Выводы

1. Разработан метод оценки ценности проектов технического развития, который базируется на понимании под ценностью проектов и программ их соответствия поставленным целям. Метод основан на теории нечетких множеств и в результате операций над нечеткими множествами формируются две оценки ценности проекта – вклад проекта в достижение каждой цели из множества целей и степень данного вклада. Такой подход, в отличие от существующих, позволяет в большей степени учесть достижение целей в последующих процедурах формирования программы.

2. Формализовано описание количественной оценки эффекта синергизма, возникающего при совместной реализации проектов в рамках программы. Это позволяет с большей степенью достоверности оценить результат программы.

3. Разработана модель формирования оптимального состава программы технического развития с учетом ценности проектов и системного эффекта (синергизма) их совместной реализации в рамках программы. Модель предусматривает ранжирование целей, которое, в отличие от существующих подходов, используется при установлении минимальных границ для степени достижения той или иной цели, что соответствует реальным процессам отбора проектов на практике. Применение предлагаемой модели может быть расширено на программы различной направленности.

Литература

1. Leont'eva A. I. Otsenka tsennosti proektov tekhnicheskogo razvitiya predpriyatiy // Visnik ONMU. 2017. Issue 4 (53). P. 239–250.
2. Strel'tsin Ya. S. Spetsifika upravleniya portfelem i programmoy investitsionnykh proektov v zhilishhnom stroitel'stve // Vestnik TGU. 2012. Issue 3 (107). P. 81–85.
3. Onyshchenko S. P., Arabadzhy E. S. Formation of the optimal enterprise development program // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2011. Vol. 6, Issue 3 (54). P. 60–66.
4. Onishhenko S. P., Leont'eva A. I. Struktura i tseli programm tekhnicheskogo razvitiya konteynerykh terminalov morskikh torgovykh portov // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seriya: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektamy. 2018. Issue 1 (1277). P. 39–43.
5. Onishhenko S. P., Arabadzhi E. S. Struktura, tsel', produkt i tsennost' programm razvitiya predpriyatiy // Visnik Odes'kogo natsional'nogo mors'kogo universitetu. 2011. Issue 33. P. 175–186.
6. Arranz N., Arroyabe J. Technological cooperation: a new type of relations in the Progress of national innovation systems // The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal. 2009. Issue 14 (2). P. 1–11.
7. Camisón C., Villar-López A. Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance // Journal of Business Research. 2014. Vol. 67, Issue 1. P. 2891–2902. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.06.004>
8. Kononenko I. V., Rogovoy A. I., Emel'yanova E. V. Metodika upravleniya sodержaniem tselevykh kompleksnykh programm // Upravlinnya proektami ta rozvitok virobnitstva. 2004. Issue 3 (11). P. 84–88.
9. Markowitz H. Portfolio selection // The Journal of Finance. 1952. Vol. 7, Issue 1. P. 77–91. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
10. Chen M.-R., Weng J., Li X. Multiobjective extremal optimization for portfolio optimization problem // 2009 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems. Shanghai, 2009. P. 552–556. doi: <http://doi.org/10.1109/icipsys.2009.5357781>
11. Kononenko I. V., Bukreeva K. S. Model and optimization method of projects portfolios of the enterprise for the planning period // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2010. Vol. 1, Issue 2 (43). P. 9–11.
12. Modeli upravleniya portfelem proektov v usloviyakh neopredelennosti / An'shin V. M. et. al. Moscow: MATI, 2007. 117 p.

13. Bushuev S. D., Bushueva N. S., Yaroshenko R. F. Model' garmonizatsii tsennostey programm razvitiya organizatsiy v usloviyakh turbulentnosti okruzheniya // Upravlinnya rozvitkom skladnikh sistem. 2012. Vol. 10. P. 9–13.

14. Rudenko S., Andrievska V. Concept of project selection and its formalization in the absence of complete information // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 2, Issue 3 (80). P. 4–10. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65618>

15. Zadeh L. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy Sets and Systems. 1978. Vol. 1, Issue 1. P. 3–28. doi: [http://doi.org/10.1016/0165-0114\(78\)90029-5](http://doi.org/10.1016/0165-0114(78)90029-5)

16. Leonenkov A. V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH. Saint Petersburg: BKHV Peterburr, 2005. 736 p.

17. Shtovba S. D. Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv i nechetkuyu logiku. URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>

НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРЕНЕСЕННЫМ