

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической экономики

**Моделирование долевой структуры инвестиционного портфеля на
основе рейтингов российских компаний**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 247 группы

направления 09.04.03 –Прикладная информатика

механико-математического факультета

Чернозубовой Елены Алексеевны

Научный руководитель
доцент, к.ф.-м.н., доцент

подпись, дата

И. Ю. Выгодчикова

Зав. кафедрой
Д.ф.м.н, профессор

подпись, дата

С. И. Дудов

Саратов 2020

Введение. Анализ рейтинга инвестиционной привлекательности компаний является важной проблемой, поскольку возникает необходимость учитывать многие показатели финансово-хозяйственной деятельности этих компаний. Для оценки инвестиционной привлекательности компаний в динамике целесообразно строить интегральные рейтинги, в которых будут учитываться наиболее важные критерии эффективности для инвестора. Проведение финансового анализа на основе оценивания нормативов коэффициентов (ликвидность, финансовая устойчивость, рентабельность, деловая активность) необходимо, чтобы сделать вывод о надежности развития бизнеса, однако эта процедура не позволяет сопоставлять компании, поскольку не дает количественной оценки уровня рентабельности, конкурентоспособности, стабильности (кредитоспособности) их деятельности.

Развитие наукоемких технологий в последнее время является обязательным атрибутом стабильного (конкурентоспособного и кредитоспособного) функционирования бизнеса. Крупномасштабные инвестиционные проекты, особенно в сфере освоения инноваций, требуют тщательного анализа и оценивания перспектив получения прибыли, однако инвесторы ожидают определенной отдачи. Для быстрого принятия качественных решений в сфере управления капиталом целесообразно, а иногда просто необходимо применять инструментарий, заключающийся в построении интегральных индексов финансового состояния компаний. Однако применение таких методов сопряжено с необходимостью проведения объемных вычислений, требующих регулярного обновления данных, что, ввиду специфики финансовой отчетности, невозможно. Поэтому коэффициенты полученных моделей не могут быть применены для оценки конкурентоспособности и, значит, инвестиционной привлекательности бизнеса. Задача комплексной оценки эффективности экономической деятельности компаний часто решается путем построения рейтингов и ранкингов. Такой подход позволяет соизмерить и сопоставить различные показатели, что особенно важно при анализе конкурентоспособности бизнеса на региональном и глобальном уровне.

Для построения интегрального рейтинга обычно используется метод весовых коэффициентов для рейтингов по каждому из рассмотренных показателей. При применении нескольких критериев в задачах принятия экономических решений такой подход до сих пор является одним из самых распространенных. При этом многокритериальная задача сводится к одному уровню анализа путем свертывания всех критериев в единственный обобщенный критерий, представляющий собой сумму критериев, взвешенных коэффициентами их относительной важности - весами.

В данной работе для построения рейтинга инвестиционной привлекательности российских компаний используются следующие показатели: объем реализации продукции, рост объема реализации продукции по отношению к предыдущему году, чистая прибыль. Структура инвестиционного вычисляется при помощи минимаксного подхода к оценке риска вложения средств.

Целями работы являются: описание метода построения интегрального рейтинга крупнейших российских компаний и проведение вычислительного эксперимента, позволяющего сопоставить рейтинг для двух аналитических периодов, составление структуры инвестиционного портфеля, состоящего из крупнейших российских компаний, написание кода программы, которая реализует построение интегрального рейтинга по трем показателям, написание кода программы, которая вычисляет доли компаний инвестиционного портфеля на основе интегрального рейтинга.

Объектом данной работы выступают двадцать крупнейших компаний России, а также следующие показатели их финансово-хозяйственной деятельности: объем реализации продукции (А), рост объема реализации продукции по отношению к предыдущему году (В), чистая прибыль (С).

Для достижения цели в работе решались следующие задачи:

- 1) расчёт интегрального рейтинга российских компаний.
- 2) вычисление долевой структуры инвестиционного портфеля российских компаний.
- 3) проведение экспериментов для оценки рейтинга компаний.
- 4) применение программных средств Dev-C++ IDE.

Источники исследования - научные статьи, материалы конференций по моделированию и управлению рисками, учебные пособия, периодические издания, интернет-ресурсы, данные для анализа с официального сайта "Эксперт РА".

Методы исследования: в теоретической части работы применены анализ учебной и научной литературы, обзор публикаций. В практической части работы будет использоваться язык программирования C++, а также программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel.

Основная часть. Основная часть работы строится на изучении метода построения интегрального рейтинга российских компаний и моделировании инвестиционного портфеля, а так же написания программного кода реализующего построение интегрального рейтинга компаний на основе показателей их финансово-хозяйственной деятельности.

Для составления интегрального рейтинга используем три показателя финансовой отчетности, приведенных в исследовании рейтингового агентства «Экс-

перт РА»:

- 1) объем реализации в 2017 г.,
- 2) рост объема к 2017 г.,
- 3) чистая прибыль за 2017 г.

Метод работает для данных, имеющих определенную специфику, поэтому класс решаемых задач, на основании предложенной процедуры, достаточно узок.

Пусть N - общее количество компаний, для которых строится интегральный рейтинг. Обозначим ранги показателей A , B , C для i -й компании через a_i , b_i , c_i , соответственно. Ранжирование выполняется среди N компаний по каждому из показателей от самого низкого (лучшего ранга, равного единицу) к самому высокому (худшему, равному N).

Средние значения по показателям a_i , b_i , c_i , вычисляются по формуле:

$$\bar{c} = \bar{a} = \bar{b} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i, \quad (0.1)$$

Метод построения интегрального рейтинга конкурентоспособности компаний состоит из двух этапов.

На первом этапе анализа выстраиваются группы компаний по показателям C , A и B : первая группа является самой приоритетной, остальные следуют в порядке убывания приоритетности. В связи с этим каждая компания, попавшая, скажем, в первую группу, будет занимать лидирующие позиции, нежели любая компания из любой другой группы. Количество групп обозначим m , их не более 8 и не менее 2. Первоначально положим $m = 8$. Далее следуем алгоритму.

Шаг 1. Множество рассматриваемых компаний разбивается на 8 групп по принципу:

- 1 группа (все компании i , для которых $a_i < \bar{a}$, $b_i < \bar{b}$, $c_i < \bar{c}$),
- 2 группа (все компании i , для которых $a_i < \bar{a}$, $b_i \geq \bar{b}$, $c_i < \bar{c}$),
- 3 группа (все компании i , для которых $a_i \geq \bar{a}$, $b_i < \bar{b}$, $c_i < \bar{c}$),
- 4 группа (все компании i , для которых $a_i \geq \bar{a}$, $b_i \geq \bar{b}$, $c_i < \bar{c}$),
- 5 группа (все компании i , для которых $a_i < \bar{a}$, $b_i < \bar{b}$, $c_i \geq \bar{c}$),
- 6 группа (все компании i , для которых $a_i < \bar{a}$, $b_i \geq \bar{b}$, $c_i \geq \bar{c}$),
- 7 группа (все компании i , для которых $a_i \geq \bar{a}$, $b_i < \bar{b}$, $c_i \geq \bar{c}$),
- 8 группа (все компании i , для которых $a_i \geq \bar{a}$, $b_i \geq \bar{b}$, $c_i \geq \bar{c}$).

Переходим к шагу 2.

Шаг 2. Если имеется пустая группа, то она не участвует в построении интегрального рейтинга и все следующие за ней группы получают номер, на единицу меньший предыдущего номера. Полагаем $m = m - 1$. После достижения

последней группы в текущем списке групп алгоритм завершается. Количества компаний в каждой группе обозначаются, соответственно, N_1, \dots, N_m (очевидно $N_1 + \dots + N_m = N$).

На втором этапе анализа выполняется ранжирование компаний внутри каждой группы по показателю прибыли (С). Далее, с учетом приоритетности групп, выстраивается интегральный рейтинг. Для этого применяется следующая процедура.

Шаг 1. Вычисляются ранги по показателю С в каждой группе от 1 (лучшего) до N_j (худшего в j -й группе), $j = 1, \dots, m$. Переходим ко второму шагу.

Шаг 2. Для компаний первой группы рейтинги, полученные на первом шаге, остаются без изменений, от самого высокого рейтинга 1 до N_1 . Переходим к шагу 3.

Шаг 3. Для компаний каждой следующей группы рейтинги, полученные на шаге 1, пересчитываются путем добавления к рейтингу каждой компании этой группы числа, равно го сумме количеств компаний всех предшествующих групп. Так, для компаний второй группы выстраиваются рейтинги от $N_1 + 1$ до $N_1 + N_2$, если $m = 2$, процедура завершается. При $m > 2$ процесс продолжается до группы с номером m включительно, компаниям которой будут присвоены рейтинги от $N_1 + \dots + N_{m-1} + 1$ до $N_1 + \dots + N_{m-1} + N_m = N$. Процедура завершается.

Рассмотрим модель распределения инвестиций между рассматриваемыми компаниями, на основе минимаксного подхода.

Обозначим через $V_i, i=1, \dots, N$ — интегральный рейтинг i -й компании. Оценки V служат оценками негативного характера, связанными с риском потерь вложенных средств, наименьший риск существует при инвестировании средств в компанию с интегральным рейтингом «1». Доли инвестирования обозначим через θ_i . Эти доли для компаний вычисляются в результате решения следующей оптимизационной задачи:

$$\max_{i=1, N} V_i \theta_i \rightarrow \min_{\theta \in D}, \quad D = \{\theta = (\theta_1, \dots, \theta_N) \in R^N : \sum_{i=1}^N \theta_i = 1\}. \quad (0.2)$$

В задаче (0.2) ограничение на доходность портфеля, присутствующее в модели Марковица и ее модификациях, снято, поскольку в формирование рейтинга (V) уже заложен показатель прибыли. Результат решения задачи (0.2) получается с использованием математического подхода и сводится к применению следующего факта — доли должны быть обратно пропорциональны интегральным

рейтингам:

$$\theta_i = \frac{1}{V_i \sum_{k=1}^N V_k^{-1}}, \quad i = 1, \dots, N. \quad (0.3)$$

Далее был проведен вычислительный эксперимент по построению интегрального рейтинга российских компаний и построения долевой структуры инвестиционного портфеля.

Определим приоритет показателей в порядке убывания: С, А, В. Пусть А (а — ранг по объему реализации в 2017 г.), В (b — ранг по приросту объема реализации к 2017 г.), С (с — ранг по чистой прибыли в 2017 г.).

Составим таблицу ранжирования двадцати крупнейших компаний России по итогам 2017 года рейтингового агентства RAEX (Эксперт РА) (таблица 1).

Таблица 1 - Ранжирование компаний

	А Объем реали- зации в 2017г., млн руб	а Ранг по объ- ему реали- зации в 2017	В Прирост объема реали- зации к 2017г., млн руб	б Ранг по при- росту объема реали- зации к 2017г.	С Чистая прибыль в 2017г., млн руб.	с Ранг по чи- стой при- были в 2017г
Газпром	6 384 003	1	417 600	3	766 879	1
ЛУКОЙЛ	5 475 180	2	731 448	2	420 422	3
Роснефть	5 163 000	3	921 000	1	297 000	4
Сбербанк	2 840 900	4	5 600	19	748 700	2
РЖД	2 251 703	5	118 439	7	139 704	8
Ростех	1 589 000	6	323 000	4	121 000	11
X5 Retail Group	1 295 008	7	261 341	5	31 394	17
Банк ВТБ	1 185 800	8	-31 700	20	120 000	12
Сургутнфтегаз	1 175 019	9	154 186	6	194 718	5
Магнит	1 142 278	10	70 752	12	35 507	16
Росатом	967 400	11	89 300	10	0	20
Российские сети	948 344	12	47 310	14	137 122	9
Интер РАО	917 049	13	48 867	13	54 448	14
Транснефть	884 337	14	36 203	16	191 805	6
Система АФК	704 551	15	23 687	18	-66 528	20

Татнефть	681 159	16	101 032	9	123 892	10
Мегаполис	650 212,7	17	26 111	17	13 774	18
Евраз	631 214,1	18	115 754,3	8	44 250	15
НЛМК	586 789,5	19	76 475,6	11	84 652	13
НОВАТЭК	581 192,7	20	43 720,7	15	166 470	7

Построим интегральный рейтинг конкурентоспособности российских компаний. Для этого вычисляются средние значения по показателям объем реализации (А), рост объема реализации (В) и прибыли (С) для 20-ти компаний по формуле (0.1), получено среднее значение равное 10,5. Согласно методу построения интегрального рейтинга, получено следующее распределение компаний по группам, представлено в таблице 2.

Таблица 2 -Результат группировки компаний

1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Газпром, ЛУКОЙЛ, Роснефть, РЖД, Сургутнефтегаз	Сбербанк,	Татнефть	Транснефть, НОВАТЭК, Российские сети
5 группа	6 группа	7 группа	8 группа
Ростех, Х5 Retail Group	Магнит, Банк ВТБ	Росатом, ЕВРАЗ	Интер РАО, НЛМК, Система АФК, Мегаполис

Далее вычисляются ранги по показателю С в каждой группе (таблица 3).

Таблица 3 - Ранжирование компаний каждой группы по показателю чистой прибыли (С)

1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Газпром 1 ЛУКОЙЛ 2 Роснефть 3 Сургутнефтегаз 4 РЖД 5	Сбербанк 6	Татнефть 7	Транснефть 8 НОВАТЭК 9 Российские сети 10

5 группа	6 группа	7 группа	8 группа
Ростех 11 X5 Retail Group 12	Банк ВТБ 13 Магнит 14	Росатом15 ЕВРАЗ 16	НЛМК 17 Интер РАО 18 Мегаполис 19 Система АФК 20

Далее проведем вычислительный эксперимент для распределения инвестиций портфеля с использованием интегрального рейтинга конкурентоспособности компаний.

Построим инвестиционный портфель, состоящий из компаний следующих отраслей: нефтяная и газовая промышленность, транспортные компании, банки, рейтинги которых составляют 1:2:3. В каждой из этих отраслей рассматриваются по две крупнейших компании (нефтегазовые компании "Газпром" и "ЛУКОЙЛ" транспортные компании «РЖД» и «Транснефть», банки "Сбербанк" "Банк ВТБ"). В качестве показателя риска инвестирования рассматривается показатель отношения заемных средств компаний к собственным средствам за 2017 г.

На первом этапе вычислим доли инвестирования отраслей по формуле:

$$\theta_1^1 = \frac{1}{V_i^1 \nu_0^1}, \dots, \theta_m^1 = \frac{1}{V_m^1 \nu_0^1}, \text{ где } \nu_0^1 = \sum_{k=1}^m (V_k^1)^{-1}. \quad (0.4)$$

Сначала посчитаем

$$\nu_0^1 = \sum_{k=1}^3 (V_k^1)^{-1} = 1,83,$$

тогда:

$$\theta_1^1 = \frac{1}{1 \cdot 1,83} = 0,545, \theta_2^1 = \frac{1}{2 \cdot 1,83} = 0,273, \theta_3^1 = \frac{1}{3 \cdot 1,83} = 0,182$$

На втором этапе распределим доли инвестирования отраслей между компаниями в отношении 2 : 1 в каждой отрасли согласно формуле

$$\theta_{i1}^2 = \frac{\theta_i^1}{V_{i1}^2 \nu_i^2}, \dots, \theta_{in_i}^2 = \frac{\theta_i^1}{V_{in_i}^2 \nu_i^2}, \text{ где } \nu_i^2 = \sum_{k=1}^{n_i} (V_{ik}^2)^{-1} \quad i = 1, \dots, m. \quad (0.5)$$

получим:

$$\nu_1^2 = \nu_2^2 = \nu_3^2 = 1 + \frac{1}{2} = 1,5$$

$$\theta_{11}^2 = \frac{\theta_1^1}{V_{11}^2 \nu_1^2} = \frac{0,545}{1 \cdot 1,5} \approx 0,363, \quad \theta_{12}^2 = \frac{\theta_1^1}{V_{12}^2 \nu_1^2} = \frac{0,545}{2 \cdot 1,5} \approx 0,182,$$

$$\theta_{21}^2 = \frac{\theta_2^1}{V_{21}^2 \nu_2^2} = \frac{0,273}{1 \cdot 1,5} \approx 0,182, \quad \theta_{22}^2 = \frac{\theta_2^1}{V_{22}^2 \nu_2^2} = \frac{0,273}{2 \cdot 1,5} \approx 0,091,$$

$$\theta_{31}^2 = \frac{\theta_3^1}{V_{31}^2 \nu_3^2} = \frac{0,182}{1 \cdot 1,5} \approx 0,1213, \quad \theta_{32}^2 = \frac{\theta_3^1}{V_{32}^2 \nu_3^2} = \frac{0,182}{2 \cdot 1,5} \approx 0,0607$$

Таким образом, структура инвестиционного портфеля выглядит следующим образом:

Схема вычислительного эксперимента представлена на рисунке 1



Рисунок 1 - Схема вычислительного эксперимента

Приведем пример работы программного продукта, разработанного в рамках выполнения магистерской работы:

Программная реализация метода состоит из трех программных кодов. Первая часть программы реализует первый шаг метода построения интегрального рейтинга, а именно выстраиваются группы компаний по показателям С, А и В. Программа распределяет компании в группы и список компаний для каждой группы записывает в новый файл.

```

87         while (in.peek() != EOF)
88         {
89             in >> stud[n].name;
90             in >> stud[n].key1;
91             in >> stud[n].key2;
92             in >> stud[n].key3;
93             if (stud[n].key1 < q && stud[n].key2 < w && stud[n].key3 < e)
94                 stud[n].print();
95             if (stud[n].key1 < q && stud[n].key2 >= w && stud[n].key3 < e)
96                 stud[n].print2();
97             if (stud[n].key1 >= q && stud[n].key2 < w && stud[n].key3 < e)
98                 stud[n].print3();
99             if (stud[n].key1 >= q && stud[n].key2 >= w && stud[n].key3 < e)
100                 stud[n].print4();
101             if (stud[n].key1 < q && stud[n].key2 < w && stud[n].key3 >= e)
102                 stud[n].print5();
103             if (stud[n].key1 < q && stud[n].key2 >= w && stud[n].key3 >= e)
104                 stud[n].print6();
105             if (stud[n].key1 >= q && stud[n].key2 < w && stud[n].key3 >= e)
106                 stud[n].print7();
107             if (stud[n].key1 >= q && stud[n].key2 >= w && stud[n].key3 >= e)
108                 stud[n].print8();
109             n++;
110         }
303         std::ifstream ifs4("output1_6.txt");
304         std::ifstream ifs5("output1_7.txt");
305         std::ifstream ifs6("output1_8.txt");
306         std::ifstream ifs7("output17.txt");
307         std::ofstream out("output1_1.txt", std::ios_base::app);

```

Рисунок 2 - Часть кода первой части программы

Вторая часть программы реализует сортировку (ранжирование) внутри каждой группы по показателю С (чистая прибыль), а так же соединяет группы с учетом их приоритетности.

```

279     sort7(stud7, f);
280     for (i=0; i<f; i++)
281         stud7[i].print7();
282     }
283     in7.close(); out7.close();
284     if (!in8) cout << "oshibka";
285     else
286     {
287         while (in8.peek() != EOF)
288         {
289             in8 >> stud8[d].name;
290             in8 >> stud8[d].key1;
291             in8 >> stud8[d].key2;
292             in8 >> stud8[d].key3;
293             d++;
294         }
295         sort8(stud8, d);
296         for (i=0; i<d; i++)
297             stud8[i].print8();
298     }
299     in8.close(); out8.close();
300     std::ifstream ifs("output1_2.txt");
301     std::ifstream ifs1("output1_3.txt");
302     std::ifstream ifs2("output1_4.txt");
303     std::ifstream ifs3("output1_5.txt");
304     std::ifstream ifs4("output1_6.txt");
305     std::ifstream ifs5("output1_7.txt");
306     std::ifstream ifs6("output1_8.txt");
307     std::ifstream ifs7("output17.txt");
308     std::ofstream out("output1_1.txt", std::ios_base::app);

```

Рисунок 2 - Часть кода второй части программы

Третья часть программы присваивает каждой компании интегральный рейтинг равный номеру строки компании в списке .

```

19 void mas::print()
20 {
21     out<<left<<name;
22     out<<" "<<key1;
23     out<<" "<<key2;
24     out<<" "<<key3;
25     out<<" "<<k<<endl;
26 }
27
28 int main()
29 { int n=0, i;
30     mas stud[20];
31
32     if(!in) cout<<"oshibka";
33     else
34     { while(in.peek()!=EOF)
35     {
36         in>>stud[n].name;
37         in>>stud[n].key1;
38         stud[n].b=0;
39         in>>stud[n].key2;
40         in>>stud[n].key3;
41         stud[n].b=n+1;
42     }
43     n++;
44     for(i=0; i<n; i++)
45     stud[i].print();
46 }

```

Рисунок 4 – Часть кода третьей части программы

На рисунке 5 представлен конечный результат работы программы.

```

reiting - ...
Файл  Правка  Формат  Вид
Справка
Газпром 1 3 1 1
лукойл 2 2 3 2
Роснефть 3 1 4 3
Сургутнефтегаз 9 6 5 4
РЖД 5 7 8 5
Сбербанк 4 19 2 6
Татнефть 16 9 10 7
Транснефть 14 16 6 8
НОВАТЭК 20 15 7 9
Российскиесети 12 14 9 10
Ростех 6 4 11 11
X5RetailGroup 7 5 17 12
БанкВТБ 8 20 12 13
Магнит 10 12 16 14
ЕВРАЗ 18 8 15 15
Росатом 11 10 20 16
НЛМК 19 11 13 17
ИнтерРАО 13 13 14 18
Мегаполис 17 17 18 19
СистемаАФК 15 18 19 20
Windows (CRLF)  UTF-8

```

Рисунок 5 - Результат работы программной реализации

Заключение. В ходе работы были получены теоретические знания о показателях финансово-хозяйственной деятельности двадцати крупнейших компаний России, был изучен метод построения интегрального рейтинга на основе финансово-хозяйственной деятельности компаний, а также метод построения структуры инвестиционного портфеля. Был проведен вычислительный эксперимент по вычислению интегрально рейтинга компаний, а также были разработаны программные реализации автоматического расчета интегрально рейтинга по трем показателям и построения долевой структуры портфеля.

В отличие от имеющихся подходов, рассмотренный подход дает возможность получить детальную и объективную рейтинговую оценку текущего состояния и перспектив развития бизнеса без необходимости нормирования исходных показателей для их приведения к сопоставимому виду, без проведения дополнительных исследований по оцениванию весовых коэффициентов, используемых в анализе.

Предложенный интегральный рейтинг удобно использовать для анализа инвестиционной привлекательности компании, поскольку инвестору важно знать динамику развития компании и сопоставлять свои вложения с перспективой отдачи. Интегральный рейтинг позволяет оценить уровень конкурентоспособности компании по сравнению с предыдущими периодами и сделать вывод о целесообразности инвестиционных вложений.