

СБАЛАНСИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

К. С. Солодухин, Г. С. Завалин, Д. В. Макарова

Владивостокский государственный университет

Россия, 690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41;

k.solodukhin@mail.ru

Аннотация. Целью данной исследовательской статьи является разработка и апробация нечетких многокритериальных моделей, обеспечивающих сбалансированное развитие интеллектуального капитала университета. Нечетко-множественные инструменты имеют существенные преимущества при поддержке принятия управленческих решений в сфере развития интеллектуального капитала, что связано с его спецификой, а также изменением его структуры и сущности в условиях цифровой экономики. Разработанные модели базируются на нечетких моделях справедливого компромисса, а также многокритериальных моделях с целевыми функциями, генерируемыми имитационными процедурами. Модели позволяют приоритизировать портфели проектов по развитию интеллектуального капитала университета на основе предложенных критериев пропорционального развития, а также полезности портфелей и необходимых для их осуществления ресурсов. Представлены и проанализированы результаты апробации моделей на примере крупного регионального университета.

Материалы статьи представляют интерес для руководителей университетов, получающих инструменты обеспечения сбалансированного развития интеллектуального капитала вуза и его компонентов на всех уровнях.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, сбалансированное развитие, нечеткая модель, многокритериальная модель, имитационная модель, модель справедливого компромисса

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01091, <https://rscf.ru/project/23-28-01091/> в ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», Приморский край.

Для цитирования: Солодухин К. С., Завалин Г. С., Макарова Д. В. Сбалансированное развитие интеллектуального капитала университета на основе нечетких многокритериальных моделей // Университетское управление: практика и анализ. 2025. Т. 29, № 1. С. 131–144. DOI: 10.15826/umpa.2025.01.008:

BALANCED DEVELOPMENT OF UNIVERSITY INTELLECTUAL CAPITAL USING FUZZY MULTI-CRITERIA MODELS

K. S. Solodukhin, G. S. Zavalin, D. V. Makarova

Vladivostok State University

41 Gogolya str., Vladivostok, 690014, Russian Federation;

k.solodukhin@mail.ru

Abstract. This study aims to develop and validate fuzzy multi-criteria models designed to facilitate the balanced development of a university intellectual capital. Fuzzy logic tools offer significant advantages in supporting managerial decision-making for intellectual capital development, particularly given its inherent complexity and evolving structure in the digital economy. The proposed models integrate fuzzy fair compromise approaches and multi-criteria optimization with target functions generated through simulation procedures. These models enable the prioritization of intellectual capital development project portfolios based on three key criteria: (1) proportional development, (2) portfolio utility, and (3) resource requirements. We present and analyze test results from applying these models at a large regional university. The

findings demonstrate the framework's effectiveness in supporting strategic decision-making for intellectual capital growth. This research provides university administrators with practical tools to ensure balanced development of institutional intellectual capital across all organizational levels.

Keywords: intellectual capital, balanced development, fuzzy model, multi-criteria model, simulation model, fair compromise model

Acknowledgments. The study was sponsored by the Russian Science Foundation (RSF) as a part of research project No. 23-28-01091 (<https://rscf.ru/project/23-28-01091/>).

For citation: Solodukhin K. S., Zavalin G. S., Makarova D. V. Balanced Development of the University's Intellectual Capital Based on Fuzzy Multi-Criteria Models. *University Management: Practice and Analysis*, 2025, vol. 29, nr 1, pp. 131-144. doi 10.15826/umpa.2025.01.009. (In Russ.).

Введение

В процессе управления текущей деятельностью и развитием университета руководство вуза постоянно сталкивается с необходимостью обеспечения самых различных балансов и компромиссов: между необходимостью следования общегосударственной стратегии и сохранением университетской автономии и академических свобод [1–2]; между фундаментальностью и практико-ориентированностью [3–4]; между обучением, исследованиями и третьей ролью университета [5–7]; между противоречивыми интересами самых различных групп заинтересованных сторон в отношении вуза и интересами университета в отношении стейкхолдеров [8–11].

Необходимо также по возможности обеспечивать: организационный баланс [12]; структурные балансы в университетских социальных группах [13]; гендерный баланс [14]; баланс рабочего времени (нагрузки) профессорско-преподавательского состава [15–16]; баланс доходов [17–19]; баланс компетенций («жестких» и «мягких» навыков) при реализации и создании новых образовательных программ [20].

Отдельно следует выделить балансы в рамках развития интеллектуального капитала: между развитием его основных структурных компонентов (человеческого, организационного и отношения человеческого капиталов); между различными видами когнитивных активностей, обеспечивающих развитие основных структурных компонентов (обучение, самосовершенствование, вовлечение, производственная рационализация, инновационная деятельность и клиентоориентированная рационализация); между ресурсами, за которые конкурируют компоненты ядра интеллектуального капитала [21–23], между интересами и целями стейкхолдеров университета в отношении интеллектуального капитала вуза [24].

Особое внимание к сбалансированному развитию интеллектуального капитала университета обусловлено следующими причинами. Формирование интеллектуального капитала является не только

залогом устойчивого развития цифровой экономики (не зря Г. Б. Клейнер называет высшую фазу развития цифровой экономики интеллектуальной экономикой [25]), но и основой обеспечения национальных интересов (прежде всего, технологического суверенитета). При этом одна из ведущих ролей в этом процессе принадлежит университетам. С другой стороны, в условиях цифровой экономики интеллектуальный капитал становится ключевым конкурентным преимуществом большинства организаций и, вне всякого сомнения, университетов. Наконец (и это самое главное с точки зрения темы и цели настоящей работы), сбалансированное развитие интеллектуального капитала университета может обеспечить сбалансированное развитие большинства остальных аспектов его деятельности.

Специфика интеллектуального капитала, изменение его структуры и сущности в условиях цифровой экономики (рост числа и значимости влияния имплицитных и «качественных» факторов, усиление роли динамического взаимодействия компонентов интеллектуального капитала в ходе его эволюционного развития, смещение акцента в сторону отношенческого капитала [26]), приводят к необходимости разработки и использования нечетко-множественных инструментов, имеющих существенные преимущества при моделировании слабоструктурированных явлений и процессов и формализации различного рода неопределенностей. В последнее время бурно развиваются нечеткие модели и методы применительно к самым различным аспектам оценки, формирования и развития интеллектуального капитала организаций, в том числе и университетов. Однако многие важнейшие вопросы, связанные с обеспечением справедливых компромиссов в рамках сбалансированного развития интеллектуального капитала, остались за пределами существующих исследований.

Необходима разработка новых нечетких инструментальных средств обеспечения сбалансированного развития интеллектуального капитала университета в условиях цифровой экономики.

Обзор литературы

Обеспечение сбалансированного развития интеллектуального капитала организации (далее – ИКО) происходит в условиях конфликтов за ресурсы между его компонентами и потому невозможно без использования многокритериальных моделей, обеспечивающих сравнение различных альтернатив. Методы многокритериальной поддержки принятия решений позволяют охватить все важные измерения ИКО, поскольку, как справедливо отмечает F. Vilich с соавторами, интеллектуальный капитал сам является многомерным объектом [27–28].

Разработано значительное количество четких многокритериальных моделей поддержки принятия управленческих решений по развитию ИКО и его основных компонентов, при этом соответствующих нечетких инструментов значительно меньше.

Существующие нечеткие модели и методы поддержки принятия решений в сфере управления ИКО можно условно разделить на несколько групп:

1) нечеткие модели и методы формирования каузального поля показателей развития ИКО (в том числе методы выявления и определения силы влияния имплицитных факторов). В этой связи следует особо отметить работы Д. М. Назарова [29–31], на базе которых нами была предложена авторская концепция формирования каузального поля ИКО, операционализованный путем разработки нечеткой экономико-математической модели [32]. Модель была апробирована на примере крупного регионального университета;

2) нечеткие модели и методы количественной оценки ИКО и его основных структурных компонентов. В их рамках используются самые различные нечеткие инструменты: алгоритмы нечеткой логики [33–34]; нечеткие нейронные сети и нечеткие когнитивные карты [35–37]; нечеткие методы ранжирования элементов иерархии (в первую очередь, различные модификации нечеткого метода анализа иерархий) [38–41]. Среди них заслуживают особого внимания модели и методы, апробированные на примере образовательных организаций либо разработанные специально для университетов [42–46];

3) нечеткие модели и методы формирования программы развития ИКО (оптимизации портфеля проектов по развитию ИКО). Здесь также могут быть выделены работы, относящиеся к интеллектуальному капиталу университетов [47] и его основным структурным компонентам: человеческому [48–50] и отношенческому капиталу [51–53].

Перечисленные нечеткие инструменты позволяют ранжировать элементы (показатели) ИКО и отдельные проекты по его развитию на основе различных наборов критериев. В этой связи они могут быть в той или иной степени использованы для достижения сбалансированного развития ИКО.

В то же время при решении задачи сбалансированного развития ИКО очень важно рассматривать (и приоритизировать) не только показатели и отдельные проекты, но и программы развития, представляющие собой портфели проектов по развитию ИКО и его компонентов. В этой связи возникает необходимость разработки соответствующих нечетких многокритериальных моделей.

Модели

Пусть сформировано каузальное поле показателей развития интеллектуального капитала университета (далее – ИКУ), представленное в виде многоуровневой иерархической структуры. Пусть получены нечеткие значения всех показателей [46].

Пусть имеется набор возможных проектов по развитию ИКУ. В работе [47] нами решалась задача нечеткой оптимизации портфеля проектов по повышению ИКУ по критерию максимума ожидаемой удельной полезности портфеля (при ограничениях на величину риска и объем финансовых ресурсов) либо по критерию минимума риска портфеля (при ограничениях на объем необходимых ресурсов и величину ожидаемой удельной полезности). В настоящей работе перед нами стоит задача формирования портфеля проектов, обеспечивающего наиболее сбалансированное (пропорциональное) развитие ИКУ по заданным критериям.

Предполагается, что реализация каждого проекта приводит к ожидаемым нечетким изменениям показателей развития ИКУ нижнего уровня и через них – всех показателей в иерархии. Изменения показателей ИКУ нижнего уровня определяются экспертно в лингвистической шкале с заданными функциями принадлежности. На основе нечетких изменений показателей развития ИКУ нижнего уровня могут быть рассчитаны нечеткие изменения всех показателей в иерархии, вплоть до нулевого иерархического уровня, на котором находится интегральный показатель интеллектуального капитала университета в целом (I).

Таким образом, для каждого j -го портфеля проектов ($j = 1, J$) могут быть рассчитаны нечеткие ожидаемые значения всех показателей ИКУ, к достижению которых приведет реализация данного портфеля. Обозначим их через $b_1^j, b_2^j, \dots, b_n^j$, где n – общее количество показателей в иерархии.

Предполагается, что имеются нечеткие целевые значения всех показателей ИКУ. Обозначим их через H_1, H_2, \dots, H_n .

Под степенью относительного недовыполнения (недостижения) целевого значения i -го показателя ИКУ для j -го портфеля проектов будем понимать нечеткую величину

$$W_i^j = \frac{H_i - b_i^j}{H_i} k_i, \quad (1)$$

где k_i – нечеткий коэффициент, корректирующий степень относительного недовыполнения i -го показателя ИКУ, исходя из дополнительных условий.

Будем считать, что все показатели W_i^j нормированы таким образом, чтобы их носители являлись подмножествами интервала $[0;1]$. Для этого могут быть использованы биективные отображения $f_i : [a_i; b_i] \rightarrow [0;1]$,

$$f_i(x) = \frac{x - a_i}{b_i - a_i}, \quad (2)$$

где a_i есть инфимум носителя нечеткого множества $\frac{H_i - H_i}{H_i}$, b_i есть супремум носителя нечеткого множества $\frac{H_i}{H_i}$.

В случае, если $H_i \leq b_i^j$ (для заданного правила сравнения нечетких чисел), будем считать, что $W_i^j = 0$. Здесь необходимо заметить, что в силу нечеткости величин H_i и b_i^j , даже если $H_i \leq b_i^j$, могут существовать риски недостижения целевого значения H_i . Однако количественная оценка этих рисков – непростая задача, которой будет посвящено отдельное исследование.

Пропорциональное развитие ИКУ предполагает равенство степеней относительного недовыполнения для заданной группы из m показателей ИКУ ($m \leq n$). При этом речь идет о нечетком равенстве, способ расчета степени которого может различаться [54].

Каждому портфелю проектов может быть поставлен в соответствие вектор $W^j = (W_1^j, W_2^j, \dots, W_m^j)$.

С точки зрения пропорционального развития ИКУ портфель проектов тем «лучше» (сбалансированнее), чем ближе компоненты вектора W^j к нулю (или чем меньше норма вектора W^j , например, его длина $|W^j| = \sqrt{(W_1^j)^2 + (W_2^j)^2 + \dots + (W_m^j)^2}$).

С другой стороны, пропорциональность развития требует минимальности «разброса» значений компонентов вектора W^j . То есть предпочтительность набора проектов может определяться величиной $d(W^j) = \max_i W_i^j - \min_i W_i^j$ ($i = 1, m$) (чем меньше, тем «лучше»).

Таким образом, возникает двухкритериальная задача выбора портфеля проектов, решение

которой осуществляется в соответствии с принципом справедливого компромисса [55].

Модель справедливого компромисса предполагает введение дополнительных критериев, т.н. цен уступки. Пусть в области допустимых компромиссов имеется два решения X', X'' и их критерии оценки Y_1 и Y_2 , причем решение X' превышает X'' по одному из критериев, но уступает по другому. Для сравнения этих решений вводится мера относительного снижения качества решения по каждому из критериев (цена уступки) x :

$$x_1 = \frac{\lambda_1 \Delta Y_1(X', X'')}{\max_{X', X''} Y_1(X)}; \quad x_2 = \frac{\lambda_2 \Delta Y_2(X', X'')}{\max_{X', X''} Y_2(X)}, \quad (3)$$

где ΔY_1 и ΔY_2 – абсолютные уровни снижения критериев при переходе от решения X' к X'' (для Y_1) и при обратном переходе (для Y_2), λ_1, λ_2 – веса критериев Y_1, Y_2 . При $x_1 > x_2$ более предпочтительным считается решение X' , и наоборот.

Веса критериев λ_1, λ_2 задаются экспертно и потому могут быть заданы в некоторой лингвистической шкале с последующим переводом их в нечеткие числа. Соответственно, нечеткими будут цены уступки x_1, x_2 [56]. В этом случае их сравнение должно осуществляться по правилам сравнения нечетких чисел.

При необходимости два критерия пропорционального развития могут быть сведены к одному критерию (β^j) следующим образом:

$$\beta^j = \lambda_1 \cdot |W^j| + \lambda_2 \cdot d(W^j), \quad (4)$$

где λ_1, λ_2 – нечеткие весовые коэффициенты критериев $|W^j|$ и $d(W^j)$ соответственно.

В предложенной схеме выбора портфеля проектов не учитываются ресурсные критерии (например, объем необходимых для реализации портфеля финансовых ресурсов), а также полезность портфеля (под которой может пониматься, например, ожидаемое значение интегрального показателя ИКУ либо его относительный прирост). Данные критерии могут быть сведены к одному важному критерию – удельной полезности портфеля проектов.

В настоящей работе удельную полезность j -го портфеля проектов (m^j) предлагается рассчитывать следующим образом:

$$m^j = \frac{W_i^j}{B^j}, \quad (5)$$

где W_i^j – степень относительного недовыполнения (недостижения) целевого значения показателя I (интегрального показателя ИКУ) при реализации j -го портфеля, B^j – нечеткий ожидаемый

объем необходимых для реализации j -го портфеля финансовых ресурсов.

В этой связи может быть предложена более сложная схема выбора портфеля.

Прежде всего, выстраивается последовательность (линейно упорядоченное множество) решений (портфелей) в порядке их приоритетности (по убыванию, по правилам сравнения нечетких чисел) по удельной полезности. Последовательность ранжированных решений разбивается на некоторое количество интервалов с заданным шагом. Равноприоритетными (с точки зрения удельной полезности) будут считаться решения, попавшие в один интервал. Ранжирование решений внутри каждого интервала осуществляется по предложенным выше двум критериям пропорционального развития (либо по обобщенному критерию β^j). Управление степенью предпочтения между критериями пропорциональности развития ИКУ и критерием удельной полезности осуществляется через варьирование шага разбиения.

Данная схема может быть изменена таким образом, чтобы последовательность решений выстраивалась в порядке приоритетности по выбранному критерию пропорциональности развития ИКУ. Тогда ранжирование решений внутри интервалов будет осуществляться на основе критерия удельной полезности.

Характерной особенностью данного подхода является то, что в этом случае генерирование двухкритериальной целевой функции осуществляется имитационной процедурой. В более общем случае может быть рассмотрено несколько групп критериев (более двух) и, соответственно, многокритериальная целевая функция.

Заметим, что в общем случае шаг разбиения также может быть задан нечетко. В этом случае принадлежности решения к тому или иному интервалу могут быть определены с некоторыми степенями уверенности (рассчитанными, например, как площади фигур, отсеченные функцией принадлежности нечеткого решения и прямыми, параллельными оси ординат и проходящими через границы соответствующих интервалов [57]). Отнесение нечеткого решения к интервалу может быть осуществлено по максимальной степени уверенности.

Апробация моделей на примере Владивостокского государственного университета

Предложенные нечеткие модели апробированы на примере крупного регионального университета (Владивостокского государственного университета,

ВВГУ). Выбор данного университета обусловлен, во-первых, наличием стратегии развития университета, формализованной в виде стратегических карт. Во-вторых, на примере данного вуза ранее были апробированы отдельные нечеткие инструменты [32, 46–47], которые частично используются в предлагаемых моделях.

Каузальное поле показателей развития ИКУ, представленное в виде многоуровневой иерархической структуры, представлено в работах [46–47].

В работе [46] были рассчитаны текущие значения показателей нижнего уровня иерархии (в виде нечетких чисел Гауссова типа) и на их основе – всех показателей вышележащих уровней. Аналогичным образом были рассчитаны нечеткие целевые значения показателей. Нечеткие текущие и целевые значения, дефазифицированные центроидным методом, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения показателей интеллектуального капитала университета

Table 1

Values of the university's intellectual capital indicators

Показатель ИКУ	Текущее значение	Целевое значение
I	5,131	6,942
I _H	5,226	6,933
I _O	5,012	6,985
I _R	4,612	6,502
I _{H1}	2,829	5,218
I _{H2}	5,515	7,145
I _{O1}	5,459	6,878
I _{O2}	5,012	7,035
I _{R1}	4,612	6,502
I _{R2}	4,852	7,150
I _{H21}	4,099	6,517
I _{H22}	6,660	7,659
I _{O21}	2,829	5,205
I _{O22}	7,189	8,214
I _{O23}	3,939	6,775
I _{R11}	5,0	7,047
I _{R12}	2,829	5,440
I _{R13}	5,341	6,591
I _{R21}	2,885	5,623
I _{R22}	5,415	8,393

В работе [47] приведены возможные проекты по развитию ИКУ, а также определены их бюджеты (в виде нечетких чисел Гауссова типа) (таблица 2).

Из восьми проектов может быть составлено $2^8-1=255$ возможных портфелей. Были рассчитаны нечеткие ожидаемые бюджеты всех этих портфелей. При необходимости можно перейти от нечетких бюджетов портфелей к четким, используя выбранный метод дефазификации. В данной работе мы использовали для этой цели наиболее распространенный центроидный метод.

Рассмотрим все возможные портфели, четкий ожидаемый бюджет которых находится в диапазоне от 60 до 66 млн. руб. Может быть сформировано 23 таких портфеля.

Сбалансированное развитие ИКУ прежде всего предполагает сбалансированность в развитии человеческого, организационного и отношенческого капиталов университета, которое, в свою очередь, обеспечивается за счет соответствующих когнитивных активностей. В этой связи в качестве заданной группы показателей, на основе которых будут сформированы критерии пропорционального развития, будем рассматривать совокупность интегральных показателей, соответствующих типам когнитивной активности: обучению (I_{H1}), самосовершенствованию (I_{H2}), вовлечению (I_{O1}), производственной рационализации (I_{O2}), клиентоориентированной рационализации (I_{R1}), инновационной деятельности (I_{R2}) ($m=6$).

Для каждого портфеля проектов рассчитаем нормированные нечеткие значения этих

показателей и, на их основе, нечеткие значения критериев пропорционального развития, а также нечеткие удельные полезности портфелей. Соответствующие дефазифицированные (четкие) значения приведены в таблице 3.

Поскольку $d(W^j) \in [0;1]$ и $|W^j| \in [0; \sqrt{6}]$ (при $m=6$), то разумно задать значения λ_1 и λ_2 таким образом, чтобы $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{6}$, $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$.

Формируем линейно упорядоченное множество портфелей в порядке их приоритетности по удельной полезности (по возрастанию). Задаем различные шаги разбиения и для каждого шага приоритизируем портфели внутри получившихся интервалов по обобщенному критерию пропорционального развития (по убыванию) (таблица 4). Для простоты и наглядности были выбраны четкие значения шагов разбиения, хотя, как было отмечено выше, в общем случае шаги разбиения могут быть заданы нечетко.

Рассмотрим данный процесс подробнее. В результате приоритизации проектов по удельной полезности получаем линейно упорядоченное множество портфелей с удельными полезностями от 0,695 (для портфеля с номером 8) до 0,858 (для портфеля с номером 19). Задаем шаг разбиения 0,075 и начальное значение удельной полезности (точку отсчета) 0,625. Получаем четыре интервала: (0,625;0,7), (0,7;0,775), (0,775;0,85), (0,85;0,925), в которые попадают значения удельных полезностей всех рассматриваемых портфелей. Считаем

Таблица 2

Проекты по развитию интеллектуального капитала университета

Table 2

Projects for the development of the university intellectual capital

Номер проекта	Название проекта	Бюджет проекта (параметры аппроксимирующей гауссианы)	
		μ (млн. руб.)	σ
1	Проведение обучения преподавателей цифровым образовательным технологиям, в том числе технологиям создания MOOC	12,24	1,71
2	Организация стажировок преподавателей на предприятиях	5,18	0,82
3	Совершенствование системы материального и нематериального поощрения и стимулирования персонала	20,93	2,32
4	Выявление запросов стейкхолдеров (абитуриентов, родителей, студентов, работодателей, педагогического сообщества) к университету	3,87	0,45
5	Организация мероприятий (деловых, творческих, спортивных, профессиональных), направленных на сплочение коллектива	4,21	0,74
6	Развитие инфраструктурной составляющей университета	18,36	2,17
7	Проведение социально ориентированных и социально значимых мероприятий на базе университета	6,53	0,98
8	Комплексная поддержка развития научной деятельности в университете	20,34	3,19

Источник: [47].

Таблица 3

**Портфели проектов по развитию интеллектуального капитала
университета и их числовые характеристики**

Table 3

**Portfolios of university intellectual capital development projects
and their numerical characteristics**

Номер портфеля (j)	Состав портфеля	W_{IH1}^j	W_{IH2}^j	W_{IO1}^j	W_{IO2}^j	W_{IR1}^j	W_{IR2}^j	B^j	m^j	W^j	$d(W^j)$	β^j
1	1,4,5,6,7,8	0,662	0	0	0,544	0,424	0,171	65,55	0,736	0,971	0,662	0,7516
2	1,2,3,7,8	0,428	0,551	0	0,495	0,509	0	65,22	0,767	0,995	0,551	0,6795
3	2,3,6,8	0,699	0,495	0	0,574	0,563	0	64,81	0,727	1,175	0,699	0,8371
4	1,2,3,4,5,6	0,428	0	0	0,495	0,411	0,213	64,79	0,851	0,802	0,495	0,5839
5	1,3,5,7,8	0,662	0	0	0,544	0,616	0,141	64,25	0,737	1,064	0,662	0,7787
6	1,2,4,5,6,8	0,428	0	0	0,495	0,419	0	64,20	0,847	0,777	0,495	0,5768
7	1,3,4,7,8	0,662	0,491	0	0,544	0,480	0	63,91	0,741	1,098	0,662	0,7884
8	3,5,6,8	0,866	0	0	0,629	0,680	0,141	63,84	0,695	1,276	0,866	0,9849
9	3,4,6,8	0,866	0	0	0,495	0,414	0	63,50	0,740	1,080	0,866	0,9281
10	1,2,3,6,7	0,428	0,582	0	0,495	0,514	0,267	63,24	0,745	1,050	0,582	0,7179
11	1,2,3,5,8	0,428	0	0,111	0,495	0,599	0	62,90	0,821	0,894	0,599	0,6841
12	1,2,6,7,8	0,428	0,593	0,138	0,495	0,514	0	62,65	0,739	1,031	0,593	0,7197
13	1,2,3,4,8	0,428	0,491	0	0,495	0,464	0	62,56	0,857	0,941	0,495	0,624
14	1,3,5,6,7	0,662	0,505	0	0,495	0,546	0,437	62,27	0,727	1,195	0,662	0,8165
15	1,3,4,6,7	0,662	0,519	0,091	0,544	0,424	0,366	61,93	0,708	1,151	0,571	0,7393
16	1,5,6,7,8	0,662	0,514	0,108	0,495	0,546	0,193	61,68	0,723	1,138	0,554	0,7231
17	1,3,4,5,8	0,662	0	0,107	0,544	0,564	0	61,59	0,793	1,032	0,662	0,7692
18	1,4,6,7,8	0,662	0,528	0,130	0,544	0,424	0,159	61,34	0,716	1,111	0,532	0,6999
19	2,3,4,5,7,8	0,699	0	0	0,574	0,419	0	61,06	0,858	0,997	0,699	0,7855
20	1,2,3,5,6	0,428	0,505	0	0,495	0,530	0,267	60,92	0,841	1,018	0,530	0,6718
21	1,2,3,4,6	0,428	0,519	0	0,495	0,411	0,213	60,58	0,845	0,955	0,519	0,6456
22	1,2,5,6,8	0,428	0,514	0	0,495	0,530	0	60,33	0,837	0,987	0,530	0,6628
23	1,3,7,8	0,662	0,551	0,084	0,544	0,616	0,141	60,04	0,714	1,201	0,578	0,7588

Таблица 4

**Приоритизация портфелей проектов по развитию интеллектуального
капитала университета (первый способ)**

Table 4

**Prioritization of project portfolios for the development of the
university intellectual capital (first method)**

Шаг	Интервалы и портфели							
	0,675-0,7	0,7-0,725	0,725-0,75	0,75-0,775	0,775-0,8	0,8-0,825	0,825-0,85	0,85-0,875
0,025	8	15,23,18,16	3,14,1,5,12,9,7,10	2	17	11	22,20,21,6	4,13,19
	8	23,15,16,18	9,3,14,7,5,1,12,10	2	17	11	20,22,21,6	19,13,4
	8	15,23,18,16,3,14,1,5,12,9,7,10	2,17	11,22,20,21,6	4,13,19			
0,05	8	9,3,14,7,5,23,1,15,16,12,10,18	17,2	11,20,22,21,6	19,13,4			
	8	0,625-0,7	0,7-0,775	0,775-0,85	0,85-0,925			
	8	15,23,18,16,3,14,1,5,12,9,7,10,2	17,11,22,20,21,6	4,13,19				
0,075	8	9,3,14,7,5,23,1,15,16,12,10,2,18	17,11,20,22,21,6	19,13,4				
	8							

портфели, попавшие в один интервал, равноприоритетными по удельной полезности. В первый интервал попадает единственный портфель с номером 8. Во второй интервал попадают уже 13 портфелей с номерами 15, 23, 18, 16, 3, 14, 1, 5, 12, 9, 7, 10, 2. Приоритизируем их по убыванию обобщенного критерия пропорционального развития. Получаем следующий упорядоченный набор портфелей: 9, 3, 14, 7, 5, 23, 1, 15, 16, 12, 10, 2, 18. В следующий интервал попадают 6 портфелей с номерами 17, 11, 22, 20, 21, 6. Их также упорядочиваем по убыванию обобщенного критерия пропорционального развития, получаем последовательность портфелей 17, 11, 20, 22, 21, 6. Наконец, в последний промежуток попадают 3 портфеля (4, 13, 19), которые после приоритизации по обобщенному критерию упорядочиваются следующим образом: 19, 13, 4. Итоговая упорядоченная (по совокупности двух критериев) последовательность портфелей: 8, 9, 3, 14, 7, 5, 23, 1, 15, 16, 12, 10, 2, 18, 17, 11, 20, 22, 21, 6, 19, 13, 4 (от худшего к лучшему).

Затем уменьшаем шаг разбиения до 0,05. Теперь количество интервалов равно пяти. Повторяем всю процедуру. Получаем итоговую упорядоченную последовательность портфелей: 8, 9, 3, 14, 7, 5, 23, 1, 15, 16, 12, 10, 18, 17, 2, 11, 20, 22, 21, 6, 19, 13, 4.

Наконец, для шага разбиения 0,025 количество интервалов равно восьми, а итоговая упорядоченная последовательность портфелей выглядит следующим образом: 8, 23, 15, 16, 18, 9, 3, 14, 7, 5, 1, 12, 10, 2, 17, 11, 20, 22, 21, 6, 19, 13, 4.

Нетрудно увидеть, что в каждом случае итоговый приоритет портфелей получился различным.

Затем изменяем схему. Формируем линейно упорядоченное множество портфелей в порядке

их приоритетности по обобщенному критерию пропорционального развития (по убыванию). Опять задаются шаги разбиения, но приоритизируем портфели внутри получившихся интервалов по их удельной полезности (по возрастанию) (таблица 5).

В результате опять получаются три различных упорядоченных последовательности портфелей, которые отличаются от первых трех.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. В рамках первого способа приоритизации портфелей проектов по развитию ИКУ при изменении шага разбиения происходят изменения в приоритетности портфелей. Однако эти изменения происходят в начале и середине линейно упорядоченных последовательностей портфелей, т.е. касаются портфелей с низкой и средней приоритетностью (с точки зрения заданных критериев и установленных соотношений между критериями). Подпоследовательность из восьми наиболее приоритетных портфелей (11, 20, 22, 21, 6, 19, 13, 4) остается постоянной во всех случаях. Наивысший приоритет имеет портфель с номером 4 (включая проекты 1, 2, 3, 4, 5, 6), который обеспечивает наибольший ожидаемый прирост интегрального показателя ИКУ среди рассматриваемых двадцати трех портфелей. При этом по удельной полезности он находится на третьем месте (из-за относительно большого бюджета), а по обобщенному критерию пропорционального развития – на втором.

2. В рамках второго способа приоритизации при малых и средних шагах разбиения портфель с номером 4 также является наиболее приоритетным. Однако при увеличении шага разбиения он переходит на второе место, уступая портфелю

Таблица 5

Приоритизация портфелей проектов по развитию интеллектуального капитала университета (второй способ)

Table 5

Prioritization of project portfolios for the development of the university intellectual capital (second method)

Шаг	Интервалы и портфели								
0,05	1-0,95	0,95-0,9	0,9-0,85	0,85-0,8	0,8-0,75	0,75-0,7	0,7-0,65	0,65-0,6	0,6-0,55
	8	9	-	3,14	7,19,5,17,23,1	15,16,12,10	18,11,2,20,22	21,13	4,6
	8	9	-	3,14	23,1,5,7,17,19	15,16,12,10	18,2,11,22,20	21,13	6,4
0,01	1-0,9	0,9-0,8		0,8-0,7		0,7-0,6		0,6-0,5	
	8,9	3,14		7,19,5,17,23,1,15,16,12,10		18,11,2,20,22,21,13		4,6	
	9,8	3,14		15,23,16,1,5,12,7,10,17,19		18,2,11,22,20,21,13		6,4	
0,15	1-0,85			0,85-0,7			0,7-0,55		
	8,9			3,14,7,19,5,17,23,1,15,16,12,10			18,11,2,20,22,21,13,4,6		
	9,8			15,23,16,3,14,1,5,12,7,10,17,19			18,2,11,22,20,21,6,4,13		

с номером 13 (включающему проекты 1, 2, 3, 4, 8), который находится на втором месте по ожидаемой удельной полезности и на третьем по обобщенному критерию пропорционального развития. При шагах разбиения, при которых «лидировал» портфель 4, портфель 13 находился лишь на третьем месте, а на втором месте находился портфель с номером 6 (включающий проекты 1, 2, 4, 5, 6, 8). Таким образом, разумно в любом случае реализовывать проекты 1, 2, 4 и дополнительно выбирать между сочетаниями проектов (3, 5, 6), (3, 8) и (5, 6, 8).

3. Следует отметить, что лидирующий по обобщенному критерию пропорционального развития портфель 6 находится на четвертом месте по ожидаемой удельной полезности. В то же время лидирующий по удельной полезности портфель с номером 19 находится лишь на восемнадцатом месте по обобщенному критерию пропорционального развития. Таким образом, при реализации входящих в его состав проектов хотя и будет достигнут рост интегрального показателя ИКУ, наиболее возможный при заданных ресурсных ограничениях, сложившаяся в результате структура будет несбалансированной с соответствующими негативными последствиями.

4. Предложенный инструментарий предоставляет лицу, принимающему решения, возможность приоритизировать портфели проектов по развитию ИКУ, находя допустимый компромисс между полезностью портфелей, необходимыми для их осуществления ресурсами и обеспечением сбалансированного развития ИКУ. Гибкость моделей определяется возможностью выбора групп критериев, набора критериев внутри групп и соотношений между критериями. Преимущества моделей связаны с использованием нечетко-множественного инструментария для моделирования различных неопределенностей, возникающих при оценке последствий реализации проектов по развитию ИКУ и выборе парето-оптимальных портфелей проектов в области допустимых компромиссов в условиях различных сценариев изменения внешней среды.

Заключение

В работе предложен комплекс взаимосвязанных нечетких многокритериальных моделей, позволяющий сформировать программу развития ИКУ, обеспечивающую допустимый компромисс между наибольшим ростом ИКУ, возможным при заданных ограничениях на ресурсы, и сбалансированностью развития компонентов интеллектуального капитала. Модели апробированы на примере крупного регионального университета.

В рамках разработанного инструментария предложены:

- способ оценки и метод нормировки ожидаемых недостижений целевых показателей ИКУ в результате осуществления проектов по его развитию;
- способ расчета удельной полезности портфеля проектов по развитию ИКУ;
- критерии пропорционального развития ИКУ;
- нечеткая модификация модели справедливого компромисса применительно к развитию ИКУ;
- нечеткий метод задания предпочтений между критериями пропорциональности развития ИКУ и удельной полезностью на основе имитационной процедуры.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть связаны с учетом различных рисков, возникающих при формировании программы развития ИКУ в условиях неопределенности. Нечетко оцененные риски могут выступать в качестве дополнительной группы критериев в предложенных моделях. С другой стороны, наличие рисков недостижения целевых значений показателей ИКУ при любом их соотношении с ожидаемыми (в результате осуществления программы развития) значениями тех же показателей может потребовать изменения способа расчета (и нормировки) степеней недостижения целевых показателей ИКУ.

Список литературы

1. Петров В. В. Университетская автономия и общегосударственная стратегия: сохранение баланса // Сибирский философский журнал. 2017. Т. 15, № 2. С. 123–136.
2. Вахитов Р. Р. Автономия и академические свободы в советских университетах (1920–50-е) // Университетское управление: практика и анализ. 2024. Т. 28, № 1. С. 144–153. DOI: 10.15826/umpra.2024.01.010.
3. Фундаментальность и практико-ориентированность: как университетам найти «сложный баланс»? // Аккредитация в образовании. 2024. № 1 (149). С. 54–68.
4. Петрова Г. И., Овсянникова Ю. Н., Плюснин Л. В. Фундаментальность современного университетского образования: подходы к определению и специфика содержания // Университетское управление: практика и анализ. 2024. Т. 28, № 2. С. 7–16. DOI: 10.15826/umpra.2024.02.011.
5. Иванова Ю. О. Актуальные проблемы современных восточноевропейских университетов: нахождение баланса между обучением, исследованиями и «третьей ролью» // Управленческие науки в современном мире = Management Sciences in the Modern World: Сб. докл. науч. конф.: В 2 т. СПб.: ИД «Реальная экономика», 2016. Т. 2. С. 94–98.
6. Дремова О. В., Щеглова И. А. Третья миссия университетов в России: тренд на (не)коммерциализацию? // Университетское управление: практика и анализ. 2022. № 26 (2). С. 27–37. DOI: 10.15826/umpra.2022.02.010.
7. Nguyen Quoc A., Le M. T., Pham H. H. The Impact of the Third Mission on Teaching and Research Performance:

Evidence from Academic Scholars in an Emerging Country // SAGE Open. 2021. Vol. 11, nr 4. P. 1–12. DOI: 10.1177/21582440211054493.

8. *Степченко О. С.* Дисбаланс интересов предприятий и университетов как угроза интересам экономической безопасности // Современный менеджмент: проблемы и перспективы: Сборник статей по итогам XVIII национальной научно-практической конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 28–29 сентября 2023 г.). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023. С. 329–334.

9. *Масюк Н. Н., Батурина О. А., Бушуева М. А.* Стратегическое партнерство университетов с бизнес-средой: баланс взаимных интересов // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12–4 (53). С. 824–829.

10. *Солодухин К. С.* Стратегическое управление вузом как стейкхолдер-компанией. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, 2009. 289 с.

11. *Гресько А. А., Солодухин К. С.* Модели и методы выбора стратегий взаимодействия вуза с группами заинтересованных сторон в условиях неопределенности. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2014. 176 с.

12. *Алексеев О. Б., Алехин А. С., Санатов Д. В., Барышев Р. А.* Использование метода регулирования организационного баланса для трансформации управления научной деятельностью в университете // Университетское управление: практика и анализ. 2024. Т. 28, № 1. С. 99–110. DOI: 10.15826/umpra.2024.01.007.

13. *Зверева О. М., Берг Д. Б.* Триадный метод оценки структурного баланса // Информация: передача, обработка, восприятие: Материалы международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 12–13 января 2016 г.). Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2016. С. 146–161.

14. *Полихина Н. А., Тростянская И. Б., Гришакина Е. Г., Байков С. А.* Гендерный баланс в сфере высшего образования и науки: мировые тенденции, ситуация в России. М.: Центр социологических исследований, 2020. 62 с.

15. *Райчук Д. Ю.* Аудиторная нагрузка ППС в свете мирового опыта // Высшее образование в России. 2016. № 1. С. 105–112.

16. *Райчук Д. Ю.* О важных условиях становления исследовательских университетов в России // Университетское управление: практика и анализ. 2015. № 3 (97). С. 57–65.

17. *Шендерова С. В.* Структура доходов ведущих мировых и российских университетов: сравнительный анализ по открытым источникам // Университетское управление: практика и анализ. 2011. № 1 (71). С. 12–18.

18. *Корчагина И. В.* Доходы опорных университетов России: динамика и тенденции // Университетское управление: практика и анализ. 2021. Т. 25, № 2. С. 141–157. DOI: 10.15826/umpra.2021.02.020.

19. *Айрапетян А.* Доходы и расходы высших учебных заведений РА // Амберд бюллетень. 2021. № 5 (12). С. 59–69.

20. *Клюев А. К., Багирова А. П., Яшин А. А., Забокрицкая Л. Д.* Предпринимательское образование в университетах страны: масштабы, виды программ, баланс

компетенций // Современная конкуренция. 2017. Т. 11, № 1 (61). С. 6–20.

21. *Недолужко О. В.* Интеллектуальный капитал в категориях простой модели компенсационного гомеостата // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2018. № 41. С. 55–67. DOI: 10.17223/19988648/41/4.

22. *Nedoluzhko O. V.* Management of Intellectual Capital Development of an Organization Based on the System Contradictions between its Elements // Journal of Social Sciences Research. 2018. Special Iss. 3. P. 228–234.

23. *Недолужко О. В.* Интеллектуальный капитал организации в категориях развернутой модели компенсационного гомеостата // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2021. Т. 10, № 2 (35). С. 252–256. DOI: 10.26140/anie-2021-1002-0049.

24. *Аржанухин С. В., Макович Г. В.* Модели поведения стейкхолдеров университета в процессе цифровой трансформации интеллектуального капитала вуза // Human Progress. 2021. Т. 7. Вып. 3. С. 3. DOI: 10.34709/ИМ.173.3.

25. *Клейнер Г. Б.* Интеллектуальная экономика цифрового века // Экономика и математические методы. 2020. Т. 56, № 1. С. 18–33. DOI: 10.31857/S042473880008562-7.

26. *Недолужко О. В.* Тенденции развития теории и методологии интеллектуального капитала организации в цифровой экономике // Вестник Академии знаний. 2024. № 2 (61). С. 316–323.

27. *Bilich F., da Silva R.* Valuation and optimization of the impact of intellectual capital on organizational performance // Portuguese Journal of Management Studies. 2008. Vol. XIII. Iss. 3. P. 341–359.

28. *Dasilva R., Gomes L., Bilich F.* Valuation and optimization of intellectual capital: a multicriteria analysis // REAd. 2006. Vol. 12, nr 2. P. 1–16.

29. *Назаров Д. М.* Методология нечетко-множественной оценки имплицитных факторов в деятельности организации. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2016. 193 с.

30. *Назаров Д. М.* Модель оценки имплицитных факторов на основе нечетко-множественных описаний // Известия ДВФУ. Экономика и управление. 2016. № 4 (80). С. 3–17. DOI: 10.5281/zenodo.220793.

31. *Назаров Д. М.* Модель рефлексивного отбора имплицитных показателей управленческой деятельности организации // Вестник СПбГУ. Экономика. 2017. Т. 33, № 3. С. 498–518. DOI: 10.21638/11701/spbu05.2017.308.

32. *Завалин Г. С., Недолужко О. В., Солодухин К. С.* Формирование каузального поля показателей развития интеллектуального капитала организации: концепция и нечеткая экономико-математическая модель // Бизнес-информатика. 2023. Т. 17, № 3. С. 53–69. DOI: 10.17323/2587-814X.2023.3.52.69.

33. *Hurtado S. M., Laserna E. Z., Pedroza D. L.* Aproximación a la Medición del Capital Intellectual Organizacional Aplicando Sstemas de Lógica Difusa // Cuadernos de Administración. 2010. Vol. 23, nr 40. P. 35–68. DOI: 10.11144/Javeriana.cao23-40.amci.

34. *Kale S.* Fuzzy Intellectual Capital Index for Construction Firms // Journal of Construction Engineering and Management.

2009. Vol. 135. Iss. 6. P. 508–517. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.00000014.

35. *Arvan M., Omidvar A., Ghodsi R.* Intellectual Capital Evaluation Using Fuzzy Cognitive Maps: A Scenario-Based Development Planning // *Expert Systems with Applications*. 2016. Vol. 55. P. 21–36. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.12.044.

36. *Tkachenko E., Rogova E., Bodrunov S., Klimov V., Ganieva M.* Tools for Assessment of Intellectual Assets of Enterprise Based on Fuzzy Information. *Advances in Economics, Business and Management Research // International Conference on Trends of Technologies and Innovations in Economic and Social Studies (Tomsk, 28–30th of June 2017)*. Tomsk: Atlantis Press, 2017. Vol. 38. P. 671–677. DOI: 10.2991/ttiess-17.2017.110.

37. *Ahmad F., Naseem Sh., Alyas T. et al.* Forecasting of Intellectual Capital by Measuring Innovation Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System // *International Review of Applied Sciences*. 2015. Vol. 2, nr 1. P. 1–13.

38. *Calabrese A., Costa R., Menichini T.* Using Fuzzy AHP to Manage Intellectual Capital Assets: An Application to the ICT Service Industry // *Expert Systems with Applications*. 2013. Vol. 40. Iss. 9. P. 3747–3755. DOI: 10.1016/j.eswa.2012.12.081.

39. *Jannatifar H., Shahi M. K., Morad J. M.* Assessing Intellectual Capital Management by Fuzzy TOPSIS // *Management Science Letters*. 2012. Vol. 2. Iss. 6. P. 1991–2000. DOI: 10.5267/j.msl.2012.06.022.

40. *Rohani A., Keshavarz E., Keshavarz A.* Prioritising (Ranking) of Indexes for Measuring Intellectual Capital using FAHP and Fuzzy TOPSIS Techniques // *International Journal of Industrial and Systems Engineering*. 2014. Vol. 21, nr 3. P. 356–378. DOI: 10.1504/IJISE.2015.072271.

41. *Chen H.* Measuring Intellectual Capital using Fuzzy Analytic Hierarchy Process // *International Journal of Innovation and Learning*. 2008. Vol. 6, nr 1. P. 51–61. DOI: 10.1504/IJIL.2009.021682.

42. *Veltri S., Mastroleo G., Schaffhauser-Linzatti M.* Measuring Intellectual Capital in the University Sector Using a Fuzzy Logic Expert System // *Knowledge Management Research & Practice*. 2012. Vol. 12. Iss. 2. P. 1–18. DOI: 0.1057/kmp.2012.53.

43. *Pokrovskaya N., Margulyan Y., Lvin Y., Bulatetskaia A.* Neuro-Technologies and Fuzzy Logic for Intellectual Capital Evaluation in Education and Business // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, International Scientific Conference “Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service” (St. Petersburg, 21–22th of November 2019)*. St. Petersburg: IOP Publishing, 2020. Vol. 940. DOI: 10.1088/1757-899X/940/1/012090.

44. *Lee Sh.-H.* Using Fuzzy AHP to Develop Intellectual Capital Evaluation Model for Assessing their Performance Contribution in a University // *Expert Systems with Applications*. 2010. Vol. 37. Iss. 7. P. 4941–4947. DOI: 10.1016/j.eswa.2009.12.020.

45. *Khalili Y., Fakhari H., Malekian E., Aghajani H.* Intellectual Capital Indicators Ranking in The Universities of Iran using Delphi Fuzzy Technique // *Risk Governance & Control Financial Markets & Institutions*. 2017. Vol. 7. Iss. 2. P. 147–157. DOI: 0.22495/rgcv7i2c1p3.

46. *Недолужко О. В., Солодихин К. С.* Количественная оценка интеллектуального капитала университета

на основе нечеткой модели // *Университетское управление: практика и анализ*. 2024. Т. 28, № 1. С. 34–49. DOI: 10.15826/umpa.2024.01.003.

47. *Makarova D. V., Nedoluzhko O. V., Solodukhin K. S., Zavalin G. S.* Fuzzy Optimization Models for Intellectual Capital Enhancing Project Portfolio Selection under Risk // *Journal of System and Management Sciences*. 2024. Vol. 14, nr 7. P. 1–19. DOI: 10.33168/JSMS.2024.0701.

48. *Мазелис Л. С., Лавренюк К. И.* Формирование инвестиционной стратегии управления человеческим капиталом кафедры университета на основе нечеткой динамической модели // *Университетское управление: практика и анализ*. 2015. № 4 (98). С. 76–86.

49. *Mazelis L., Lavrenyuk K.* Devising A Fuzzy Model for Compiling a Plan of Activities Aimed at Developing Human Capital in University // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, nr 3. P. 35–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.103979.

50. *Лавренюк К. И., Мазелис Л. С., Крюков В. В.* Оптимизационные модели инвестирования в человеческий капитал кафедры университета. Владивосток: Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, 2016. 160 с.

51. *Mazelis L. S., Solodukhin K. S., Tarantaev A. D.* Fuzzy Optimization Models for Project Portfolio Rolling Planning Taking into Account Risk and Stakeholder Interests // *The Journal of Social Sciences Research*. 2018. Vol. 2018. Special Iss. 3. P. 201–210. DOI: 10.32861/jssr.spi3.201.210.

52. *Мазелис Л. С., Солодихин К. С., Чен А. Я.* Нечеткие модели оптимизации портфеля проектов университета с учетом влияния на характеристики отношений со стейкхолдерами // *Университетское управление: практика и анализ*. 2017. Т. 21, № 5 (111). С. 51–63.

53. *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, nr 5. P. 4089–4105.

54. *Novak V., Perfilieva I., Dvorak A.* *Insight into Fuzzy Modeling*. Wiley, 2016. 269 p.

55. *Кобелев Н. Б.* Основы имитационного моделирования сложных экономических систем. М.: Дело, 2003. 336 с.

56. *Solodukhin K. S.* Fuzzy Strategic Decision-Making Models Based on Formalized Strategy Maps // *AEBMR-Advances in Economics, Business and Management Research*. 2019. Vol. 47, Proceedings of the International Scientific Conference “Far East Con” (ISCFEC 2018). P. 543–547. DOI: 10.2991/iscfec-18.2019.136.

57. *Мазелис Л. С., Солодихин К. С.* Нечеткая модель анализа рисков развития социально-экономической системы на основе стейкхолдерского подхода // *Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования*. 2017. Т. 3, № 3. С. 242–260. DOI: 10.21684/2411-7897-2017-3-3-242-260.

References

1. *Petrov V. V.* Universitetskaya avtonomiya i obshchegosudarstvennaya strategiya: sohranenie balansa [University Autonomy and National Strategy: Maintaining a Balance]. *Sibirskii filosofskii zhurnal*, 2017, vol. 15, nr 2, pp. 123–136. (In Russ.).

2. Vahitov R. R. Avtonomiya i akademicheskie svobody v sovetskih universitetah (1920–50-e) [Autonomy and Academic Freedom in Soviet Universities (from 1920s to 1950s)]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2024, vol. 28, nr 1, pp. 144–153. doi 10.15826/umpa.2024.01.010. (In Russ.).
3. Fundamental'nost' i praktiko-orientirovannost': kak universitetam naiti «slozhnyi balans»? [Fundamental and Practical Orientation: How Can Universities Find a «Difficult Balance»?]. *Akkreditatsiya v obrazovanii*, 2024, nr 1(149), pp. 54–68. (In Russ.).
4. Petrova G. I., Ovsyannikova Yu. N., Plyusnin L. V. Fundamental'nost' sovremennogo universitetskogo obrazovaniya: podkhody k opredeleniyu i spetsifika sodержaniya [The Fundamental Nature of Contemporary University Education: Approaches to Definition and Specifics of Content]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2024, vol. 28, nr 2, pp. 7–16. doi 10.15826/umpa.2024.02.011. (In Russ.).
5. Ivanova Yu. O. Aktual'nye problemy sovremennykh vostochnoevropейских universitetov: nakhozhdenie balansa mezhdru obucheniem, issledovaniyami i «tret'ei rol'yu» [Actual problems of the modern Eastern European universities: finding the balance between teaching, research and third role]. In: *Upravlencheskie nauki v sovremennom mire* [Management Sciences in the Modern World: Proceedings of the scientific conference]. Saint-Petersburg, ID «Real'naya ekonomika», 2016, vol. 2, pp. 94–98. (In Russ.).
6. Dremova O. V., Shcheglova I. A. Tret'ya missiya universitetov v Rossii: trend na (ne)kommertsializatsiyu? [Russian Universities' Third Mission: A Trend towards (Non)commercialization?]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2022, vol. 26, nr. 2, pp. 27–37. doi 10.15826/umpa.2022.02.010. (In Russ.).
7. Nguyen Quoc A., Le M. T., Pham H. H. The Impact of the Third Mission on Teaching and Research Performance: Evidence from Academic Scholars in an Emerging Country. *SAGE Open*, 2021, vol. 11, nr 4, pp. 1–12. doi 10.1177/21582440211054493. (In Eng.).
8. Stepchenkova O. S. Disbalans interesov predpriyatij i universitetov kak ugroza interesam ekonomicheskoy bezopasnosti [Corporation-University Interests Imbalance – Economic Security Threat]. In: *Sovremennyyi menedzhment: problemy i perspektivy: Sbornik statei po itogam XVIII natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 28–29 sentyabrya 2023 g.) [Modern Management: Problems and Prospects: Proceedings of the XVII National Scientific-Practical Conference with International Participation, Saint Petersburg, 11–12th of September], Saint Petersburg, Saint Petersburg State University of Economics, 2023, pp. 329–334. (In Russ.).
9. Masyuk N. N., Baturina O. A., Bushueva M. A. Strategicheskoe partnerstvo universitetov s biznes-sredoi: balans vzaimnykh interesov [The Strategic Partnership Between the University and the Business Environment: Balance Mutual Interests]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2014, nr 12-4 (53), pp. 824–829. (In Russ.).
10. Solodukhin K. S. Strategicheskoe upravlenie vuzom kak steikholder-kompaniei [Strategic management of the university as a stakeholder company]. St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg Polytechnic University, 2009, 289 p. (In Russ.).
11. Gres'ko A. A., Solodukhin K. S. Modeli i metody vybora strategii vzaimodeistviya vuza s gruppami zainteresovannykh storon v usloviyakh neopredelennosti [Models and methods for choosing strategies for university interaction with stakeholder groups in conditions of uncertainty], Vladivostok, VGUES Publishing, 2014, 176 p. (In Russ.).
12. Alekseev O. B., Alekhin A. S., Sanatov D. V., Baryshev R. A. Ispol'zovanie metoda regulirovaniya organizatsionnogo balansa dlya transformatsii upravleniya nauchnoi deyatel'nost'yu v universitete [Using the Organizational Balance Method for Transforming the Management of Scientific Activities in a University]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2024, vol. 28, nr 1, pp. 99–110. doi 10.15826/umpa.2024.01.007. (In Russ.).
13. Zvereva O. M., Berg D. B. Triadnyi metod otsenki strukturnogo balansa [Triadic Method for Structural Balance Evaluation]. In: *Informatsiya: peredacha, obrabotka, vospriyatie: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* (Ekaterinburg, 12–13 yanvarya 2016 g.) [Information: Transmission, Processing, Perception: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Ekaterinburg, 11–12th of January]. Ekaterinburg, Ural Federal University, 2016, pp. 146–161. (In Russ.).
14. Polikhina N. A., Trostyanskaya I. B., Grishakina E. G., Baikov S. A. Gendernyi balans v sfere vysshego obrazovaniya i nauki: mirovye tendentsii, situatsiya v Rossii [Gender balance in higher education and science: global trends and situation in Russia]. Moscow, Center for Sociological Research, 2020, 62 p. (In Russ.).
15. Raichuk D. Yu. Auditornaya nagruzka PPS v svete mirovogo opyta [Teaching Load in the Light of International Experience]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2016, nr 1, pp. 105–112. (In Russ.).
16. Raichuk D. Yu. O vazhnykh usloviyakh stanovleniya issledovatel'skikh universitetov v Rossii [Key Preconditions Needed for Establishing Research Universities in Russia]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2015, nr 3 (97), pp. 57–65. (In Russ.).
17. Shenderova S. V. Struktura dokhodov vedushchikh mirovykh i rssiiskikh universitetov: sravnitel'nyi analiz po otkrytym istochnikam [The Income Structures of the Leading World and Russian Universities: The Comparative Analysis on the Open Sources of Information]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2011, nr 1 (71), pp. 12–18. (In Russ.).
18. Korchagina I. V. Dokhody opornykh universitetov Rossii: dinamika i tendentsii [Russian Flagship Universities' Incomes: Dynamics and Tendencies]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2021, vol. 25, nr 2, pp. 141–157. doi 10.15826/umpa.2021.02.020. (In Russ.).
19. Airapetyan A. Dokhody i raskhody vysshikh uchebnykh zavedenii RA [Revenues and Expenditures of the RA Higher Educational Institutions]. *Amberd byulleten'*, 2021, nr 5 (12), pp. 59–69. (In Russ.).
20. Klyuev A. K., Bagirova A. P., Yashin A. A., Zabokritskaya L. D. Predprinimatel'skoe obrazovanie v universitetakh strany: masshtaby, vidy programm, balans kompetentsii [Entrepreneurial Education in Russian Universities: Scope, Types of Programs, Balance of Competences]. *Sovremennaya konkurentsia*, 2017, vol. 11, nr 1 (61), pp. 6–20. (In Russ.).

21. Nedoluzhko O. V. Intellektual'nyi kapital v kategoriakh prostoi modeli kompensatsionnogo gomeostata [Intellectual Capital in Categories of a Simple Model of Compensatory Homeostat]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*, 2018, nr 41, pp. 55–67. doi 10.17223/19988648/41/4. (In Russ.).
22. Nedoluzhko O. V. Management of Intellectual Capital Development of an Organization Based on the System Contradictions between its Elements. *Journal of Social Sciences Research*, 2018, special iss. 3, pp. 228–234. (In Eng.).
23. Nedoluzhko O. V. Intellektual'nyi kapital organizatsii v kategoriakh razvernutoi modeli kompensatsionnogo gomeostata [Intellectual Capital in Categories of Enhanced Model of Compensatory Homeostat]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie*, 2021, vol. 10, nr 2 (35), pp. 252–256. doi 10.26140/anie-2021-1002-0049. (In Russ.).
24. Arzhanukhin S. V., Makovich G. V. Modeli povedeniya steikholderov universiteta v protsesse tsifrovoi transformatsii intellektual'nogo kapitala vuza [University Stakeholders' Behavior Models in the Digital Transformation Process of the University Intellectual Capital]. *Human Progress*, 2021, vol. 7, iss. 3, pp. 3. doi 10.34709/IM.173.3. (In Russ.).
25. Kleiner G. B. Intellektual'naya ekonomika tsifrovogo veka [Intellectual Economy of the Digital Age]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2020, vol. 56, nr 1, pp. 18–33. doi 10.31857/S042473880008562-7. (In Russ.).
26. Nedoluzhko O. V. Tendentsii razvitiya teorii i metodologii intellektual'nogo kapitala organizatsii v tsifrovoi ekonomike [Development Trends in the Theory and Methodology of Organization's Intellectual Capital in the Digital Economy]. *Vestnik Akademii znaniy*, 2024, nr 2 (61), pp. 316–323. (In Russ.).
27. Bilich F., da Silva R. Valuation and optimization of the impact of intellectual capital on organizational performance. *Portuguese Journal of Management Studies*, 2008, vol. XIII, iss. 3, pp. 341–359. (In Eng.).
28. Dasilva R., Gomes L., Bilich F. Valuation and optimization of intellectual capital: a multicriteria analysis. *REAd*, 2006, vol. 12, nr 2, pp. 1–16. (In Eng.).
29. Nazarov D. M. Metodologiya nechetko-mnozhestvennoi otsenki implitsitnykh faktorov v deyatelnosti organizatsii [Methodology of Fuzzy Set Evaluation of Implicit Factors in Organizational Activities]. Ekaterinburg, Ural State Economic University Press, 2016, 193 p. (In Russ.).
30. Nazarov D. M. Model' otsenki implitsitnykh faktorov na osnove nechetko-mnozhestvennykh opisaniy [The Evaluation Model of Implicit Factors on the Basis of Fuzzy-set Descriptions]. *Izvestiya DVFU. Ekonomika i upravlenie*, 2016, nr 4 (80), pp. 3–17. doi 10.5281/zenodo.220793. (In Russ.).
31. Nazarov D. M. Model' reflektivnogo otbora implitsitnykh pokazatelei upravlencheskoi deyatelnosti organizatsii [Model of reflexive selection of implicit indicators of management activities of an organization]. *Vestnik SPbGU. Ekonomika*, 2017, vol. 33, nr 3, pp. 498–518. doi 10.21638/11701/spbu05.2017.308. (In Russ.).
32. Zavalin G. S., Nedoluzhko O. V., Solodukhin K. S. Formirovanie kausal'nogo polya pokazatelei razvitiya intellektual'nogo kapitala organizatsii: kontseptsiya i nechetkaya ekonomiko-matematicheskaya model'. *Business Informatics*, 2023, vol. 17, nr 3, pp. 53–69. doi 10.17323/2587-814X.2023.3.53.69 (In Eng.).
33. Hurtado S. M., Laserna E. Z., Pedroza D. L. Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa. *Cuadernos de Administración*, 2010, vol. 23, nr 40, pp. 35–68. doi 10.11144/Javeriana.cao23-40.amci. (In Span.).
34. Kale S. Fuzzy Intellectual Capital Index for Construction Firms. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2009, vol. 135, iss. 6, pp. 508–517. doi 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000014. (In Eng.).
35. Arvan M., Omidvar A., Ghodsi R. Intellectual Capital Evaluation Using Fuzzy Cognitive Maps: A Scenario-based Development Planning. *Expert Systems with Application*, 2016, vol. 55, pp. 21–36. doi 10.1016/j.eswa.2015.12.044. (In Eng.).
36. Tkachenko E., Rogova E., Bodrunov S., Klimov V. Ganieva M. Tools for Assessment of Intellectual Assets of Enterprise Based on Fuzzy Information. In: *Advances in Economics, Business and Management Research, International Conference on Trends of Technologies and Innovations in Economic and Social Studies (Tomsk, 28–30th of June 2017)*, Tomsk, Atlantis Press, 2017, vol. 38, pp. 671–677. doi 10.2991/ttiess-17.2017.110. (In Eng.).
37. Ahmad F., Naseem Sh., Alyas T. et al. Forecasting of Intellectual Capital by Measuring Innovation Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. *International Review of Applied Sciences*, 2015, vol. 2, nr 1, pp. 1–13. (In Eng.).
38. Calabrese A., Costa R., Menichini T. Using Fuzzy AHP to Manage Intellectual Capital Assets: An Application to the ICT Service Industry. *Expert Systems with Applications*, 2013, vol. 40, iss. 9, pp. 3747–3755. doi 10.1016/j.eswa.2012.12.081. (In Eng.).
39. Jannatifar H., Shahi M. K., Morad J. M. Assessing Intellectual Capital Management by Fuzzy TOPSIS. *Management Science Letters*, 2012, vol. 2, iss. 6, pp. 1991–2000. doi 10.5267/j.msl.2012.06.022. (In Eng.).
40. Rohani A., Keshavarz E., Keshavarz A. Prioritising (Ranking) of Indexes for Measuring Intellectual Capital using FAHP and Fuzzy TOPSIS Techniques. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 2014, vol. 21, nr 3, pp. 356–378. doi 10.1504/IJISE.2015.072271. (In Eng.).
41. Chen H. Measuring Intellectual Capital using Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Innovation and Learning*, 2008, vol. 6, nr 1, pp. 51–61. doi 10.1504/IJIL.2009.021682. (In Eng.).
42. Veltri S., Mastroleo G., Schaff hauser-Linzatti M. Measuring intellectual capital in the university sector using a fuzzy logic expert system. *Knowledge Management Research & Practice*, 2012, vol. 12, iss. 2, pp. 1–18. doi 10.1057/kmrp.2012.53. (In Eng.).
43. Pokrovskaya N., Margulyan Ya., Lvin Yu., Bulatetskaia A. Neuro-Technologies and Fuzzy Logic for Intellectual Capital Evaluation in Education and Business. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, International Scientific Conference "Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service"* (St. Petersburg, 21–22th of November 2019), St. Petersburg: IOP Publishing, 2020, vol. 940. doi 10.1088/1757-899X/940/1/012090. (In Eng.).
44. Lee Sh.-H. Using Fuzzy AHP to Develop Intellectual Capital Evaluation Model for Assessing their Performance

Contribution in a University. *Expert Systems with Applications*, 2010, vol. 37, iss. 7, pp. 4941–4947. doi 10.1016/j.eswa.2009.12.020. (In Eng.).

45. Khalili Y., Fakhari H., Malekian E., Aghajani H. Intellectual Capital Indicators Ranking in The Universities of Iran using Delphi Fuzzy Technique. *Risk Governance & Control Financial Markets & Institutions*, 2017, vol. 7, iss. 2, pp. 147–157. doi 0.22495/rgcv7i2c1p3.

46. Nedoluzhko O. V., Solodukhin K. S. Kolichestvennaya otsenka intellektual'nogo kapitala universiteta na osnove nechetkoi modeli [Quantitative Evaluation of University Intellectual Capital Based on Fuzzy Model]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2024, vol. 28, nr 1. pp. 34–49. doi 10.15826/umpa.2024.01.003. (In Russ.).

47. Makarova D. V., Nedoluzhko O. V., Solodukhin K. S., Zavalin G. S. Fuzzy Optimization Models for Intellectual Capital Enhancing Project Portfolio Selection under Risk. *Journal of System and Management Sciences*, 2024, vol. 14, nr 7, pp. 1–19. doi 10.33168/JSMS.2024.0701. (In Eng.).

48. Mazelis L. S. Lavrenyuk K. I. Formirovanie investitsionnoi strategii upravleniya chelovecheskim kapitalom kafedry universiteta na osnove nechetkoi dinamicheskoi modeli [Formation of an Investment Strategy of Human Capital Management Departments of the University on Basis of Fuzzy Dynamic Model]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2015, nr 4 (98), pp. 76–86. (In Russ.).

49. Mazelis L., Lavrenyuk K. Devising A Fuzzy Model for Compiling a Plan of Activities Aimed at Developing Human Capital in University. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017, vol. 4, nr 3, pp. 35–44. doi 10.15587/1729-4061.2017.103979. (In Eng.).

50. Lavrenyuk K. I., Mazelis L. S., Kryukov V. V. Optimizatsionnye modeli investirovaniya v chelovecheskii kapital kafedry universiteta [Optimization Models of Investing in Human Capital of the University Department]. Vladivostok, VGUES Publishing, 2016, 160 p. (In Russ.).

51. Mazelis L. S., Solodukhin K. S., Tarantaev A. D. Fuzzy Optimization Models for Project Portfolio Rolling Planning Taking into Account Risk and Stakeholder Interests. *The Journal of Social Sciences Research*, 2018, vol. 2018, special iss. 3, pp. 201–210. doi 10.32861/jssr.spi3.201.210. (In Eng.).

52. Mazelis L. S., Solodukhin K. S., Chen A. Ya. Nechetkie modeli optimizatsii portfelya proektov universiteta s uchedom vliyaniya na kharakteristiki otnoshenii so steikkholderami [Fuzzy Models for Optimizing a University's Project Portfolio inclusive of Characteristics of Relationships with Stakeholders]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2017, vol. 21, nr 5, pp. 51–63. (In Russ.).

53. 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, nr 5, pp. 4089–4105. (In Eng.).

54. Novak V., Perfilieva I., Dvorak A. Insight into Fuzzy Modeling. Wiley, 2016, 269 p. (In Eng.).

55. Kobelev N. B. Osnovy imitatsionnogo modelirovaniya slozhnykh ekonomicheskikh system [Fundamentals of simulation modeling of complex economic systems], Moscow, Delo, 2003. (In Russ.).

56. Solodukhin K. S. Fuzzy Strategic Decision-Making Models Based on Formalized Strategy Maps. *AEBMR-Advances in Economics, Business and Management Research*, 2019, vol. 47, Proceedings of the International Scientific Conference «Far East Con» (ISCFEC 2018), pp. 543–547. doi 10.2991/is-cfec-18.2019.136. (In Eng.).

57. Mazelis L. S., Solodukhin K. S. Nechetkaya model' analiza riskov razvitiya sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy na osnove steikkholderskogo podkhoda [Fuzzy Model of Socio-Economic System Development Risks Analysis on the Stakeholder Approach Basis]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskie i pravovye issledovaniya*, 2017, vol. 3, nr 3, pp. 242–260. doi 10.21684/2411-7897-2017-3-3-242-260. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

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

Завалин Георгий Сергеевич – начальник отдела интеллектуального анализа данных, стажер-исследователь лаборатории стратегического планирования Владивостокского государственного университета; 8–924–231–32–80; georgiy.zavalin08@vvsu.ru.

Макарова Дарья Васильевна – ведущий специалист аналитического отдела, стажер-исследователь лаборатории стратегического планирования Владивостокского государственного университета; 8–914–729–71–39; malnova.daria@vvsu.ru.

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

Georgiy S. Zavalin – Head of Data Mining Department, Intern Researcher at the Strategic Planning Laboratory, Vladivostok State University; 8–924–231–32–80; georgiy.zavalin08@vvsu.ru.

Daria V. Makarova – Leading Specialist of the Analytical Department, Intern Researcher at the Strategic Planning Laboratory, Vladivostok State University; 8–914–729–71–39; malnova.daria@vvsu.ru.