

Научная статья

УДК 330.4:621.311 (06)

DOI 10.18101/2304-4446-2024-4-77-90

О РЕАЛИЗАЦИИ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЫТОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С УЧЕТОМ СТРАТЕГИИ ИНТЕГРАЦИИ

© **Кравченко Оксана Александровна**

кандидат экономических наук, доцент

Шахтинский автодорожный институт (филиал) ЮРГПУ (НПИ) им. М. И. Платова

Россия, 346500, г. Шахты, пл. Ленина, 1

oksana.xen@yandex.ru

Аннотация. Подчеркивается актуальность разработки и реализации модели оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции, как инструмента стратегического управления, позволяющего обосновать выбор партнера по сотрудничеству для разработки инновационных проектов и предоставлению услуг в сфере повышения энергоэффективности посредством создания программных систем на основе методов искусственного интеллекта. Показаны преимущества применения нечетко-множественного подхода при реализации разработанной модели. Представлен сравнительный анализ результатов реализации разработанной модели на основе методов многокритериального выбора: метода аддитивной свертки, метода анализа иерархий, разработан критерий оценки и алгоритм реализации нечеткой модели оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов.

Ключевые слова: нечеткая модель, оценка ресурсного потенциала, стратегия интеграции, инновационные проекты, энергосбытовые организации, методы теории принятия решений.

Для цитирования

Кравченко О. А. О реализации нечеткой модели оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2024. № 4. С. 78–90.

Повышение эффективности функционирования энергосбытовых организаций (ЭСО) во многом связано с формированием стратегий этих организаций с регулируемым видом деятельности (тарифы по энергосбытовой деятельности регламентируются государством, в том числе устанавливаются плановые показатели рентабельности).

Расширение спектра дополнительных видов деятельности, на которые ЭСО вправе самостоятельно устанавливать цены, в рамках стратегии горизонтальной диверсификации позволит повысить прибыльность и конкурентоспособность этих организаций.

Мощный информационный потенциал ЭСО как исключительная способность позволяет на своей основе создавать инновационные проекты в сфере энергосбережения, использования возобновляемых источников энергии в целях повышения энергетической эффективности потребителей электроэнергии и по предоставлению информационных услуг.

Разработка инновационных проектов ЭСО требует решения вопроса о выборе организации-партнера, обладающего опытом в инновационной сфере. Предлагаемая модель оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов дает возможность на комплексной основе обосновать выбор организации-партнера по сотрудничеству с учетом интеграции ресурсов организаций.

Целью статьи является реализация нечеткой модели оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов, анализ результатов и обоснование значений оценок.

К задачам, решаемым при реализации поставленной цели, следует отнести обоснование выбора нечетко-множественного представления данных; характеристику, особенности выбранного метода реализации модели; анализ результатов реализации модели — оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции, в том числе сравнительный анализ по различным методам реализации для нескольких организаций, выбранных в качестве партнеров по сотрудничеству; обоснование критерия оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции для выбора партнера по сотрудничеству.

Применение нечетко-множественного подхода для реализации разработанной модели обусловлено рядом факторов. В числе наиболее значимых следует отметить невозможность получения статистических данных по показателям, применяемым для оценки ресурсного потенциала. Продолжительность работы некоторых ЭСО охватывает небольшой период времени: менее десяти лет (недостаточность информации о функционировании), зона деятельности также может меняться (укрупнение организации — расширение зоны деятельности, либо обратный процесс (отсутствие повторяемости ситуации и отражающих ее данных)), что значительно влияет на показатели, характеризующие ресурсы.

Весомая часть показателей оценки ресурсного потенциала может быть получена на основе экспертного оценивания, что влечет применение методов, основанных на использовании таких данных.

Предлагаемая модель основана на информации о человеческих, финансовых, информационных и материальных ресурсах, полученной от двух групп экспертов сотрудников ЭСО и организации-партнера на основе результатов анкетирования.

В теории принятия решений методы экспертных оценок играют значимую роль [1; 2], к ним относят «методы семейства ELECTRE, метод парных сравнений, метод обобщенной оценки, аналитический метод (аналитических записок), метод коллективной генерации идей (мозговой штурм), метод «интервью», метод анкетного опроса, метод «комиссий», метод суда, метод Дельфи, метод морфологического анализа, метод написания сценария» [3] и другие.

Такие методы, как нечеткие множества [4], нейронные сети, генетические алгоритмы, стохастическое программирование, относящиеся к «мягкому» моделированию, применяются в условиях неполной информации.

Поскольку электроэнергетические системы, следовательно, и предприятия, обеспечивающие их работу, относятся к человеко-машинным системам, то получить статистические данные за продолжительный период времени по всем необходимым показателям, характеризующим функционирование, представляется

достаточно сложным, что затрудняет использование стохастических моделей.

Применение генетических алгоритмов и нейронных сетей связано с процессом «обучения». Компьютерную программу, разработанную для ПАО «Мосэнергосбыт» на основе указанных выше методов и «обученную» на данных, характеризующих функционирование города с численностью населения, превышающей тринадцать миллионов человек, потребуется заново «обучать» при использовании, например, в ООО «Абаканэнергосбыт», обслуживающего значительно меньшее количество потребителей на территории с менее развитой инфраструктурой промышленного комплекса. Процесс «обучения» требует привлечения информационных, человеческих ресурсов и времени, наиболее ценного [5–7] и невосполнимого ресурса.

Выбор методов нечеткой логики при реализации модели оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов позволяет релевантно отражать показатели в условиях неполной информации и применять оценивание для различных территорий обслуживания без изменения программных комплексов, реализующих системы моделей.

Нечетко-множественный подход позволяет применять расплывчатые оценки, что наиболее подходит для показателей: «наличие современной компьютерной техники», «наличие опыта участников рабочей группы в разработке инновационных проектов» и других.

В [8] отмечается, что «методы многокритериального принятия решений, основанные на точных данных, имеют соответствующий аналог, базирующийся на нечетких множествах».

Необходимо подчеркнуть, что процесс создания цифровых двойников в электроэнергетике базируется на развитии интеллектуальных информационных систем, проектирование которых, в свою очередь, не представляется возможным без применения нечетко-множественного подхода к решению задач в этой отрасли, используемого на протяжении нескольких десятков лет учеными [9; 10].

Методы многокритериального выбора, представленные в [11–15], позволяют использовать нечетко-множественное представление данных, что дает возможность выбрать метод, наиболее соответствующий характеристикам, применяемым для оценки ресурсного потенциала ЭСО.

При реализации моделей с нечетким представлением данных, в которых необходимо осуществить многокритериальный выбор, используют следующие подходы: «на основе пересечения нечетких множеств; аддитивной свертки; нечеткого отношения предпочтения; мультипликативной свертки; с использованием правила нечеткого вывода; ранжирования альтернатив на множестве лингвистических векторных оценок, максиминной свертки, а также нечеткого метода анализа иерархий, TOPSIS» [16] и другие [17].

Определение метода для решения задачи многокритериального выбора связано с необходимостью принятия одного из подходов: рационально-взвешенного, оптимистического, пессимистического. Важно отметить, что некоторые методы из перечисленных выше относят к методам с эвристическим подходом.

Реализация разработанной в предыдущей статье модели на основе метода, основанного на правилах, характеризующегося наибольшей устойчивостью по сравнению с иными нечеткими методами потребует значительного упрощения модели, способного исказить результаты и негативно повлиять на их точность.

Нечеткая модель оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов реализована на основе метода аддитивной свертки критериев [18], базирующемся на оптимистическом подходе.

В нем низкие оценки по критериям имеют такое же влияние, что и высокие. Выбор метода с оптимистическим подходом связан с отсутствием ситуаций, характеризующихся высокой степенью риска, так как разрабатываемые проекты относятся к дополнительному виду деятельности ЭСО и не связаны с риском возникновения техногенных аварий, с негативными экологическими и социальными последствиями.

В [8] подчеркивается особенность применения метода аддитивной свертки, заключающаяся в выполнении ограничений: «взаимонезависимость критериев по предпочтению; предпочтение равномерно меняется при изменении критерия».

Факторы разработанной модели представлены в предыдущей статье в виде лингвистических переменных Л. Заде [19], для которых заданы термы, оценки и параметры трапециевидных функций принадлежности.

Взвешенные оценки ресурсного потенциала ЭСО (I_{res}), организации-партнера (I_{rp}), ЭСО при реализации стратегии интеграции (I_{ri}) в случае использования нормированных оценок $Fres_i$, Frp_j рассчитываются следующим образом [18]:

$$I_{res} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot Fres_i; \quad (1)$$

$$I_{rp} = \sum_{j=1}^m \varphi_j \cdot Frp_j; \quad (2)$$

$$I_{ri} = I_{res} \cdot \tau_1 + I_{rp} \cdot \tau_2; \quad (3)$$

где n , m — количество показателей, определяющих ресурсный потенциал ЭСО и организации-партнера; γ_i , φ_j — важность влияния показателей на ресурсный потенциал соответственно ЭСО и партнера; γ_i , φ_j , τ_k — нормированы, т. е. $\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1$; $\sum_{j=1}^m \varphi_j = 1$; $\tau_1 + \tau_2 = 1$; $\gamma_i \geq 0$; $i=1, \dots, n$; $\varphi_j \geq 0$; $j=1, \dots, m$; $\tau_k \geq 0$; $k=1, 2$, k — количество партнеров в сотрудничестве; $Fres_i$, Frp_j — оценка показателей, влияющих на ресурсный потенциал ЭСО и организации-партнера. В (1), (2) $Fres_i$, Frp_j являются нечеткими числами.

Расчет коэффициентов γ_i , φ_j , τ_k , используемых в четком представлении осуществлен по формуле П. С. Фишберна [20; 21]:

$$P_i = \frac{2 \cdot (r-j+1)}{r \cdot (r+1)} \quad (4)$$

где r — число показателей, определяющих ресурсный потенциал каждого партнера.

Реализация нечеткой модели оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов предусматривает выполнение действий, представленных выше, и анализ полученных результатов применительно к особенностям системы ресурсного потенциала организации.

В таблицах 1–3 показаны данные для расчета оценки ресурсного потенциала партнеров сотрудничества без указания точного наименования организации, но с характеристикой основного вида деятельности на базе представленных в предыдущей статье (см. табл. 1, 2) формализованных нечетких лингвистических переменных, составляющих оценки ресурсного потенциала партнеров (высшее учеб-

ное заведение (далее — вуз) 1, вуз 2, энергосервисная организация, монтажная организация), расположенных, как и ЭСО, в Южном федеральном округе.

Показатели в таблице 1 обозначены сокращенно следующим образом: показатель среднего срока работы сотрудников в ЭСО, с которыми заключены бессрочные трудовые договоры (Н11), показатель укомплектованности кадров (Н12); показатель, отражающий соответствие квалификации работников профессиональным стандартам (Н13); структурированность данных, возможность быстрого изменения спектра ключевых характеристик обработки информации (И11); наличие (отсутствие) данных о характеристиках рынка по предоставлению информационных и энергосервисных услуг (о наличии лояльных потребителей — потенциальных заказчиков проектов) (И12); капиталоемкость разрабатываемых проектов, срок их реализации, возможность тиражирования (F11); наличие современной компьютерной техники (M11); стабильно функционирующее оборудование в сфере коммуникационных технологий (M12); наличие независимого от электрических сетей источника питания (M13).

Таблица 1

*Оценка показателей ресурсного потенциала ЭСО
с учетом стратегии интеграции*

Ресурсы	Человеческие			Информационные		Финансовые	Материальные		
	Н11	Н12	Н13	И11	И12	F11	M11	M12	M13
Оценка	СР	ОН	СР	Н	ОН	СР	СР	Н	ОН

Сокращения: ОН — очень низкая (оценка); Н — низкая; СР — средняя; В — высокая; ОВ — очень высокая.

В таблице 2 представлены данные оценки показателей, определяющих ресурсный потенциал организаций-партнеров, произведенной на основе таблицы 2 из предыдущей статьи. Показатели обозначены сокращенно следующим образом: обеспечение необходимого состава рабочей группы (Н21); наличие требуемого спектра направлений подготовки специалистов (Н22); опыта участников рабочей группы в разработке инновационных проектов (Н23); сформированных механизмов стимулирования в организации плановых показателей по научно-исследовательской работе (НИР) (Н24); возможность длительной работы рабочей группы в неизменном составе (Н25); наличие прав доступа к информационным сервисам библиотек, использование специализированного программного обеспечения (I21); отсутствие задолженности по обязательствам (налоговые платежи, договорные отношения и др.) (F21); наличие современной компьютерной техники (M21), наличие монтажного подразделения (M22).

Следует отметить, что оценка показателей, характеризующих ресурсный потенциал каждого из партнеров, в том числе ЭСО, осуществлялась с учетом поставленной цели — формирование сотруднических отношений для разработки инновационных проектов и предоставления информационных услуг энергосбытовой организацией.

Таблица 2

*Оценка показателей ресурсного потенциала
предполагаемых организаций-партнеров по сотрудничеству для разработки
инновационных проектов и предоставления информационных услуг*

Организации-партнеры	Ресурсы								
	Человеческие					Информационные	Финансовые	Материальные	
	H21	H22	H23	H24	H25			M21	M22
ВУЗ 1	Н	ОВ	СР	СР	В	В	В	Н	ОН
ВУЗ 2	СР	ОВ	СР	В	В	ОВ	В	СР	ОН
Энергосервисная организация	СР	Н	В	Н	В	ОН	СР	СР	СР
Монтажная организация	В	Н	СР	Н	В	Н	В	В	ОВ

Влияние ресурсного потенциала ЭСО и организации-партнера на ресурсы ЭСО при выборе стратегии интеграции, определенное согласно (4), соответствует 0,33 и 0,67.

Параметры функций принадлежности оценки показателей в таблице 3 нормированы.

Таблица 3

Данные для расчета оценки ресурсного потенциала организаций-партнеров

Показатель			Функция принадлежности оценки показателей				
Вид для ЭСО	Вид для партнера	Важность показателя	ЭСО	ВУЗ 1	ВУЗ 2	Энергосервисная организация	Монтажная организация
H11	H21	0,2	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,2; 0,3; 0,4; 0,5)	(0,4; 0,5; 0,6; 0,7)	(0,4; 0,5; 0,6; 0,7)	(0,6; 0,7; 0,8; 0,9)
H12	H23	0,178	(0; 0; 0,1; 0,2)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)
I11	M22	0,156	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)	(0; 0; 0,1; 0,2)	(0; 0; 0,1; 0,2)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,7; 0,8; 0,9; 1)
I12	H22	0,133	(0; 0; 0,1; 0,2)	(0,7; 0,8; 0,9; 1)	(0,7; 0,8; 0,9; 1)	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)
M13	H25	0,111	(0; 0; 0,1; 0,2)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)
M11	I21	0,089	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,8; 0,9; 1; 1)	(0,8; 0,9; 1; 1)	(0; 0,1; 0,2; 0,3)	(0,2; 0,3; 0,4; 0,5)
H13	F21	0,067	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)
F11	H24	0,044	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)
M12	M21	0,022	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)
Функция принадлежности важности			(0,138; 0,196; 0,296;	(0,362; 0,447; 0,547;	(0,415; 0,5; 0,6; 0,691)	(0,316; 0,416; 0,516;	(0,418; 0,518; 0,618;

О. А. Кравченко. О реализации нечеткой модели оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции

	0,396	0,638		0,616	0,718
Оценка ресурсного потенциала ЭСО при стратегии интеграции	-	(0,212; 0,278; 0,389; 0,476)	(0,229; 0,296; 0,4; 0,493)	(0,197; 0,268; 0,368; 0,468)	(0,23; 0,302; 0,402; 0,502)

После получения нечетких чисел, характеризующих оценки ресурсного потенциала ЭСО и организаций-партнеров, осуществлена дефаззификация. Для дефаззификации используют несколько методов в зависимости условий поставленной задачи, среди этих методов выделяют следующие: центр тяжести, центр площади и другие.

Дефаззификация данных из таблицы 3 произведена по методу центра тяжести [8].

$$I_r = G(L) = \frac{\sum_i^n \alpha_i \cdot l_i}{\sum_i^n \alpha_i} \quad (5)$$

где α_i — значения функции принадлежности, $\mu_L(l_i) = \alpha_i$.

Дефаззификация представляет собой процесс преобразования фаззи-вывода в точное число. Согласно одному из способов необходимо найти центр тяжести фаззи-множества. Для трапециевидного числа центр тяжести можно представить как среднее взвешенное его границ. При представлении нечеткого числа a и d обозначают нижнюю и верхнюю границы, где функция принадлежности равна нулю, а b и c — границы, внутри которых функция принадлежности равна единице.

Формула дефаззификации для трапециевидного числа

$$I_{ri} = \frac{a+2b+2c+d}{6} \quad (6)$$

используется для нахождения центра тяжести трапециевидной фигуры, помогает преобразовать фаззи-число (трапециевидное число в данном случае) в точное значение. Эта формула определяет упрощенный метод вычисления центра тяжести для трапециевидной фигуры.

Данные расчета показателей представлены в таблице 4.

В рамках **анализа результатов реализации модели** сравним результаты, полученные с применением методов многокритериального выбора, базирующихся на различных подходах: метод аддитивной свертки критериев (МАС), метод анализа иерархий (МАИ).

При верификации результатов моделирования, полученных на основе аддитивной свертки, будем использовать метод анализа иерархий [2], так как в [11] подчеркивается, что «нечеткие соответствия, полученные через функции принадлежности, незначительно отличаются от нечетких соответствий, построенных с помощью процедуры Саати».

Как видно из таблицы 4, у предполагаемых партнеров ЭСО оценки ресурсного потенциала выше, чем у ЭСО, и эти оценки превышают значение «средняя». У ЭСО значение такой оценки выше «низкой», но ниже «средней» вне зависимости от применяемого метода реализации модели.

Таблица 4

*Результаты расчета оценки ресурсного потенциала
с учетом стратегии интеграции и горизонтальной диверсификации ЭСО
(на основе группировки показателей по участникам сотрудничества)*

Организации	Оценка ресурсного потенциала				
	Организации-партнеры		ЭСО при стратегии интеграции		Объединение показателей в группы по ресурсам
	МАС	МАИ	МАС	МАИ	
Вуз 1	0,5	0,19	0,33	0,16	0,15
Вуз 2	0,55	0,2	0,35	0,16	0,15
Энергосервисная организация	0,47	0,17	0,32	0,15	0,14
Монтажная организация	0,57	0,25	0,36	0,19	0,17
ЭСО	0,25	0,12	-	-	-

Учитывая приоритеты лингвистических оценок МАИ из [2], где очень высокая — 0,42; высокая — 0,26; средняя — 0,16; низкая — 0,1; очень низкая — 0,06, и функции принадлежности оценки ресурсного потенциала, можно сделать вывод о том, что к организациям с наиболее высокой оценкой относится монтажная организация — 0,19, а также вуз 2 и вуз 1 по 0,16.

Анализ оценок ресурсного потенциала предполагаемых партнеров ЭСО показывает, что значения оценок для вуз 2 и монтажной организации достаточно близки 0,55 и 0,57 (при использовании МАС), что тоже наблюдается и для оценки ресурсного потенциала при стратегии интеграции 0,35 и 0,36.

Расчет ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции можно осуществить на основе совместной группировки показателей партнеров по сотрудничеству с учетом вида ресурса для рассматриваемого примера (ЭСО и вуз 1, ЭСО и вуз 2, ЭСО и энергосервисная организация, ЭСО и монтажная организация). Результаты такого расчета представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

*Результаты расчета оценки ресурсного потенциала
с учетом стратегии интеграции ЭСО на основе группировки показателей
по ресурсам (нечеткие числа)*

Организации-партнеры	Оценка вида ресурсов				Оценка ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции
	Информационные	Человеческие	Финансовые	Материальные	
Вуз 1	(0,19; 0,25; 0,35; 0,44)	(0,33; 0,43; 0,53; 0,63)	(0,43; 0,53; 0,63; 0,73)	(0,08; 0,12; 0,22; 0,32)	(0,24; 0,31; 0,41; 0,51)
Вуз 2	(0,19; 0,25; 0,35; 0,44)	(0,32; 0,41; 0,51; 0,61)	(0,43; 0,53; 0,63; 0,74)	(0,11; 0,15; 0,49; 0,83)	(0,24; 0,31; 0,48; 0,65)
Энергосервисная организация	(0,05; 0,12; 0,22; 0,32)	(0,31; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	(0,19; 0,25; 0,35; 0,45)	(0,22; 0,3; 0,4; 0,5)
Монтажная организация	(0,08; 0,15; 0,25; 0,35)	(0,31; 0,41; 0,51; 0,61)	(0,34; 0,53; 0,63; 0,73)	(0,32; 0,39; 0,49; 0,59)	(0,28; 0,36; 0,46; 0,56)

Таблица 6

*Результаты расчета оценки ресурсного потенциала
с учетом стратегии интеграции ЭСО на основе группировки показателей
по ресурсам*

Организации — партнеры	Оценка вида ресурсов								Оценка ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции	
	Информационные		Человеческие		Финансовые		Материальные			
	МАС	МАИ	МАС	МАИ	МАС	МАИ	МАС	МАИ	МАС	МАИ
Вуз 1	0,31	0,16	0,48	0,18	0,58	0,19	0,18	0,16	0,37	0,15
Вуз 2	0,31	0,16	0,46	0,18	0,58	0,19	0,37	0,16	0,41	0,15
Энергосервисная организация	0,17	0,08	0,45	0,16	0,45	0,16	0,31	0,13	0,35	0,14
Монтажная организация	0,21	0,08	0,46	0,14	0,58	0,19	0,44	0,15	0,41	0,17

Данные из таблиц 4–6 позволяют увидеть изменение оценки ресурсного потенциала ЭСО вследствие выбора стратегии интеграции.

Из данных трех последних столбцов таблицы 4 видно, что при использовании двух подходов к реализации модели получился сходный результат.

Результаты реализации модели (табл. 5) указывают, что сотрудничество с вуз 1 и вуз 2 позитивно повлияет на развитие информационных ресурсов ЭСО, то есть позволит развивать направление по предоставлению информационных услуг.

Интеграция с энергосервисной и монтажной организациями будет способствовать укреплению материально-технической базы, необходимой для реализации проектов по использованию возобновляемых источников энергии, энергосбережению, энергосервисным услугам.

Из данных таблиц 4, 6 видно, что оценка ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии сотрудничества с монтажной организацией возросла с 0,25 до 0,41 (расчет по МАС), расчет по МАИ показывает рост с 0,12 до 0,17, что превышает значения оценки «средняя». Рост ресурсного потенциала ЭСО для разработки инновационных проектов при сотрудничестве с вуз 2 отражен в увеличении значений оценки с 0,25 до 0,41 (расчет по МАС), расчет по МАИ показывает рост оценки с 0,12 до 0,15.

Интеграция ЭСО с энергосервисной организацией в незначительной степени может изменить ресурсный потенциал ЭСО: оценка ресурсного потенциала изменилась с 0,25 до 0,35 (расчет по МАС), с 0,12 до 0,14 (расчет по МАИ). Это объясняется тем, что для примера была выбрана энергосервисная организация, осуществляющая работы и услуги в небольшом объеме и не обладающая большим ресурсным потенциалом — 0,47 расчет по МАС и 0,17 расчет по МАИ, что соответствует оценке «средняя».

Значение показателя, соответствующее минимальному значению оценки ресурсного потенциала, предлагается при четком представлении использовать 0,35. При нечетком представлении этот показатель должен превышать величину, соответствующую «низкой» оценке (с трапецевидной функцией принадлежности

(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)). Энергосбытовая организация в зависимости от проектов, предполагаемых для разработки и реализации видов предоставляемых дополнительных услуг, может самостоятельно определять значение показателя.

При реализации модели оценки ресурсного потенциала ЭСО предлагается определять организации для сотрудничества на основе соответствия значений трех оценок: ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции I_{ri} ; человеческих ресурсов (I_{rh}); материальных ресурсов (I_{rm}) условиям критерия определения партнеров по сотрудничеству (7), то есть должны выполняться одновременно условия:

$$I_{rh}^{min} \leq I_{rh} \cap I_{rm}^{min} \leq I_{rm} \cap I_{ri}^{min} \leq I_{ri} , \quad (7)$$

где I_{rh}^{min} , I_{rm}^{min} , I_{ri}^{min} — минимальные значения оценок человеческих, материальных ресурсов, ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции, устанавливаемые ЭСО самостоятельно с учетом особенностей разрабатываемых и реализуемых проектов.

При нечетком представлении этого критерия неравенства (7) следует рассматривать как условие характеризующее, что оценка ресурсного потенциала должна соответствовать одной из трех оценок по пятиуровневой шкале: средняя; высокая; очень высокая соответственно с трапециевидными функциями принадлежности: (0,3; 0,4; 0,5; 0,6); (0,5; 0,6; 0,7; 0,8); (0,7; 0,8; 0,9; 1).

Если показатели оценки ресурсного потенциала I_{ri} , I_{rm} , I_{rh} , удовлетворяют условию (7), т.е. критерий выполняется, то это указывает на обоснованность выбора партнера по сотрудничеству для разработки инновационных проектов, в противном случае — необходимо рассмотреть иных потенциальных партнеров сотрудничества.

Расчет оценок ресурсного потенциала на основе группировки по организациям-партнерам необходим для того, чтобы исключить потенциальных партнеров с низкими и очень низкими значениями ресурсного потенциала, потому что такие организации не способны выступить равноправными партнерами в сотрудничестве, а любой негативный сбой в их работе может повлиять на реализуемые совместно с ЭСО инновационные проекты.

Информация о ресурсном потенциале предполагаемых организаций-партнеров, накапливаемая на протяжении долгосрочного периода может отображать динамику оценок, в том числе и позитивную, что может стать одним из оснований включения в число партнеров по сотрудничеству в сфере разработки инновационных проектов.

Необходимость проведения расчета оценок ресурсного потенциала с учетом группировки показателей по видам ресурсов на следующем этапе исследования определяется возможностью получения оценки по каждому виду ресурсов, что исключает из числа уже выбранных организаций те, которые при наличии высоких оценок по финансовым и информационным ресурсам обладают одновременно низкими по человеческим и материальным ресурсам. Такие партнеры в большей степени смогут стимулировать развитие в сотрудничестве только ресурсов, нашедших развитие у них. При этом наиболее необходимые для создания инновационных проектов: человеческие и материальные останутся на том же уровне, что и у ЭСО. Дальнейшее формирование сотруднических отношений ЭСО с такими организациями не способно привести к поставленным целям в

сфере инновационного развития.

Использование критерия для выбора организаций-партнеров на основе ресурсного потенциала с учетом стратегии интеграции позволит определить наиболее соответствующие организации с учетом видов ресурсов, необходимых для разработки в процессе сотрудничества инновационных проектов.

Алгоритм реализации модели оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов может быть представлен следующим образом:

- 1) определение состава экспертной группы ЭСО и организации-партнера;
- 2) экспертное оценивание показателей, характеризующих каждый из видов ресурсов согласно выбранной структуре представления ресурсов;
- 3) фазсификация данных, полученных при экспертном оценивании;
- 4) расчет показателей оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции на основе метода аддитивной свертки с учетом группировки показателей по организации;
- 5) дефазсификация результатов;
- 6) расчет показателей оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции на основе метода анализа иерархий;
- 7) верификация полученных результатов на основе сравнения результатов реализации на основе МАС и МАИ;
- 8) проведение мероприятий в случае невысоких значений оценки ресурсного потенциала ЭСО без учета сотрудиических отношений, по выявлению причин низких значений показателей и минимизация влияния негативных последствий сложившейся системы бизнес-процессов на выполнение целей организации;
- 9) исключение организаций-партнеров со значениями оценок «очень низкая», «низкая»;
- 10) расчет показателей оценки ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции на основе группировки показателей по видам ресурсов (с применением метода анализа иерархий и метода аддитивной свертки), в том числе получение оценок по видам ресурсов;
- 11) верификация полученных результатов на основе сравнения результатов, полученных благодаря группировке показателей по организациям партнерам и по группам ресурсов (на основе МАС и МАИ);
- 12) определение минимальных значений оценок ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции, человеческих ресурсов, материальных ресурсов;
- 13) анализ оценок ресурсного потенциала ЭСО с учетом стратегии интеграции, человеческих ресурсов, материальных ресурсов на основе предложенного критерия определения организаций-партнеров по сотрудиичесству (в том числе исключение организаций с высокими оценками по финансовым, информационным ресурсам, одновременно с низкими значениями по человеческим и материальным ресурсам);
- 14) корректировка стратегической программы ЭСО, планов по разработке и реализации инновационных проектов, предоставлению информационных услуг на основе полученной информации о формировании сотрудиических отношений в рамках стратегии интеграции.

Нечеткая модель оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов как со-

ставляющая интеллектуальной информационной системы в перспективе займет одно из ключевых мест в системе формирования сотруднических отношений с организациями.

Выводы:

1. При реализации модели оценки ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции для разработки инновационных проектов необходимо использовать нечетко-множественный подход представления данных, позволяющий наиболее точно и корректно моделировать социальные и экономические явления.

2. На основе экспертных оценок посредством метода аддитивной свертки получены значения оценок ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции и верифицированы на основе реализации модели посредством метода анализа иерархий.

3. Оценка ресурсного потенциала энергосбытовой организации с учетом стратегии интеграции определена на основе произведенного расчета оценок по показателям, сгруппированным по видам ресурсов энергосбытовой организации и организации-партнера.

4. Предложен критерий для выбора организации-партнера по сотрудничеству, базирующийся на оценке показателей человеческих ресурсов, материальных ресурсов, ресурсного потенциала.

5. Представленный алгоритм реализации нечеткой модели, основанный на методе аддитивной свертки критериев (показателей), предусматривает оптимистический подход к оценке показателей, влияющих на ресурсный потенциал организации, содержит этапы экспертного оценивания, фаззификации, расчета показателей, дефаззификации на основе метода центра тяжести полученных результатов и их анализ, верификацию, расчет оценок посредством группировки показателей по видам ресурсов и выбор организаций-партнеров на основе предложенного критерия.

Литература

1. Теория выбора и принятия решений. Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. 328 с. Текст: непосредственный.
2. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / перевод с английского А. В. Андрейчикова, О. Н. Андрейчиковой. Москва: ЛИБРОКОМ, 2009. 360 с. Текст: непосредственный.
3. Кравченко Т. К., Исаев Д. В. Системы поддержки принятия решений. Москва: Юрайт, 2018. 292 с. Текст: непосредственный.
4. Волкова Е. С., Гисин В. Б. Нечеткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах. Москва: КНОРУС, 2021. 156 с. Текст: непосредственный.
5. Клейнер Г. Б. Ресурсная теория системной организации экономики // Российский журнал менеджмента. 2011. Т. 9, № 3. С. 3–28. Текст: непосредственный.
6. Бельских И. Е. Время как экономическая категория (к вопросу формирования экономики времени) // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № (326). С. 19–24. Текст: непосредственный.
7. Баскин А. И. Время в системе экономических ресурсов постиндустриального общества: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук: 08.00.01. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. гос. ун-та экономики и финансов, 2006. 19 с. Текст: непосредственный.

8. Броневиц А. Г., Лепский А. Е. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений. Москва: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. 264 с. Текст: непосредственный.
9. Павленко Е. Н. Разработка моделей и методов исследования технологических процессов в электроэнергетике с применением нечетких оценок параметров: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.18. Таганрог: Изд-во Таганрог. гос. радиотехн. ун-та, 2004. 20 с. Текст: непосредственный.
10. Надтока И. И., Баласим М. А. З. Краткосрочное прогнозирование нагрузки с учетом метеофакторов на основе адаптивной нейронечеткой сети // Современные энергетические системы и комплексы и управление ими: сборник материалов 12 Международной научно-практической конференции. Новочеркасск, 2014. С. 49–55. Текст: непосредственный.
11. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под редакцией Д. А. Поспелова. Москва: Наука, 1986. 312 с. Текст: непосредственный.
12. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. Москва: Наука, 1981. 208 с. Текст: непосредственный.
13. Зак Ю. А. Принятие многокритериальных решений. Москва: Экономика, 2011. 236 с. Текст: непосредственный.
14. Грунина Г. С. Решение многокритериальных задач оптимизации в условиях неопределенности на основе метода анализа иерархий и теории нечетких множеств: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1998. 16 с. Текст: непосредственный.
15. Жуковин В. Е. Нечеткие многокритериальные модели принятия решений. Тбилиси: Мецниереба, 1988. 71 с. Текст: непосредственный.
16. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Наука и искусство принятия решений // Принятие решений в условиях неопределенности: от метода анализа иерархий до нечетких моделей. Москва: ЛЕНАНД, 2021. 800с. Текст: непосредственный.
17. Недосекин А. О., Павлов К. Е., Волкова Л. А. Применение нечетких множеств к финансовому анализу предприятий // Вопросы анализа риска. 1999. № 2–3. С. 24. Текст: непосредственный.
18. Борисов А. Н., Крумберг О. А., Федоров И. П. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования. Рига: Зинатне, 1990. 184 с. Текст: непосредственный.
19. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: перевод с английского. Москва: Мир, 1976. 165 с. Текст: непосредственный.
20. Салахутдинова К. И. Повышение точности идентификации программного обеспечения путем использования аддитивного критерия Фишберна // Информационные технологии. 2019. Т. 25, № 10. С. 609–614. Текст: непосредственный.
21. Фишберн П. С. Теория полезности для принятия решений (Серия «Экономико-математическая библиотека»). Москва: Наука, 1978. 352 с. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 03.10.2024; одобрена после рецензирования 25.10.2024; принята к публикации 28.10.2024.

ON IMPLEMENTING A FUZZY MODEL FOR RESOURCE POTENTIAL
ASSESSMENT OF AN ENERGY SALES ORGANIZATION TAKING INTO ACCOUNT
THE INTEGRATION STRATEGY

Oksana A. Kravchenko

Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.,

Shakhty Automobile and Road Construction Institute

(branch) of Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)

1 Lenina Sq., Shakhty 346500, Russia

oksana.xen@yandex.ru

Abstract. The article emphasizes the relevance of developing and implementing a model for assessing the resource potential of an energy sales organization taking into account the integration strategy as a strategic management tool that allows justifying the choice of a cooperation partner for developing innovative projects and providing services in the field of increasing energy efficiency by creating software systems based on artificial intelligence methods. We have shown the advantages of using a fuzzy set approach in implementing the developed model and presented a comparative analysis of the results of its implementing based on multi-criteria selection methods: additive convolution method, and hierarchy analysis method. We also have developed the assessment criterion and the algorithm for implementing a fuzzy model for assessing the resource potential of an energy sales organization taking into account the integration strategy for the development of innovative projects.

Keywords: fuzzy model, resource potential assessment, integration strategy, innovative projects, energy sales organizations, decision theory methods.

For citation

Kravchenko O. A. On Implementing a Fuzzy Model for Resource Potential Assessment of an Energy Sales Organization Taking into Account the Integration Strategy. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*. 2024; 4: 77–90 (In Russ.).

The article was submitted 03.10.2024; approved after reviewing 25.10.2024; accepted for publication 28.10.2024.