

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра Математической экономики

**ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ  
ФИНАНСИРОВАНИЯ БИЗНЕСА**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 247 группы  
направления 09.04.03 – «Прикладная информатика»

Механико-математического факультета

**Шевченко Эрика Абрамовича**

Научный руководитель

доцент, д.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

И.Ю.Выгодчикова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

С.И.Дудов

инициалы, фамилия

Саратов 2018

**Введение.** В современных условиях, ввиду быстрого развития наукоёмких технологий и телекоммуникационных взаимодействий, требующих проведения дорогостоящих научных исследований и разработок, инновационная сфера – рискованное направление вложения средств.

Инвестиции в инновационную сферу предполагают получение прибыли, в отличие от финансирования инновационной деятельности, однако инвестиции являются на современном этапе развития общества важным видом финансирования любой сферы деятельности, будь то образование, наука, бизнес, искусство и пр. Поэтому при принятии управленческих решений проблема качественной проработки и обоснования стратегии в инновационной сфере является актуальным направлением анализа, и использование экономико-математических методов и моделей является актуальной задачей исследования.

Цель работы – создание информационно-аналитической системы количественного анализа долевой структуры инвестирования инновационной сферы на уровне регионов России с использованием иерархического подхода и дерева решений.

Задачи работы:

провести количественный анализ показателей, используемых для построения дерева решений, используемого для распределения источников финансирования бизнеса,

провести визуальный графический анализ древовидных структур, выполнить сопоставление программных средств реализации иерархического подхода,

исследовать математическую модель оценки рисков на основе минимаксного критерия,

создать программное приложение для обработки статистических данных в сфере распределения финансирования исследуемых объектов бизнеса,

на основе математической модели и разработанных программных конструкций построить дерево решений для структуризации инвестиционных процессов,

выполнить вычислительные эксперименты по созданию информационно-аналитической системы количественного анализа долевой структуры инвестирования инновационной сферы на уровне регионов России на основе программных разработок.

Объект работы: древовидная система решений о финансировании бизнеса.

Предмет работы: количественные и графические модели, используемые для построения дерева решений.

**В первой части** *«Иерархические модели и приложения» рассматриваются и анализируются типы иерархических моделей, а также способы их применения, от СУБД до алгоритмов сортировки.*

Иерархическая структура представляет собой совокупность элементов, связанных между собой по определенным правилам. К основным понятиям иерархической структуры относятся: уровень, элемент (узел), связь. Узел - это совокупность атрибутов данных, описывающих некоторый объект. Каждый узел на более низком уровне связан только с одним узлом, находящимся на более высоком уровне. Иерархическое дерево имеет только одну вершину (корень дерева), не подчиненную никакой другой вершине и находящуюся на самом верхнем (первом) уровне. Зависимые (подчинённые) узлы находятся на втором, третьем и т.д. уровнях. Количество деревьев в базе данных определяется числом корневых записей.

Древовидные иерархические структуры широко используются в повседневной деятельности. Это — всевозможные классификаторы, ускоряющие поиск требуемой информации, иерархические функциональные структуры управления и т.п. Иерархические модели данных базируются на использовании графовой и табличной форм представления данных.

Бинарное (двоичное) дерево – это динамическая структура данных, представляющее собой дерево, в котором каждая вершина имеет не более двух потомков.

Таким образом, бинарное дерево состоит из элементов, каждый из которых содержит информационное поле и не более двух ссылок на различные бинарные поддеревья. На каждый элемент дерева имеется ровно одна ссылка.

Бинарные деревья могут применяться для поиска данных в специально построенных деревьях (базы данных), сортировки данных, вычислений арифметических выражений, кодирования, например в методе Хаффмана – жадный алгоритм оптимального префиксного кодирования алфавита с минимальной избыточностью. Был разработан в 1952 году аспирантом Массачусетского технологического института Дэвидом Хаффманом при написании им курсовой работы. В настоящее время используется во многих программах сжатия данных. В пункте 2.1 данной работы рассмотрен пример применения бинарного дерева на базе оценки долевого распределения объемов вкладов в банки, с применением минимаксного подхода.

**Во второй части** *«Оценка долевого финансирования бизнеса с использованием иерархического подхода и дерева решений»* демонстрируется пример визуализации иерархической структуры, с помощью бинарного дерева, построенного на примере оценивания долевого распределения объемов вкладов в банки с использованием оценок качества банковских онлайн сервисов на базе многократного решения минимаксной задачи.

Рассматриваемая система имеет  $n$  различных объектов. Оценки негативного характера обозначим через  $V_1 > 0, \dots, V_n > 0$ . Требуется отыскать компоненты  $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$ . Рассмотрим модель

$$\max_{i=1, \overline{n}} V_i \theta_i \rightarrow \min_{\theta \in \{ \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1 \}}$$

В поставленной задаче требуется отыскать

$$\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R_+^n$$

где  $\theta_i$  – это доля финансирования  $i$ -го актива.

Решением будет являться вектор  $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$  с компонентами:

$$\theta_i = 1 / \left( V_i \sum_{k=1}^n V_k^{-1} \right), \quad i = \overline{1, n}$$

Будем рассматривать позитивные показатели, например потенциал сайта,  $w_i$ . Применяя подстановку  $V_i = 1/w_i$ , получаем формулу в виде:

$$\theta_i = \frac{w_i}{\sum_{k=1}^n w_k}, \quad i = \overline{1, n}$$

Пользуясь приведенной выше математической базой, рассчитаем доли инвестирования в ряд крупных банков, после чего продемонстрируем примеры визуализации полученных результатов в виде бинарного дерева.

На базе показателей в рейтинге крупнейших банков по активам (по данным “РАЕХ”) для распределения финансовых ресурсов были выбраны следующие Московские банки: АО «Газпромбанк» (3 место) и ПАО «МОСКОВСКИЙ КРЕДИТНЫЙ БАНК» (9 место). ПАО «ВТБ» (2 место) и АБ «Россия» (15 место) были выбраны от Санкт-Петербурга.

Подставим данные в формулу и вычислим доли, по которым финансовые ресурсы будут распределены по банкам:

$$\theta_{11} = \theta_1 * \frac{\frac{1}{V_{11}}}{\frac{1}{V_{11}} + \frac{1}{V_{12}}} = 0,75 * \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{15}} \approx 0,66$$

$$\theta_{12} = \theta_1 * \frac{\frac{1}{V_{12}}}{\frac{1}{V_{11}} + \frac{1}{V_{12}}} = 0,75 * \frac{\frac{1}{15}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{15}} \approx 0,08$$

$$\theta_{21} = \theta_2 * \frac{\frac{1}{V_{21}}}{\frac{1}{V_{21}} + \frac{1}{V_{22}}} = 0,25 * \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{9}} \approx 0,18$$

$$\theta_{22} = \theta_2 * \frac{\frac{1}{V_{22}}}{\frac{1}{V_{21}} + \frac{1}{V_{22}}} = 0,25 * \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{9}} \approx 0,06$$

В качестве  $\theta_1$  и  $\theta_2$  – доли распределения ресурсов по городам федерального значения,  $V_{11}$ ,  $V_{12}$ ,  $V_{21}$ ,  $V_{22}$  – место банков в рэнкинге крупнейших банков по активам,  $\theta_{11}$ ,  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{21}$ ,  $\theta_{22}$  – доли распределения ресурсов по банкам. Для московских банков АО «Газпромбанк» и ПАО «МОСКОВСКИЙ КРЕДИТНЫЙ БАНК» доли составили 0,66 и 0,08 соответственно. Для банков Санкт-Петербурга: ПАО «ВТБ» – 0,18 и АБ «Россия» – 0,06.

Представим полученные данные в форме иерархической структуры. На рисунке 1 представлено общее распределение долей по банкам Москвы и Санкт-Петербурга.

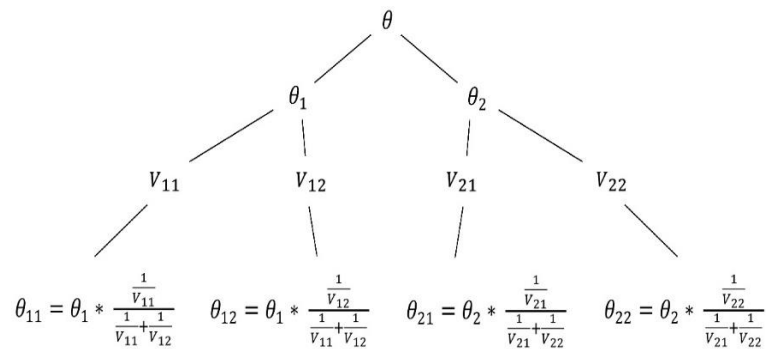


Рисунок 1 – Распределение финансовых ресурсов. Подставим значения рангов регионов и позиции в рэнкинге банков и визуализируем расчеты в форме древовидной структуры (рисунок 2).

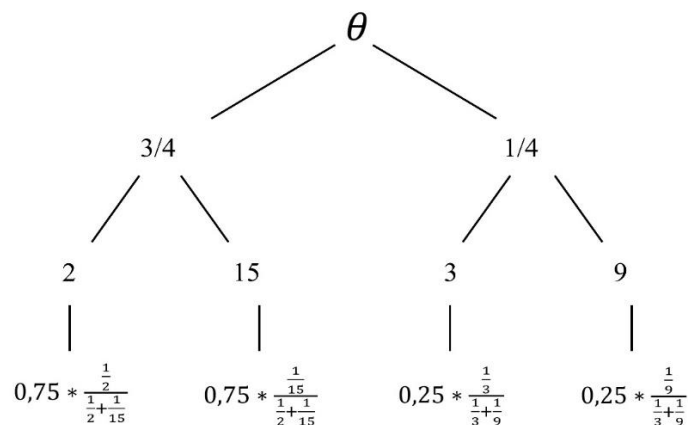


Рисунок 2 – Расчет долей распределения финансовых ресурсов в банки.

После проведения расчетов мы получили значения долей распределения финансовых ресурсов в каждый из банков, средствами языка JavaScript визуализируем их в виде иерархии (рисунок 3).

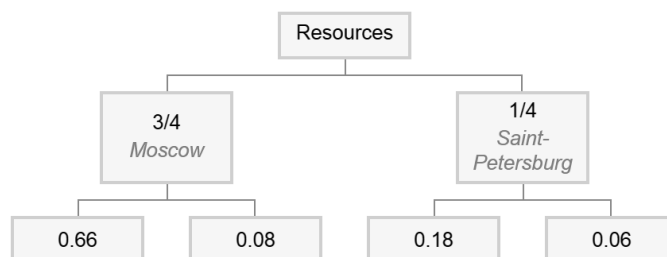


Рисунок 3 – Полученные доли распределения финансовых ресурсов в банки Москвы и Санкт-Петербурга.

Визуализация расчётов наглядно демонстрирует нам, что выгоднее всего будет распределить большую часть средств в московские банки, причем 66% от всего объема следует вложить в АО «Газпромбанк».

Применение иерархических структур для принятия решений подобного рода является одним из наиболее удобных способов получить общую картину рассматриваемой ситуации. Благодаря грамотной демонстрации дерева иерархий можно быстро и точно выбрать наилучший вариант решения проблемы, в данном случае проблемы инвестирования в банки Москва и Санкт-Петербурга.

**В третьей части «Анализ программных решений и качества визуального представления дерева иерархий»** проводится анализ пяти средств визуализации иерархий средствами сценарного языка JavaScript. Результаты анализа собраны в сравнительную таблицу. Также проведена оценка долевой структуры инвестирования объектов инновационной сферы (регионов) с применением минимаксной модели и иерархического подхода. С помощью оптимального инструмента визуализации, по долям распределения инвестиций построена иерархическая структура.

Возможности языка JavaScript позволяют визуализировать деревья решений используя огромный спектр подключаемых сторонних библиотек и

инструментов, которые легко поддаются самостоятельной настройке под любые цели и задачи, решаемые с помощью иерархических структур.

Имея богатый функционал, важно следить за тем, чтобы отображение информации с помощью дерева решений не мешало ее восприятию. Рисунок должен получаться доходчивым, простым, максимально удобочитаемым.

На рисунке 4 продемонстрирован пример решения проблемы визуализации данных в виде иерархической структуры, выполненный средствами библиотеки GetOrgCharts.

GetOrgChart позволяет разработчикам создавать сложные древовидные структуры, а затем отображать их как красивое дерево с использованием HTML 5, CSS и JavaScript.

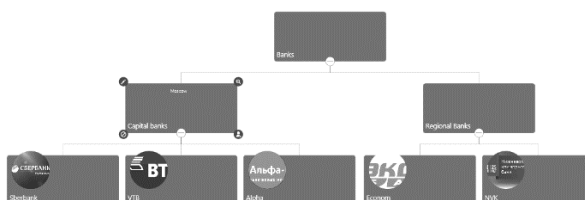


Рисунок 4 – Визуализация иерархической структуры средствами сценарного языка JavaScript

Средства визуализации древовидных иерархических структур с помощью языка JavaScript есть так же и у продукта компании Google – **Google Charts** (рисунок 5).

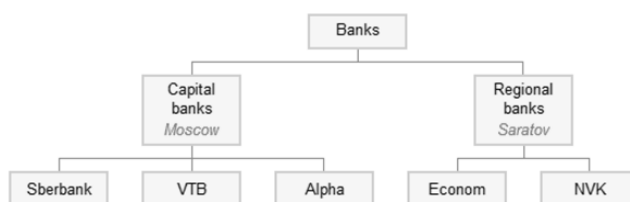


Рисунок 5 – Иерархия вложения средств

Google Charts – JavaScript библиотека, для простого создания графиков.

Предоставляет множество предварительно созданных диаграмм. Имеется множество конфигурационных настроек (Google Chart Tools API –



это многофункциональный набор инструментов для визуализации данных.), которые помогают изменить внешний вид графика.

Следующим рассмотренным продуктом стала библиотека **D3.js**. Она предназначена исключительно для обработки и визуализации данных. Само название D3 расшифровывается как Data-Driven Documents что подразумевает упор на управление данными, хотя ключевой функциональностью библиотеки являются мощные возможности для их визуализации.

Следующий объект анализа – **Cytoscape**. Это платформа с открытым исходным кодом, предназначенная, в основном, для визуализации огромных объемов информации.

Последняя JavaScript библиотека, которую мы рассмотрим в данном сравнительном анализе – это **Springy.js**. Главной задачей этой библиотеки является визуализация максимально простыми графическими средствами, буквально только линиями и текстом.

В таблице 1 приведено сравнение рассмотренных программных решений по трем критериям: легкость в освоении, набор возможностей, полнота документации. По каждому критерию определим максимальную оценку в 10 баллов, минимальную в 0 баллов. В сравнении выявлено, что оптимальным инструментом для визуализации иерархий является библиотека GetOrgCharts.

Таблица 1 – Сравнение программных решений проблемы визуализации иерархических структур

Программный продукт	Легкость в освоении	Набор возможностей	Полнота документации	Сумма баллов
GetOrgCharts	7	7	9	23
Google Charts	7	5	8	20
D3.js	2	10	7	19
Cytoscape	5	7	6	18

Springy.js	8	4	5	17
------------	---	---	---	----

Выполнена программная реализация иерархического анализа, его применение и визуализация для построения дерева решений для оценивания финансирования бизнеса.

**Заключение.** В данной работе была рассмотрена минимаксная модель и иерархический подход для оценки долевой структуры инвестирования объектов инновационной сферы (регионов).

В ходе работы была создана информационно-аналитической система для проведения количественного и графического анализа долевой структуры инвестирования инновационной сферы на уровне регионов России с использованием иерархического подхода и дерева решений.

Были выполнены основные задачи, поставленные для выполнения магистерской работы:

проведён количественный анализ важных показателей, которые были использованы для построения дерева решений,

дерево решений позволило наглядно представить структуру распределения источников финансирования бизнеса,

проведён графический анализ древовидных структур,

выполнен сравнительный анализ программных средств реализации иерархического подхода,

построены и проанализирована математическая модель оценки рисков на основе минимаксного критерия, используемая на каждом уровне иерархической детализации,

написана программа для обработки статистических данных в сфере распределения финансирования исследуемых объектов бизнеса,

на основе математической модели и разработанных программных конструкций построено дерево решений в сфере финансирования бизнеса,

получены результаты вычислительных экспериментов по созданию информационно-аналитической системы количественного анализа долевой

структуры инвестирования инновационной сферы на уровне регионов России на основе программных разработок.

В ходе исследования был проведён анализ финансирования в сфере инновационного бизнеса в регионах Южного федерального округа и Приволжского федерального округа, определён наилучший способ отображения результатов анализа распределения долей инвестирования предприятий регионов.

Практической частью данной работы стало создание визуализации иерархической структуры на основе наилучшего найденного решения, которым оказалась одна из JavaScript-библиотек. Результатом проведенной работы стала полная интерактивная модель иерархической структуры, построенной по долям распределения инвестирования в бизнес регионов.

В зависимости от того, насколько информативно и объективно были визуализированы расчеты по минимаксной модели, становятся понятны риски и возможность возврата вложенного в региональный бизнес капитала. Применение полученного решения будет может быть полезно предпринимателям и организациям любого масштаба, желающим успешно инвестировать в российский инновационный бизнес.

**В приложении** *представлен исходный программный код реализации поставленной практической задачи и демонстрация работы программного кода в виде скриншотов экрана.*