

НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ УНИВЕРСИТЕТА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТНОШЕНИЙ СО СТЕЙКХОЛДЕРАМИ*

Л. С. Мазелис, К. С. Солодухин, А. Я. Чен

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Россия, 690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41; solodukhin@mail.ru*

К л ю ч е в ы е с л о в а: программа стратегического развития университета, портфель проектов, функция полезности, сценарный подход, нечеткая модель, оптимизационная модель, характеристики отношений со стейкхолдерами.

Целью данной исследовательской статьи является разработка и апробация нечетких оптимизационных моделей поддержки принятия решений о выборе портфеля проектов в рамках программы стратегического развития университета. Учет рисков в моделях осуществляется в рамках теории портфельного инвестирования Г. Марковица с использованием сценарного подхода. Главное отличие предложенных моделей от ранее разработанных состоит в том, что в качестве нечеткой целевой функции используется функция удельной полезности, аргументами которой являются степени желания изменений стейкхолдеров в отношении вуза после осуществления проектов с учетом значимости заинтересованных сторон и величин затрат по проектам. Предполагается, что полезность проекта будет тем выше, чем сильнее снизится интегральная степень желания изменения стейкхолдеров в результате его осуществления, то есть чем больше вырастет удовлетворенность заинтересованных сторон и улучшатся их ожидания. Степени желания изменений стейкхолдеров после осуществления проектов определяются с помощью заданных нечетких правил вывода. Все ограничения в моделях также являются нечеткими. Нечеткие оптимизационные задачи сводятся к четким и решаются с помощью стандартных методов.

В качестве ограничения предложенных моделей можно отметить их однопериодность. При увеличении горизонта планирования в модели следует ввести возможность пересмотра на каждом шаге состава выбранного ранее портфеля проектов в зависимости от уже достигнутых результатов и изменения внешних и внутренних условий. Другим ограничением является отсутствие механизма учета влияния проектов на отношения между самими стейкхолдерами, поскольку их изменение может в дальнейшем отразиться на отношениях стейкхолдеров с вузом. Совершенствование моделей в данных направлениях может являться темой дальнейших исследований.

Материалы статьи представляют интерес для руководителей университетов, принимающих решения о формировании программы стратегического развития в условиях ограниченного бюджета с учетом рисков.

Введение

Проблема предварительного отбора проектов при формировании и реализации программы стратегического развития возникает практически во всех университетах. С этой проблемой сталкиваются: 1) небольшие региональные университеты, поставленные перед необходимостью выживать и развиваться в жесткой конкурентной среде в условиях значительного сокращения бюджетного финансирования; 2) вузы, прошедшие конкурсный отбор и попавшие в число опорных университетов, но не получившие финансового обеспечения программ развития, на которое рассчитывали; 3) вузы-участники проекта 5-100, вынужденные распределять одобренный бюджет таким образом, чтобы охватить все направления развития.

Данная работа является продолжением работ авторов, посвященных проблеме оптимизации

портфеля проектов организации в рамках инвестиционной программы развития с учетом рисков, корпоративной социальной ответственности и интересов стейкхолдеров. Разработанные ранее модели могут быть разделены на три группы.

В основе первой группы моделей [1–5] лежит подход, учитывающий необходимость использования принципов корпоративной социальной ответственности при разработке стратегических планов деятельности [6], в том числе стратегических карт целей [7, 8, 9], что позволяет рассматривать уровни достижения целей, полученные в результате осуществления проектов, как полезности этих проектов.

Подход, при котором при решении вопроса о включении проекта в портфель учитывается оценка его соответствия различным целям компании, является достаточно распространенным. Например, в работе В. М. Аньшина

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 15-32-01027.

и Е. С. Манайкиной «Формирование портфеля проектов компании на основе принципов устойчивого развития» [10] процесс отбора проектов в портфель осуществляется с учетом соответствия планируемых результатов проекта и стратегических целей компании в области устойчивого развития. Проблема увязки целей компании и проектов рассматривалась также в работах [11–19]. В этих и других работах были также предложены различные подходы к количественному измерению соответствия проектов стратегическим целям. В этой связи можно особо отметить работу В. М. Аньшина «Методологические аспекты измерения взаимовлияния портфеля проектов и целей компании» [20], в которой увязка целей и проектов реализуется через последовательность шагов: цель – звено цепочки ценности – стратегический результат – проект. Автором предложены показатели соответствия целей и портфеля, показатели интегральной оценки достижения целей и методы их расчета.

Данный подход является альтернативным подходу, в рамках которого для отражения стейкхолдерской значимости проекта вводятся дополнительные показатели, например, социальная значимость и государственная значимость [21, 22, 23].

В моделях третьей группы в качестве эффектов от реализации проекта учитываются возможные изменения в отношениях между организацией и ее группами заинтересованных сторон [24, 25, 26].

В данной статье предлагается новая модель, отличительной особенностью которой является задание нечетких правил вывода для определения изменений характеристик отношений в результате осуществления того или иного проекта.

1. Определение характеристик отношений

В последние два десятилетия набирает популярность понимание стейкхолдеров как «вкладчиков» ресурсов организации. Это позволяет обосновать их требования прямого либо косвенного воздействия на стратегические решения организации до принятия данных решений, в то время как остальные акторы стратегического процесса защищают свои интересы после принятия решений, в ходе их реализации [27]. В этой связи приемлемость стратегических решений для стейкхолдеров (и для фирмы) обычно трактуется с позиций устойчивости ресурсного обмена между ними [28].

Ресурсный обмен между организацией и заинтересованной стороной определяется их взаимным интересом друг к другу (обусловленным их

стратегическими целями). При получении ресурсов в недостаточном количестве или недостаточного качества (для достижения целей) возникает неудовлетворенность, которая, в свою очередь, может привести к желанию изменить сложившиеся отношения. Это зависит от величин, извлекаемых квази- и транзакционных издержек на поиск и установление новых отношений, но не только. Значительную роль играют ожидания, основанные на информации (прежде всего, о свойствах контрагента) и предшествующем опыте агента. Положительные ожидания снижают степень желания изменений, отрицательные усиливают его. Таким образом, желание изменений в отношениях складывается из неудовлетворенности в этих отношениях, «пропущенной» через систему взаимных ожиданий.

Ранее нами были выделены следующие характеристики отношений между организацией и ее стейкхолдерами: степень удовлетворенности ресурсным обменом; степень желания изменений (являющаяся функцией удовлетворенности и ожиданий в отношении контрагента); степень взаимного влияния [29].

В данной работе будем рассматривать следующие характеристики отношений, связанные с осуществлением проектов:

1) степень удовлетворенности k -ой группой заинтересованных сторон ($k = 1, K$) организацией в текущий момент времени (U_k^0) и после осуществления проекта n ($n = 1, N$) в рамках сценария l ($l = 1, L$) (U_{knl}^1);

2) количественная оценка ожиданий k -ой группы заинтересованных сторон в отношении организации в текущий момент времени (O_k^0) и после осуществления проекта n в рамках сценария l (O_{knl}^1);

3) степень желания изменений k -ой группы заинтересованных сторон в отношении организации в текущий момент времени (G_k^0) и после осуществления проекта n в рамках сценария l (G_{knl}^1).

Одной из главных проблем, связанных с оценкой характеристик отношений, является то, что они представляют собой нечеткие, размытые понятия, на значения которых сильное влияние оказывают суждения, восприятия и эмоции эксперта. В этой связи предлагается оценивать их вербально, с последующим преобразованием вербальных оценок в нечеткие числа.

Шаг 1. Зададим следующие терм-множества лингвистических переменных U_k^0 , U_{knl}^1 (табл. 1) и O_k^0 , O_{knl}^1 (табл. 2).

Шаг 2. Введем следующие нечеткие переменные: сила влияния проекта n в рамках сценария l на удовлетворенность k -ой группы заинте-

Таблица 1

Терм-множество лингвистической переменной «степень удовлетворенности»

Значение лингвистической переменной	Функция принадлежности
Полностью не удовлетворен	$(-5; -5; -4; -3)$
Значительно не удовлетворен	$(-4,5; -3,75; -2,25; -1,5)$
Умеренно не удовлетворен	$(-3; -2,25; -0,75; 0)$
Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	$(-1,5; -0,75; 0,75; 1,5)$
Умеренно удовлетворен	$(0; 0,75; 2,25; 3)$
Значительно удовлетворен	$(1,5; 2,25; 3,75; 4,5)$
Полностью удовлетворен	$(3; 4; 5; 5)$

Таблица 2

Терм-множество лингвистической переменной «количественная оценка ожиданий»

Значение лингвистической переменной	Функция принадлежности
Коренным образом ухудшится	$(-5; -5; -4; -3)$
Значительно ухудшится	$(-4,5; -3,75; -2,25; -1,5)$
Незначительно ухудшится	$(-3; -2,25; -0,75; 0)$
Не изменится	$(-1,5; -0,75; 0,75; 1,5)$
Незначительно улучшится	$(0; 0,75; 2,25; 3)$
Значительно улучшится	$(1,5; 2,25; 3,75; 4,5)$
Коренным образом улучшится	$(3; 4; 5; 5)$

Таблица 3

Терм-множество лингвистических переменных «сила влияния проекта на удовлетворенность» и «сила влияния проекта на ожидания»

Значение лингвистической переменной	Функция принадлежности
(+) Очень сильно	$(3,5; 4; 5; 5)$
(+) Сильно	$(2; 2,5; 3,5; 4)$
(+) Умеренно	$(1; 1,5; 2,5; 3)$
(+) Слабо	$(0; 0,5; 1,5; 2)$
(+) Очень слабо	$(0; 0; 0,5; 1)$
(-) Очень слабо	$(-1; -0,5; 0; 0)$
(-) Слабо	$(-2; -1,5; -0,5; 0)$
(-) Умеренно	$(-3; -2,5; -1,5; -1)$
(-) Сильно	$(-4; -3,5; -2,5; -2)$
(-) Очень сильно	$(-5; -5; -4; -3,5)$

ресованных сторон организацией (B_{knl}^U) и на ожидания k -ой группы заинтересованных сторон в отношении организации (B_{knl}^O).

Зададим следующие терм-множества лингвистических переменных B_{knl}^U и B_{knl}^O (табл. 3). Здесь знак (+) означает положительное влияние, знак (–) – отрицательное.

Шаг 3. Будем считать, что степень удовлетворенности стейкхолдера после осуществления проек-

Таблица 4

Определение степени удовлетворенности после осуществления проекта (для ожиданий «незначительно ухудшится», «не изменится», «незначительно улучшится»)

Текущая степень удовлетворенности	Сила влияния проекта на удовлетворенность				
	(+) Очень сильно	(+) Сильно	(+) Умеренно	(+) Слабо	(+) Очень слабо
Полностью не удовлетворен	Умеренно не удовлетворен	Значительно не удовлетворен	Значительно не удовлетворен	Полностью не удовлетворен	Полностью не удовлетворен
Значительно не удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Умеренно не удовлетворен	Умеренно не удовлетворен	Значительно не удовлетворен
Умеренно не удовлетворен	Значительно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Умеренно не удовлетворен
Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Значительно удовлетворен	Значительно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Умеренно удовлетворен
Умеренно удовлетворен	Полностью удовлетворен	Значительно удовлетворен	Значительно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Умеренно удовлетворен
Значительно удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Значительно удовлетворен	Значительно удовлетворен
Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен

та зависит от его степени удовлетворенности до осуществления проекта, силы влияния проекта на удовлетворенность, а также текущих ожиданий группы заинтересованных сторон к организации, то есть

$$U_{knl}^1 = f_1(U_k^0, O_k^0, B_{knl}^U). \quad (1)$$

В этой связи зададим соответствующие нечеткие правила вывода. В табл. 4 и 5 частично приведены нечеткие правила вывода для случаев положительного влияния проекта на удовлетворенность.

Шаг 4. Будем считать, что количественная оценка ожиданий стейкхолдера после осуществления проекта зависит от текущих ожиданий группы заинтересованных сторон к организации и силы влияния проекта на ожидания, то есть

$$O_{knl}^1 = f_2(O_k^0, B_{knl}^O). \quad (2)$$

В этой связи зададим соответствующие нечеткие правила вывода. В табл. 6 частично приведены нечеткие правила вывода для случаев положительного влияния проекта на ожидания.

Шаг 5. Степень желанности изменений k -ой группы заинтересованных сторон в отношении организации после осуществления проекта n в рамках сценария l рассчитывается следующим образом:

$$G_{knl}^1 = 5 - (U_{knl}^1 \cdot c_1^k + O_{knl}^1 \cdot c_2^k), c_1^k + c_2^k = 1, \quad (3)$$

где c_1^k, c_2^k – нормированные весовые коэффициенты удовлетворенности и ожиданий.

2. Модели

Рассматривается задача оптимизации программы развития организации с учетом отношений со стейкхолдерами ограничений по ресурсам, объемам инвестирования, а также рисков. Данная задача представляет собой задачу портфельного инвестирования [30, 31].

Имеется N проектов $P_1, P_2, \dots, P_N$, осуществление каждого из которых изменяет сложившиеся отношения организации с каждой из K групп заинтересованных сторон.

Группы заинтересованных сторон имеют разную значимость (важность) для организации. В четкой постановке веса групп $w_1, w_2, \dots, w_K$ определялись с помощью моделей, основанных на различных модификациях метода анализа иерархий [29, 32].

В нечетком случае веса стейкхолдеров могут быть заданы как нечеткие числа. Экспертам может быть предложена некоторая лингвистическая шкала (терм-множество лингвистической переменной «Значимость k -го стейкхолдера»), например, {Низкая; Ниже средней; Средняя; Выше средней; Высокая; Очень высокая} с заданными функциями принадлежности. В дальнейшем

Таблица 5

Определение степени удовлетворенности после осуществления проекта (для ожиданий «коренным образом ухудшится»)

Текущая степень удовлетворенности	Сила влияния проекта на удовлетворенность				
	(+) Очень сильно	(+) Сильно	(+) Умеренно	(+) Слабо	(+) Очень слабо
Полностью не удовлетворен	Значительно не удовлетворен	Полностью не удовлетворен	Полностью не удовлетворен	Полностью не удовлетворен	Полностью не удовлетворен
Значительно не удовлетворен	Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Значительно не удовлетворен	Значительно не удовлетворен	Полностью не удовлетворен
Умеренно не удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Умеренно не удовлетворен	Умеренно не удовлетворен	Значительно не удовлетворен
Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Значительно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Частично удовлетворен и частично не удовлетворен	Умеренно не удовлетворен
Умеренно удовлетворен	Полностью удовлетворен	Значительно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Умеренно удовлетворен	Частично удовлетворен и частично не удовлетворен
Значительно удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Значительно удовлетворен	Значительно удовлетворен	Умеренно удовлетворен
Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Полностью удовлетворен	Значительно удовлетворен

Таблица 6

Определение количественной оценки ожиданий после осуществления проекта

Текущая количественная оценка ожиданий	Сила влияния проекта на ожидания				
	(+) Очень сильно	(+) Сильно	(+) Умеренно	(+) Слабо	(+) Очень слабо
Коренным образом ухудшится	Незначительно ухудшится	Значительно ухудшится	Значительно ухудшится	Коренным образом ухудшится	Коренным образом ухудшится
Значительно ухудшится	Незначительно улучшится	Не изменятся	Незначительно ухудшится	Незначительно ухудшится	Значительно ухудшится
Незначительно ухудшится	Значительно улучшится	Незначительно улучшится	Незначительно улучшится	Не изменятся	Незначительно ухудшится
Не изменятся	Значительно улучшится	Значительно улучшится	Незначительно улучшится	Незначительно улучшится	Незначительно улучшится
Незначительно улучшится	Коренным образом улучшится	Значительно улучшится	Значительно улучшится	Незначительно улучшится	Незначительно улучшится
Значительно улучшится	Коренным образом улучшится	Коренным образом улучшится	Коренным образом улучшится	Значительно улучшится	Значительно улучшится
Коренным образом улучшится	Коренным образом улучшится	Коренным образом улучшится	Коренным образом улучшится	Коренным образом улучшится	Коренным образом улучшится

экспертные оценки обобщаются (агрегируются) и нормируются так, как предложено в диссертационной работе А. С. Птускина [33]. В результате получим нормированные нечеткие веса стейкхолдеров, сумма которых будет нечетким числом, «размытым» около единицы.

Необходимо с учетом имеющихся ресурсов организации, рисков проектов и их полезности сформировать оптимальный портфель из этих проектов.

Для моделирования внутренних и внешних условий применим сценарный подход: будем рассматривать L сценариев возможных изменений внутренней и внешней среды $S_1, S_2, \dots, S_L$, где $p_1, p_2, \dots, p_L$ – вероятности этих сценариев. Вероятности сценариев также могут быть заданы как нечеткие числа (аналогичным образом, как веса стейкхолдеров). Эти вероятности (как, впрочем, и четкие вероятности сценариев) не являются классическими, а выражают степень экспертной уверенности в тех или иных изменениях внутренних и внешних условий.

Каждый из проектов P_n характеризуется следующими показателями:

- объемом необходимых для своей реализации ресурсов B_n ,
- полезностями проекта u_n^l в рамках каждого из L сценариев.

В данной модели полезность проекта P_n в рамках сценария S_l будем рассчитывать следующим образом:

$$u_n^l = 10 - \sum_{k=1}^K G_{knl}^1 w_k. \quad (4)$$

Таким образом, полезность проекта будет тем выше, чем сильнее снизится интегральная степень желаяния изменения стейкхолдеров в результате его осуществления, то есть чем больше вырастет удовлетворенность заинтересованных сторон и улучшатся их ожидания.

Под удельной полезностью проекта P_n в рамках сценария S_l будем понимать величину $\tilde{u}_n^l$, вычисляемую по формуле:

$$\tilde{u}_n^l = \frac{u_n^l}{B_n}. \quad (5)$$

В качестве мер риска проектов будем использовать дисперсии удельных полезностей ($D\tilde{u}_n^l$). При этом и математические ожидания, и дисперсии удельных полезностей также будут нечеткими числами.

Определим двоичную переменную y_n , принимающую значения 0 и 1, следующим образом:

- $y_n = 0$, если проект n не включается в программу развития организации;
- $y_n = 1$, если проект n включается в программу развития организации.

Предлагается следующая схема проведения анализа и построения оптимального портфеля:

1. Для каждого из N рассматриваемых проектов нечетко определяем суммарные затраты по проекту.

2. Определяем нечеткие весовые коэффициенты K релевантных групп заинтересованных сторон. Рассчитываем нормированные нечеткие веса стейкхолдеров.

3. Определяем текущие характеристики отношений организации со стейкхолдерами: степени удовлетворенности заинтересованных сторон, количественные оценки их ожиданий, степени желания изменений групп в отношении организации.

4. Определяем набор из L сценариев и нечетко оцениваем вероятность каждого из них. Рассчитываем нормированные нечеткие вероятности сценариев.

5. Для каждого проекта определяем степень желания изменений каждого стейкхолдера в отношении организации после осуществления проекта в рамках каждого сценария с помощью заданных нечетких правил вывода.

6. Для каждого проекта по всем сценариям рассчитываем его нечеткие полезности по формуле (4) и нечеткие удельные полезности по формуле (5).

7. Находим нечеткое мат. ожидание удельной полезности проекта n :

$$m_n = E(\tilde{u}_n^l) = \sum_{i=1}^L \tilde{u}_n^l p_i \quad (6)$$

и нечеткие элементы ковариационной матрицы удельных полезностей проектов i и j :

$$v_{ij} = \sum_{l=1}^L (\tilde{u}_i^l - m_i)(\tilde{u}_j^l - m_j) p_l \quad (7)$$

8. Нечетко задаем верхнюю границу по имеющимся ресурсам B_0 .

9. Полезность портфеля $m_{port} = \sum_{i=1}^N y_i m_i$, риск портфеля $\sigma_{port}^2 = \sum_{i,j=1}^N y_i y_j v_{ij}$

С использованием введенных выше предположений, соотношений и обозначений предлагается формирование портфеля проектов осуществлять с помощью следующих моделей.

Модель первая. Программа развития организации формируется по критерию максимума ожидаемой удельной полезности при ограничениях на величину риска программы и объем ресурсов, необходимых для реализации программы:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N y_i m_i \rightarrow \max, \\ \sum_{i,j=1}^N y_i y_j v_{ij} \leq \sigma_0^2, \\ \sum_{i=1}^N y_i B_i \leq B_0. \end{cases} \quad (8)$$

Модель вторая. Программа развития организации формируется по критерию минимума риска программы при ограничениях на объем ресурсов, необходимых для реализации программы, и величину ожидаемой удельной полезности:

$$\begin{cases} \sum_{i,j=1}^N y_i y_j v_{ij} \rightarrow \min, \\ \sum_{i=1}^N y_i m_i \geq m_0, \\ \sum_{i=1}^N y_i B_i \leq B_0. \end{cases} \quad (9)$$

Сформулированные модели формирования оптимального портфеля проектов программы развития организации представляют собой нечеткие задачи булева квадратичного программирования. Данные задачи сводятся к четким задачам булева квадратичного программирования, после чего могут быть решены с использованием стандартных методов [11, 34, 35].

Для каждого портфеля проектов, являющегося решением четких оптимизационных задач, рассчитываем нечеткий риск, нечеткую полезность и нечеткий бюджет. Полученные нечеткие характеристики портфеля могут быть сведены к четким путем дефазификации.

3. Апробация моделей на примере Владивостокского государственного университета экономики и сервиса

Продemonстрируем использование первой из предложенных моделей на следующем примере из практики Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС). Выбор именно первой модели связан с тем, что задача максимизации полезности (при ограничении на риск) более распространена в управленческой практике, чем задача минимизации риска (при ограничении на полезность).

Прежде всего экспертно была вербально определена значимость основных групп заинтересованных сторон (ГЗС) университета (табл. 7).

Таблица 7

Основные стейкхолдеры ВГУЭС и их значимость

ГЗС	Важность ГЗС	
Сотрудники	Высокая	(5; 6; 8; 9)
Бизнес-сообщество	Выше средней	(4; 5; 7; 8)
Общество	Ниже средней	(2; 3; 5; 6)
Государство	Выше средней	(4; 5; 7; 8)
Клиенты	Очень высокая	(8; 9; 10; 10)

Если сравнить полученные оценки с более ранними [29], то можно отметить снижение относительной значимости группы «Государство», что связано с существенным сокращением бюджетного финансирования вуза. При этом возросла относительная важность группы «Клиенты», что также связано с сокращением бюджетного финансирования и необходимостью привлечения существенного количества студентов, обучающихся на возмездной основе. При этом возрастающие требования регулятора к среднему баллу ЕГЭ поступивших в вуз вынуждают университет привлекать «высокобалльников» как на бюджетные, так и внебюджетные места за счет создания образовательных программ, обладающих уникальной потребительской ценностью.

В табл. 8 приведены вербальные оценки текущих характеристик отношений вуза со стейкхолдерами.

Программа стратегического развития ВГУЭС включает более 50 проектов по всем направлени-

ям развития университета (образование, наука, система управления, кадры, инфраструктура, взаимоотношения с местными сообществами).

При демонстрации использования предложенных моделей нами для простоты и наглядности было выбрано 9 укрупненных проектов (стратегических мероприятий), каждый из которых в большей степени ориентирован на тех или иных стейкхолдеров (табл. 9).

Рассматривались три сценария возможных изменений внутренней и внешней среды университета (пессимистичный, реалистичный и оптимистичный). Экспертно определена вероятность каждого сценария по соответствующей лингвистической шкале. Рассчитаны нормированные нечеткие вероятности сценариев: (0,08; 0,23; 0,33; 0,67), (0,38; 0,50; 0,72; 1,17) и (0; 0,09; 0,17; 0,33) соответственно.

Для каждого проекта определена степень желанности изменений каждого стейкхолдера в отношении организации после осуществления проекта

Таблица 8

Оценки текущих характеристик отношений вуза со стейкхолдерами

Стейкхолдер	Степень удовлетворенности	Количественная оценка ожиданий	Степень желания изменений
Государство	Значительно удовлетворен	Незначительно ухудшится	(2,3; 3,05; 4,55; 5,3)
Общество	Значительно удовлетворен	Незначительно улучшится	(1,1; 1,85; 3,35; 4,1)
Клиенты	Умеренно удовлетворен	Значительно улучшится	(1,4; 2,15; 3,65; 4,4)
Сотрудники	Умеренно удовлетворен	Значительно ухудшится	(3,8; 4,55; 6,05; 6,8)
Бизнес сообщество	Умеренно не удовлетворен	Значительно улучшится	(1,4; 2,15; 3,65; 4,4)

Таблица 9

Стратегические мероприятия (проекты)

№ п/п	Проект	Затраты (млн руб.)
1	Расширение пакета образовательных программ по техническим направлениям подготовки с учетом стратегии социально-экономического развития Приморского края и Дальневосточного региона	(4; 5; 5; 6)
2	Формирование кадрового потенциала предприятий, организаций, государственных и муниципальных органов, участвующих в реализации проектов резидентов территорий опережающего развития и свободного порта Владивосток	(3; 4; 4; 5)
3	Развитие модели практико-интегрированного обучения	(11; 13; 13; 15)
4	Создание научных центров компетенций по приоритетным направлениям науки	(50; 57; 63; 70)
5	Развитие молодежной науки университета	(5; 6; 6; 7)
6	Внедрение инноваций в управление и учебный процесс университета	(29; 32; 34; 37)
7	Разработка и внедрение системы развития человеческого капитала для достижения стратегических целей университета	(7; 8; 9; 10)
8	Создание дискуссионной площадки по проблемам развития Владивостока и Приморского края	(3; 4; 4; 5)
9	Создание центра развития физкультурно-оздоровительных инициатив региона	(25; 28; 32; 35)

в рамках каждого сценария с помощью заданных нечетких правил вывода.

После этого рассчитаны нечеткие полезности проектов при осуществлении каждого сценария, нечеткие удельные полезности проектов (табл. 10), нечеткие мат. ожидания удельных полезностей проектов, построена нечеткая ковариационная матрица удельных полезностей проектов.

Таблица 10

Удельные полезности проектов

Номер проекта	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
1	(0,40; 3,93; 7,72; 8,74)	(1,16; 4,84; 8,21; 9,1)	(3,11; 5,99; 8,78; 9,42)
2	(0,88; 4,24; 7,85; 8,82)	(2,34; 5,38; 8,47; 9,24)	(3,37; 6,14; 8,85; 9,49)
3	(0,36; 3,9; 7,69; 8,72)	(1,44; 4,74; 8,13; 8,98)	(2,44; 5,49; 8,52; 9,24)
4	(1,15; 4,45; 7,97; 8,91)	(1,36; 4,6; 8,05; 8,97)	(2,35; 5,37; 8,48; 9,27)
5	(0,36; 3,87; 7,64; 8,67)	(1,35; 4,62; 8,09; 9,01)	(1,35; 4,62; 8,09; 9,01)
6	(0,32; 3,79; 7,6; 8,67)	(0,96; 4,34; 7,94; 8,91)	(2,48; 5,5; 8,56; 9,3)
7	(0,59; 4,04; 7,74; 8,75)	(1,78; 4,94; 8,28; 9,16)	(2,17; 5,22; 8,43; 9,27)
8	(0,36; 3,87; 7,64; 8,67)	(1,03; 4,35; 7,89; 8,85)	(1,48; 4,69; 8,04; 8,92)
9	(0,51; 3,98; 7,69; 8,7)	(0,72; 4,13; 7,77; 8,76)	(1,74; 4,93; 8,19; 9,03)

Для того чтобы свести нечеткие оптимизационные задачи к четким оптимизационным задачам, необходимо задать уровни достоверности по целевой функции и по каждому ограничению. В общем случае эти уровни достоверности могут быть различными. В нашем примере для простоты все они заданы равными ($\gamma=0,95$). Для заданного уровня достоверности сформулированы и решены четкие задачи булева квадратичного программирования.

В табл. 11 приведены некоторые результаты применения первой модели, когда программа развития университета формируется по критерию максимума ожидаемой удельной полезности при ограничениях на величину риска программы и объем ресурсов.

Заметим, что переход к четким ограничениям сверху на риск требует предварительного расчета вспомогательной матрицы $R = (r_{ij})_{i,j=1}^N$, где $r_{ij} = (1-\gamma)a_3^{ij} + \gamma a_4^{ij}$, если $v_{ij} = \langle a_1^{ij}; a_2^{ij}; a_3^{ij}; a_4^{ij} \rangle$.

Сумма всех элементов матрицы R есть точная нижняя грань всех возможных четких вспомогательных ограничений на риск, при которых решением оптимизационной задачи является множество всех рассматриваемых проектов (при соответствующем бюджете). В нашем примере она равна 54950,76.

Такие искусственно большие значения вспомогательных ограничений на риск вызваны тем, что правые границы нечетких значений ковариационной матрицы (a_4^{ij}) существенно превосходят по модулю абсциссы остальных вершин трапеции ($a_1^{ij}, a_2^{ij}, a_3^{ij}$). Переход от нечеткого ограничения на общие затраты $\langle b_0^1; b_0^2; b_0^3; b_0^4 \rangle$ к четкому вспомогательному бюджетному ограничению также происходит по формуле, в которой участвуют абсциссы лишь двух правых вершин трапеции: $b_0 = (1-\gamma)b_0^3 + \gamma b_0^4$. В этой связи дефазификацию нечеткого риска и нечеткого бюджета отобранного портфеля проектов предлагается осуществлять методом среднего максимума, равно как и дефазификацию нечеткой полезности.

Уровень достоверности γ определяет вид четкой целевой функции и жесткость ограничений и потому оказывает влияние на состав портфеля и его нечеткие и четкие оценки [5, 11]. Чем меньше γ , тем больше учитывается размытость нечетких параметров модели, то есть неопределенность.

Заключение

В работе предложены нечеткие оптимизационные модели поддержки принятия решений о выборе портфеля проектов при формировании программы стратегического развития университета. В качестве нечеткой целевой функции используется функция удельной полезности, аргументами которой являются степени желания изменений стейкхолдеров в отношении вуза после осуществления проектов с учетом значимости заинтересованных сторон и величин затрат по проектам. Предполагается, что полезность проекта будет тем выше, чем сильнее снизится интегральная степень желания изменения стейкхолдеров в результате его осуществления, то есть чем больше вырастет удовлетворенность заинтересованных сторон и улучшатся их ожидания. Степень желания изменений стейкхолдеров после осуществления проектов определяется с помощью нечетких правил вывода. Ограничения в моделях также являются нечеткими. Нечеткие оптимизационные задачи сводятся к четким и решаются с помощью стандартных методов, при этом требуется экзогенное задание уровней достоверности для целе-

Таблица 11

**Моделирование формирования программы развития университета
(максимизация ожидаемой полезности, модель первая, $\gamma=0,95$)**

Вспомогательное ограничение на общие затраты (млн руб.)	Вспомогательное ограничение на риск портфеля проектов	Номера проектов, вошедших в портфель	Риск портфеля проектов	Ожидаемая полезность портфеля проектов	Общие затраты портфеля проектов (млн руб.)
98,7	32970	1, 2, 4, 5, 7, 8	270,9	41,1	83,5
	41213	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	379,4	47,7	70,2
129,4	32970	1, 2, 3, 4, 5, 7	273,1	41,4	92,1
	41213	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	370,9	47,9	95,9
	53852	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9	493,2	54,1	98,8
158,0	32970	1, 2, 3, 4, 5, 7	273,1	41,4	92,1
	41213	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	370,9	47,9	95,9
	53852	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	490,3	54,5	127,4
181,9	32970	1, 2, 3, 4, 5, 7	273,1	41,4	92,1
	41213	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	370,9	47,9	95,9
	53852	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	490,3	54,5	127,4
	54951	Все проекты	619,8	61,0	156,1

вых функций и ограничений. Задавая различные уровни достоверности, лицо, принимающее решение, в большей или меньшей степени учитывает имеющуюся неопределенность. При этом будет меняться состав портфеля.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на разработку многопериодных нечетких оптимизационных моделей, в том числе моделей скользящего планирования портфеля проектов с учетом рисков и отношений со стейкхолдерами.

Список литературы

1. Мазелис Л. С., Солодухин К. С. Многопериодные модели оптимизации портфеля проектов университета с учетом рисков и корпоративной социальной ответственности // Университетское управление: практика и анализ. 2014. № 6 (94). С. 49–56.
2. Мазелис Л. С., Солодухин К. С. Модели оптимизации портфеля проектов университета с учетом рисков и корпоративной социальной ответственности // Университетское управление: практика и анализ. 2012. № 4. С. 53–56.
3. Mazelis L. S., Solodukhin K. S. Multi-Period Models for Optimizing an Institution's Project Portfolio Inclusive of Risks and Corporate Social Responsibility, Middle East Journal of Scientific Research, 2013, vol. 17, no. 10, pp. 1457–1461.
4. Mazelis L. S., Solodukhin K. S. Optimization Models of Rolling Planning for Project Portfolio in Organizations

Taking into Account Risk and Corporate Social Responsibility, Journal of Applied Economic Sciences, 2015 (Fall), vol. X, no. 5(35), pp. 795–805.

5. Mazelis L. S., Solodukhin K. S., Chen A. Ya., Tarantaev A. D. Fuzzy Multi-Period Models for Optimizing an Institution's Project Portfolio Inclusive of Risks and Corporate Social Responsibility, Global Journal of Pure and Applied Mathematics, 2016, vol. 12, no. 5, pp. 4089–4105.

6. На пути к социально ответственному университету / под ред. Г. И. Мальцевой. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2009. 411 с.

7. Мальцева Г. И. Роль университетов в формировании социально-ответственного общества // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2009. № 1. С. 9–20.

8. Солодухин К. С. Постановка системы сбалансированных показателей в стейкхолдер-компаниях // Контроллинг. 2009. № 2. С. 64–69.

9. Солодухин К. С., Дзина Г. А. Применение системы сбалансированных показателей в университете на основе теории заинтересованных сторон // Контроллинг. 2009. № 1(29). С. 12–23.

10. Аньшин В. М., Манайкина Е. С. Формирование портфеля проектов компании на основе принципов устойчивого развития // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2015. № 1. С. 126–140.

11. Аньшин В. М., Демкин И. В., Царьков И. Н., Никонов И. М. Применение теории нечетких множеств к задаче формирования портфеля проектов // Проблемы анализа риска. 2008. Т. 5. № 3. С. 8–21.

12. Авдошин С. М., Лифшиц А. А. Формирование портфеля проектов на основе нечеткой модели многокри-

- териальной оптимизации // Бизнес-информатика. 2014. № 1 (27). С. 14–22.
13. Archibald R. D. Projects: vehicles for strategic growth, *Project Management Journal*, 1988, vol. 19, no. 4, pp. 31–34.
 14. Jonas D. Empowering project portfolio manager: How management involvement impacts project portfolio performance, *International Journal of Project Management*, 2010, no. 28, pp. 818–831.
 15. Lord M. A. Implementing strategy through project management, *Long Range Planning*, 1993, vol. 26, no. 1, pp. 76–85.
 16. Meskendahl S. The Influence of Business Strategy on Project Portfolio Management and Its Success – A Conceptual Framework, *International Journal of Project Management*, 2010, no. 28, pp. 807–817.
 17. Srivannaboorn S. Linking Project Management with Business Strategy. Seattle, WA. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2006. 630 p.
 18. Srivannaboorn S., Milosevic D. Z. A two-way influence between business strategy and project management, *International Journal of Project Management*, 2006, vol. 24, no. 6, pp. 493–505.
 19. Yu L., Wang S., Wen F., Lai K. Genetic Algorithm-Based Multi-Criteria Project Portfolio Selection, *Annals of Operations Research*, 2012, vol. 197, no. 1, pp. 71–86.
 20. Аньшин В. М. Методологические аспекты измерения взаимовлияния портфеля проектов и целей компании // Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. 2015. Т. 4. № 3. С. 3–8.
 21. Лихошерст Е. Н. Нечетко-множественная модель оптимизации портфеля проектов строительной компании с учетом рисков и социальной ответственности // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. Материалы VI международной научно-практической конференции. North Charleston, USA: CreateSpace, 2015. С. 204–209.
 22. Лихошерст Е. Н., Мазелис Л. С., Чен А. Я. Выбор оптимального портфеля проектов строительной компании с учётом запросов стейкхолдеров в нечётко-множественной постановке // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2015. № 4 (31). С. 27–40.
 23. Мазелис Л. С., Терентьева Т. В. Модели оптимизации инвестиционных программ корпорации с учетом рисков и корпоративной социальной ответственности // Сегодня и завтра Российской экономики. 2009. № 30. С. 40–44.
 24. Козлитина У. О. Выбор проектов по расширению флота судоходно-топливной компании на основе сравнительного анализа эффектов для заинтересованных сторон // Развитие Дальнего Востока в контексте политических и экономических изменений в Азиатско-Тихоокеанском регионе: материалы Третьего международного магистерского форума (09 июня 2016 г.) / под общ. ред. д-ра экон. наук А. П. Латкина. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. С. 80–86.
 25. Козлитина У. О., Солодухин К. С. Выбор проектов по расширению флота судоходно-топливной компании на основе нечетко-множественного сравнительного анализа стейкхолдерских эффектов // Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие Дальневосточного Региона России и стран АТР: материалы XVIII международной научно-практической конференции-конкурса студентов, аспирантов и молодых исследователей. 27–29 апреля 2016 г. / под общ. ред. д-ра экон. наук О. Ю. Ворожбит. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. Т. 2. С. 20–24.
 26. Козлитина У. О., Солодухин К. С. Нечетко-множественный анализ эффектов для стейкхолдеров от реализации проекта по расширению флота судоходно-топливной компании // Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие Дальневосточного региона: материалы XVII международной научно-практической конференции-конкурса студентов, аспирантов и молодых исследователей (28–29 апреля 2015 г.) / под общ. ред. д-ра экон. наук О. Ю. Ворожбит. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2015. Т. 1. С. 101–104.
 27. Гурков И. Б., Саидов З. Б. Стратегии действий фирмы в условиях неопределенности: системный подход анализа устойчивых условий воспроизводства // XII Международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества / отв. ред.: Е. Г. Ясин. М.: Издательский дом НИУ ВШЭ, 2012. Кн. 2. С. 46–55.
 28. Гурков И. Б. Условия устойчивого развития коммерческой фирмы // Экономическая наука современной России. 2011. № 3. С. 100–114.
 29. Солодухин К. С. Стратегическое управление вузом как стейкхолдер-компанией. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 290 с.
 30. Markowitz H. M. Portfolio Selection, *Journal of Finances*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77–91.
 31. Sharpe W. F. Portfolio Theory and Capital Markets. N. Y.: McGraw-Hill, 2000. 230 p.
 32. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2000. 368 с.
 33. Птускин А. С. Нечеткие модели задач принятия стратегических решений на предприятиях: дис. ... д. э. н. М., 2004. 316 с.
 34. Dubois D., Prade H. Possibility Theory. N. Y.: Plenum Press, 1988. [xvi], 263 p.
 35. Wang J., Hwang W.-L. A Fuzzy Set Approach for R&D Portfolio Selection Using a Real Option Valuation Model, *Omega*, 2007, vol. 35, no. 3, pp. 247–257.



FUZZY MODELS FOR OPTIMIZING A UNIVERSITY'S PROJECT PORTFOLIO INCLUSIVE OF CHARACTERISTICS OF RELATIONSHIPS WITH STAKEHOLDERS

L. S. Mazelis, K. S. Solodukhin, A. Ya. Chen

Vladivostok State University Economics and Service

41 Gogolya str., Vladivostok, 690014, Russian Federation; k.solodukhin@mail.ru

Key words: program for a university's strategic development, project portfolio, utility function, scenario-based approach, fuzzy model, optimization model, characteristics of organizational-stakeholder relationships.

The aim of this article is to develop and test fuzzy optimization models for supporting decision making concerning choosing project portfolio in the framework of university strategic development program. Risk evaluation in the models is conducted within the framework of portfolio investment theory by G. Markoviz with the use of scenario approach. The main difference of suggested model from the previously formulated ones is the fact that utility function is used as fuzzy target function supported by the degree of stakeholders' desire for change in respect of the university once the project is completed considering the importance of interested parties and cost of the project. It is suggested that the project utility is higher if the integral degree of stakeholders' desire for change is lower once the project is completed, that is the satisfaction level of interested parties increases and their expectations improve. Stakeholders' desire for change upon project completion is defined with the use of given fuzzy conclusion rules. All model limitations are also fuzzy. Fuzzy optimization tasks are transformed into clear ones and are solved using standard methods.

We can look as single-period characteristics as the limitation of suggested models. Once we broaden the planning period we need to consider alterations at every step of previously chosen project portfolio depending on achieved results and changes in external and internal factors.

The other limitation is the absence of mechanisms for evaluating the project influence on relations between stakeholders as hair change can have further influence on relations between stakeholders and university. Improvement of models in this area can be a topic for further research.

Materials presented in the article are of interest for university executives in charge of forming strategic development program in the context of limited budget and existing risks.

References

1. Mazelis L. S., Solodukhin K. S. Mnogoperiodnye modeli optimizatsii portfelya proektov universiteta s uchetom riskov i korporativnoi sotsial'noi otvetstvennosti [Multi-Period Models for Optimizing a University's Project Portfolio Inclusive of Risks and Corporate Social Responsibility]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University Management: Practice and Analysis], 2014, no. 6 (94), pp. 49–56.
2. Mazelis L. S., Solodukhin K. S. Modeli optimizatsii portfelya proektov universiteta s uchetom riskov i korporativnoi sotsial'noi [The University Projects Portfolio Optimization Models Involving Risks and Corporate Social Responsibility]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University Management: Practice and Analysis], 2012, no. 4, pp. 53–56.
3. Mazelis L. S., Solodukhin K. S. Multi-Period Models for Optimizing an Institution's Project Portfolio Inclusive of Risks and Corporate Social Responsibility, *Middle East Journal of Scientific Research*, 2013, vol. 17, no. 10, pp. 1457–1461.
4. Mazelis L. S., Solodukhin K. S. Optimization Models of Rolling Planning for Project Portfolio in Organizations Taking into Account Risk and Corporate Social Responsibility, *Journal of Applied Economic Sciences*, 2015 (Fall), vol. X, no. 5 (35), pp. 795–805.
5. Mazelis L. S., Solodukhin K. S., Chen A. Ya., Tarantaev A. D. Fuzzy Multi-Period Models for Optimizing an Institution's Project Portfolio Inclusive of Risks and Corporate Social Responsibility, *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 2016, vol. 12, no. 5, pp. 4089–4105.
6. Mal'tseva G. I. (ed.) Na puti k sotsial'no otvetstvennomu universitetu [On Route to the Socially Responsible University], Vladivostok State University of Economics and Service Press, 2009, 411 p.
7. Mal'tseva G. I. Rol' universitetov v formirovanii sotsial'no-otvetstvennogo obshchestva [Role of Universities in Forming Socially Responsible Society]. *Territoriya novykh vozmozhnostei. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa* [The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service], 2009, no. 1, pp. 9–20.
8. Solodukhin K. S. Postanovka sistemy sbalansirovannykh pokazatelei v steikkholder-kompanii [Formulation of a Balanced Scorecard to Stakeholder Companies]. *Controlling*, 2009, no. 2, pp. 64–69.
9. Solodukhin K. S., Dzina G. A. Primenenie sistemy sbalansirovannykh pokazatelei v universitete na osnove teorii zainteresovannykh storon [Setting Up a Balanced Scorecard in a University Based on Stakeholder Theory]. *Controlling*, 2009, no. 1 (29), pp. 12–23.
10. An'shin V. M., Manaikina E. S. Formirovanie portfelya proektov kompanii na osnove printsipov ustoichivogo razvitiya [Creating a Company's Portfolio Based on the

Principles of Sustainable Development]. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiiskoi akademii nauk* [Vestnik of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences], 2015, no. 1, pp. 126–140.

11. An'shin V. M., Demkin I. V., Tsar'kov I. N., Nikonov I. M. Primenenie teorii nechetkikh mnozhestv k zadache formirovaniya portfelya proektov [On Application of Fuzzy Set Theory to the Problem of Project Portfolio Selection]. *Problemy analiza riska* [Issues of Risk Analysis], 2008, vol. 5, no. 3, pp. 8–21.

12. Avdoshin S. M., Lifshits A. A. Formirovanie portfelya proektov na osnove nechetkoi modeli mnogokriterial'noi optimizatsii [Project Portfolio Formation Based on Fuzzy Multi-Objective Model]. *Biznes-informatika* [Business Informatics], 2014, no. 1 (27), pp. 14–22.

13. Archibald R. D. Projects: vehicles for strategic growth, *Project Management Journal*, 1988, vol. 19, no. 4, pp. 31–34.

14. Jonas D. Empowering project portfolio manager: How management involvement impacts project portfolio performance, *International Journal of Project Management*, 2010, no. 28, pp. 818–831.

15. Lord M. A. Implementing strategy through project management, *Long Range Planning*, 1993, vol. 26, no. 1, pp. 76–85.

16. Meskendahl S. The Influence of Business Strategy on Project Portfolio Management and Its Success – A Conceptual Framework, *International Journal of Project Management*, 2010, no. 28, pp. 807–817.

17. Srivannaboon S. Linking Project Management with Business Strategy. Seattle, WA. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2006. 630 p.

18. Srivannaboon S., Milosevic D. Z. A two-way influence between business strategy and project management, *International Journal of Project Management*, 2006, vol. 24, no. 6, pp. 493–505.

19. Yu L., Wang S., Wen F., Lai K. Genetic Algorithm-Based Multi-Criteria Project Portfolio Selection, *Annals of Operations Research*, 2012, vol. 197, no. 1, pp. 71–86.

20. An'shin V. M. Metodologicheskie aspekty izmeneniya vzaimovliyaniya portfelya proektov i tselei kompanii [Methodological Aspects of Measuring Mutual Effect of Project Portfolio and Company's Goals]. *Rossiiskii zhurnal upravleniya proektami* [Scientific Research and Development. Russian Journal of Project Management], 2015, vol. 4, no. 3, pp. 3–8.

21. Likhosherst E. N. Nechetko-mnozhestvennaya model' optimizatsii portfelya proektov stroitel'noi kompanii s uchetom riskov i sotsial'noi otvetstvennosti [Fuzzy Optimization Model of Multiple Construction Projects of the Company Portfolio, taking into account the Risks and Social Responsibility]. *Materialy VI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye napravleniya fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy»* [Proceedings of the VI international scientific and practical conference «Topical areas of fundamental and applied research»], North Charleston, 2015, pp. 204–209.

22. Likhosherst E. N., Mazelis L. S., Chen A. Ya. Vybora optimal'nogo portfelya proektov stroitel'noi kompanii s uchetom zaprosov steikholderov v nechetko-mnozhestvennoi postanovke [Selection of the Optimal Portfolio Construction Company taking into account the Requests of Stakeholders

in the Formulation of Multi-Fuzzy]. *Territoriya novykh vozmozhnostei. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa* [The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service], 2015, no. 4 (31), pp. 27–40.

23. Mazelis L. S., Terent'eva T. V. Modeli optimizatsii investitsionnykh programm korporatsii s uchetom riskov i korporativnoi sotsial'noi otvetstvennosti [The Corporation Development Investment Program Optimization Models Considering Risks and Corporate Social Responsibility]. *Segodnya i zavtra Rossiiskoi ekonomiki* [Today and Tomorrow of Russian Economy], 2009, no. 30, pp. 40–44.

24. Kozlitina U. O. Vybora proektov po rasshireniyu flota sudokhodno-toplivnoi kompanii na osnove sravnitel'nogo analiza effektiv dlya zainteresovannykh storon [Selection of projects for expansion the fleet of the shipping-fuel company based on comparative analysis of stakeholder effects]. *Materialy Tret'ego mezhdunarodnogo masterskogo foruma «Razvitie Dal'nego Vostoka v kontekste politicheskikh i ekonomicheskikh izmenenii v Aziatsko-Tikhookeanskom regione»* [Proceedings of the Third International Master Forum «The Development of the Far East in the Context of Political and Economic Changes in the Asia-Pacific Region»], Vladivostok, 2016, pp. 80–86.

25. Kozlitina U. O., Solodukhin K. S. Vybora proektov po rasshireniyu flota sudokhodno-toplivnoi kompanii na osnove nechetko-mnozhestvennogo sravnitel'nogo analiza steikholderskikh effektiv [Selection of Projects for Expansion the Fleet of the Shipping-Fuel Company Based on Fuzzy-Set Comparative Analysis of Stakeholder Effects]. *Materialy XVIII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii-konkursa studentov, aspirantov i molodykh issledovatelei «Intellektual'nyi potentsial vuzov – na razvitie Dal'nevostochnogo Regiona Rossii i stran ATR»* [Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference-Competition of Students and Young Researchers «Intellectual Potential of Universities – for the Development of the Far Eastern Region»], Vladivostok, 2016, pp. 20–24.

26. Kozlitina U. O., Solodukhin K. S. Nechetko-mnozhestvennyi analiz effektiv dlya steikholderov ot realizatsii proekta po rasshireniyu flota sudokhodno-toplivnoi kompanii [The Indistinct and Multiple Analysis of Effects for Stakeholders from Implementation of the Project on Expansion of Fleet of the Shipping-Fuel Company]. *Materialy XVII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii-konkursa studentov, aspirantov i molodykh issledovatelei «Intellektual'nyi potentsial vuzov – na razvitie Dal'nevostochnogo Regiona Rossii i stran ATR»* [Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference-Competition of Students and Young Researchers «Intellectual Potential of Universities – for the Development of the Far Eastern Region»], Vladivostok, 2016, pp. 101–104.

27. Gurkov I. B., Saidov Z. B. Strategii deistvii firmy v usloviyakh neopredelennosti: sistemnyi podkhod analiza ustoychivyykh uslovii vosпроизводства [Strategies of Actions of the Firm in Conditions of Uncertainty: a Systematic Approach to the Analysis of Sustainable Reproduction Conditions]. *Materialy XII Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva* [Proceedings of the XII International Scientific

Conference on Problems of Development of Economy and Society], Moscow, 2012, vol. 2, pp. 46–55.

28. Gurkov I. B. Usloviya ustoichivogo razvitiya kommercheskoi firmy [Principles for Robustness of the Firm]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii* [Economic Science of Modern Russia], 2011, no. 3, pp. 100–114.

29. Solodukhin K. S. Strategicheskoe upravlenie vuzom kak steikholder-kompaniei [Strategic Management of the University as a Stakeholder-Company], Saint Petersburg, Polytechnic University Publishing House, 2009, 290 p.

30. Markowitz H. M. Portfolio Selection, *Journal of Finances*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77–91.

31. Sharpe W. F. Portfolio Theory and Capital Markets. N. Y.: McGraw-Hill, 2000. 230 p.

32. Andreichikov A. V., Andreichikova O. N. Analiz, sintez, planirovanie reshenii v ekonomike [Analysis, Synthesis, Planning of Decisions in Economy], Moscow, Finansy i statistika, 2000, 368 p.

33. Ptuskin A. S. Nechetkie modeli zadach prinyatiya strategicheskikh reshenii na predpriyatiyakh [Fuzzy Models of Strategic Decision Making at enterprises], Doctor's thesis, Moscow, 2004, 316 p.

34. Dubois D., Prade H. Possibility Theory. N. Y.: Plenum Press, 1988. [xvi], 263 p.

35. Wang J., Hwang W.-L. A Fuzzy Set Approach for R&D Portfolio Selection Using a Real Option Valuation Model, *Omega*, 2007, vol. 35, no. 3, pp. 247–257.

Информация об авторах / Information about the authors:

Мазелис Лев Соломонович – доктор экономических наук, заведующий кафедрой математики и моделирования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса; 8 (423) 240-40-65; lev.mazelis@vvsu.ru.

Солодухин Константин Сергеевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией стратегического планирования, профессор кафедры математики и моделирования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса; 8-914-791-04-05; k.solodukhin@mail.ru.

Чен Андрей Яковлевич – кандидат экономических наук, научный сотрудник лаборатории стратегического планирования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса; 8-924-240-22-56; a.chen@inbox.ru.

Lev S. Mazelis – Doctor of Sciences (Economics), Head of Mathematics and Modeling Department, Vladivostok State University Economics and Service; +7 (423) 240-40-65; lev.mazelis@vvsu.ru.

Konstantin S. Solodukhin – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of Strategic Planning Laboratory, Professor of Mathematics and Modeling Department, Vladivostok State University Economics and Service; 8-914-791-04-05; k.solodukhin@mail.ru.

Andrey Ya. Chen – Candidate of Sciences (Economics), Researcher at the Strategic Planning Laboratory, Vladivostok State University Economics and Service; 8-924-240-22-56; a.chen@inbox.ru.

