

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Бишаров Д.А.¹, Матях И.В.¹, Ченгарь И.В.²

¹Донецкий национальный технический университет

²Севастопольский государственный университет

E-mail: iramatyakh@gmail.com

Аннотация:

Бишаров Д.А., Матях И.В., Ченгарь И.В. Исследование методов решения слабо структурированных задач для системы оценки уровня социально-экономического развития предприятия в условиях интернет-провайдера. В статье указана актуальность разработки системы оценки уровня социально-экономического развития предприятия, описаны основные шаги для проведения оценки, определен тип задачи, исследованы существующие методы оценки уровня развития предприятия.

Ключевые слова: система показателей, слабо структурированные задачи, метод анализа иерархий.

Annotation:

Bisharov D.A., Matyakh I.V., Chengar I.V. Research of methods for solving poorly structured tasks for a system for assessing the level of socio-economic development of an enterprise in an Internet provider environment. The article indicates the relevance of developing a system for assessing the level of socio-economic development of an enterprise, describes the main steps for conducting an assessment, defines the type of task, and examines existing methods for assessing the level of development of an enterprise.

Keywords: indicator system, poorly structured tasks, hierarchy analysis method.

Введение

Успешная деятельность любого предприятия зависит от множества факторов:

- Стратегии и планирование: Разработка четкой и эффективной стратегии, а также тщательное планирование действий, помогают определить цели и пути их достижения.
- Лидерство и управление: Компетентное руководство и управление персоналом играют ключевую роль в организации и мотивации команды для достижения целей.
- Качество продукции или услуг: Предприятие должно предлагать продукцию или услуги, которые соответствуют ожиданиям и потребностям клиентов, и обеспечивать их высокое качество.
- Инновации и технологическое развитие: Постоянное стремление к инновациям и внедрение новых технологий позволяют предприятию быть конкурентоспособным и адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям.
- Финансовое управление: Эффективное управление финансами, включая контроль расходов, управление долгами и обеспечение ликвидности, важно для финансовой устойчивости и успеха предприятия.
- Маркетинг и продажи: Эффективные маркетинговые стратегии и умение продавать продукцию или услуги помогают привлекать клиентов и увеличивать объемы продаж.

– Кадры и управление персоналом: Привлечение и удержание квалифицированных сотрудников, их развитие и мотивация являются ключевыми для успешной деятельности предприятия.

– Социальная ответственность: Учет интересов общества, окружающей среды и социальных групп ведет к созданию положительного имиджа и повышению уровня доверия со стороны потребителей и общества.

Все эти факторы взаимосвязаны и важны для обеспечения устойчивого и успешного развития предприятия в долгосрочной перспективе.

В связи с этим, можно сказать, что функционирование предприятия является достаточно сложным процессом, от эффективности которого и зависит конечный результат. В свою очередь оценка эффективности деятельности предприятия является важным элементом системы его управления, позволяющим определить уровень прогрессивности действующей структуры и проводится с целью выявления имеющихся проблем и их диагностики [1].

Постановка проблемы

На данный момент существует большое количество систем, с помощью которых можно провести комплексный анализ деятельности предприятия. Но, в основном, такие системы разработаны для использования в бухгалтерской сфере и, следовательно, сложны для понимания обычным пользователям. Кроме этого, их существенным недостатком является проведение анализа, без возможности определения необходимых критериев оценки. Это не всегда хорошо, так как пользователи (владельца предприятия) иногда интересуется не оценка работы предприятия в целом, а анализ определенного направления деятельности. Например: организация труда, деловая активность, эффективность предприятия и т. д.

Следовательно, разработка системы, которая позволит оценить текущее состояние предприятия, выделить основные проблемы (если они имеются) и способы их решения, а также получить предложения о дальнейшем его развитии является актуальной задачей на сегодняшний день.

Для оценки уровня социально-экономического развития предприятия необходимо выполнить следующие шаги:

- Определить цель оценки;
- Получить необходимую информацию для формирования системы показателей;
- Произвести оценку уровня развития предприятия;
- Сформировать выводы и предложения по дальнейшему развитию предприятия.

Рассмотрим подробнее каждый шаг оценки.

Определение цели оценки. Цель оценки зависит от потребностей руководителя предприятия: максимизация прибыли, минимизация затрат, минимизация затраченного времени и т.д. Кроме этого, руководитель предприятия может ставить сразу несколько целей для оценки.

Получение необходимой информации для формирования системы показателей. Социально-экономическое развитие предприятия можно представить как совокупность количественных и качественных изменений. Система показателей оценки социально-экономического развития предприятия позволит показать на каком уровне осуществления социальных и хозяйственных мероприятий находится предприятие, чтобы достичь целей своего развития, поскольку управлять можно тем, что измеряемо. В работе [2] предлагается разделить систему показателей на два основных раздела – социальные и экономические. В каждом разделе предложено провести группировку (кластеризацию), объединяющую показатели. В результате выделены следующие основные группы показателей, представленные в таблице 1.

Для каждой полученной группы выделяются основные показатели. Например, финансовое состояние можно оценить с помощью нескольких критериев: эффективность

использования денежных средств (рентабельность), интенсивность использования активов (коэффициенты оборачиваемости). Коэффициенты оборачиваемости также выступают показателями деловой активности.

Социальное состояние предприятия можно охарактеризовать рядом критериев: охрана и организация труда (оплата труда, численность работников, уровень травматизма и т.д.), экология (выбросы, отходы производства), квалификационный уровень персонала, взаимодействие с внешней средой (общество, государство).

Таблица 1 «Основные группы показателей»

Экономические показатели	Социальные показатели
Группа показателей эффективности работы предприятия	Группа показателей охраны труда
Группа показателей инновационной деятельности	Группа показателей организации труда
Группа показателей использования оборотных средств	Группа показателей образования работников
Группа показателей рентабельности	Группа экологических показателей

После заполнения всех показателей в группе, формируется общее значение (оценка) для данной группы. Например, при оценивании показателей охраны труда, в зависимости от полученных результатов, можно определить, поддерживает ли предприятие на надлежащем уровне условия труда и жизни трудового коллектива.

Формирование оценки уровня развития предприятия. Для формирования оценки уровня развития предприятия очень важно определить тип решаемой задачи. Тип задачи определяется в зависимости от доступности и полноты информации. Согласно классификации, предложенной Г. Саймоном и А. Ньюэллом [3], все множество проблем (или задач), в зависимости от глубины их познания, подразделяется на три класса:

- хорошо структурированные или количественно выраженные проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов;
- неструктурированные или качественно выраженные проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур;
- слабоструктурированные проблемы, содержащие количественные и качественные зависимости, причем качественные относятся к малоизвестным и неопределенным объектам и имеют тенденцию к доминированию.

Так как выделенные группы показателей не имеют единой шкалы оценивания, рассматриваемую задачу отнесем к слабоструктурированным задачам. Это значит, что руководитель предприятия (лицо, принимающее решение) должен принимать непосредственное участие в процессе принятия решения на всех его этапах. Рассмотрим основные методы, которые применяются для решения слабоструктурированных задач.

Метод анализа иерархий (МАИ)

МАИ является методом решения многокритериальных задач принятия решений. Данный метод является универсальным по причине того, что МАИ включает в себя не только математические, но и психологические аспекты исследуемой проблемы. Он помогает наглядно и просто представлять сложную проблему в виде иерархии простых шагов, сравнивать варианты между собой и каждому из них присваивать количественную оценку. Рассмотрим методологию использования данного метода. Подход МАИ состоит из совокупности этапов:

1. Первый этап начинается с разработки иерархической структуры, включающей цели, основные критерии, ограничения, альтернативы и прочие переменные модели. В общем случае иерархическая модель может быть представлена следующим образом (рис. 1):

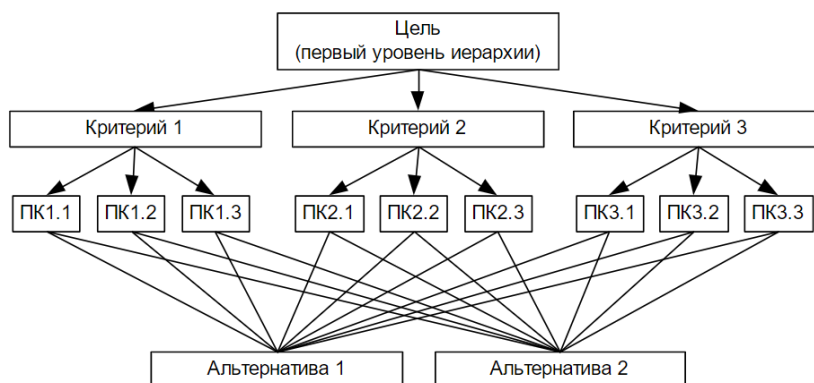


Рис. 1 – Иерархическое представление задачи

2. На втором этапе лицо, принимающее решение (ЛПР) выполняет попарные сравнения элементов каждого уровня. Результат таких сравнений переводится в числа.

На данной стадии применяется попарное сравнение с присваиванием балльных оценок по девятибалльной шкале и с составлением матрицы решений. Сравнению подлежат элементы, принадлежащие одному уровню иерархии. В качестве элементов матрицы выступает интенсивность появления того или иного элемента относительно другого элемента. Иерархической шкале присваиваются следующие оценки:

- равная важность – 1;
- умеренное превосходство – 3;
- значительное превосходство – 5;
- весомое превосходство – 7;
- превалирующее превосходство – 9;
- также в промежуточных случаях можно ставить четные балльные оценки [4].

Затем на основе данных оценок формируется матрица сравнений, которая заполняется следующим образом: если элемент i более важен, чем элемент j , то клетка (i, j) , которая соответствует строке i и столбцу j , должна быть заполнена целым числом k , а клетка (j, i) , которая соответствует строке j и столбцу i , должна быть заполнена дробью $1/k$. Все диагональные элементы a_{ij} матрицы A должны быть равны 1, так как они выражают оценку критериев относительно самих себя.

При этом матрицы сравнения формируются для каждого уровня иерархии: матрица сравнений для критериев, матрицы сравнений альтернатив по каждому критерию отдельно.

Обязательное условие – матрицы сравнений должны быть согласованными. Матрицы считаются согласованными, если все ее столбцы идентичны. Не все матрицы сравнений являются согласованными, так как матрицы строятся на основе человеческих суждений, и можно ожидать некоторую степень несогласованности, к которой следует относиться терпимо при условии, что она не выходит за определенные «допустимые» рамки.

Отклонение от согласованности называют индексом согласованности (1):

$$ИС = \frac{|\lambda_{\max} - n|}{(n - 1)} \quad (1)$$

Значение $\lambda_{\max}$ вычисляется как сумма произведений векторов приоритетов на суммы элементов каждого столбца.

При оценивании величины порога несогласованности суждений для матриц размером от одного до пятнадцати методом имитационного моделирования получены оценки случайного индекса (СИ). СИ является индексом согласованности для сгенерированных случайным образом величин по шкале от одного до девяти положительной обратно симметрической матрицы. В таблице приведены средние (модельные) значения СИ для матриц порядка $n = 1:15$.

Таблица 2 – Индексы согласованности

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СИ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Отношение ИС к среднему СИ для матрицы суждений того же порядка называется отношением согласованности (2):

$$OC = \frac{ИС}{СИ}, \text{ при } n = const. \quad (2)$$

Значение $OC \leq 0,1$ считается приемлемым порогом допустимой согласованности суждений. Если $OC \geq 0,1$, то необходимо уточнить данные в той или иной матрице суждений.

3. Третий этап подразумевает вычисление коэффициентов важности для элементов каждого уровня. При этом проверяется согласованность суждений ЛПР.

Для вычисления коэффициентов элементы исходной матрицы нормируются по столбцам по формуле 3:

$$A_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{i=1}^n A_{ij}} \quad (3)$$

Коэффициенты рассчитываются как средние значения строк.

4. На последнем этапе подсчитывается количественный индикатор качества каждой из альтернатив и определяется наилучшая альтернатива.

Синтез полученных коэффициентов важности осуществляется по формуле 4:

$$S_j = \sum_{i=1}^N w_i V_{ji} \quad (4)$$

где S_j — показатель качества j -й альтернативы;

w_i — вес i -го критерия;

V_{ji} — важность j -й альтернативы по i -му критерию.

Таким образом, при принятии решения методом МАИ существуют следующие особенности:

- рассматривается несколько разных вариантов решения;
- устанавливается критерий оптимальности решения;
- известны конкретные условия, по которым должна решиться проблема и причины, которые могут оказать влияние на выбор того или иного варианта решения;
- возможность применения в тех случаях, когда эксперты (или ЛПР) не могут дать абсолютные оценки альтернатив по критериям, а пользуются более слабыми сравнительными измерениями.

Методы, основанные на свертывании критериев

Вместо K частных критериев $f_1, f_2, \dots, f_K$ рассматривается один скалярный критерий, полученный путем комбинации частных критериев. Различают аддитивный, мультипликативный и максиминные методы свертки [5].

Метод аддитивной свертки критериев. Пусть критерии соизмеримы, например, нормированы и определен вектор весовых коэффициентов критериев $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_K)$, характеризующих важность соответствующего критерия. Это значит, что $\alpha_i \geq \alpha_j$, если критерий f_i имеет приоритет над критерием f_j . При этом:

$$\sum_{k=1}^K \alpha_k = 1, \alpha_k \geq 0 \quad (5)$$

Для аддитивного метода строится новая целевая функция (6):

$$f(X) = \sum_{k=1}^K \alpha_k f_k(X) \quad (6)$$

и решается задача оптимизации скалярного критерия (7):

$$z = f(X) \rightarrow \max \quad (7)$$

при условии $X \in D$.

Метод мультипликативной свертки критериев. Для мультипликативного метода подход к решению аналогичен, только целевая функция имеет вид (8):

$$f(X) = \prod_{k=1}^K f_k^{\alpha_k}(X) \quad (8)$$

при этом:

$$\sum_{k=1}^K \alpha_k = 1, \alpha_k \geq 0 \quad (9)$$

Основной и очень существенный недостаток методов свертывания критериев состоит в субъективности выбора коэффициентов α_k .

Метод максиминной свертки. В этом способе заранее задаются масштабирующие коэффициенты (в частном случае все значения можно принять равными $f_i^0=1$) и решается задача максиминной оптимизации:

$$F(x) = \min_{i=1, \dots, n} \frac{f_i(x)}{f_i^0} \rightarrow \max, \quad (10)$$

где $x \in X$.

Коэффициенты f_i^0 здесь используются для приведения всех целевых функций примерно к одному масштабу, либо наоборот, для выделения какого-либо из критериев [6]. Основным недостатком данного подхода является возможная потеря гладкости полученной целевой функции, однако в некоторых случаях применение такого способа свертки является достаточно удобным.

Метод целевого программирования. Название этой группы методов связано с тем, что ЛПР задает определенные цели $\bar{f}_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_K$ для каждого критерия [7]. Задача в этом случае преобразуется в задачу минимизации суммы отклонений с некоторым показателем p :

$$z = \left(\sum_{k=1}^K w_k |f_k(X) - \bar{f}_k|^p \right)^{\frac{1}{p}} \rightarrow \min, \text{ при } X \in D, \quad (11)$$

где w_k – некоторые весовые коэффициенты, характеризующие важность того или иного критерия.

Формулу 8 можно конкретизировать в зависимости от значений параметра p и заданных целей. В частности, при $p=2$ и $w_k=1$ получим задачу минимизации суммы квадратов отклонений:

$$z = \sqrt{\sum_{k=1}^K |f_k(X) - f_k^*|^2} \rightarrow \min \text{ при } X \in D \quad (12)$$

В данной формуле минимизируется евклидово расстояние от множества достижимости F до «абсолютного максимума» $f^* = (f_1^*, f_2^*, \dots, f_l^*)$ в пространстве критериев. Здесь $f_k^* = \max_{X \in D} f_k(X)$. Осложнения, обусловленные несоизмеримостью величин $|f_k(X) - f_k^*|$, можно преодолеть с помощью нормализации критериев, рассматривая следующую задачу оптимизации:

$$z = \sqrt{\sum_{k=1}^K \left(\frac{|f_k(X) - f_k^*|}{f_k^*} \right)^2} \rightarrow \min \text{ при } X \in D \quad (13)$$

Выводы. В практике работы любого предприятия существует сравнительно немного полностью структурированных или совершенно не структурированных задач. О большинстве из них можно сказать, что известна лишь часть их элементов и связей между ними. Такие задачи называются слабоструктурированными. Отмечено, что система оценки уровня социально-экономического развития предприятия относится именно к такому типу задач. В работе выполнен анализ основных методов, применяемых при решении слабоструктурированных задач: методы, основанные на свертывании критериев – аддитивной, максиминной, мультипликативной свертки критериев; метод анализа иерархий, метод целевого программирования. В результате анализа можно сделать вывод о том, что рассмотренные методы характеризуются субъективностью оценки весовых коэффициентов, необходимостью нормирования значений и требуют от экспертов высокой компетентности в рассматриваемой области. В дальнейших исследованиях планируется проверить работу рассматриваемых методов при решении практической задачи, сравнить результаты и выбрать наиболее оптимальный метод для системы оценки уровня социально-экономического развития предприятия.

Литература

1. Кутуев, Г. К. Сбалансированная система показателей как метод диагностики эффективности деятельности предприятия / Г. К. Кутуев. — 2023. — № 2 (449). — С. 120-122. — URL: <https://moluch.ru/archive/449/98932/> (дата обращения: 19.05.2024).
2. Матях И.В., Савкова Е.О. Разработка алгоритма для системы оценки социально-экономических показателей развития предприятия / И.В. Матях, Е.О. Савкова // Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг в рамках форума «Инновационные перспективы Донбасса»(ИУС КМ-2015). Донецк:/Донец. национал. техн. ун-т: ДонНТУ, 2015.-250 с.
3. Бетанов В. В. К вопросу анализа причин возникновения сбоев в АКП / В. В. Бетанов, В. К. Ларин, З. А. Позяева // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2015. Т. 1, вып. 3. С. 55–60.
4. Курбанова Э.Р. Метод анализа иерархий: характеристика / Э.Р. Курбанова // Форум молодых ученых №5 (33), 2019.
5. Прохоров Ю.К., Фролов В. В. Управленческие решения: учеб. пособие / Ю.К. Прохоров, В.В. Фролов. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 138 с.
6. Подиновский В.В. Оптимизация по последовательно применяемым критериям / В.В. Подиновский, В.М. Гаврилов. – М.: Сов. Радио, 1975.
7. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике / С. Карлин. - М.: Мир, 1964.