

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольск-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Гулина Наталья Андреевна

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА**

Направление подготовки  
01.04.02 – «Прикладная математика и информатика»

**АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Комсомольск-на-Амуре – 2024

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель:

**Инзарцев Алексей Вячеславович,**  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Проектирование, управление и разработка  
информационных систем» ФГБОУ ВО «Ком-  
сомольский-на-Амуре государственный уни-  
верситет», г. Комсомольск-на-Амуре

Рецензент:

**Анисимов Антон Николаевич,**  
кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры ИБИСиФ ФГБОУ ВО  
«Амурский гуманитарно-педагогический  
государственный университет», г. Комсо-  
мольск-на-Амуре

Защита состоится «18» июня 2024 года в 09 часов 00 мин. на заседании госу-  
дарственной экзаменационной комиссии по направлению 01.04.02 «При-  
кладная математика и информатика» в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-  
Амуре государственный университет» по адресу: 681013, г. Комсомольск-  
на-Амуре, пр. Ленина, д.27, ауд. 204/5.

Автореферат разослан «14» июня 2024 г.

Секретарь ГЭК

З. В. Широкова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Сегодня любое предприятие, фирма или акционерное общество используют вычислительные машины в своей повседневной деятельности для ведения бухгалтерского учета, контроля за выполнением заказов и договоров, подготовки деловых документов. Помимо традиционных сфер применения ЭВМ по обработке рутинной информации, компьютер может оказывать существенную помощь человеку при решении творческих задач. К таким задачам можно отнести анализ, планирование и синтез рациональных решений при исследовании сложных систем в условиях неопределенности, когда недостаток информации компенсируется формализовано представленными знаниями экспертов.

Поиск эффективного способа реализации товаров с учетом мнений нескольких экспертов методом парных сравнений. В работе представлены наиболее часто используемые подходы к организации продаж, построены матрицы для оценки эффективности альтернатив и критериев. Описан процесс оценки мнений экспертов и необходимость пересмотра экспертных оценок.

**Задачи исследования:** Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ существующих методов реализации товаров;
- выбрать эффективный способ реализации товаров с учетом мнений нескольких экспертов
- выполнить анализ эффективного способа реализации товаров с учетом мнений нескольких экспертов методом парных сравнений;
- построены матрицы для оценки эффективности альтернатив и критериев;
- описать процесс оценки мнений экспертов и необходимости пересмотра экспертных оценок;

Научная новизна исследовательской работы заключается в использовании теории задачи многомерной классификации.

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы для оценки индекса однородности при организации продаж для различных иерархий. Предложенные в работе методы обобщают парные сравнения для отличных от иерархической модели критериев.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- анализ задач и методов теории принятия решений;
- принятие решения на основе метода иерархий;
- подход к расчету индекса однородности для обобщенных иерархий.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях:

1 Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2024

2 Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2024

Результаты исследования опубликованы в 2 научных работах.

**Объём и структура диссертационной работы:** диссертация включает в себя введение, три основные главы, заключение, список используемой литературы. Объём диссертации составляет 54 страницы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность работы, а также приводится общая характеристика работы, включающая в себя следующие структурные элементы:

- цель исследования;
- задачи исследования;
- объект и предмет исследования;
- новизна полученных результатов;
- практическая значимость и ценность работы;
- структура и объем МД.

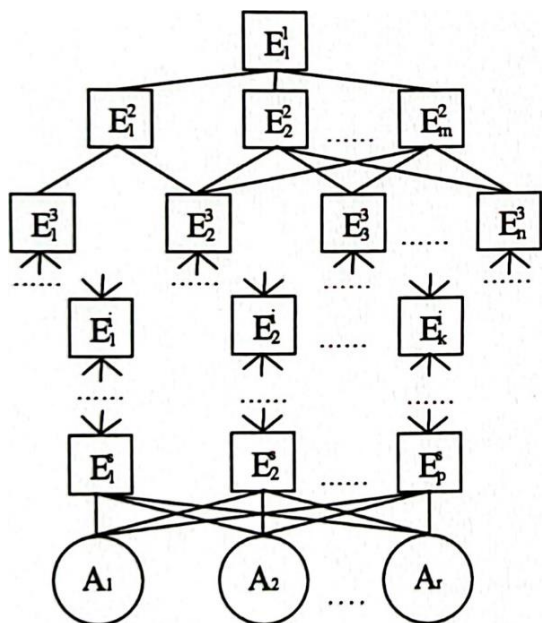
**В первой главе** магистерской диссертации описан анализ задач и методов теории принятия решений. Эволюция теории принятия решений. В настоящее время методы теории полезности достаточно хорошо освещены в отечественной научной и учебной литературе. На основе этих методов реализованы разнообразные компьютерные системы. Наибольшую популярность приобрела промышленная диалоговая система «Альтернатива – Ф», реализующая методы теории полезности и обеспечивающая решение задач многокритериального выбора в условиях определенности, риска и неопределенности.

**Во второй главе** Иерархическое представление проблемы. Шкала отношений и матрицы парных сравнений.

В первой модификации метода рассматривается иерархии с одинаковым числом и функциональным составом альтернатив под критериями и методом попарного сравнения элементов иерархии.

Построение иерархии начинается с очерчивания проблемы исследования. Далее строится собственно иерархия, включающая цель, расположенную в её вершине, промежуточные уровни (например, критерии) и альтернативы, формирующие самый нижний иерархический уровень. На рис. 2.1 приведен общий вид иерархий, где  $E_j^i$  – элементы иерархии,  $A_i$  – альтернативы.

Верхний индекс у элементов указывает уровень иерархии, а нижний индекс – их порядковый номер. Существует несколько альтернативных способов графического отображения иерархии. На рис. 2.2 приведены три варианта отображения одной иерархии.



Первый вариант – конкретизация (декомпозиция) заданного множества элементов (в частности, критериев). Второй вариант противоположен первому и предполагает синтез более общих элементов из заданных частных. Третий вариант – упорядочение предварительного заданного множества элементов на основе их попарного сравнения.

Первый вариант – конкретизация (декомпозиция) заданного множества элементов (в частности, критериев). Второй вариант противоположен первому и предполагает синтез более общих элементов из заданных частных. Третий вариант – упорядочение предварительного заданного множества элементов на основе их попарного сравнения.

Третий вариант – упорядочение предварительного заданного множества элементов на основе их попарного сравнения.

**В третьей** главе представлен выбор эффективного способа реализации одна из основополагающих трудностей, с которой сталкиваются предприниматели всех уровней торговли. При выборе способа реализации руководствуются различными факторами. В работе приведены критерии, которые при использовании метода парных[1] сравнений позволяют сформировать мнение относительно способа реализации товаров.

Рассмотрены наиболее часто применяемые способы реализации товаров:  $A_1$  – реализация с торговой точки (розничная торговля),  $A_2$  – торговый агент,  $A_3$  – оптовая торговля.

Учтем следующие 3 основных показателя и в каждом показателе выделим два основных критерия каждый из которых связан с каждой альтернативой.

1. Экономический
  - a. Наличный расчет
  - b. Безналичный расчет
2. Надежность
  - a. Период сделки
  - b. Клиент

### 3. Ситуация на рынке

а. Внешние факторы

б. Конкуренция

Мнения  $n$  экспертов учтем как среднегеометрическое

$$a_{ij}^A = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}^k} \quad (1)$$

где  $a_{ij}^A$  – агрегированная оценка элемента в соответствии с соотношением

$$a_{ij}^A = \prod_{k=1}^n a_{ij}^{a_k}$$

где  $a_{ij}^{a_k}$  – весовой коэффициент для объекта,  $n$  – количество матриц каждого эксперта и выполнено

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1.$$

Используя метод попарного сравнения и экспертный метод[3] построим матрицы оценки альтернатив таблица 1

Таблица 1 Критерии

Эффективность	Экономический	Надежность	Ситуация на рынке
Экономический	1	3	5
Надежность	1/3	1	3
Ситуация на рынке	1/5	1/3	1

Далее для каждой альтернативы определим весовые коэффициенты критериев таблица 2-5.

Таблица 2. Факторы

экономический фактор			Ситуация на рынке		
	Наличный расчет	Безналичный расчет		Внешние факторы	Конкуренция
Наличный расчет	1	3	Внешние факторы	1	4
Безналичный расчет	1/3	1	Конкуренция	1/4	1

Таблица 3 Экспертные оценки формы расчетов

Наличный расчет	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	Безналичный расчет	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
A <sub>1</sub>	1	4	2	A <sub>1</sub>	1	5	3
A <sub>2</sub>	1/4	1	1/3	A <sub>2</sub>	1/5	1	1/3
A <sub>3</sub>	1/2	3	1	A <sub>3</sub>	1/3	3	1

Таблица 4 Экспертные оценки надежности

Период сделки	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	клиент	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
A <sub>1</sub>	1	4	2	A <sub>1</sub>	1	5	3
A <sub>2</sub>	1/4	1	1/2	A <sub>2</sub>	1/5	1	1/3
A <sub>3</sub>	1/2	2	1	A <sub>3</sub>	1/3	3	1



Таблица 5 Экспертные оценки ситуации на рынке

Внешние факторы	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	конкуренция	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
A <sub>1</sub>	1	2	3	A <sub>1</sub>	1	1/2	1/3
A <sub>2</sub>	1/2	1	2	A <sub>2</sub>	2	1	1/2
A <sub>3</sub>	1/3	1/2	1	A <sub>3</sub>	3	2	1

Далее для каждой матрицы необходимо вычислить главный собственный вектор в соответствии с соотношением  $EW = \lambda_{max}W$ , используя методику изложенную в [2], отметим что процесс итерационный и проводится до достижения заданной точности  $e^T |W^{(l)} - W^{(l+1)}| \leq \xi$ . Далее необходимо определить индекс однородности суждений экспертов, на основании которого принять решение о необходимости пересмотра экспертных оценок.

**В заключении** перечислены основные результаты работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения магистерской диссертации была достигнута поставленная цель. В данной работе, для решения этой проблемы, был реализован метод анализа иерархий.

Методы анализа иерархий предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам.

При использовании метода попарного сравнения, мы решили проблему выбора эффективного способа реализации товара. Данная проблема была разбита на более простые компоненты и построена иерархия.

Были вычислены численные значения векторов приоритетов, получен анализ верности суждений экспертов и выбрана лучшая альтернатива.

Также была разработана программа вычисления нормированного собственного вектора приоритетов матрицы попарных сравнений, максимальное собственное число матрицы, индекса и отношения однородности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алесинская, Т. В. Согласованность экспертной информации в методе метризованного парного сравнения / Т. В. Алесинская, В. И. Финаев // Известия ТРТУ. – 1997. – № 2(5). – С. 122-125. – EDN KWVXPD.
2. Колесникова, С. И. Метод парных сравнений при оценивании динамических наборов альтернатив / С. И. Колесникова // Качество. Инновации. Образование. – 2010. – № 4(59). – С. 32-37. – EDN MUYNMD.
3. Садриев, Д. С. Метод парных сравнений в системе ранжирования инвестиционных проектов / Д. С. Садриев, А. Ш. Шавалиев // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2010. – № 3(47). – С. 71-75. – EDN MUIAMR.
4. Евдокимов, И. А. Использование метода парных сравнений для управления поставками продукции / И. А. Евдокимов // Проблемы и перспективы осуществления междисциплинарных исследований : Сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Уфа, 10 декабря 2023 года. – Уфа: ООО "Аэтерна", 2023. – С. 24-26. – EDN RLZRJC.
5. Смирнов, В. Е. Анализ приближенных методов вычисления главного собственного числа матрицы парных сравнений и вектора весов / В. Е. Смирнов // Вестник научных конференций. – 2018. – № 11-1(39). – С. 100-103. – EDN YTAUYX.
6. Садриев, Д. С. Метод парных сравнений в системе ранжирования инвестиционных проектов / Д. С. Садриев, А. Ш. Шавалиев // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2010. – № 3(47). – С. 71-75. – EDN MUIAMR.
7. Бородинов, А. А. Метод парных сравнений в задаче нахождения пользовательских предпочтений / А. А. Бородинов, В. В. Мясников // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2020) : Сборник трудов по материалам VI Международной конференции и молодежной школы. В 4-х томах, Самара, 26–29 мая 2020 года / Под редакцией В.В. Мясникова. Том 2. – Самара:

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2020. – С. 244-250. – EDN JKCYKB.

8. Матюшина, А. А. Применение метода парных сравнений для определения вероятности ошибки человека для рабочего места термиста / А. А. Матюшина, В. С. Котик // Техносферная безопасность в XXI веке : Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Иркутск, 28–30 ноября 2023 года. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2023. – С. 417-421. – EDN WHVXLT.