

О МЕХАНИЗМЕ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ И КРИТЕРИЯХ ОТБОРА ПЕРСОНАЛА

В. М. Картвелишвили

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,
Москва, Россия

В статье изложены аспекты математического исследования психологии процесса кадрового отбора персонала жизнеспособной организации. Подчеркивается, что учет психологических и мотивационных аспектов в реальных задачах многокритериального выбора и упорядочения делает исследовательский подход обоснованным и позволяет на всех структурных уровнях организации поддерживать жизнеспособность и эффективное функционирование объекта в рамках модели активной рекурсивной системы. При моделировании психологии поведения руководителя-принципала исследование проводится путем реализации системного описания процесса «принципал-агент» с учетом реальных практик и подходов, известных автору в силу полученного профессионального, научного и преподавательского опыта. Для математического моделирования итоговых суждений и оценок, которые формируются экспертами, а также заинтересованными и принимающими решение лицами, используются результаты теории высшей алгебры, аппарат метода анализа иерархий и концептуальные подходы теории четких и нечетких множеств. Для объяснения психолого-эмоциональных и когнитивных представлений о значимости критериев «компетентность», «мотивация» и «лояльность», выделяющихся как главные, которыми руководствуются лица, принимающие итоговые решения, а также при моделировании суждений о величине влияния рисков, которые по внутреннему ощущению и мнению экспертов сопровождают процедуру отбора претендентов, автором используются опубликованные результаты современных фундаментальных исследований в данной области. На наглядных примерах демонстрируется влияние фоновых характеристик конкурса на распределение занимаемых мест претендентами. Изложенный материал полезен для процесса формализации концептуальных аспектов теории и практики формирования трудоспособных коллективов жизнеспособных организационных систем, применим при классификации потенциальных рискованных ситуаций, организуемых сотрудниками подразделений разного уровня, эффективен для адаптации форсайт- и логфрейм-технологий к практике диагностирования и проектирования эффективных активных структур, отвечающих современным социально-экономическим требованиям развитых обществ.

Ключевые слова: конкурсный отбор персонала, критерии конкурсного отбора, метод анализа иерархий, нечеткие множества, эффект rank reversal.

CONCERNING MECHANISM OF HR POLICY AND CRITERIA OF PERSONNEL SELECTION

Vasilii M. Kartvelishvili

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia

The article studies aspects of mathematic researching psychology of the personnel selection process in viable organization. It is important that taking into account psychological and motivating aspects in real tasks of multi-criteria selection and regulation makes the research approach well-grounded and gives an opportunity to support viability and efficient functioning of the entity within the frames of the model of effective recruiting system. To model behavior psychology of the executive – principal the research is done by systematic description of the ‘principal-agent’ process with due regard to real practices and approaches known to the author due to obtained professional, academic and teaching experience. For mathematic modeling of final opinions and appraisals formulated by experts, concerned persons and decision-makers results of higher algebra theory, tools of the method of analyzing hierarchies and conceptual approaches of the theory of even and odd multitudes are used. To explain psychological – emotional and cognitive ideas about the importance of such criteria as ‘competence’, ‘motivation’ and ‘loyalty’ identified as key ones and used by decision-makers and to model opinions concerning the impact of risks, which accompany the procedure of candidate selection the author used results of present day fundamental investigations in the field. The article provides examples of the impact of background characteristics of competition on distribution of jobs among candidates.

The given material can be useful for the process of formalizing conceptual aspects of theory and practice to build effective teams of viable organizational systems, can be applied to classify potential risky situations formed by employees of different divisions, effective for adaptation of foresight and long-frame technologies to practice of diagnosing and projecting efficient structures meeting current social and economic requirements of developed societies. *Keywords:* competition selection of staff, criteria of competition selection, method of hierarchy analysis, odd multitudes, rank reversal effect.

Учет глубинно-психологических [7; 23] и эмоционально-мотивационных [4; 8; 9; 18] аспектов поведения лиц, принимающих решение (ЛПР), в реальных задачах профессионального многокритериального отбора субъектов и ценностного упорядочения окружающих явлений и объектов [11; 14] делает многофакторный подход в области математического моделирования процедур принятия решений актуальным и обоснованным. Несмотря на встречающиеся сложности и многоаспектность, многофакторный подход с использованием психомотивационных аспектов модернизирует традиционные модели принятия решений в более соответствующие возникающим реальным ситуациям [10; 15; 16; 21; 22]. В приближенных к жизни и практике задачах подход с деятельным участием лица, принимающего решения, – руководителя-принципала (*principal*) P , и/или одновременным учетом мнений опытных экспертов (*experienced experts*) EE и заинтересованных лиц (*interested parties*) IP зачастую оказывается единственным. В отличие от бездушных схем искусственного интеллекта (*artificial intelligence*) AI указанный подход позволяет получить достаточно полное и приближенное к реалиям жизненных ситуаций многообразие возможных (порой парадоксальных) вариантов решений, отвечающих мотивационным устремлениям человека.

Жизненный опыт доказывает, что достаточно полное и отвечающее мотивационным реалиям сотрудников многообразие возможных вариантов решений управленческих проблем базируется, как правило, на интеллектуальных и психоэмоциональных особенностях конкретных профессионалов [13; 14; 19; 20].

К указанным традиционным прикладным проблемам относится задача ситуативного отбора квалифицированного персонала, одинаково остро стоящая как перед владельцами предприятий частного бизнеса, так и перед руководством государственных организационных структур и учреждений различного уровня, т. е. внутри активных (иными словами, включающих людей) иерархических систем W . При решении задачи рационального отбора сотрудников для подразделений активных организационных структур W , эффективно описываемых с помощью моделей жизнеспособных систем (МЖС) [1; 5; 6; 12; 13], можно применить смешанные подходы, включающие как психолого-субъективные, так и компьютеризированные инструменты построения иерархических четких и нечетких конкурсных структур. МЖС отражает поведение достойной выживания, эффективной, управляемой, обучаемой, способной к адаптации и развитию активной экономико-социальной системы [5; 12; 13]. Поэтому перед принципалом, осуществляющим набор персонала в жизнеспособную организацию, стоит ответственная задача.

Итак, пусть перед ЛПР (принципалом P), к примеру, директором предприятия или ректором вуза ($P \in W_5 \subset W$), руководителем структурного подразделения учреждения или заведующим кафедрой вуза ($P \in W_1 \subset W$), стоит задача найма на вакантную позицию F нового сотрудника – агента A .

Здесь и далее $W_i \subset W$, $i = 1, \dots, 5$ – традиционные обозначения подсистем W_i системы W (рис. 1). Так, W_1 – жизнеспособное операционное ядро W (члены бригады, преподаватели кафедры, сотрудники лаборатории), выполняющее основную работу организации; W_2 – руководство под-

системы W_1 (бригадир, заведующий кафедрой, начальник лаборатории), ...; W_5 –

члены руководства системой W (члены дирекции, члены ректората).

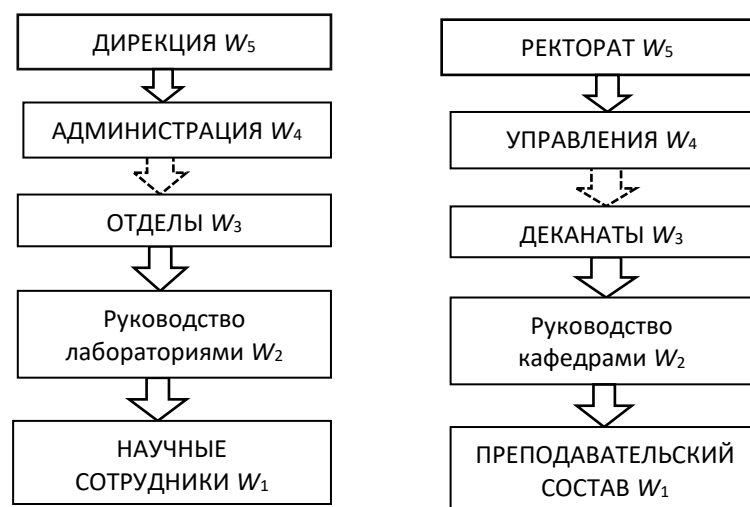


Рис. 1. Упрощенные схемы организационных структур научного учреждения и высшего учебного заведения W (подсистема W_1 – единственная жизнеспособная подсистема в системе W)

В конкурсном отборе участвуют m кандидатов $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$. При рассмотрении используется набор из n критериев $K = \{K^1, K^2, \dots, K^n\}$, по которым можно спрогнозировать целесообразность приема A_i на должность $F^* \in F$ в текущий момент времени и эффективность нахождения сотрудника A_i на позиции F^* в перспективе.

Таким образом, в классических подходах имеется принципал P , которому на основе внутренних субъективных представлений об относительной важности критериев K и внешних (с учетом информации от EE и IP) субъективных оценок качества представ-

ленных альтернатив A_i ($i = 1, \dots, m$) необходимо либо выбрать одну наилучшую в понимании P кандидатуру $A^* \in A$ (задача выбора), либо все рассматриваемые альтернативы из дискретного множества $A = \{A_i, i = 1, \dots, m\}$ расположить в определенной последовательности, к примеру, от самой лучшей (по внутреннему убеждению принципала P) альтернативы A^+ к самой худшей альтернативе A_- (задача упорядочения). Альтернативы A , критерии K и цель процедуры F представляют иерархическую структуру [21; 22], изображенную, на рис. 2.

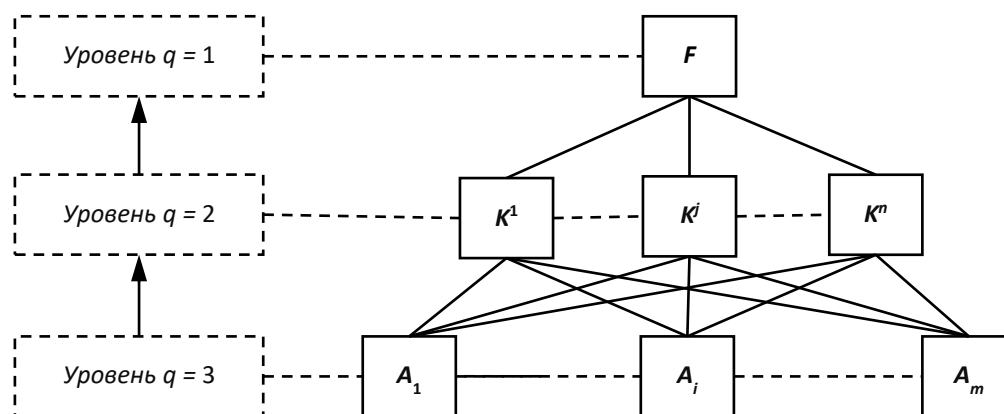


Рис. 2. Трехуровневая иерархическая структура: цель F , критерии K , альтернативы A

Рассмотрим случай отбора претендентов с применением трех критериев ($n = 3$), оказывающих, по мнению ЛППР – принципала P , а также с учетом экспертов EE и/или заинтересованных лиц IP , наибольшее влияние на текущую и перспективную материальную и психосоциальную эффективность принимаемого на должность $F^* \in F$ сотрудника – агента $A^* \in A$. Положим, что, как правило, и случается на практике, участники отбора P , EE и IP остановились на следующих критериях: K^1 – компетентность (*competence* C); K^2 – мотивация (*motivation* M); K^3 – лояльность (*loyalty* L), трактуя, в частности, указанные критерии следующим образом:

- компетентность (C) – личные возможности претендента, его квалификация (знания и опыт), позволяющие принимать участие в разработке необходимых решений и реализации определенного круга действий благодаря наличию определенных знаний и навыков;

- мотивация (M) – побуждение к действию; психофизиологический процесс, управляющий поведением человека, задающий его направленность, организацию, активность, устойчивость, деятельное удовлетворение своих потребностей;

- лояльность (L) – благосклонное отношение к кому- или чему-либо; подчинение установленным правилам и выполнение должностных обязанностей; восприятие себя как неотделимую часть данной активной системы; работа с удовольствием, выполнение своих обязанностей не за страх, а за совесть, полное согласие с целью и политикой, проводимой учреждением.

Профессиональный и жизненный опыт автора, а также анализ научной литературы по психологии профессиональной деятельности, мотивации и управлению персоналом [3; 4; 7–10; 18–23], указывают на то, что среди основных и второстепенных требований, предъявляемых той или иной профессией к личностным характеристикам претендентов, вопросы компетентности, мотивации и лояльности для принимаемых на работу сотрудников представляются глав-

ными, а подчас и определяющими жизнеспособность активной системы W .

Так, можно согласиться с тем, что для типичного представителя ученого мира указанные три критерия C , M и L , в основе которых в идеальном случае лежат такие качества, как спонтанная любознательность, способность длительное время заниматься решением одной и той же проблемы, память, творческое мышление, фантазия, наблюдательность, энтузиазм, прилежание, способность к критике и самокритике, дисциплинированность, умение ладить с людьми, бескорыстие, служат залогом не только личностных успехов, но и процветанию научных, научно-исследовательских и образовательных учреждений – активных систем W . Именно такие свойства личности, как компетентность в области аппарата исследований, мотивация к научному росту, а также лояльность к специфическим условиям творческой атмосферы, автор наблюдал в течение полувека в той или иной степени у коллег-ученых и соавторов, что и подтверждает оправданность и важность выбора критериев K^1 – C , K^2 – M и K^3 – L в указанном выше смысле.

Пограничная с научной, а во многих случаях и пересекающаяся с ней профессиональная область человеческой деятельности – преподавательская, знакомая автору с 60-х гг. прошлого века, также позволяет утверждать, что критерии C , M и L – одни из главных показателей личности претендента. И хотя в последние десятилетия теоретическую основу развития систем стимулирования и мотивации составляет отношение к профессорско-преподавательскому персоналу (ППС) как к особому виду ресурсов, определяя ППС человеческим ресурсом и рассматривая роль человека в преподавательском труде как своего рода капитал – человеческий капитал, образующий основную силу преподавательского сообщества, все же базисом поведения ППС, по мнению автора, в основном служит мотивация к развитию личностных творческих и профессиональных потреб-

ностей. При этом критерии K^1 и K^2 как личностные качества творческого человека остаются главными, несмотря на стремление активной системы W использовать разнообразные стимулы, чтобы привязать ППС – человеческие ресурсы – к образовательной организации посредством усиления зависимости научно-педагогических работников (НПР) (как теперь называют ППС) от учебного заведения, что и делает коллектив ППС – НПР более управляемым с точки зрения руководителей персоналом реальной жизнеспособной активной образовательной системы W .

Кроме критерия профессиональной компетентности ППС – НПР, включающей единство теоретической и практической готовности к осуществлению преподавательской деятельности, и критерия мотивации, в основе которого для ППС – НПР лежат как стремление к успеху, так и избегание неудач, для преподавателя важным и весьма психологически сложным представляется критерий L – лояльность, что объясняется необходимостью контактировать со многими участниками профессиональной деятельности, число которых гарантированно может достигать (как это случалось у автора в некоторые рабочие дни) до двух сотен человек в силу того, что в лекционной аудитории жизнеспособного университета W на лекциях по утвержденному системой W расписанию предусматривается присутствие 6 учебных групп по 30–35 студентов.

Итак, в идеальном случае лояльность L ППС – НПР – это, в частности:

- искреннее и уважительное отношение ППС – НПР друг к другу, т. е. к активным элементам подсистемы $W_1 \subset W$ в модели жизнеспособной системы W (в МЖС W);
- ответственное отношение ППС – НПР к W в целом, выраженное в поддержке устава W и соблюдении устоявшихся в W правил поведения;
- уважительное отношение к действиям и решениям руководства – от непосредственного руководителя в лице заведующего кафедрой (члена подсистемы

$W_2 \subset W$) до декана факультета (активного элемента подсистемы $W_3 \subset W$) и ректора вуза (члена подсистемы $W_5 \subset W$);

- понимание и верность общему делу;
- взаимное соблюдение правил и обязательств между интересами работодателя в лице наемного персонала вуза из $W \setminus W_1$ и членов ППС – НПР из подсистем W_1 .

При этом уровень лояльности и ее характер зависят от занимаемой должности принятого на работу претендента, психологических особенностей взаимозависимых сторон в W , микроклимата внутри соответствующей подсистемы $W_i \subset W$, $i = 1, \dots, 5$, а также традиций жизнеспособной образовательной организации W .

Положим, что психолого-мотивационные и социально-компетентностные оценки, советы и рекомендации с учетом выбранных критериев C , M и L принципалом P получены, сформированы и сформулированы гибридным способом в результате проведения тестов и тематических бесед руководителем подразделения – принципалом P , экспертами EE и несколькими ключевыми специалистами IP с пятью ($m = 5$) претендентами A_i ($i = 1, \dots, 5$) на занятие вакантной должности $F^* \in F$.

Каждая кандидатура A_i ($i = 1, \dots, 5$) оценивалась по каждому из критериев K_j ($j = 1, 2, 3$) по пятибалльной шкале. При этом оценка z_{ij} из множества $Z = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ для кандидатуры A_i по критерию K_j традиционно отвечала соответствующему терму из известного терм-множества:

$(z_{ij} = 5) \leftrightarrow$ «отлично»,

$(z_{ij} = 4) \leftrightarrow$ «хорошо»,

$(z_{ij} = 3) \leftrightarrow$ «удовлетворительно»,

$(z_{ij} = 2) \leftrightarrow$ «неудовлетворительно»,

$(z_{ij} = 1) \leftrightarrow$ «неприемлемо».

Поскольку в моделируемой реальной ситуации конкурса оценки по каждому критерию K_j для опрошенного и рекомендуемого экспертами агента A_i далее численно могут быть равны только $5 \leftrightarrow$ «отлично», $4 \leftrightarrow$ «хорошо» или в крайнем случае $3 \leftrightarrow$ «удовлетворительно», а кандидаты с оценками $2 \leftrightarrow$ «неудовлетворительно» и $1 \leftrightarrow$ «неприемлемо» естественно исключаются.

лись принципом P из рассмотрения, примем для удобства литеральные обозначения данных оценок по рассматриваемым кандидатам: $a \leftrightarrow$ «отлично» $\leftrightarrow (z_i^j = 5)$, $b \leftrightarrow$ «хорошо» $\leftrightarrow (z_i^j = 4)$, $c \leftrightarrow$ «удовлетворительно» $\leftrightarrow (z_i^j = 3)$.

В табл. 1 приведены результаты оценки пяти кандидатов $A_1, \dots, A_5$, каждый из которых получил по 12 баллов в сумме $a + b + c$ по трем критериям K^i : K^1 – компетентность C , K^2 – мотивация M , K^3 – лояльность L .

Т а б л и ц а 1
Применение пятибалльных оценок
при отборе персонала

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
Общий вид					
$K^1(C)$	$z_1^1 = c$	$z_2^1 = a$	$z_3^1 = c$	$z_4^1 = b$	$z_5^1 = b$
$K^2(M)$	$z_1^2 = a$	$z_2^2 = c$	$z_3^2 = b$	$z_4^2 = c$	$z_5^2 = a$
$K^3(L)$	$z_1^3 = b$	$z_2^3 = b$	$z_3^3 = a$	$z_4^3 = a$	$z_5^3 = c$
Оценка при отборе персонала					
$K^1(C)$	$c = 3$	$a = 5$	$c = 3$	$b = 4$	$b = 4$
$K^2(M)$	$a = 5$	$c = 3$	$b = 4$	$c = 3$	$a = 5$
$K^3(L)$	$b = 4$	$b = 4$	$a = 5$	$a = 5$	$c = 3$
$a + b + c$	12	12	12	12	12

Отметим, что в процессе субъективного оценивания кандидатур по определенным критериям могут использоваться как нечеткие теоретико-множественные операции, так и представленные на рис. 3 ОК-функции (например, оплата труда), введенные ранее автором в процедуры системного исследования при психосоциальном анализе мотивационного поведения претендентов.

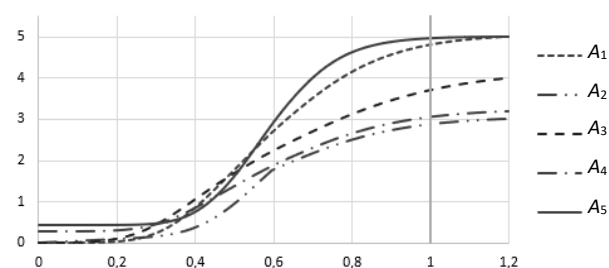


Рис. 3. ОК-функции мотивации акторов

Многие руководители склонны минимизировать риски и, соответственно, пере-

оценивать значение критерия лояльности персонала K^3 .

Таким образом, в рассматриваемом случае фаворитами, обусловленными психологическими особенностями таких руководителей, будут кандидаты A_3 и A_4 , испытывающие наибольшую лояльность K^3 ($a = 5$) к организации в целом и (или) руководству в частности. Далее ЛПР, минимизирующее риск, может допустить применение системного подхода при выборе кандидата только из двух лидеров A_3 и A_4 по критерию K^3 , имеющих суммарные оценки 7 баллов по двум оставшимся критериям – компетентности K^1 (C) и мотивации K^2 (M).

Очевидно, что при решении данной задачи необходимо принимать во внимание какие-то дополнительные факторы, так как при равнозначности весов критериев «бездушный и формальный» компьютеризованный подход не позволяет выбрать лучшую из альтернатив (табл. 2 и рис. 4).

Т а б л и ц а 2
Оценка альтернатив A_3 и A_4 по критериям K^1 и K^2

	A_3	A_4	$b + c$
Общий вид			
$K^1(C)$	$b = 3$	$c = 4$	7
$K^2(M)$	$c = 4$	$b = 3$	7
$b + c$	7	7	
Оценка при отборе персонала			
$K^1(C)$	3/7	4/7	1
$K^2(M)$	4/7	3/7	1
$b + c$	1	1	

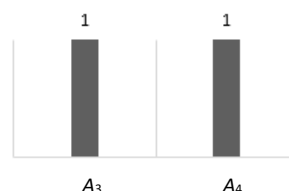


Рис. 4. Выбор альтернатив

Действительно, так как выбор ведется из двух кандидатов A_3 и A_4 множества A , имеем для величины δ разности суммы весов A_4 и A_3 , отнормированных с учетом весов всех претендентов $A_1, \dots, A_5$ по критериям K^1 – компетентность C и K^2 – мотивация M :

$$\delta = \left(\frac{c}{r} + \frac{b}{s} \right) - \left(\frac{b}{r} + \frac{c}{s} \right) = \frac{(b-c)(r-s)}{rs} = \frac{(4-3)(20-19)}{20 \cdot 19} > 0,$$

$$s = a + 2b + 2c = 19, r = 2a + b + 2c = 20.$$

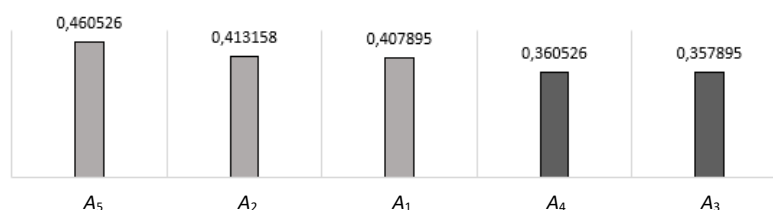
В представленном случае величина δ позволяет показать эффект приоритизации эксклюзивности качеств альтернативы, а также выгодное отличие актора A_4 в паре A_3, A_4 при наличии фоновых характеристик процесса от остальных кандидатур A_1, A_2, A_5 , доказывая, что в подобного рода психологических проблемах выбора существование фона имеет значение и мнение эксперта может отличаться от выбора компьютеризированного искусственного интеллекта.

Помимо указанных эффектов, результаты, представленные в табл. 3 и на рис. 5, свидетельствуют о превосходстве пусть даже и менее лояльных кандидатов A_1, A_2, A_5 , по мнению ЛПР, но более значимых для решения поставленных организационной структурой задач, что косвенно отражено в сумме оценок по остальным двум критериям – K^1 – компетентности и K^2 – мотивации, которые здесь считаются равнозначно важными и, как следствие, приносят выигрыш по указанным критериям кандидату A_5 .

Таблица 3

Применение субъективного подхода при отборе персонала

	A_1	A_2	A_5	A_4	A_3	r, s
Общий вид						
K^1	3	5	4	4	3	$s = 19$
K^2	5	3	5	3	4	$r = 20$
$z_i^1 + z_i^2$	8	8	9	7	7	
Оценка при отборе персонала						
K^1	$c/s = 3/19$	$a/s = 5/19$	$b/s = 4/19$	$b/s = 4/19$	$c/s = 3/19$	1
K^2	$a/r = 5/20$	$c/r = 3/20$	$a/r = 5/20$	$c/r = 3/20$	$b/r = 4/20$	1
$z_i^1 + z_i^2$	0,40789	0,41315	0,46052	0,36052	0,35789	


 Рис. 5. Упорядочение альтернатив по сумме двух критериев: K^1 – компетентность (competence C) и K^2 – мотивация (motivation M)

После обобщения результатов приведенного случая рассмотрим проблему, в которой кандидаты-альтернативы A_i , $i = 1, 2, \dots, m$, оцениваются по двум критериям – K^1 и K^2 , имеющим для ЛПР одинаковый уровень значимости (significance level) z_j ($j = 1, 2, 3$), т. е. $z^1 = z^2$. Пусть кандидат-альтернатива A_1 в заданной шкале отношений имеет по указанным критериям векторную оценку ($z_1^1 = a, z_1^2 = b$), а кандидат-альтернатива A_2 – симметричную вектор-

ную оценку ($z_2^1 = b, z_2^2 = a$). Остальные кандидаты-альтернативы A_i , где $i = 3, 4, \dots, m$, имеют, соответственно, векторные оценки ($z_i^1 = r_i, z_i^2 = s_i$) (табл. 4).

Таблица 4

Оценки альтернатив A по критериям K

	A_1	A_2	$A_i (i = 3, \dots, m)$
K^1	$z_1^1 = a$	$z_1^2 = b$	$z_i^1 = r_i$
K^2	$z_2^1 = b$	$z_2^2 = a$	$z_i^2 = s_i$

Принимая во внимание изложенные выше соображения о принципиальной необходимости учета фоновых характеристик при многокритериальном сравнении реальных альтернатив A_1 и A_2 , убеждаемся, что без учета характеристик кандидатов A_i ($i = 3, 4, \dots, m$), т. е. фона, определить, какой из вариантов (A_1 или A_2) предпочтительнее, невозможно в принципе. Действи-

тельно, выписав по традиционной схеме метода анализа иерархий (МАИ) согласованные матрицы парных сравнений альтернатив A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) по критериям K^1 и K^2 – матрицы M^1 и M^2 соответственно и вычислив нормированные на единицу собственные векторы указанных матриц, получим следующие векторы приоритетов альтернатив A_i , $i = 1, 2, \dots, m$:

$$\left(\frac{a}{a+b+r}, \frac{b}{a+b+s} \right), \left(\frac{b}{a+b+r}, \frac{a}{a+b+s} \right), \dots, \left(\frac{r_m}{a+b+r}, \frac{s_m}{a+b+s} \right), \quad r = \sum_{i=3}^m r_i, \quad s = \sum_{i=3}^m s_i,$$

где величины r и s отвечают за фоновые характеристики, создаваемые альтернативами A_i ($i = 3, \dots, m$) для первого и второго критерия соответственно (табл. 5).

Т а б л и ц а 5
Координаты векторов приоритета
альтернатив A по критериям K^1 и K^2

	A_1	A_2	...	A_m
K^1	$\frac{a}{a+b+r}$	$\frac{b}{a+b+r}$	...	$\frac{r_m}{a+b+r}$
K^2	$\frac{b}{a+b+s}$	$\frac{a}{a+b+s}$	...	$\frac{s_m}{a+b+s}$

Просуммировав оценки альтернатив A_1 и A_2 по двум критериям K^1 и K^2 на фоне остальных альтернатив A_i ($i = 3, \dots, m$) соответственно и вычислив разность суммарных оценок, получим выражение для оценки преимущества первой или второй альтернативы на фоне остальных альтернатив:

$$\Delta = \left(\frac{a}{a+b+r} + \frac{b}{a+b+s} \right) - \left(\frac{b}{a+b+r} + \frac{a}{a+b+s} \right) = \frac{(a-b) \cdot (s-r)}{(a+b+r)(a+b+s)}.$$

Пусть для определенности справедливо, что $a > b$, следовательно, всегда $(a-b) > 0$. Таким образом, $\Delta > 0$ (A_1 значимее A_2) при $(s-r) > 0$, т. е. $s > r$ и $\Delta < 0$ (A_2 значимее A_1) при $(s-r) < 0$. В случае $(s-r) > 0$ суммарная оценка альтернатив A_i ($i = 3, \dots, m$) по второму критерию K^2 выше, чем по первому

критерию K^1 , т. е. A_1 и A_2 находятся в окружении менее удачных вариантов A_i ($i = 3, \dots, m$) по первому критерию K^1 и более удачных вариантов A_i ($i = 3, \dots, m$) по второму критерию K^2 . На фоне альтернатив A_i ($i = 3, \dots, m$), в целом более слабых по первому критерию K^1 , так как $(r-s) < 0$, вариант A_1 , имеющий более высокую оценку по критерию K^1 , оказывается в более выигрышном положении по сравнению с вариантом A_2 , уступающим по критерию K^1 варианту A_1 . На фоне же альтернатив, оцениваемых суммарно более высоко по первому критерию K^1 , таких, что $(s-r) < 0$, и, следовательно, с суммарной оценкой фона по второму критерию K^2 , оказывающейся ниже суммарной оценки фона по первому критерию K^1 , вариант A_2 более предпочтителен варианта A_1 , так как именно по второму критерию вариант A_2 превосходит вариант A_1 .

Таким образом, показано, что формальное и изолированное сравнение вариантов без учета фона нереалистично. Два варианта (A_1 и A_2) с формальными векторными оценками (a, b) и (b, a) соответственно, полученными для двух одинаково значимых критериев K^1 и K^2 , с необходимостью имеют разный приоритет в зависимости от уникальных свойств альтернатив A_1 и A_2 по отношению к фону.

Как видно, при решении поставленной задачи методом анализа иерархии учитываются не только оценки альтернатив, но и общее влияние окружения рассматриваемых вариантов на психологическую со-

ставляющую выбора: при различном наборе возможных альтернатив оптимальный вариант будет различным. Если какой-то из рассматриваемых вариантов является более уникальным по одному из критериев, он будет считаться более предпочтительным, чем вариант с симметричными оценками, но не обладающий достаточной уникальностью. Данное явление учитывается при применении метода анализа иерархий.

Общая практика показывает, что можно построить более жизнеспособную социально-экономическую систему без выделения критерия лояльности K^3 , но не снижая значимость указанного важного для микроклимата в коллективе критерия. Приведем условно объективный отбор кандидатов по всем трем считающимся равнозначными для достижения цели критериям (табл. 6 и рис. 6).

Т а б л и ц а 6

Применение подхода с условно объективным отбором персонала

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	Суммарная оценка
<i>Общий вид</i>						
$K^1(C)$	3	5	3	4	4	19
$K^2(M)$	5	3	4	3	5	20
$K^3(L)$	4	4	5	5	3	2
	12	12	12	12	12	
<i>Оценка при отборе персонала</i>						
$K^1(C)$	3/19	5/19	3/19	4/19	4/19	1
$K^2(M)$	5/20	3/20	4/20	3/20	5/20	1
$K^3(L)$	4/21	4/21	5/21	5/21	3/21	1
	0,598371	0,603634	0,59599	0,598622	0,603383	

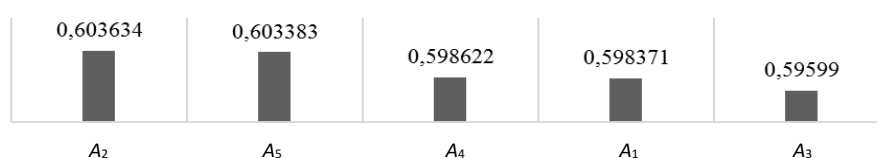


Рис. 6. Упорядочение альтернатив по сумме трех критериев

В случае условно объективного отбора побеждает кандидат A_2 . Дополнительно можно дать оценку представленным критериям и их значимости среди выборки кандидатов. Так, лояльность K^3 является наиболее характерным признаком среди всех кандидатов. Меньше всего представлена компетентность K^1 , что и дает полученные результаты при применении условно объективного подхода с учетом эффекта *rank reversal*. Указанная ситуация наглядно демонстрирует разницу между руководителями, избегающими риск, и руководителями, стремящимися к успеху (рис. 6).

Характерным результатом действий руководителя, избегающего рисков, будет

выбор лояльных сотрудников и, соответственно, повышение уровня конформизма коллектива и каждого сотрудника в частности. Однако данное решение повышает энтропию системы в целом за счет отбора не лучших сотрудников по остальным критериям. Из-за этого жизнеспособность системы существенно снижается. Фактически нарушается соответствие разнообразия управляющего воздействия разнообразию управляемого явления.

Сравним эффективность кандидатов A_2 и A_4 , выбранных, соответственно, при помощи субъективного квазисистемного подхода с предпочтением лояльных кандидатов и условно объективного метода отбора

персонала с использованием компьютеризованного инструментария.

В представленной выборке более развитое и эксклюзивное свойство компетентности K^1 актора A_2 ($z_2^1 = 5$) повышает жизнеспособность принявшей его на работу организации по сравнению с аналогичной системой, включившей в свой состав лояльного ($z_4^3 = 5$), но менее компетентного актора A_4 (о чем наглядно свидетельствует гистограмма на рис. 7), хотя в рамках первичной оценки указанные акторы выглядят формально равнозначно:

$$z_2^1 = 5, z_2^{2M} = 3, z_2^3 = 4, z_4^1 = 4, z_4^2 = 3, z_4^3 = 5 \leftrightarrow z_2^2 = z_4^2 = 3, z_2^1 + z_2^3 = z_4^1 + z_4^3 = 9.$$

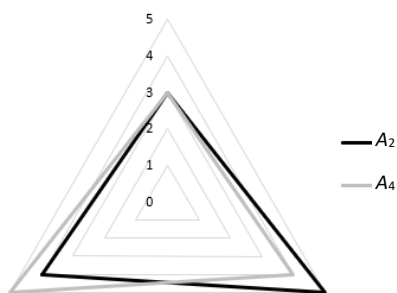


Рис. 7. Лепестковая диаграмма сравнения акторов A_2 и A_4

Как отмечалось выше, учет эмоционально-психологических и мотивационных характеристик не только победителя конкурсного отбора – агента A^* , но и лица, принимающего решение, – принципала P , в реальных задачах профессионального многокритериального отбора имеет важное значение. Опыт показывает, что до момента приглашения к конкурсу и начала процедур приема на работу в жизнеспособную организацию W принципал P и претендент A^* часто косвенно или лично знакомятся с профессиональными, а подчас и психосоциальными сторонами личности главных непосредственных участников описываемого конкурсного процесса.

Так, к примеру, ЛПР – заведующий кафедрой P и победитель конкурса на вакантное место профессора – научный работник или преподаватель высшего учебного заведения A^* могут знать друг друга,

пересекаясь на научных конференциях, симпозиумах, съездах, изучая выпущенные научные публикации и труды каждого, знакомясь с мнением их сотрудников. Поэтому в жизнеспособной организации W , где в силу жизнеспособности W установлены прочные традиции и преобладает уважение к мнению руководства и сотрудников, при предварительной принципал-агентской победе A^* в психолого-эмоциональном и интеллектуально-статусном единоборстве $P \leftrightarrow A^*$ итог формального конкурсного отбора A^* внутри W , как правило, предрешен, и отобранный принципалом P претендент A^* практически автоматически принимается на работу.

С применением аппарата МАИ и теории нечетких множеств [19–22; 24] проанжируем критерии C , M и L по значимости с психосоциальной субъективной точки зрения принципала P .

При нечеткой оценке предполагаемых предпочтений принципала P в концептуальном подходе ранжирования значимости критериев C , M и L воспользуемся аппаратом нечетких множеств, что позволяет гибко смоделировать ментальные предпочтения и психологию ЛПР.

Пусть в силу личных убеждений, сформированных традиционным психологическим фоном в организации W , руководитель подсистемы $W_1 \subset W$ (к примеру заведующий кафедрой университета) – принципал P считает, что у претендентов A_i , ($i = 1, \dots, m$) уровень компетентности C должен быть в определенной степени не ниже уровня внутриличностной мотивации M претендентов к повышению карьерного статуса и не уступать уровню лояльности L агентов $A_i \in A$ к руководству, сотрудникам и организационной структуре W . Одновременно принципал P , стремясь обеспечить удобный микроклимат в руководимой им подсистеме $W_1 \subset W$, считает, что у принятого на работу агента $A^* \in A$ уровень мотивации M стремления к карьерному росту должен быть ниже уровня лояльности L агента $A^* \in A$ к руководителю-принципалу P .

Таким образом, используя традиционную для МАИ схему построения матрицы парных сравнений значимости критериев

$$M_K = \begin{pmatrix} 1 & u & v \\ \frac{1}{u} & 1 & \frac{1}{w} \\ \frac{1}{v} & w & 1 \end{pmatrix}$$

$$M_K = \begin{pmatrix} 1 & u & v \\ \frac{1}{u} & 1 & \frac{1}{w} \\ \frac{1}{v} & w & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} 1-\lambda & u & v \\ \frac{1}{u} & 1-\lambda & \frac{1}{w} \\ \frac{1}{v} & w & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0 \rightarrow \lambda^3 - 3\lambda^2 + 2 - \left(\frac{u}{v \cdot w} + \frac{v \cdot w}{u} \right) = 0.$$

Имеем $\lambda_{\max} = \max(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = 3,163$. Значение коэффициента согласованности матрицы M_K

$$R = \frac{\lambda_{\max} - n}{n(n-1)} = 0,027 \ll 0,1$$

позволяет утверждать, что моделирование психологических аспектов оценки принципалом-руководителем ситуации прак-

и принятую шкалу отношений 1, 2, ..., 9, положим $u = 3, v = 2, w = 5$, где u, v и w суть выраженные численно отношения уровней значимости критериев $K^1(C)$ к $K^2(M)$, $K^1(C)$ к $K^3(L)$ и $K^2(M)$ к $K^3(L)$ соответственно. Вычислим значение максимального действительного собственного числа согласно известной схеме [2; 17]:

тически непротиворечиво и близко к реальности, воспринимаемой принципалом.

Для завершения реализации нечеткого многокритериального анализа критериев C, M и L в нечетких условиях имеем для нечеткого множества $\tilde{K}$, моделирующего представление принципалом сравнительной важности критериев, следующую последовательность вычислений:

$$\gamma_C = \sqrt[3]{u \cdot v} = 1,817, \gamma_M = \sqrt[3]{\frac{1}{u \cdot w}} = 0,405, \gamma_L = \sqrt[3]{\frac{w}{v}} = 1,357, \gamma = \gamma_C + \gamma_M + \gamma_L = 3,58,$$

$$\eta_C = \frac{\gamma_C}{\gamma} = 0,508, \eta_M = \frac{\gamma_M}{\gamma} = 0,113, \eta_L = \frac{\gamma_L}{\gamma} = 0,379, \eta_C + \eta_M + \eta_L = 1.$$

Здесь γ_C, γ_M и γ_L – координаты γ_K^j ($j = 1, 2, 3$) собственного вектора γ_K матрицы M_K , отвечающего максимальному собственному значению $\lambda_{\max}$ данной матрицы; η_C, η_M и η_L – координаты η_K^j ($j = 1, 2, 3$) отнормированного на единицу собственного вектора γ_K .

После нормировки на единицу вектора γ_K для величин степени принадлежности μ_K^j критериев K^j к нечеткому множеству $\tilde{K}$ имеем

$$\mu_K^1 = \eta_C = 0,508, \mu_K^2 = \eta_M = 0,113, \mu_K^3 = \eta_L = 0,379.$$

В итоге нечеткое множество значимости критериев $\tilde{K}$, по мнению P , запишется в виде

$$\tilde{K} = \left\{ \frac{\mu_C}{C}, \frac{\mu_M}{M}, \frac{\mu_L}{L} \right\} = \left\{ \frac{0,508}{C}, \frac{0,113}{M}, \frac{0,379}{L} \right\},$$

что и соответствует требуемой условной цепочке неравенств $C > L > M$, моделирующей представление принципала P .

При наличии пяти и более претендентов A_i на замещение вакантного места F найти корни получающегося алгебраического уравнения пятой степени можно только

численно. Поэтому в данной статье максимальные собственные значения несогласованных матриц попарного сравнения и соответствующие им собственные векторы находились с помощью средств вычислительной среды Mathcad. Для согласованных $n \cdot n$ матриц парных сравнений максимальные собственные значения равны n , т. е. в нашем случае $\lambda_{\max} = 5$ и численных вычислений для $\lambda_{\max}$ здесь не требуется.

При построении согласованных матриц парных сравнений альтернатив A_i по кри-

териям K_j применим модифицированную шкалу сравнений, полагая далее значения элементов матриц сравнения равными отношению чисел 5, 4 и 3, отвечающими терм-множеству «отлично», ..., «неприемлемо».

Имеем согласно табл. 1 для критериев K^1 – компетентность C , K^2 – мотивация M и K^3 – лояльность L следующие согласованные матрицы парных сравнений:

$$M_C = \begin{pmatrix} 1 & \dots & \frac{c}{b} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{b}{c} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad M_M = \begin{pmatrix} 1 & \dots & \frac{a}{a} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a}{a} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad M_L = \begin{pmatrix} 1 & \dots & \frac{b}{c} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{c}{b} & \dots & 1 \end{pmatrix},$$

у которых максимальные собственные значения λ_C , λ_M и λ_L равны 5.

Применяя в вычислительной среде Mathcad функцию `eigenvec` для матриц M_C , M_M , M_L с $\lambda_C = \lambda_M = \lambda_L = 5$ и нормируя на единицу полученные собственные векторы, имеем для нечетких множеств

$$\tilde{A}_{K^j} = \left\{ \frac{\mu_1^j}{A_1}, \dots, \frac{\mu_m^j}{A_m} \right\}, \quad j = 1, \dots, n$$

следующие выражения:

$$\tilde{A}_C = \left\{ \frac{0,158}{A_1}, \frac{0,263}{A_2}, \frac{0,158}{A_3}, \frac{0,211}{A_4}, \frac{0,211}{A_5} \right\}, \quad \tilde{A}_M = \left\{ \frac{0,25}{A_1}, \frac{0,15}{A_2}, \frac{0,2}{A_3}, \frac{0,15}{A_4}, \frac{0,225}{A_5} \right\},$$

$$\tilde{A}_L = \left\{ \frac{0,19}{A_1}, \frac{0,19}{A_2}, \frac{0,238}{A_3}, \frac{0,238}{A_4}, \frac{0,143}{A_5} \right\},$$

указывающие на распределение степени предпочтений руководителя-принципала P во множестве агентов-претендентов A_i ($i = 1, \dots, 5$) для каждого критерия K_j ($j = 1, 2, 3$).

Принимая во внимание отношение руководителя-принципала P к значимости критериев K_j , например, для реализации образовательного процесса в жизнеспо-

собном высшем учебном заведении, вычислим победителя конкурсного отбора $A^* \in A$ в рамках теории нечетких множеств.

Для нечеткого множества $\tilde{A}_{K^j}$ влияние приоритета критерия K_j реализуется путем возведения коэффициента μ^j в степень μ^{K^j} , что концентрирует соответствующее нечеткое множество. В результате имеем

$$\tilde{C} = \left\{ \frac{\mu_1^{1\mu_C}}{A_1}, \dots, \frac{\mu_m^{1\mu_C}}{A_m} \right\} = \left\{ \frac{0,158^{0,508}}{A_1}, \dots, \frac{0,211^{0,508}}{A_5} \right\} = \left\{ \frac{0,392}{A_1}, \frac{0,507}{A_2}, \frac{0,508}{A_3}, \frac{0,454}{A_4}, \frac{0,454}{A_5} \right\},$$

$$\tilde{M} = \left\{ \frac{0,855}{A_1}, \frac{0,807}{A_2}, \frac{0,834}{A_3}, \frac{0,807}{A_4}, \frac{0,855}{A_5} \right\}, \quad \tilde{L} = \left\{ \frac{0,533}{A_1}, \frac{0,533}{A_2}, \frac{0,580}{A_3}, \frac{0,580}{A_4}, \frac{0,478}{A_5} \right\}.$$

В итоге для выяснения претендента-победителя $A^* \in A$, по мнению ЛПП – принципала P , экспертов EE и/или заинтересованных лиц IP , необходимо, моделируя пересечение нечетких множеств, выбрать для каждого агента A_i наименьшую степень принадлежности и составить итоговое нечеткое множество $ACML$:

$$\widetilde{ACML} = \left\{ \frac{0,392}{A_1}, \frac{0,507}{A_2}, \frac{0,392}{A_3}, \frac{0,454}{A_4}, \frac{0,454}{A_5} \right\},$$

которое после сопоставления степеней принадлежности агентов A_i позволяет прийти к распределению значимости претендентов, похожему на распределение в рамках подхода с условно объективным отбором персонала (см. табл. 4 и рис. 5), к следующему итоговому неравенству:

$$A^* = A_2 > A_4 = A_5 > A_1 = A_3,$$

что в рамках нечетких утверждений и теории нечетких множеств может трактоваться приблизительно так: похоже, что на конкурсе агент A_2 выглядел лучше пары A_4 и A_5 , не уступавших друг другу по возможностям и опередивших показавшимися одинаково достойными претендентов A_1 и A_3 .

В заключение отметим, что представленный подход, учитывающий психологические особенности поведения участников конкурсного процесса, позволяет, в частности, приблизиться к реализации требований научных публикаций, моделирующих, как показывает опыт автора, редко встречаемые в полном объеме базовые компетенции идеальных сотрудников идеальных структур, требуя, к примеру, идеальной социально-личностной, информационной и организационной компетент-

ности в сфере постановки целей и задач, а также принятия решений и разработки программ в рамках деятельности жизнеспособной организации.

Тем не менее изложенные результаты демонстрируют необходимость учета фоновых характеристик и эффекта *rank reversal* при мультикритериальном выборе и упорядочении альтернатив в мультиагентных жизнеспособных системах с помощью комбинированных подходов, включающих учет субъективных психосоциальных суждений экспертов наряду с компьютерными оценками бездушного искусственного интеллекта.

При этом периодически возникающие жизненно необходимые требования жизнеспособного общества будут с неизбежностью эволюционно порождать оздоравливающие воздействия социально-экономического и психоэмоционального фона на потенциальный конкурсный материал, состоящий из человеческого ресурса, повышая тем самым человеческий капитал активных систем, или, проще говоря, созидательная атмосфера в обществе позволит сформировать высокообразованных творческих людей, которые и обеспечат процветание организационных структур.

В свою очередь неразрывное совокупное творческое служение сильного педагогического персонала школ и конкурентоспособного профессорско-преподавательского состава институтов и университетов позволит сформировать новое образованное поколение, обеспечивая поступательное движение вверх по спирали благополучия жизнеспособного общества.

Список литературы

1. Бир С. Мозг фирмы. – М. : Едиториал УРСС, 2005.
2. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. – М. : Наука, 1967.
3. Дэвид Г. Метод парных сравнений. – М. : Статистика, 1978.
4. Дэкерс Л. Мотивация: теория и практика. – М. : ГроссМедиа, 2007.
5. Зимин И. Н., Картвелишвили В. М. Жизнеспособный университет: концепции, критерии, структура // IX Международная научно-практическая конференция имени А. И. Китова «Информационные технологии и математические методы в экономике и

управлении» (ИТиММ-2019) : сборник статей. – М. : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2019. – С. 26–30.

6. Зимин И. Н., Картвелишвили В. М. МЖС: логфрейм и риски // Системное моделирование социально-экономических процессов : труды 42-й Международной научной школы-семинара имени академика С. С. Шаталина. – Воронеж : Истоки, 2019. – С. 467–471.

7. Ильин Е. П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности. – СПб. : Питер, 2008.

8. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. – СПб. : Питер, 2008.

9. Ильин Е. П. Эмоции и чувства. – СПб. : Питер, 2013.

10. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности. Правила и предубеждения. – Харьков : Гуманитарный центр, 2005.

11. Картвелишвили В. М., Мазуров М. Е., Петров Л. Ф. Прикладные системно-динамические модели: теория и практика. – М. : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018. – С. 89–170.

12. Картвелишвили В. М. Жизнеспособные системы: подходы и модели // Системное моделирование социально-экономических процессов : труды 45-й Юбилейной Международной научной школы-семинара имени академика С. С. Шаталина. – Воронеж : Истоки, 2022. – С. 413–418.

13. Картвелишвили В. М., Крынецкий Д. С. Жизнеспособная система: структура и отношения // IX Международная научно-практическая конференция имени А. И. Китова «Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении» (ИТиММ-2019) : сборник статей. – М. : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2019. – С. 21–26.

14. Картвелишвили В. М., Крынецкий Д. С. Мотивация и стимулы в производственных отношениях // Системное моделирование социально-экономических процессов : труды 42-й Международной научной школы-семинара имени академика С. С. Шаталина. – Воронеж : Истоки, 2019. – С. 554–557.

15. Картвелишвили В. М., Лебедюк Э. А. Метод анализа иерархий: критерии и практика // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2013. – № 6 (60). – С. 97–112.

16. Картвелишвили В. М., Лебедюк Э. А. Нечеткий метод анализа иерархий: критерии и практика // Вестник Российского государственного торгово-экономического университета. – 2013. – № 9–10 (79). – С. 146–158.

17. Курош А. Г. Курс высшей алгебры. – М. : Наука, 1968.

18. Маслоу А. Мотивация и личность. – СПб. : Питер, 2008.

19. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

20. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта. – М. : Горячая линия – Телеком, 2010.

21. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М. : Радио и связь, 1993.

22. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

23. Хэлворсон Х. Г., Хиггинс Т. Психология мотивации. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014.

24. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007.

References

1. Beer S. *Mozg firmy* [The Brain of the Firm]. Moscow, Editorial URSS, 2005. (In Russ.).
2. Gantmakher F. R. *Teoriya matrits* [Matrix Theory]. Moscow, Nauka, 1967. (In Russ.).
3. Devid G. *Metod parnykh sravnenii* [The Method of Paired Comparisons]. Moscow, Statistika, 1978. (In Russ.).
4. Dekers L. *Motivatsiya: teoriya i praktika* [Motivation: Theory and Practice]. Moscow, GrossMedia, 2007. (In Russ.).
5. Zimin I. N., Kartvelishvili V. M. *Zhiznesposobnyy universitet: kontseptsii, kriterii, struktura* [Viable University: Concepts, Criteria, Structure] IX *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya imeni Kitova «Informatsionnye tekhnologii i matematicheskie metody v ekonomike i upravlenii» (ITiMM-2019), sbornik statey* [9th International Scientific and Practical Conference named after A. I. Kitov "Information Technologies and Mathematical Methods in Economics and Management" (ITiMM-2019), collection of articles]. Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, 2019, pp. 26–30. (In Russ.).
6. Zimin I. N., Kartvelishvili V. M. *MZHS: logfreyim i riski* [Model of a Viable System: Logframe and Risks]. *Sistemnoe modelirovanie sotsialno-ekonomicheskikh protsessov, trudy 42-y Mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly-seminara imeni akademika S. S. Shatalina* [System Modeling of Socio-Economic Processes: Proceedings of the 42nd International Scientific School-Seminar named after Academician S. S. Shatalin]. Voronezh, Istoki, 2019, pp. 467– 471. (In Russ.).
7. Ilyin E. P. *Differentsialnaya psikhologiya professionalnoy deyatel'nosti* [Differential Psychology of Professional Activity]. Saint Petersburg, Piter, 2008. (In Russ.).
8. Ilyin E. P. *Motivatsiya i motivy* [Motivation and Motives]. Saint Petersburg, Piter, 2008. (In Russ.).
9. Ilyin E. P. *Emotsii i chuvstva* [Emotions and Feelings]. Saint-Petersburg, Piter, 2013. (In Russ.).
10. Kaneman D., Slovik P., Tversky A. *Prinyatie resheniy v neopredelennosti. Pravila i predubezhdeniya* [Decision-Making in Uncertainty. Rules and Prejudices]. Kharkov, Gumanitarnyy tsentr, 2005. (In Russ.).
11. Kartvelishvili V. M., Mazurov M. E., Petrov L. F. *Prikladnye sistemno-dinamicheskie modeli: teoriya i praktika* [Applied System-Dynamic Models: Theory and Practice]. Moscow, FGBOU VO "Plekhanov Russian University of Economics", 2018, pp. 89–170. (In Russ.).
12. Kartvelishvili V. M. *Zhiznesposobnye sistemy: podkhody i modeli* [Viable Systems: Approaches and Models]. *Sistemnoe modelirovanie sotsialno-ekonomicheskikh protsessov, trudy 45-y Yubileynoy mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly-seminara imeni akademika S. S. Shatalina* [System Modeling of Socio-Economic Processes: Proceedings of the 45th Anniversary International Scientific School-seminar named after Academician S. S. Shatalin]. Voronezh, Istoki, 2022, pp. 413–418. (In Russ.).
13. Kartvelishvili V. M., Krynetskiy D. S. *Zhiznesposobnaya sistema: struktura i otnosheniya* [Viable System: Structure and Relations]. IX *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya imeni A. I. Kitova «Informatsionnye tekhnologii i matematicheskie metody v ekonomike i upravlenii» (ITiMM-2019), sbornik statey* [9th International Scientific and Practical Conference named after A. I. Kitov "Information Technologies and Mathematical Methods in Economics and Management" (ITiMM-2019), collection of articles]. Moscow, FGBOU VO «Plekhanov Russian University of Economics», 2019, pp. 21–26. (In Russ.).
14. Kartvelishvili V. M., Krynetskiy D. S. *Motivatsiya i stimuly v proizvodstvennykh otnosheniyakh* [Motivation and Incentives in Industrial Relations]. *Sistemnoe modelirovanie sotsialno-ekonomicheskikh protsessov, trudy 42-y Mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly-seminara imeni akademika S. S. Shatalina* [System Modeling of Socio-Economic Processes: Proceedings of the

42nd International Scientific School-Seminar named after Academician S. S. Shatalin]. Voronezh, Istoki, 2019, pp. 554–557. (In Russ.).

15. Kartvelishvili V. M., Lebedyuk E. A. Metod analiza ierarkhiy: kriterii i praktika [Method of Hierarchy Analysis: Criteria and Practice]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2013, No. 6 (60), pp. 97–112. (In Russ.).

16. Kartvelishvili V. M., Lebedyuk E. A. Nechetkiy metod analiza ierarkhiy: kriterii i praktika [Fuzzy Method of Hierarchy Analysis: Criteria and Practice]. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo trgovno-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Russian State University of Trade and Economics], 2013, No. 9–10 (79), pp. 146–158. (In Russ.).

17. Kurosh A. G. Kurs vysshey algebry [Course of Higher Algebra]. Moscow, Nauka, 1968. (In Russ.).

18. Maslou A. Motivatsiya i lichnost [Motivation and Personality]. Saint-Petersburg, Piter, 2008. (In Russ.).

19. Pegat A. Nechetkoe modelirovanie i upravlenie [Fuzzy Modeling and Control]. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy, 2009. (In Russ.).

20. Rutkovskiy L. Metody i tekhnologii iskusstvennogo intellekta [Methods and Technologies of Artificial Intelligence]. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom, 2010. (In Russ.).

21. Saati T. Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy [Decision-making. A Method for Analyzing Hierarchies]. Moscow, Radio i svyaz, 1993. (In Russ.).

22. Saati T. Prinyatie resheniy pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh: analiticheskie seti. [Decision-Making with Dependencies and Feedbacks: Analytical Networks]. Moscow, Knizhnyy dom "LIBROKOM", 2009. (In Russ.).

23. Khelvorson Kh. G., Khiggins T. Psikhologiya motivatsii [Psychology of Motivation]. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber, 2014. (In Russ.).

24. Shtovba S. D. Proektirovanie nechetkikh sistem sredstvami MATLAB [Design of Fuzzy Systems by Means of MATLAB]. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom, 2007. (In Russ.).

Сведения об авторе

Василий Михайлович Картвелишвили

доктор физико-математических наук,
профессор РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет имени Г. В. Плеханова», 109992,
Москва, Стремянный пер., д. 36.
E-mail: VMK777@mail.ru

Information about the author

Vasilii M. Kartvelishvili

Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor of the PRUE.
Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow,
109992, Russian Federation.
E-mail: VMK777@mail.ru