

УДК 656.612: 621.72

**ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПРОГРАММЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ «ОБРАЗА ПРОГРАММЫ»**

А.И. Леонтьева

*аспирант кафедры «Эксплуатация флота и технология морских перевозок»
leontieva.ann.13@gmail.com*

С.П. Онищенко

*д.э.н., профессор, директор Учебно-научного института Морского бизнеса
onyshenko@gmail.com*

Одесский национальный морской университет

Аннотация. В данной статье сформулирована концепция «образа программы» и разработана соответствующая математическая модель формирования оптимального состава программы технического развития.

«Образ программы» – это шаблон программы, учитывающий технологические взаимосвязи проектов и их распределение во времени. В рамках математической модели осуществляется оптимизация состава программы путем выбора одной из альтернатив для каждого «концептуального» проекта «образа», в качестве критерия оптимизации и основной группы ограничений принято соответствие результатов реализации проектов целям технического развития. Оценка соответствия результатов программы поставленным целям осуществляется на базе теории нечетких множеств.

Ключевые слова: нечеткие множества, техническое развитие, управление программой, «образ программы», оптимизация.

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ПРОГРАМИ
ТЕХНІЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА
НА БАЗІ КОНЦЕПЦІЇ «ОБРАЗУ ПРОГРАМИ»**

О.І. Леонтьєва

*аспирант кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»
leontieva.ann.13@gmail.com*

С.П. Онищенко

*д.е.н., профессор, директор Навчально-наукового інституту Морського бізнесу
onyshenko@gmail.com*

Одеський національний морський університет

© Леонтьева А.И., Онищенко С.П., 2018

Анотація. У даній статті сформульована концепція «образу програми» і розроблена відповідна математична модель формування оптимального складу програми технічного розвитку.

«Образ програми» – це шаблон програми, що враховує технологічні взаємозв'язки проектів і їх розподіл у часі. В рамках математичної моделі здійснюється оптимізація складу програми шляхом вибору однієї з альтернатив для кожного «концептуального» проекту «образу», як критерій оптимізації і основна група обмежень прийнято відповідність результатів реалізації проектів цілям технічного розвитку. Оцінка відповідності результатів програми поставленим цілям здійснюється на базі теорії нечітких множин.

Ключові слова: нечіткі множини, технічний розвиток, управління програмою, «образ програми», оптимізація.

UDC 656.612: 621.72

**OPTIMIZATION
OF THE TECHNICAL DEVELOPMENT PROGRAM COMPOSITION
ON THE BASIS OF THE «PROGRAM IMAGE» CONCEPT**

Leontieva A.I.

*Postgraduate, department «Fleet operating and sea transport technology»
leontieva.ann.13@gmail.com*

Onyshchenko S.P.

*Doctor of Economics, Professor,
Director of «Educational & Scientific Institute of Marine Business»
onyshenko@gmail.com*

Odessa National Maritime University

Abstract. In this article, the «program image» concept is formulated and the corresponding mathematical model of the optimal composition formation for the technical development program is developed.

A «program image» is a program template that takes into account the technological interconnections of projects and their distribution over time. Within the framework of the mathematical model, the composition of the program is optimized by choosing one of the alternatives for each «conceptual» project of the «image», the compliance of the results of projects implementation to the goals of technical development is taken as the optimization criterion and the main group of restrictions. The assessment of the compliance of the program results with the goals set is carried out on the basis of the fuzzy sets theory.

Keywords: fuzzy sets, technical development, program management, «program image», optimization.

Введение. Повышение уровня технического развития является одним из направлений развития предприятия, при этом приоритетность технического развития зависит от специфики деятельности предприятия. Так, для предприятий, чьи производственные процессы осуществляются с использованием значительных по значимости и стоимости техники, оборудования и технологий, вопросы технического развития становятся наиболее приоритетными, с учетом значительного влияния уровня технологий и состояния техники на себестоимость, производительность и качество продукции.

Например, оператор контейнерного терминала морского торгового порта – компания, чьи производственные процессы связаны с использованием значительного количества и разнообразного по структуре перегрузочного оборудования – от относительно небольших погрузчиков, используемых при штафировке контейнеров (загрузки контейнера), до порталных контейнерных перегружателей, осуществляющих непосредственно разгрузку и загрузку судов, а также тыловых перегружателей, которые перемещают контейнеры по тыловой территории терминала.

Кроме того, современный контейнерный терминал – комплекс, осуществляющий множество операций, связанных с прохождением через морской порт контейнеризированных грузов, требует автоматизацию многих производственных процессов, что обеспечивается использованием соответствующих автоматизированных систем управления. Таким образом, вопросы технического развития, которое осуществляется посредством соответствующих проектов, являются актуальными для современных контейнерных терминалов, так как определяют непосредственно конкурентоспособность их компаний-операторов в условиях высокого уровня конкуренции как на международном, так и на национальном уровне.

С учетом многоаспектности технического развития, практическая реализация соответствующих мероприятий осуществляется посредством множества проектов, которые в ряде случаев формируют программу технического развития.

Анализ основных исследований и публикаций. Формирование оптимального состава портфеля и программы является задачей, которая рассматривалась в различных исследованиях отечественных и зарубежных авторов, например в [1-6].

Анализ источников показал, что в качестве математической основы формирования портфелей и программ, а также отбора единичных проектов для реализации, чаще всего используется теория нечетких множеств (например, [3; 5; 6]), которая позволяет учитывать специфическую неопределенную природу результатов реализации проектов.

Отметим, что в большинстве существующих подходов в качестве критериев отбора проектов и формирования портфелей и программ используются экономические показатели, что не соответствует современ-

ному видению «ценности» проектов (согласно [4]). Исключение, работы [1; 3], в которых в том или ином виде учитываются стратегические цели предприятия.

В [1] было введено понятие «образ программы». Под «образом» программы в [1] понимается набор результатов, которые должны быть достигнуты по совокупности целей. При этом предлагается каждой цели поставить в соответствие подпрограмму, множество которых и формирует «образ» программы. Авторы [1] вводят данное понятие «образа», понимая под этим то, что проецируется, исходя из системы целей, при этом согласно предлагаемому подходу в образе программы сформулированы желаемые значения ценностей по каждой подпрограмме. Таким образом, данное понимание «образа программы» коррелирует с множеством необходимых результатов в соответствии с поставленными целями.

Программы технического развития обладают определенной спецификой, в частности, проекты данных программ (все или подмножество) являются технологически взаимосвязанными, что было обосновано в [7].

При этом следует отметить, что составление «образа программы» технического развития только на базе подпрограмм и ценностей в соответствии с каждой целью не представляется целесообразным, так как, в отличие от программ развития, рассматриваемых в [1], проекты в программах технического развития могут соответствовать нескольким целям и, соответственно, участвовать в формировании различных ценностей.

В [8] в качестве ценности проектов технического развития предложено использовать понятие «вклад проекта в достижение целей». Таким образом, следуя данному подходу и учитывая специфику программ технического развития, изложенную в [7], идея «образа программы» [1] может быть развита для распространения ее на область управления программами технического развития.

Цель и задачи исследования. *Целью данного исследования является разработка математической модели, которая позволяет оптимизировать состав программы технического развития предприятия на базе концепции «образа программы».*

Исходя из цели, поставлены *следующие задачи* исследования:

- 1) сформулировать концепцию «образа программы» для программ технического развития с учетом их специфических особенностей;
- 2) разработать математическую модель оптимизации состава программы технического развития на базе концепции «образа программы».

Изложение результатов исследования. *Концепция «образа программы».* Предлагается «образ программы» представлять в виде совокупности «концептуальных» проектов, то есть проектов, идея которых сформулирована достаточно обобщенно, концептуально. Например, концептуальным будет являться проект, сформулированный как «проект приобретения нового контейнерного перегружателя». При этом к рассмотрению

для отбора может быть представлено множество проектов данной категории с конкретизированной сущностью, как то: проекты приобретения контейнерных перегружателей с конкретными характеристиками, от конкретного производителя.

Отметим, что согласно [7], в рамках программы технического развития часть или все проекты могут быть технологически взаимосвязаны. Под технологической взаимосвязью проектов будем понимать их упорядочение по получению продуктов проектов. Как известно, продукт проекта – это то, что появляется в результате реализации проекта.

С учетом специфики на содержательном уровне проектов технического развития их продуктами могут являться:

- эксплуатируемая техника (оборудование) как часть производственной базы;
- внедренная технология (новая, улучшенная, инновационная) и т.д.

Например, проект 1 – установление нового перегружателя и проект 2 – внедрение автоматизированной системы управления (перевод перегружателя в автоматический режим работы) являются технологически взаимосвязанными, так как сначала необходимо выполнить проект 1, и только потом может реализовываться проект 2.

При этом следует обратить внимание, что технологическая зависимость между проектами может проявляться по-разному: в предыдущем примере – приобретение и установка перегружателя и закупка новой автоматизированной системы управления и обучение специалистов могут происходить параллельно, но готовые продукты этих проектов появляются последовательно.

Отметим, что формирование «образа программы» технического развития представляет собой один из двух основных вариантов формирования программы в рамках управления ее содержанием.

Таким образом, после формулировки целей технического развития возможны два варианта формирования программы технического развития:

1) в первом варианте формирование структуры программы осуществляется путем подбора проектов, соответствующих множеству целей и удовлетворяющих набору условий (например, ограничений по времени, объемам финансирования и т.п.);

2) во втором варианте формируется «образ программы» из набора концептуальных проектов, и производится отбор проектов-альтернатив для каждого прототипа из образа программы. В этом случае образ программы играет роль шаблона, который «заполняется» конкретными проектами. Данный вариант считаем особо предпочтительным при наличии *технологической взаимосвязи* проектов, что уже становится определенным на этапе формирования самой идеи программы технического развития с учетом потребностей в техническом развитии.

Концепция формирования содержания программы на основе «образа программы» представлена в виде схемы на рис. 1.

Согласно предлагаемому подходу в соответствии с целями технического развития формируется «образ программы» – набор *концептуальных проектов*. На этом этапе устанавливаются взаимосвязи проектов, то есть программа приобретает определенную структуру и концепцию содержания.

Далее для каждого концептуального проекта формируется множество альтернативных вариантов проектов, детализированных и конкретизированных. На этом этапе каждый проект оценивается с точки зрения ценности программы, эффективности, необходимых ресурсов. Также считаем целесообразным оценить для рассматриваемого множества проектов «проектный потенциал» [6]. Данный показатель был введен в [6] для оценки успешности реализации проектов, который предлагается использовать в качестве одного из ограничивающих условий при отборе проектов. Согласно этому подходу проекты с высоким уровнем эффективности (ценности), но низким уровнем проектного потенциала (что свидетельствует о высокой рискованности проекта на этапе его реализации) на этапе предварительного анализа «отбрасываются», как не прошедшие успешно первичную оценку.

Далее по заданному критерию – ценность программы, с учетом ограничивающих условий по ресурсам, времени, ценности и проектному потенциалу, для каждого «концептуального» проекта в образе программы отбирается конкретный проект. В результате этого формируется содержание программы.

Отметим, что отбор проектов должен производиться не последовательно, и не локально для каждой «ячейки» образа программы, а интегрировано, так как системные свойства проектов программы могут быть учтены именно таким образом.

Это, в свою очередь, можно реализовать путем использования оптимизационной модели, рассматривающей одновременно весь образ программы и все множества альтернативных проектов.

В процессе формирования содержания программы следует учитывать взаимное соответствие множества альтернативных проектов и целей, и, в частности, тот факт, что каждый проект может вносить вклад в достижение сразу нескольких целей. При этом возможны ситуации, когда альтернативные варианты для концептуального проекта из образа программы вносят различный вклад в различное подмножество целей (пример на рис. 2 [8]).

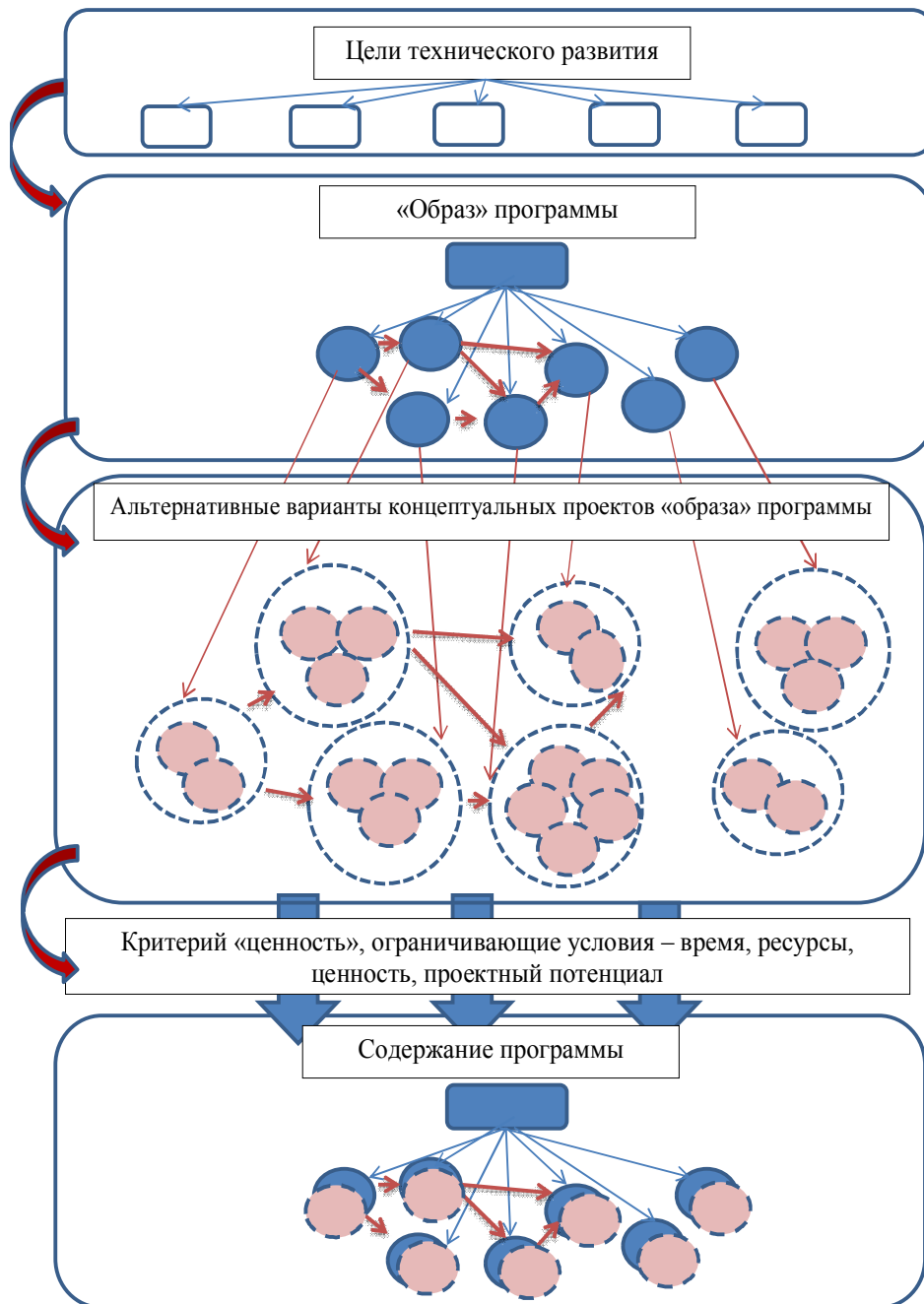


Рис. 1. Концепция формирования содержания программы на основе «образа программы»

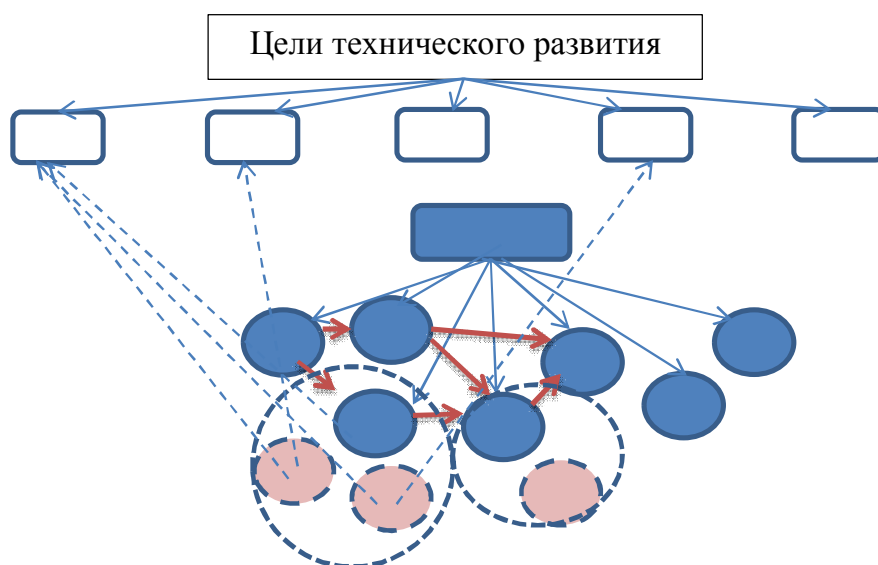


Рис. 2. Вклад альтернативных проектов в достижение целей программы [8]

Таким образом, при формировании программы на основе «образа программы» следует учесть:

1. *Вклад каждого проекта в достижение множества целей.* Такой подход был изложен в [7] и отражает понимание ценности проекта как его соответствие целям технического развития.

2. *Эффект синергизма*, который 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 [8]. 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.

Отметим, что концепция формирования программы технического развития на основе «образа программы» позволяет:

1) *учесть технологическую взаимосвязь проектов* до оптимизации ее состава, что уменьшает размерность решаемой задачи и необходимость введения временного параметра;

2) *учесть взаимоисключение проектов* в рамках отдельных секций шаблона образа, что также уменьшает размерность решаемой задачи.

Таким образом, предварительное построение «образа программы» обеспечивает в полном объеме учет технологических особенностей проектов, а также ликвидирует необходимость моделировать структуру взаимосвязей проектов в процессе оптимизации состава программы.

Моделирование оптимальной структуры программы на базе ее «образа». Пусть «образ программы» состоит из m концептуальных проектов. Поставим в соответствие каждой альтернативе концептуального проекта переменную $y_j^k \in \{0;1\}, j = \overline{1,m}; k = \overline{1,K_j}$, которая «отвечает» за отбор проекта в программу. С учетом необходимости выбора проекта для каждой «ячейки» образа-шаблона, справедливо следующее условие:

$$\sum_{k=1}^{K_j} y_j^k = 1, j = \overline{1,m}. \quad (1)$$

Согласно подходу, предложенному в [7], ценность проекта технического развития состоит в его интегральном вкладе в цели технического развития. Пусть выделены n целей технического развития, количественная характеристика которых $C_i, i = \overline{1,n}$, которые являются нечеткими множествами, $\mu_{C_i}(x_i), i = \overline{1,n}$ – функция принадлежности, соответствующая поставленной i -ой цели, x_i – возможные значения нечеткой величины, характеризующей i -ую цель.

Пусть результаты реализации каждого проекта с позиции достижения целей могут быть охарактеризованы набором нечетких величин $\langle \tilde{\Pi}_j^{k,1}, \tilde{\Pi}_j^{k,2}, \dots, \tilde{\Pi}_j^{k,n} \rangle, j = \overline{1,m}; k = \overline{1,K_j}$, которым соответствуют следующие наборы функций принадлежности:

$$\langle \mu_{\tilde{\Pi}_j^{k,1}}(x_1), \mu_{\tilde{\Pi}_j^{k,2}}(x_2), \dots, \mu_{\tilde{\Pi}_j^{k,n}}(x_n) \rangle, j = \overline{1,m}; k = \overline{1,K_j}. \quad (2)$$

Отметим, что в данном исследовании за математическую основу приняты результаты, изложенные в [5; 9; 10].

«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

$$\mu_{\tilde{C}_j^k}(x_i) = \mu_{\tilde{\Pi}_j^{k,i}}(x_i) \cap \mu_{C_i}(x_i) = \min \left\{ \mu_{\tilde{\Pi}_j^{k,i}}(x_i), \mu_{C_i}(x_i) \right\}, \quad (3)$$

$$i = \overline{1,n}; j = \overline{1,m}; k = \overline{1,K_j}$$

где $\tilde{C}_j^{k,i}$ – нечеткое множество с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{C}_j^{k,i}}(x_i)$, описывающее соответствие результатов k -ой альтернативе j -го проекта i -ой цели.

Для перехода от нечеткой оценки вклада проекта в достижение цели к числовой оценке воспользуемся процедурой дефазификации. Таким образом, от нечеткой величины $\tilde{C}_j^{k,i}$ – вклада проекта в достижение цели – осуществляется переход в числовую оценку этого же вклада $C_j^{k,i}$ по принципу

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

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

Соответственно,

$$\mu_{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{\Pi}_j^{k,i}}(x_i) \cap \mu_{\Pi_i}(x_i) \quad (5)$$

– совместный вклад проектов в достижение i -ой цели,

$$\sup_{x_i} \{ \mu_{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{\Pi}_j^{k,i}}(x_i) \cap \mu_{\Pi_i}(x_i) \}$$

достигается в точке x_i^* , то есть это вклад, соответствующий супремуму, а

$$\sup_{x_i} \{ \mu_{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{\Pi}_j^{k,i}}(x_i) \cap \mu_{\Pi_i}(x_i) \} - \quad (6)$$

степень данного вклада.

Будем полагать, что 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.

Установим для целей величины $0 < \alpha_i \leq 1, i = \overline{1, n}$, которые логично должны быть убывающими по мере роста i , например, $\alpha_1 = 0,95, \alpha_2 = 0,9, \alpha_3 = 0,85...$ и т.д. Данные α_i отражают необходимую степень достижения целей.

С учетом изложенного выше, целевая функция модели оптимизации состава программы на базе ее образа имеет вид (в качестве критерия используется наиболее значимый целевой показатель)

$$\sup_{x_1} \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{P}_j^{k,1} \cdot y_j^k} (x_1) \cap \mu_{U_1} (x_1) \right\} \rightarrow \max. \quad (7)$$

В соответствии с остальными целевыми показателями получаем множество ограничений следующего вида:

$$\sup_{x_i} \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{P}_j^{k,i} \cdot y_j^k} (x_i) \cap \mu_{U_i} (x_i) \right\} \geq \alpha_i, i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Пусть $\tilde{R}_j^k, j = \overline{1, m}; k = \overline{1, K_j}$ – нечеткое число (треугольного типа), описывающее расходы по проекту с функцией принадлежности $\mu_{\tilde{R}_j^k} (z)$ и пусть F – бюджет программы, что также описывается нечетким множеством (предлагается использовать вид «бюджетного ограничения» ([5]) с функцией принадлежности $\mu_F (z)$. Тогда ограничение по финансированию программы имеет вид

$$\sup_z \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{R}_j^k \cdot y_j^k} (z) \cap \mu_{\overline{F}} (z) \right\} \leq \alpha_F, \quad (9)$$

что аналогично (с учетом свойств нечетких множеств)

$$\sup_z \left\{ \mu_{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{R}_j^k \cdot y_j^k} (z) \cap (1 - \mu_F (z)) \right\} \leq \alpha_F, \quad (10)$$

где $0 < \alpha_F < 1$ – определяет степень «выхода» за границу установленного бюджета, $\mu_{\overline{F}} (z)$ – функция принадлежности для \overline{F} .

Таким образом, при достаточно малых значениях α_F ограничение (10) не позволяет суммарным затратам по проектам $\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \tilde{R}_j^k \cdot y_j^k$ принадлежать «внебюджетному» множеству \overline{F} со степенью принадлежности больше, чем α_F .

Кроме того, могут быть установлены бюджетные ограничения по каждому концептуальному проекту j

$$\sup_z \left\{ \mu_{\sum_{k=1}^{K_j} \tilde{R}_j^k \cdot y_j^k} (z) \cap (1 - \mu_F (z)) \right\} \leq \alpha_F^j, j = \overline{1, n}, \quad (11)$$

где $0 < \alpha_F^j \leq 1, j = \overline{1, n}$ определяют степень выхода за границы бюджета.

Отметим, что вопросы математического описания эффекта синергизма в терминах нечетких множеств требуют отдельного рассмотрения и поэтому в данном исследовании полагается, что в (10) появление синергизма учитывается в качестве снижения суммарных затрат, а в (7), (8) в качестве прироста «ценности», однако, без детализации, что является отдельной задачей.

Таким образом, (1), (7)-(11) формируют математическую модель, которая позволяет формировать состав программы технического развития на базе концепции «образа программы» с учетом требования достижения целей технического развития и ограничения по бюджету в условиях неопределенности информации, поддающейся описанию средствами теории нечетких множеств.

Выводы. В данной статье сформулирована концепция и разработана соответствующая математическая модель формирования оптимального состава программы технического развития.

Основная идея концепции состоит в том, что в рамках программы технического развития часть (или все) проектов могут быть технологически взаимосвязаны, поэтому использование «образа программы» – шаблона программы, учитывающего все взаимосвязи проектов, позволяет снизить размерность оптимизационной модели, в том числе, не вводить временной параметр, что также может быть учтено при формировании «образа программы».

Поэтому в рамках математической модели осуществляется оптимизация состава программы путем выбора одной из альтернатив для каждого «концептуального» проекта «образа», в качестве критерия оптимизации и основной группы ограничений принято соответствие результатов реализации проектов – целям технического развития. Оценка соответствия результатов программы поставленным целям осуществляется на базе теории нечетких множеств, что является наиболее подходящим в этой ситуации математическим аппаратом с учетом специфики неопределенности целей и результатов.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Онищенко С.П. Формирование оптимального состава программы развития предприятия / С.П. Онищенко, Е.С. Арабаджи // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Т. 6. – № 3 (54). – С. 60-66.*
2. *Тесля Ю.М. Розробка концептуальних основ матричного управління портфелями проектів і програм / Ю.М. Тесля, Т.В. Латишева // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2016. – Т. 1. – № 3 (79). – С. 12-18.*

3. Кононенко И.В. Модель и метод оптимизации портфелей проектов предприятия для планового периода / И.В. Кононенко, К.С. Букреева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 1/2(43). – 2010. – С. 9-11.
4. Бушуев С.Д. Модель гармонизации ценностей программ развития организаций в условиях турбулентности окружения / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, Р.Ф. Ярошенко // Управління розвитком складних систем. – 2012. – Вип. 10. – С. 9-13.
5. Аньшин В.М. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности / В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков. – М.: МАТИ, 2007. – 117 с.
6. Руденко С.В. Разработка концепции отбора проектов и ее формализация в условиях отсутствия полноты информации / С.В. Руденко, В.А. Андриевская // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – № 2(3). – С. 4-10.
7. Онищенко С.П. Структура и цели программ технического развития контейнерных терминалов морских торговых портов / С.П. Онищенко, А.И. Леонтьева // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами: Зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – № 1 (1277). – С. 39-43.
8. Леонтьева А.И. Оценка ценности проектов технического развития предприятий // Вісник ОНМУ, 2017. – Вип. 4(53). – С.239-250.
9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ Петербург, 2005. – 736 с.
10. Zadeh L.A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility // Fuzzy Sets and Systems. – 1978. – Vol. 1.

Стаття надійшла до редакції 25.10.2018

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, проректор з навчально-організаційної роботи Одеського національного морського університету
А.В. Шахов

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного морського університету **О.Г. Шибасєв**