

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАРТНЕРСКОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ

С. В. Фролова, Е. М. Дебердиева

^{1, 2} Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
¹ frolovasv@tyuiu.ru, ² deberdievaem@tyuiu.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Сетевая структура представляет собой организационную форму, где предприятия объединяются в сеть для обмена информацией, ресурсами и опытом, что способствует повышению эффективности производства и конкурентоспособности продукции. В такой структуре каждое предприятие сохраняет свою автономность, но имеет доступ к ресурсам других участников. Однако проблема заключается в выборе подходящих предприятий-партнеров для создания эффективного объединения. Несмотря на то, что механизмы формирования сетевых структур достаточно хорошо отработаны, имеющийся методический аппарат оценки эффективности формирования партнерских сетевых структур проработан недостаточно, что и обуславливает актуальность данного исследования. В качестве цели исследования определено развитие методических подходов к оценке эффективности функционирования партнерской сетевой структуры и апробация ее на примере предприятий нефтяного машиностроения. *Материалы и методы.* Были использованы методы нечеткой логики и анализа иерархии, позволяющие комбинировать качественное описание и количественный анализ для определения критериев оценки эффективности, а также корректно оценивать синергетический и индивидуальный эффекты, возникающие при обеспечении реализации принципов партнерской сетевой структуры. *Результаты.* Предложена и апробирована методика комплексной оценки эффективности функционирования партнерской сетевой структуры, которая позволит учитывать не только финансовые показатели, но и другие важные аспекты, такие как культура компании, удовлетворенность сотрудников и клиентов, технологические возможности и т.д., т.е. оценивать не отдельные аспекты деятельности интеграционной структуры, а в целом сетевую структуру на основе критериев устойчивого развития. *Выводы.* Апробация предложенной комплексной модели оценки эффективности функционирования партнерской сетевой структуры в форме консорциума по сравнению с успешно действующими показала целесообразность выбора описанной конфигурации партнерской сетевой структуры.

Ключевые слова: партнерская сетевая структура, интеграция, нефтяное машиностроение, эффективность интеграции, оценка эффективности

Для цитирования: Фролова С. В., Дебердиева Е. М. Модель комплексной оценки эффективности функционирования партнерской сетевой структуры // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2024. № 1. С. 48–64. doi: 10.21685/2227-8486-2024-1-4

MODEL OF COMPLEX ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF PARTNER NETWORK STRUCTURE FUNCTIONING

S.V. Frolova¹, E.M. Deberdieva²

^{1, 2} Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

¹ frolovasv@tyuiu.ru, ² deberdievaem@tyuiu.ru

Abstract. *Background.* A network structure is an organisational form where enterprises are networked together to share information, resources and expertise, thereby improving production efficiency and product competitiveness. In such a structure, each enterprise retains its autonomy but has access to the resources of other participants. However, the problem is to choose the right partner enterprises to create an effective association. Despite the fact that the mechanisms of formation of network structures are well enough worked out the available methodological apparatus for assessing the effectiveness of the formation of partner network structures is not sufficiently developed, which determines the relevance of this study. The aim of the study is to develop methodological approaches to assessing the effectiveness of the partner network structure and approbation of it on the example of oil engineering enterprises. *Materials and methods.* In this paper, fuzzy logic and hierarchy analysis methods were used to combine qualitative description and quantitative analysis to determine the performance evaluation criteria, as well as to correctly evaluate the synergistic and individual effects that arise in ensuring the implementation of the principles of the partner network structure. *Results.* A methodology of integrated assessment of the efficiency of SAR functioning has been proposed and tested, which will allow taking into account not only financial indicators, but also other important aspects, such as company culture, employee and customer satisfaction, technological capabilities, etc. That is, to assess not individual aspects of the integration structure, but the network structure as a whole on the basis of sustainable development criteria. *Conclusions.* The testing of the proposed integrated model for assessing the effectiveness of the functioning of SSPs in the form of a consortium in comparison with successfully operating ones has shown the feasibility of choosing the described configuration of the partner network structure.

Keywords: partner network structure, integration, petroleum engineering, integration efficiency, efficiency assessment

For citation: Frolova S.V., Deberdieva E.M. Model of complex assessment of the efficiency of partner network structure functioning. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2024;(1):48–64. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2024-1-4

Введение

Любая экономическая система развивается путем сочетания эволюционных этапов и качественной модернизации, что приводит к трансформации ее структуры, взаимосвязей элементов и механизма воспроизводства. Происходящий в настоящее время процесс модернизации в промышленности, включающий изменения в структуре, технологиях и институциональных системах, направлен на увеличение глобальной конкурентоспособности национальной экономики. Как известно, модернизация является переходным этапом и точкой бифуркации, где накопленные изменения не только обновляют состояние системы, но и создают потенциал для ее развития. Развитие состояния промышленности идентифицируется как переход к модернизации от трансформации и основывается на преимуществах инновационного развития экономики.

Следует отметить, что затрудняют инновационное развитие национальной промышленности введенные рядом стран в отношении России около 10 лет назад технологические и экономические санкции, ограничивающие трансфер высокотехнологичного оборудования и технологий. В этих условиях взятый правительством РФ курс на инновационность определяет возрастание значимости обрабатывающих производств и обеспечивается значительной государственной поддержкой. Однако в промышленности до сих пор высока доля импортозависимости ввиду низкого качества и высокой стоимости машин отечественного производства. Так, в 2014 г. доля импортозависимости по некоторым видам нефтяного оборудования доходила до 90 %. При этом следует отметить, что бюджетобразующей отраслью в Российской Федерации по состоянию на сентябрь 2023 г. является топливно-энергетическая, так как в структуре товарного экспорта РФ преобладают топливно-энергетические товары – 60 %¹. В промышленности доля машиностроения в общем объеме производства России в 2021 г. составила 7,9 %, а доля нефтяного машиностроения в частности – 3,5 %². В этой связи с целью обеспечения совершенствования оборудования для реализации прорывных технологий в области нефтедобычи, связанных с извлечением труднодоступных ресурсов при ухудшении качества сырьевой базы, возникают новые задачи для нефтяного машиностроения, что повышает и без того значимую роль подотрасли нефтяного машиностроения.

Сегодня отрасль нефтяного машиностроения характеризуется наличием существенных проблем: сохраняется значительный уровень (более 50 %³) износа основных фондов, наблюдается предельно низкий уровень инноваций (доля наукоемкой продукции – 2,6 %⁴); отмечается, что большинство производителей осуществляют модернизацию имеющихся активов, тем самым еще более снижая инвестиционную привлекательность отрасли; слишком глубокая специализация предприятий машиностроения препятствует гибкому реагированию на изменение спроса со стороны топливно-энергетического комплекса (ТЭК); дефицит высококвалифицированных специалистов, которые могут эффективно работать на современном оборудовании и готовы постоянно обновлять свои знания и навыки. Предприятия ТЭК как заказчик не могут оказать помощь в решении множества проблем отрасли нефтяного машиностроения, так как вследствие высокой волатильности цен на нефть большинство инвестиционных проектов в нефтегазодобывающей отрасли были свернуты либо значительно (на 20–30 %) секвестированы.

Для успешного функционирования предприятий нефтяного машиностроения в современных условиях, когда внешняя среда характеризуется

¹ Журнал «РБК». URL: <https://www.rbc.ru/economics/14/11/2023/65532b479a79471209aab87e> (дата обращения: 20.01.2024).

² Вестник машиностроения. URL: <https://www.mashin.ru/news/2022/02/15/v-rossii-v-2021-godu-vypushcheno-mashin-i-oborudovaniya-na-3-2-menshe-chem-v-2020-godu/> (дата обращения: 20.01.2024).

³ Прогноз научно-технического развития отраслей ТЭК России на период до 2035 г. URL: <https://minenergo.gov.ru/system/download-pdf/6365/66647> (дата обращения: 20.01.2024).

⁴ Проблемные вопросы развития отечественного машиностроения. URL: <http://unionexpert.su/problemnye-voprosy-razvitiya-otechestvennogo-mashinostroeniya> (дата обращения: 20.01.2024).

высокой степенью неопределенности, технологии становятся все более сложными, а создание на их базе современных наукоемких продуктов становится необходимостью, требуется активная концентрация ресурсного, технико-технологического потенциала, а также финансового и интеллектуального капиталов. По нашему мнению, решение инновационно-технологических проблем предприятий нефтяного машиностроения возможно за счет формирования сетевых структур (СС) интегрирующих предприятий разных отраслей. Объединение усилий предприятий нефтяного машиностроения, вузов, инженеринговых и финансовых компаний способно преодолеть периодические кризисные ситуации. Так, например, носители научного знания, необходимого для создания инновационного продукта, – вузы и НИИ – зачастую не имеют площадок апробации результатов, а способные адаптировать научные решения к реальному производству инженеринговые компании не обладают новыми технологиями и оборудованием [1].

С 2021 г. государство, понимая значимость технологического отставания промышленности, реализует масштабную программу «Приоритет 2030», в рамках которой формируются различные технологические консорциумы. Цель данной программы – создание группы университетов, которые будут играть ведущую роль в обеспечении научных, технологических и кадровых потребностей экономики и социальной сферы, повышении конкурентоспособности системы высшего образования на мировой арене и поддержке регионального развития в рамках федерального проекта «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии», являющегося частью национального проекта «Наука и университеты»¹. Вузы, прошедшие отбор в программу «Приоритет 2030», инициируют стратегические проекты, которые объединяют ведущие образовательные учреждения страны, предприятия промышленности, другие научные организации для реализации технологичных инновационных продуктов в различных областях промышленности. Консорциумы, формируемые в рамках программы, являются одним из аспектов получения сетевых эффектов, так как представляют собой форму сетевого взаимодействия.

Сетевая структура, как правило, является организационной формой, при которой предприятия объединяются в сеть. Созданные таким образом взаимосвязи позволяют предприятиям обмениваться информацией, ресурсами и опытом, что способствует повышению эффективности производства и конкурентоспособности продукции. В сетевой структуре каждое предприятие сохраняет свою автономию и независимость, но при этом имеет доступ к ресурсам и возможностям других участников сети. При этом основной целью объединения является получение не только индивидуального, но и синергетического эффекта, поэтому участники являются партнерами в достижении общей цели. К принципам создания сетевой структуры на основе вышесказанного можно отнести: наличие важной научно-технической или другой задачи, требующей объединения усилий нескольких участников; ориентацию на получение конкретных продуктов в результате деятельности сетевой структуры; определение конечных сроков достижения поставленных целей; учет дефицита как фактора при выборе и приглашении партнеров; распределение функций и обязанностей

¹ Программа «Приоритет 2030». URL: <https://priority2030.ru> (дата обращения: 20.01.2024).

между участниками на основе их уровня компетенции и экспертизы; выделение различных ресурсов (людских, финансовых, материальных) для решения задач сетевой структуры со стороны его партнеров. Однако в настоящее время существует проблема выбора предприятий-партнеров для создания эффективной межотраслевой сетевой структуры и ее дальнейшего развития. Не все компании пригодны для включения в такую структуру. Таким образом, объектом данного исследования являются партнерские интеграционные структуры, включающие предприятия нефтяного машиностроения.

Несмотря на то, что механизмы формирования сетевых структур достаточно хорошо отработаны, имеющийся методический аппарат оценки эффективности формирования партнерских сетевых структур (ПСС) проработан недостаточно, что и обуславливает актуальность данного исследования.

Материалы и методы

Исследование было проведено в логике системно-ситуационной парадигмы, базирующейся на теории систем, системном и ситуационном подходах, так как любая сетевая структура является сугубо индивидуальной, но в то же время должна рассматриваться как совокупность составляющих его единство участников. Для выявления наиболее релевантных методов оценки эффективности ПСС были применены общенаучные методы анализа и синтеза, а также инструментарий системно-организационного анализа. В процессе анализа фактического материала и для представления результатов исследования был использован метод структурно-логического моделирования.

На сегодняшний день проблематика интеграции в промышленности является актуальной темой и исследуется последние 30 лет довольно интенсивно в силу того, что полученные сетевые эффекты для каждого из участников являются достаточно значимыми, а именно при сохранении юридической и коммерческой самостоятельности позволяют повысить индивидуальную конкурентоспособность, а также удовлетворить потребность в высокотехнологичной продукции, что по отдельности не представляется возможным осуществить в ограниченные сроки. Наиболее остро стоит вопрос достоверной оценки эффективности сетевых структур в силу значительных рисков интеграции [1]. В мировой практике существуют разные группы методов оценки эффективности объединений различного типа (рис. 1).

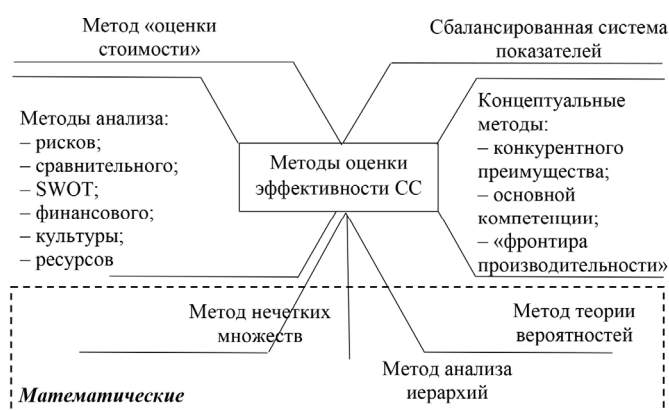


Рис. 1. Группы методов оценки эффективности (составлено авторами)

Характеристика методов оценки эффективности сетевых структур представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика методов оценки эффективности сетевых структур

Метод и автор 1	Характеристика 2
Концепция конкурентного преимущества [2]	Предполагает достижение конкурентного преимущества компании посредством наличия уникальных ресурсов и возможностей, которые не могут быть скопированы другими компаниями. При интеграции компании могут объединять свои ресурсы и возможности, чтобы создать уникальное конкурентное преимущество
Концепция основной компетенции [3]	Предполагает сосредоточение компаний на своих основных компетенциях, т.е. на тех уникальных навыках и знаниях, которые позволяют им достигать конкурентного преимущества. При интеграции компании могут объединять свои основные компетенции, чтобы создать еще более уникальное конкурентное преимущество
Анализ SWOT [4]	Анализ SWOT включает в себя оценку сильных и слабых сторон компании, а также возможностей и угроз, которые могут возникнуть при формировании СС
Сбалансированная система показателей (ССП) [5]	При интеграции компании могут использовать ССП для оценки эффективности своих операций после объединения
Концепция фронта производительности [6]	Основывается на сравнении производительности компании до и после формирования СС с производительностью лучших компаний в отрасли
Метод сравнительного анализа	Позволяет сравнить производительность компании до и после формирования СС, а также сравнить ее с производительностью других компаний в отрасли
Метод анализа рисков	Помогает оценить потенциальные риски, связанные с формированием СС, и разработать стратегии для их снижения
Метод оценки стоимости	Позволяет определить стоимость СС и оценить ее влияние на финансовые результаты компании
Метод финансового анализа	Помогает понять, какие изменения произошли после формирования СС и как они повлияли на финансовые результаты компании по расчетам изменений по чистой прибыли, EBITDA, изменений в активах и обязательствах компании после формирования СС
Метод анализа культуры	Позволяет определить, насколько схожи культуры компаний, которые собираются интегрироваться, и как это может повлиять на производительность и успех СС
Метод анализа ресурсов	Помогает определить, какие ресурсы (человеческие, финансовые, технологические и т.д.) будут необходимы для успешной СС и как они могут быть использованы наилучшим образом
Метод нечетких множеств	Основывается на логике нечетких множеств, которая позволяет учитывать неопределенность и нечеткость данных, что может быть полезно при оценке факторов, которые не могут быть точно измерены

Окончание табл. 1

1	2
Метод теории вероятностей	Определяются вероятности наступления различных событий и используются для оценки эффективности
Метод анализа иерархий	Разбивается цель оценки на несколько уровней иерархии, определяются критерии на каждом уровне и оценивается их важность. Данный метод позволяет более точно определить, какие факторы влияют на эффективность интеграции и как они связаны друг с другом

Проведя сравнительную характеристику методов оценки эффективности объединений, представленных в табл. 1, можно сделать следующие выводы:

- концептуальные методы оценки эффективности являются системными и универсальными, позволяющими рассмотреть все аспекты бизнеса, включая производственные процессы, маркетинг, финансы, удовлетворенность клиентов, персонал и т.д., а также выявить уникальные компетенции для достижения конкурентных преимуществ при формировании сетевых структур. Однако они сложны для понимания и применения в реальной жизни, требуют большого количества данных, не учитывают изменения в рыночной среде, специфические особенности объединений, культурные различия и личные отношения между сотрудниками, которые могут повлиять на успех формирования. Кроме того, не учитывают потенциал для роста предприятий в будущем;

- традиционно широко применяемые методы анализа позволяют выявить сильные и слабые стороны каждой из интегрируемых компаний, возможности и угрозы, связанные с формированием сетевой структуры; ответить на вопрос, насколько эффективно было такое объединение по сравнению с другими методами, какие аспекты нуждаются в улучшении; частично учитывают специфические особенности сетевых структур, которые могут повлиять на эффективность результата и сравнить его до и после; выявить различия в культуре компаний, какие аспекты нужно сохранить для уникальности и привлекательности для клиентов, а также оценить эффективность использования различных ресурсов компаний-участников. При этом применение методов анализа может быть поверхностным, результаты часто субъективными, зависящими от мнения аналитиков; так же, как и концептуальные методы требуют большого количества данных; узкоспециализированные, не учитывающие долгосрочные последствия формирования сетевых структур;

- метод оценки стоимости, учитывающий финансовую составляющую в оценке затрат на проект формирования сетевой структуры, не является точным, а также не принимает во внимание другие факторы, кроме финансовых;

- сбалансированная система показателей в отличие от метода оценки стоимости, напротив, учитывает не только финансовые, но и другие аспекты, такие как клиентская база, производственные процессы, развитие персонала и др., но в то же время для ее разработки и внедрения требуется много времени и ресурсов, она слишком сложна и трудно интерпретируема для некоторых показателей;

- математические методы оценки эффективности сетевых структур учитывают не только качественные, но и количественные характеристики факторов, позволяют определять вероятности наступления различных событий, что может быть полезно при оценке драйверов формирования объединения; дают

более точные результаты, поскольку основаны на математических расчетах, поэтому помогают при принятии более обоснованных решений, базирующихся на количественных данных и вероятностном подходе, и эти методы можно применять для оценки эффективности различных видов сетевых структур и многокомпонентных систем. Конечно, данные методы не лишены недостатков, основными из которых являются некоторая ограниченность, если, например, данные не являются надежными или отсутствует достаточное количество информации для определения вероятностей наступления событий, а также необходимость формирования экспертного мнения, что может быть сложно в условиях неопределенности [7–12].

При оценке эффективности важно учитывать как краткосрочные, так и долгосрочные последствия формирования сетевых структур и выбирать методы оценки, которые наилучшим образом помогут принять обоснованные решения. С этой целью может быть применен метод анализа изменений внутри компании и ее структуры после объединения, что позволит исследовать изменения в структуре управления, внутренних процессах, культуре команды и т.д., понять, насколько успешно прошла интеграция и какие изменения были наиболее значимыми. Необходимо учитывать мнение сотрудников компании, которые принимали участие в формировании сетевых структур, для получения ценных отзывов о том, как прошла интеграция и решены основные проблемы, какие методы оценки эффективности объединения были наиболее полезными и как их можно улучшить в будущем [13, 14].

Таким образом, для исследования эффективности интеграционных структур традиционно применяют методы теории вероятностей, оценки на основе расчета прогнозных финансовых показателей. По нашему мнению, предпочтительнее использовать сочетание методов теории нечетких множеств и анализа иерархии, так как во многих случаях субъективная степень достоверности значений параметров предопределяет необходимость моделирования неопределенности. Основные преимущества метода нечетких множеств и метода анализа иерархий:

- в отличие от множества рассмотренных выше методов учет не только качественных, но и количественных характеристик, что позволяет получить более точные оценки;
- учет в расчетах неопределенности и нечеткости данных, которые могут быть присущи реальным ситуациям при формировании сетевых структур;
- формализация экспертного мнения, что может быть полезно при оценке факторов, которые не могут быть точно измерены;
- определение веса каждого критерия на всех уровнях иерархии, что позволяет более точно рассчитать влияние факторов на эффективность;
- простота применения методов, которые не требуют сложных математических расчетов;
- метод нечетких множеств и метод анализа иерархий достаточно хорошо описаны во многих трудах ученых [15–19].

При этом использование данного сочетания методов не лишено некоторых недостатков, а именно:

- требуют определения функции принадлежности, что может быть сложным и не всегда точным;
- методы могут быть неэффективными, если не учитываются все факторы, а также изменения в условиях, влияющие на эффективность сетевых структур;
- ограничено применение методов в случае, когда количество данных недостаточно для определения функции принадлежности и весов критериев.

На основе предлагаемой авторами методики была оценена потенциальная ПСС. В качестве альтернативных вариантов выбраны четыре действующих в настоящее время машиностроительных консорциума, так как консорциумы являются одной из форм партнерских сетевых структур, действие которых ограничено временем и которые не предполагают потерю какой-либо самостоятельности в процессе интеграционной деятельности. Таким образом, полученные фактические данные о деятельности альтернативных вариантов были обработаны методами нечетких множеств в сочетании с методом анализа иерархии, позволяющими сформировать вывод об уровне эффективности потенциальной ПСС.

Результаты и обсуждение

Выявленные достоинства и недостатки методов оценки эффективности партнерских сетевых структур обусловили формирование модели комплексной оценки на базе теоретических положений метода нечетких множеств и метода анализа иерархии (рис. 2).

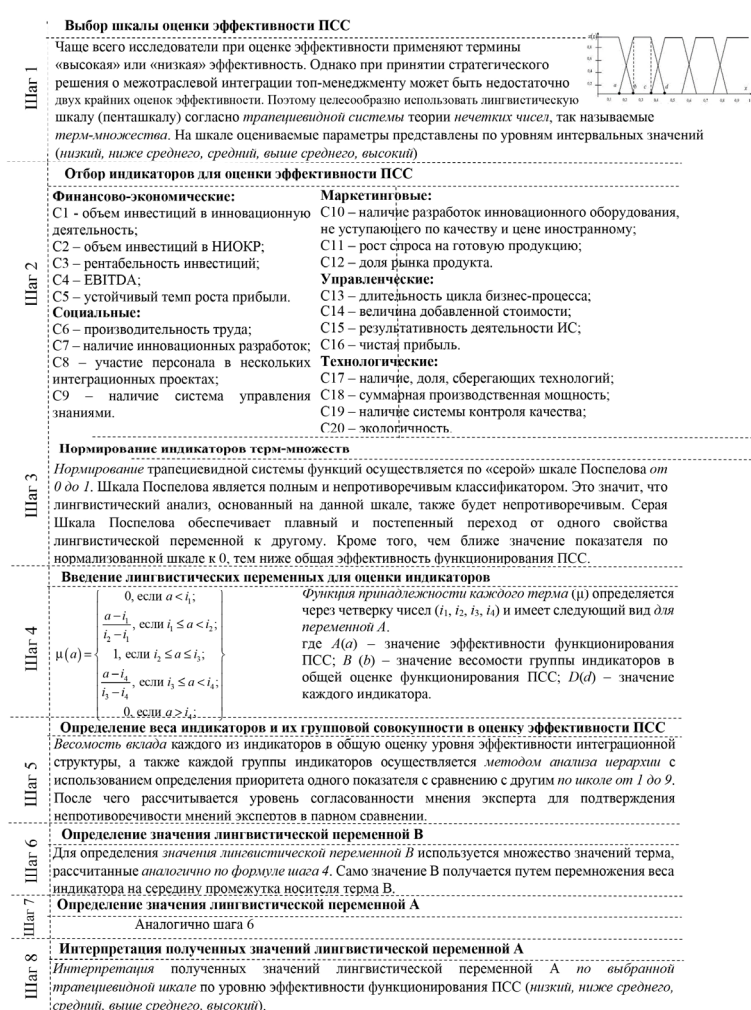


Рис. 2. Модель комплексной оценки уровня эффективности функционирования ПСС (составлено авторами)

На первом шаге представленной на рис. 2 модели для описания нечетких подмножеств на пенташке используется система трапециевидных функций, которые соответствуют каждой категории эффективности ПСС. Так, с категорией «низкий» соотносится трапециевидная функция, которая имеет максимальное значение эффективности ПСС в самом начале шкалы и постепенно уменьшается к концу; с категорией «ниже среднего» – функция, которая имеет максимальное значение в середине шкалы и постепенно уменьшается как в сторону «низкий», так и в сторону «средний». Аналогично определяются функции для остальных категорий. Таким образом, каждое нечеткое подмножество на пенташке будет представлено трапециевидной функцией, которая будет описывать степень принадлежности данного подмножества к каждой из категорий. Например, если эффективность ПСС имеет «высокое» значение на пенташке, то это может означать, что соответствующая трапециевидная функция имеет максимальное значение в категории «высокий».

Рекомендуемая методика позволит учитывать не только финансовые показатели, но и другие важные аспекты, такие как культура компании, удовлетворенность сотрудников и клиентов, технологические возможности и т.д., т.е. оценивать не отдельные аспекты деятельности интеграционной структуры, а в целом сетевую структуру. В связи с этим на втором шаге модели (см. рис. 2) показатели для оценки эффективности сетевой структуры были сформированы исходя из концепции устойчивого развития (достаточно подробно обоснование применения концепции устойчивого развития при повышении эффективности сетевых структур отражено в работе [20]).

На третьем шаге предлагаемой комплексной оценки эффективности функционирования ПСС (см. рис. 2) в качестве экспертов выступали специалисты и менеджеры различного уровня нефтяных машиностроительных компаний, в том числе входящих в интеграционные структуры, а также ученые, изучающие проблематику интеграционных процессов в промышленности. Количественные и качественные показатели оценивались экспертами по 10-балльной шкале, которую довольно легко трансформировать в шкалу от 0 до 1 для оценки лингвистической переменной.

Для выполнения итерации фазификации на четвертом шаге представленной модели вводятся лингвистические переменные с целью определения качественных значений отобранных индикаторов эффективности функционирования интеграционной структуры (табл. 2).

Таблица 2

Функции принадлежности подмножеств терм-множества d
(составлено авторами на основе исследования¹)

Терм S_k	Уровень эффективности ПСС	Функции принадлежности нечеткого множества A
1	2	3
$A_1 \in [0; 0,25]$	Низкий	$\mu_1 = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \leq a \leq 0,15; \\ 10(0,25 - a), & \text{если } 0,15 < a \leq 0,25 \end{cases}$

¹ Богомолова И. П., Стукало О. Г., Устюгова И. Е. Экономико-математическая модель оценки эффективности интеграционных формирований // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2. С. 229–236.

Окончание табл. 2

1	2	3
$A2 \in [0,25;0,45]$	Ниже среднего	$\mu_2 = \begin{cases} 1-10(0,25-a), & \text{если } 0,15 < a \leq 0,25; \\ 1, & \text{если } 0,25 < a \leq 0,35; \\ 10(0,45-a), & \text{если } 0,35 < a \leq 0,45 \end{cases}$
$A3 \in [0,45;0,65]$	Средний	$\mu_3 = \begin{cases} 1-10(0,45-a), & \text{если } 0,35 < a \leq 0,45; \\ 1, & \text{если } 0,45 < a \leq 0,55; \\ 10(0,65-a), & \text{если } 0,55 < a \leq 0,65 \end{cases}$
$A4 \in [0,65;0,85]$	Выше среднего	$\mu_4 = \begin{cases} 1-10(0,65-a), & \text{если } 0,55 < a \leq 0,65; \\ 1, & \text{если } 0,65 < a \leq 0,75; \\ 10(0,85-a), & \text{если } 0,75 < a \leq 0,85 \end{cases}$
$A4 \in [0,85;1]$	Высокий	$\mu_4 = \begin{cases} 1-10(0,85-a), & \text{если } 0,75 < a \leq 0,85; \\ 1, & \text{если } 0,85 < a \leq 1 \end{cases}$

Далее на пятом шаге оценивается весомость вклада каждого из индикаторов в общую оценку уровня эффективности функционирования ПСС, а также каждой группы индикаторов методом анализа иерархии. Для этого необходимо представить последовательность оценки эффективности по уровням иерархии (рис. 3).

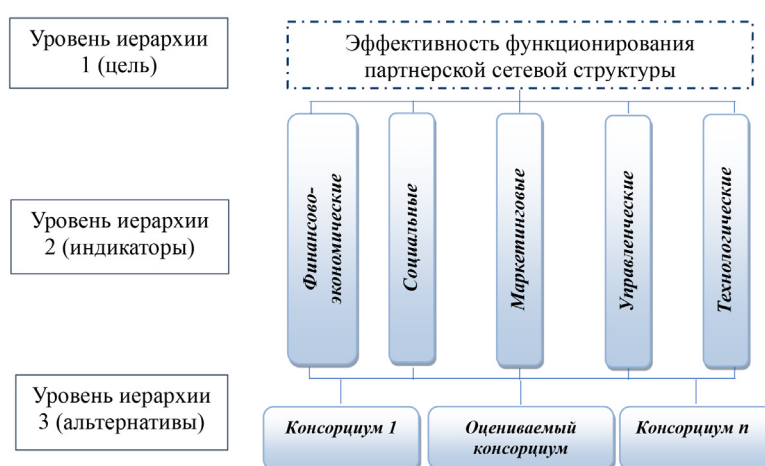


Рис. 3. Последовательность оценки эффективности ПСС по уровням иерархии (составлено авторами)

Чаще всего иерархия основывается на вершине, которая определяется целью оценки (в нашем случае оцениваем эффективность функционирования партнерской сетевой структуры (консорциума)). Промежуточным уровнем иерархии выступают критерии (индикаторы оценки эффективности, исходя из концепции устойчивого развития). Каждый критерий, в свою очередь, включает группу индикаторов (см. рис. 2, шаг 2). Самым нижним уровнем иерархии выступает набор альтернатив (в нашем примере четыре реально действующих и один оцениваемый консорциум). Методом анализа иерархии экспертно

устанавливаются приоритеты критериев и оценивается эффективность функционирования по каждой альтернативе. Расчетный коэффициент согласованности мнений экспертов был менее 0,1, что свидетельствует о непротиворечивости оценок (фрагмент оценки приведен в табл. 3).

Таблица 3

Определение весовости вклада каждого из индикаторов
в общую оценку уровня эффективности функционирования
ПСС (фрагмент) (составлено авторами)

1 группа Финансово-экономические	C1	C2	C3	C4	C5	Вес
Объем инвестиций в инновационную деятельность C1	1,00	3,00	0,20	0,33	5,00	0,13
Объем инвестиций в НИОКР C2	0,33	1,00	0,14	0,20	3,00	0,07
Рентабельность инвестиций C3	5,00	7,00	1,00	3,00	7,00	0,50
EBITDA C4	3,00	5,00	0,33	1,00	5,00	0,26
Устойчивый темп роста прибыли C5	0,20	0,33	0,14	0,20	1,00	0,04

На шестом шаге модели определяется значение переменной В (значение весовости группы индикаторов в общей оценке функционирования ПСС) (табл. 4).

Таблица 4

Определение значения весовости группы индикаторов
в общей оценке функционирования ПСС
(фрагмент по первой альтернативе) (составлено авторами)

Значение показателя по шкале Пospелова	Значение функции принадлежности лингвистической переменной					Середина промежутка	Произведение веса термы на середину промежутка
	μ1	μ2	μ3	μ4	μ5		
1 группа Финансово-экономические							
0,8	0	0	0	0,5	0,5	0,125	0,005
0,7	0	0	0	1	0	0,3	0,077
0,5	0	0	1	0	0	0,5	0,252
0,3	0	1	0	0	0	0,7	0,093
0,1	1	0	0	0	0	0,875	0,059
Вес терма лингвистической переменной	0.039	0.256	0.504	0.134	0.067	B1 0.486	

Седьмой шаг модели предполагает расчет значения лингвистической переменной А путем последовательного выполнения итераций фазификации и дефазификации лингвистических переменных по каждому из четырех выбранных консорциумов. Так, по первому консорциуму значение лингвистической переменной составило 0,439, что соответствует среднему уровню эффективности с весомостью 89 % (11 % весомость принадлежности функции к уровню ниже среднего). По второму консорциуму – 0,59, что соответствует среднему уровню эффективности с весом в 62 %. Соответствие среднему уровню эффективности с весомостью 100 % показывает расчетное значение лингвистической переменной по третьему консорциуму. Соответственно,

четвертый консорциум с 100 % весом имеет уровень эффективности выше среднего.

На основе полученных значений лингвистической переменной и расчетного значения веса по методу анализа иерархии был осуществлен расчет итогового значения эффективности функционирования ПСС.

Восьмой шаг модели предполагает интерпретацию полученных значений лингвистической переменной А по выбранной трапецевидной шкале эффективности функционирования ПСС, что представлено на рис. 4.

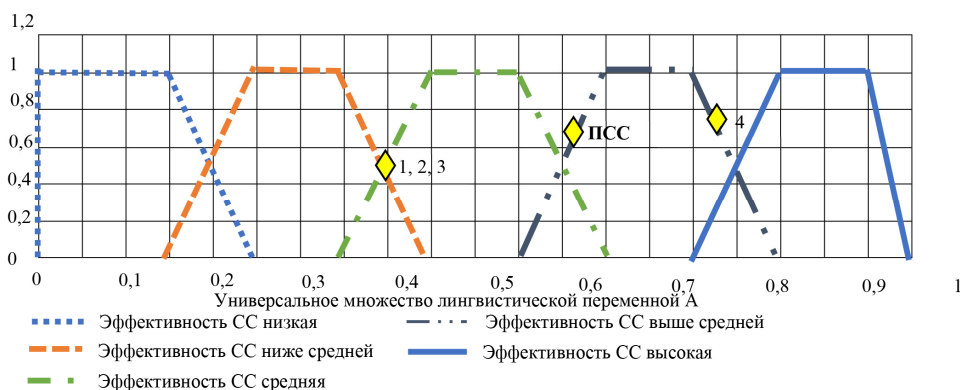


Рис. 4. Результаты расчета функций принадлежности лингвистической переменной А «оценка эффективности функционирования ПСС» (составлено авторами)

Согласно расчетным данным эффективность функционирования партнерской сетевой структуры составляет 0,641. Это означает, что уровень ее эффективности находится выше среднего. Учитывая вес этого уровня, который составляет 91 % (9 % вес принадлежности уровню «средний»), можно принять положительное стратегическое решение о выборе интеграционной структуры в форме консорциума [22], так как уровень «выше среднего» и «высокий» сигнализирует о более высокой эффективности, чем оцениваемые аналоги.

Выводы

По результатам проведенного исследования авторы отмечают следующее:

1. Функционирование в рамках партнерской сетевой структуры позволит преодолеть кризисные ситуации, периодически возникающие на предприятиях нефтяного машиностроения, являющихся важной составляющей экономики страны.

2. Сетевая структура является преимущественной формой для обеспечения конкурентоспособности предприятий при значительной изменчивости внешних факторов, так как каждое из них сохраняет свою автономность и независимость, но при этом имеет доступ к ресурсам и возможностям других участников сети. Расчет эффективности потенциальной ПСС позволяет решить проблему выбора предприятий и определения дальнейшего развития в выбранной форме ПСС.

3. Представляется целесообразным использовать сочетание методов теории нечетких множеств и анализа иерархии, так как во многих случаях субъективная степень достоверности значений параметров предопределяет необходимость моделирования неопределенности.

4. Апробация предложенной комплексной модели оценки эффективности функционирования ПСС в форме консорциума по сравнению с успешно действующими показала целесообразность выбора описанной конфигурации партнерской сетевой структуры.

Заключение

Таким образом, актуальность темы исследования вытекает из насущной необходимости обеспечения технологического суверенитета страны в условиях беспрецедентного санкционного давления. В качестве научной новизны исследования выступают разработанные методические рекомендации по оценке эффективности партнерской сетевой структуры на основе сочетания методов нечетких множеств и анализа иерархии в сопоставлении с реально существующими аналогичными формами сетевого взаимодействия. Важно отметить, что оценка эффективности партнерской сетевой структуры должна проводиться регулярно для учета изменений в компаниях-участниках на действующем рынке, а также для улучшения процесса интеграции с партнерами. Следует иметь в виду, что оценка эффективности сетевой структуры не является единственным критерием успешности партнерства, необходимо отслеживать качество отношений с партнерами, их уровень доверия и удовлетворенность сотрудничеством. В целом использование методов нечетких множеств и анализа иерархии позволяет более точно оценивать эффективность партнерской сетевой структуры и принимать обоснованные решения для улучшения процесса сотрудничества с партнерами. Данное исследование планируется дополнить моделью выбора формы сетевого сотрудничества на основе рекомендуемой авторами методики оценки эффективности ПСС с учетом реагирования на возникающие при интеграции специфические риски.

Список литературы

1. Фролова С. В. Модель управления рисками партнерской интеграционной структуры предприятий нефтяного машиностроения // Финансовая экономика. 2022. № 4. С. 334–338.
2. Porter M. The Five Competitive Forces that Shape Strategy // Harvard Business Review. 2008. P. 86.
3. Prahalad C. K., Hamel G. The Core Competence of the Corporation // Harvard Business Review. 1990.
4. Rumelt R. P. Strategy, Structure, and Economic Performance // Harvard Business Review. 1974.
5. Kaplan R. S., Norton D. P. The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance // Harvard Business Review. 1992.
6. Eccles R. G., Serafeim G. The Performance Frontier: Innovating for a Sustainable Strategy // Harvard Business Review. 2013.
7. Симонова В. Л., Рыбалко К. Б. Оценка эффективности сетевого межфирменного взаимодействия // Журнал экономической теории. 2011. № 4. С. 215–219.
8. Неганов С. А. Оценка эффективности региональных сетевых структур // Экономика и управление: анализ тенденции и перспектив развития. 2016. № 31-1. С. 70–78.
9. Зорина О. О. Методика оценки сетевого взаимодействия фирм // Вестник Челябинского государственного университета. 2017. № 14. С. 93–101.
10. Тополева Т. Н. Экономическая интеграция в промышленности: теоретико-методологический аспект // Вестник НГИЭИ. 2019. № 1 (92). С. 138–148.

11. Толстых Т. О., Шмелева Н. В., Гамидуллаева Л. А., Краснобаева В. С. Роль коллаборации в развитии интеграции промышленных предприятий // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. № 1. С. 5–36. doi: 10.21685/2227-8486-2023-1-1
12. Nandi S., Nandi M. A. Revisiting Activity Theory: A Useful Framework for Improving Post-Acquisition Integration Effectiveness // Vilakshan – XIMB Journal of Management. 2017. Vol. 14.
13. Scott J. Social Network Analysis : A Handbook. Sage Publications, 2017.
14. Barabasi A. L. Network Science. Cambridge University Press, 2016.
15. Klir G. J., Yuan B. Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications. 1990.
16. Ross T. Fuzzy Logic with Engineering Applications. 2009. P. 585.
17. Chen G., Pham T. T. Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems. 2001. P. 329.
18. Saaty T. Decision making with the analytic hierarchy process // International Journal of Services Sciences. 2008. Vol. 1, № 1.
19. Толстых Т. О., Гамидуллаева Л. А., Шмелева Н. В. Методические аспекты формирования портфеля проектов в инновационной экосистеме // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 1. С. 5–23. doi: 10.21685/2227-8486-2020-1-1 EDN: BTQESO
20. Гамидуллаева Л. А., Толстых Т. О., Шмелева Н. В. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 2. С. 29–48. doi: 10.21685/2227-8486-2020-2-3 EDN: TPAFCQ
21. Богомолова И. П., Стукало О. Г., Устюгова И. Е. Экономико-математическая модель оценки эффективности интеграционных формирований // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2. С. 229–236.
22. Фролова С. В. Методические положения оценки эффективности интеграционной структуры нефтяного машиностроения // Трансформация экономики и управления: новые вызовы и перспективы : сб. ст. и тезисов докладов 1 и 4 секций XI Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : Скифия-принт, 2022. С. 185–189.

References

1. Frolova S.V. Risk management model of the partner integration structure of petroleum engineering enterprises. *Finansovaya ekonomika = Financial Economics*. 2022;(4): 334–338. (In Russ.)
2. Porter M. The Five Competitive Forces that Shape Strategy. *Harvard Business Review*. 2008:86.
3. Prahalad C.K., Hamel G. The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*. 1990.
4. Rumelt R.P. Strategy, Structure, and Economic Performance. *Harvard Business Review*. 1974.
5. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*. 1992.
6. Eccles R.G., Serafeim G. The Performance Frontier: Innovating for a Sustainable Strategy. *Harvard Business Review*. 2013.
7. Simonova V.L., Rybalko K.B. Evaluating the effectiveness of network inter-company interaction. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii = Journal of Economic Theory*. 2011;(4): 215–219. (In Russ.)
8. Neganov S.A. Evaluation of the effectiveness of regional network structures. *Ekonomika i upravlenie: analiz tendentsii i perspektiv razvitiya = Economics and Management: analysis of trends and development prospects*. 2016;(31-1):70–78. (In Russ.)

9. Zorina O.O. Methodology for evaluating the network interaction of firms. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Chelyabinsk State University*. 2017;(14):93–101. (In Russ.)
10. Topoleva T.N. Economic integration in industry: theoretical and methodological aspect. *Vestnik NGIEI = Bulletin of the NGIEI*. 2019;(1):138–148. (In Russ.)
11. Tolstykh T.O., Shmeleva N.V., Gamidullaeva L.A., Krasnobaeva V.S. The role of collaboration in the development of integration of industrial enterprises. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2023;(1):5–36. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2023-1-1
12. Nandi S., Nandi M.A. Revisiting Activity Theory: A Useful Framework for Improving Post-Acquisition Integration Effectiveness. *Vilakshan – XIMB Journal of Management*. 2017;14.
13. Scott J. *Social Network Analysis: A Handbook*. Sage Publications, 2017.
14. Barabasi A.L. *Network Science*. Cambridge University Press, 2016.
15. Klir G.J., Yuan V. *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. 1990.
16. Ross T. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. 2009:585.
17. Chen G., Pham T.T. *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*. 2001:329.
18. Saaty T. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. 2008;1(1).
19. Tolstykh T.O., Gamidullaeva L.A., Shmeleva N.V. Methodological aspects of project portfolio formation in an innovative ecosystem. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2020;(1):5–23. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2020-1-1 EDN: BTQESO
20. Gamidullaeva L.A., Tolstykh T.O., Shmeleva N.V. Methodology for a comprehensive assessment of the potential of an industrial ecosystem in the context of sustainable development of the region. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2020;(2):29–48. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2020-2-3 EDN: TPAFCQ
21. Bogomolova I.P., Stukalo O.G., Ustyugova I.E. An economic and mathematical model for evaluating the effectiveness of integration formations. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy = Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2015;(2):229–236. (In Russ.)
22. Frolova S.V. Methodological provisions for evaluating the effectiveness of the integration structure of petroleum engineering. *Transformatsiya ekonomiki i upravleniya: novye vyzovy i perspektivy: sb. st. i tezisov dokladov 1 i 4 seksiy XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Transformation of economics and management: new challenges and prospects : collection of articles and abstracts of the 1st and 4th sections of the XI International scientific and practical conference*. Saint Petersburg: Skifiya-print, 2022: 185–189. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Светлана Владимировна Фролова
старший преподаватель кафедры
менеджмента в отраслях топливно-
энергетического комплекса,
Тюменский индустриальный
университет
(Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38)
E-mail: frolovasv@tyuiu.ru

Svetlana V. Frolova
Senior lecturer of the sub-department
of management in the fuel and energy sector,
Tyumen Industrial University
(38 Volodarskogo street, Tyumen, Russia)

Елена Марсовна Дебердиева

доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры менеджмента
в отраслях топливно-
энергетического комплекса,
Тюменский индустриальный
университет
(Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38)
E-mail: deberdievaem@tyuiu.ru

Elena M. Deberdieva

Doctor of economical sciences,
associate professor, professor
of the sub-department of management
in the fuel and energy sector,
Tyumen Industrial University
(38 Volodarskogo street, Tyumen, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 09.01.2024

Поступила после рецензирования/Revised 05.03.2024

Принята к публикации/Accepted 15.03.2024