

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

На правах рукописи

Мерзлякова Наталья Алексеевна

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ РЕЙТИНГОВОГО ОЦЕНИВАНИЯ НА  
ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА  
ЧИСЛОВОЙ И НЕЧИСЛОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Специальность 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка  
информации, статистика

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание учёной

степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

Доктор технических наук, доцент,

**Рожков Николай Николаевич**

Санкт-Петербург

2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫХ РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ И ОПЫТ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ .....	11
1.1 Рейтинговая оценка как этап системного анализа конечной совокупности однородных объектов .....	11
1.2 Обзор и анализ мировых и российских рейтинговых систем в сфере высшего образования.....	17
1.3 Примеры рейтинговых систем в других сферах оказания услуг. ....	27
1.3.1 Рейтинги в туристском бизнесе .....	27
1.3.2 Рейтинги авиакомпаний .....	31
1.3.3 Рейтинги в банковской сфере .....	36
Выводы по главе 1 .....	43
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПОСТРОЕНИИ РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ .....	44
2.1 Экспертные методы при построении рейтинговых систем. Задачи, решаемые с помощью обработки данных экспертных опросов.....	44
2.2 Анализ корреляций и метод главных компонент .....	52
2.3 Рандомизация весовых коэффициентов в рейтинговой модели. ....	59
Выводы по главе 2.....	67
ГЛАВА 3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ .....	69
3.1 Модель рейтингового оценивания вузов РФ на основе данных мониторинга их эффективности.....	69
3.1.1 Построение рейтинговой системы для вузов Санкт-Петербурга.....	70
3.1.2 Построение рейтинговой системы для вузов-участников проекта «5-100», МГУ им. М.В. Ломоносова и СПбГУ .....	80

3.1.3 Построение рейтинговой системы для вузов, участвующих в подготовке кадров для текстильной и легкой промышленности .....	84
3.2 Разработка модели рейтингового оценивания с учетом приоритетов отрасли (текстильной и легкой промышленности) .....	89
Выводы по главе 3 .....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	101
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.....	112
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА .....	116
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	119
Приложение А .....	119
Приложение Б .....	120
Приложение В.....	121
Приложение Г .....	129
Приложение Д.....	131
Приложение Е.....	132
Приложение Ж.....	136

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Построение рейтинговых систем и принятие решений на основе рейтинговых оценок широко используется в задачах управления и оценки качества во многих областях сферы услуг, в том числе в социальной сфере. В первую очередь, рейтинговые системы находят применение в ситуациях, когда сопоставляемые объекты (альтернативные решения, конкурирующие между собой изделия-аналоги, близкие по своему профилю организации и т.п.) характеризуются целым комплексом показателей. Рейтинг служит важным инструментом управления и поддержки принятия решений в задачах многокритериальной оптимизации, когда некоторые из учитываемых показателей могут быть представлены только в нечисловой форме, например, оцениваться по той или иной порядковой шкале.

Важной характерной особенностью рейтинговой оценки, отличающей ее от других многокритериальных оценок, является то, что в ходе ее построения применяются экспертные методы, то есть существенную роль играет субъективная составляющая.

Сказанное выше характерно для систем рейтинговых оценок, применяемых в сфере высшего образования, для объектов сферы туристского бизнеса, финансовых учреждений и целого ряда других. Например, в сфере высшего образования широко известны такие рейтинговые системы, как THE (Times Higher Education); QS (QS World University Rankings); U.S. News (рейтинг новостного агентства США Best Global Universities) и ARWU (Academic Ranking of World Universities, Шанхайский рейтинг), U-Multirank, Национальный рейтинг университетов (НРУ) и другие.

При всем богатом опыте применения указанных выше и им аналогичных рейтинговых систем они уязвимы для критики в связи с недостаточной обоснованностью выбора учитываемых показателей, а также критериев формирования комитета экспертов. Границы применимости получаемых результатов (т. е. возможности их переноса на другие совокупности объектов)

также, как правило, не ясны. В случае рейтинговых систем для вузов свидетельством этих недостатков служит само обилие различных систем, их ориентация на факторы, значимые лишь для ограниченного числа стран, непрозрачность выбора номенклатуры критериев и показателей, которые учитываются в той или иной модели, а также обилие параметров (например, весовых коэффициентов), назначаемых разработчиками рейтинговых систем весьма произвольно. Помимо этого, практически во всех рейтинговых системах слабо отражена связь эффективности организаций высшего образования с потребностями той или иной отрасли экономики. Кроме того, неоднократно отмечалось, что большинство известных международных рейтингов далеко не полностью применимы к российской системе образования, так как не отражают многие ее специфические черты.

В существующих рейтинговых системах не в достаточной мере используется развитый в настоящее время арсенал математического моделирования и методов математической статистики, при помощи которых целесообразно выработать более универсальные математические модели и объективные критерии для оценки деятельности различных объектов сферы услуг. Эти замечания указывают на актуальность разработки научно обоснованных подходов к построению рейтинговых систем, базирующихся на системном анализе и обработке с помощью современных статистических методов больших массивов информации, что в конечном итоге должно позволить совершенствовать управление объектами в конкретной отрасли.

**Степень разработанности темы исследования.** Математические основы методов многокритериального оценивания, в том числе использующих экспертные оценки и применяемых в рейтинговых системах, изложены в работах Айвазяна С.А., Литвака Б.Г., Мешалкина Л.Д., Орлова А.И., Хованова Н.В., Шмерлинга Д.С. и др. В этих работах существенное развитие получила проблематика построения моделей, характеризующих качество деятельности организаций и учреждений различных отраслей сферы услуг. Рейтинговые модели оценивания для вузов продолжают

совершенствоваться под эгидой таких признанных международных и российских организаций, как Институт высшего образования Шанхайского университета Цзяо Тун, британская организация Quacquarelli Symonds, британская газета The Times, испанский институт Spanish National Research Council, российское рейтинговое агентство «Эксперт РА», американский журнал US News & World Report, российское агентство «Интерфакс» и др. Из отечественных исследований в этой области необходимо отметить работы Болотова А.В., Мотовой Г.Н., Наводнова В.Г., Халина В.Г. и других авторов, внесших существенный вклад в развитие теории и практики применения рейтинговых систем.

Вместе с тем описания рейтинговых систем, которые можно найти во многих современных источниках, имеют, как правило, характер готового алгоритма и/или обсуждения имеющегося практического опыта построения рейтинговых оценок для заданной эмпирической совокупности объектов, тогда как научный, системный подход к построению рейтинговой системы в той или иной предметной области используется в недостаточной мере.

**Цель работы:** разработка рейтинговых систем для совокупностей объектов, характеризующихся набором числовых и нечисловых показателей на основе применения методов системного анализа, анализа экспертных оценок и методов многомерной статистики.

Достижение поставленной цели предусматривает последовательное решение ряда задач, которые перечислены ниже.

**Задачи исследования:**

1) Системный анализ и обработка информации о критериях, используемых в ряде известных рейтинговых моделей, в частности, в системе высшего образования;

2) Прикладные статистические исследования данных о практике применения ряда известных рейтинговых моделей, в частности, используемых при оценке высших учебных заведений;

3) Разработка модели рейтингового оценивания (ранжирования) совокупности объектов методами многомерного статистического анализа на основе системы показателей, отражающих их эффективность и результаты, достигнутые при различных внешних условиях;

4) Разработка стохастической модели построения рейтинговой системы, допускающей учет ограничений, задаваемых в виде полученной экспертным путем информации, носящей нечисловой, неполный и/или нечеткий характер;

5) Разработка и реализация в виде специальной компьютерной программы алгоритма построения рейтинговой системы при заданных нечисловых ограничениях.

**Объектом исследования** является совокупность показателей, характеризующих эффективность деятельности различных организаций сферы услуг (высших учебных заведений, банков, туристических агентств и т.п.).

**Предметом исследования** являются системный анализ и математические модели рейтинговых систем, отражающие заданные критерии оптимальности.

**Используемые методы исследований.** В диссертационной работе использованы методы системного анализа, методы управления и обработки информации, математического моделирования, квалиметрии, многомерного статистического анализа (метод главных компонент), анализа экспертных оценок и др.

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.** Диссертационная работа выполнена в рамках научной специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» так как соответствует следующим пунктам ее Паспорта:

2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

3. Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

13. Методы получения, анализа и обработки экспертной информации, в том числе на основе статистических показателей.

17. Прикладные статистические исследования, направленные на выявление, измерение, анализ, прогнозирование, моделирование складывающейся конъюнктуры и разработки перспективных вариантов развития сложных систем.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в том, что в ней:

- построены критерии и модели ранжирования совокупности объектов, основным отличием которых от существующих является использование статистически значимых линейных комбинаций показателей и рандомизация весовых коэффициентов, основанная на статистическом анализе данных экспертного опроса;

- решена задача построения комплексной оценки организаций высшего образования, учитывающей отраслевую специфику, путем управления параметрами математической модели;

- разработан и реализован новый цифровой метод формирования множества допустимых весовых коэффициентов в модели линейной свертки, отражающих заданные ограничения на учитываемые показатели;

- разработан и реализован в виде компьютерной программы новый метод построения рейтинговых систем, допускающий наличие сложной структуры взаимосвязей между отдельными показателями и нечеткий/нечисловой характер заданных критериев;

**Теоретическая значимость** работы обусловлена разработанным в ней математическим инструментарием, позволяющим учитывать информацию о показателях и критериях, которая имеет нечисловой/нечеткий или иной характер.

**Практическая значимость результатов** работы состоит в применимости ее результатов при разработке методов управления эффективностью деятельности различных организаций сферы услуг, включая разработку отраслевых и региональных рейтинговых систем.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты системного анализа ведущих рейтингов в сфере образования, туризма и ряде других областей, а также методов и критериев принятия решений, применяемых в мировой практике рейтинговых систем в различных отраслях сферы услуг;

2. Метод построения новых рейтинговых систем, основанный на статистически значимых линейных комбинациях показателей с использованием анализа главных компонент;

3. Математическая модель рейтинговой системы с возможностью учета изменений в системе приоритетов, представленных на основе данных экспертного опроса;

4. Логическая блок-схема последовательных этапов разработки рейтинговой системы для различных видов исходных данных и различных дополнительных ограничений на учитываемые показатели.

**Степень достоверности результатов** диссертационного исследования обусловлена согласованностью полученных расчетных данных с данными ежегодно публикуемых рейтинговых исследований в России и за рубежом, а также на корректном применении цифровых методов обработки данных экспертных оценок и многомерной математической статистики с помощью разработанных компьютерных программ.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях и

семинарах: Международная научно-методическая конференция «Математика в ВУЗе и в школе» (Псков, 2015); VIII, IX и X международные научно-практические конференции «Государство и бизнес. Современные проблемы экономики» (Санкт-Петербург, 2016, 2017 и 2018); Международная научно-практическая конференция «Молодежная политика России в контексте глобальных мировых перемен» (Санкт-Петербург, 2018); семинар кафедры информационных систем в экономике СПбГУ (2018), Международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении (Санкт-Петербург, 2023).

**Личный вклад автора** состоит в решении всех поставленных в работе задач, включая сбор и систематизацию данных, необходимых для достижения цели работы; обработку данных методами многомерного статистического анализа; разработку моделей, применяемых на различных этапах построения рейтинговых систем, включая создание алгоритмов, реализованных в виде используемых в работе программ для ЭВМ.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 5 – без соавторов, в том числе 3 работы - в рецензируемых научных журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 1 статья из перечня журналов, индексируемых в базе данных Scopus, и 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ в Роспатенте.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы (85 наименований) и 7 приложений. Основной текст диссертации изложен на 136 страницах машинописного текста, содержит 25 таблицы и 16 рисунков.

## ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫХ РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ И ОПЫТ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

### 1.1 Рейтинговая оценка как этап системного анализа конечной совокупности однородных объектов

Рейтинговые оценки служат одним из важных и широко применяемых инструментов управления, поддержки принятия решений, формировании имиджа организации, спроса на различные виды услуг и т.п. Существенным обстоятельством, обуславливающим использование рейтингов при сравнительной оценке качества (эффективности) объекта, является присутствие в числе характеристик объекта тех, которые должны оцениваться на основе субъективных суждений экспертов и/или потребителей. По этой причине рейтинговые методы применяются главным образом в отношении эффективности организаций (фирм, учреждений), предоставляющих своим клиентам тот или иной вид услуг. Оценка эффективности деятельности такого рода организаций в значительной степени обусловлена качеством оказания услуг, являющихся предметом их деятельности.

Наиболее широкую трактовку понятия «услуга» можно найти в ГОСТ 30335-95 (ГОСТ Р 50646-94) - Межгосударственный стандарт «Услуги населению. Термины и определения», в котором под услугой понимается «результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя, а также собственной деятельности исполнителя по удовлетворению потребности потребителя». Другое определение дано в более позднем стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2008, где сказано, что услуга представляет собой «результат по меньшей мере одного действия, обязательно осуществленного при взаимодействии поставщика и потребителя» [1].

Предоставление услуги может включать в себя, например, как отмечено в [2]:

— деятельность, осуществленную на поставленной потребителем материальной продукции (например, ремонт неисправного автомобиля);

— деятельность, осуществленную на поставленной потребителем нематериальной продукции (например, ряд медицинских услуг, таких как постановка диагноза или составление справок, а также составление завещаний, заявлений, деклараций о доходах и т.п.);

— предоставление нематериальной продукции (например, в случае образовательных услуг - предоставление информации и передача знаний);

— создание благоприятных условий для потребителей (например, услуги в жилищно-коммунальной сфере, услуги гостиниц, ресторанов и т.п.).

«Качество услуги» в таком случается можно воспринимать, как «совокупность характеристик услуги, определяющих ее способность удовлетворять установленные или предполагаемые потребности потребителя» [3].

Определение уровня качества услуг гораздо сложнее, чем оценка качества материальных товаров. Это связано со сложностями формализации предмета оценки, определения списка учитываемых показателей, а также с необходимостью совместной обработки данных об объективных и субъективных аспектах, которые неизбежно присутствуют при обсуждении и оценке качества услуг. Помимо этого, важно учитывать уникальные особенности качества услуги, как предмета оценки, которые отличают его от качества материальных объектов [4]:

— неосвязаемость (услугу нельзя попробовать или пощупать и т.п.);

— несохраняемость (услугу нельзя подготовить на будущее или хранить на складе и т.п.);

— неотделимость от источника (услуга не может быть транспортирована или храниться на складе, быть выставленной на прилавке, услуга становится товаром только в моменте контакта поставщика с потребителем, и т.п.);

— невозможность спрогнозировать качество услуги до того, как она будет оказана (может быть оказано или получено несколько похожих услуг, но получить различные по уровню качества результаты) [4].

Системный анализ совокупности показателей, с помощью которых может быть сформирована оценка качества услуги, позволяет разделить эту совокупность на две составляющие: во-первых, показатели, с помощью которых оценивается сама фирма-исполнитель услуги (причем перечень показателей меняется в зависимости от отрасли), а, во-вторых, показатели, которые характеризуют отношение потребителя, это может быть - объемы продаж, результаты опросов среди экспертов данной отрасли, а также различные опросы среди потребителей [5 – 10].

В ходе выполнения системного анализа, который несомненно, должен являться первым этапом построения рейтинговой системы в каждой конкретной отрасли сферы услуг должны быть решены следующие основные задачи:

1. Оптимизировать рабочие процессы и повысить операционную эффективность оказания услуги.
2. Выявление путем анализа структуры и функционирования организации ключевых показателей производительности (KPI) с целью разработки конкретных методов управления качеством предоставляемых услуг.
3. Оптимизация использования ресурсов, включая сотрудников, финансовые и информационные ресурсы с целью улучшить производительность и снизить издержки при оказании услуги.
4. Прогнозирование изменений рыночной среды, а также изменений потребностей клиентов и потребителей с целью разработки стратегии развития и планирование долгосрочных целей.
5. Анализ взаимодействия с потребителями, мониторинг их пожеланий и уровня удовлетворенности в целях улучшения клиентского опыта, сохранения и расширения рынка клиентов.

б. Анализ бизнес-процессов с целью выявить слабые места, Оценка (измерение) качества и управление качеством услуги позволяет организации объективно проанализировать свой потенциал и оценить свой уровень в сравнении с конкурентами на рынке оказания той или иной услуги. Рейтинги, которые должны учитывать и отражать широкий спектр показателей, влияющих на престиж и конкурентоспособность фирмы на рынке могут стать одним из действенных инструментов и показателей для решения этой задачи.

Подтверждением эффективности применения рейтинговых систем как одного из инструментов управления качеством служит их обилие на рынке во многих отраслях промышленности и практически во всех сферах оказания услуг. Примерами, которые далее будут рассмотрены более подробно, могут служить рейтинги, оценивающие эффективность деятельности высших учебных заведений, рейтинги надежности и качества услуг авиаперевозчиков, отелей, туристических агентств, банков и др.

Для создания рейтинга необходимо учитывать множество факторов, характеристик и свойств, которые определяют относительный уровень качества объекта среди конкурентов. Любой рейтинг вне зависимости от оцениваемых объектов отражает сравнительную привлекательность объектов, основываясь на целом комплексе показателей, которые характеризуют их качество.

Само понятие *рейтинг* в наиболее распространенном его понимании означает «совокупность объектов или явлений, упорядоченная по числовому или порядковому показателю, отображающему важность, значимость, распространенность, популярность и другие подобные качества этого объекта или явления, а также методика этого упорядочения» [11].

Как нетрудно заметить, понятие рейтинга имеет сходство с понятием комплексного показателя качества, которое часто используется в квалиметрии. Однако, есть некоторые нюансы, которые позволяют отличить эти два понятия друг от друга.

Если «комплексный показатель качества» по смыслу скорее относится к качеству объектов (например, изделий промышленного производства), то «рейтинг», как правило, применяется к организациям (фирмам, учреждениям), предоставляющим услуги в той или иной сфере, либо обеспечивающим удовлетворение тех или иных общественных потребностей. Таким образом принято рассматривать рейтинги банков, туристических агентств, высших учебных заведений, учреждений здравоохранения.

Важной характерной чертой рейтинга является учет при его построении субъективно оцениваемых составляющих: привлечение группы экспертов, которым предлагается при помощи той или иной шкалы выставить оценки (в виде баллов или ранжировок) сравниваемым объектам или отдельным существенным составляющим их эффективности.

При построении комплексного показателя качества материальных объектов или изделий также может иметь место субъективная составляющая. Комплексный показатель зачастую строится в виде функции от отдельных, непосредственно измеряемых единичных показателей (как правило, это делается с помощью линейной свертки). Весовые коэффициенты, которые участвуют в уравнении свертки, могут оцениваться различными способами, но все они предполагают наличие экспертных оценок, указывающих на сравнительную важность (значимость) участвующих в уравнении единичных показателей.

Отметим также, что рейтинг (и методика его построения) всегда предполагают наличие фиксированной конечной совокупности сравниваемых между собой объектов. В этом смысле рейтинг близок по своему содержанию к понятию «ранжировка», построение которой также требует сравнительной оценки (упорядочения) объектов по тому или иному показателю. В то же время комплексный показатель качества может быть оценен для данного объекта и без его сравнения с другими аналогичными объектами: требуется лишь чтобы функция свертки была определена.

В настоящее время рейтинг все чаще используется для исследования рынка однотипных товаров и услуг, определения конкурентных преимуществ различных аналогов. Высокие рейтинговые оценки, полученные объектом, могут служить инструментом его рекламы, помогая потенциальному потребителю ориентироваться среди множества вариантов, экономя время и усилия на сбор и анализ информации из различных источников.

С учетом высказанных выше соображений предлагается несколько видоизменить (уточнить) понятие рейтинга объекта (учреждения, организации), под которым в данном исследовании будем понимать *представленную в виде числа или в виде результата ранжирования сравнительную оценку уровня эффективности функционирования объекта, отражающую ряд ее существенных составляющих с учетом их относительной значимости, построенную в сравнении данного объекта с рядом других аналогичных объектов из заданной конечной совокупности.*

Рейтинг, безусловно является важным инструментом при принятии управленческих решений в самых различных областях науки, экономики, социальной сферы, поскольку эти решения часто должны основываться на обладающей сложной структурой системе показателей, в число которых входят не только допускающие непосредственную оценку в числовой форме, но и те, которые носят нечисловой характер или не могут быть выражены одним единственным числом.

Построение рейтинговых оценок должно осуществляться по вполне определенным правилам и алгоритмам, которые должны быть обоснованы, прозрачны и в целом одобрены профессиональным сообществом в соответствующей отрасли. Должны быть указаны исходные показатели, которые принимаются во внимание при определении рейтинговой оценки, а также способы их измерения (оценивания). Кроме того, должны быть достаточно четко указаны границы применимости данного рейтинга: для каких именно объектов его следует определять и вычислять (ограничения по масштабным показателям деятельности – размер бизнеса и объем рынка

оказания услуг, ограничения по географическому признаку – применимость для определенной страны, региона и т.п.). Прозрачность предполагает, что указаны те эксперты, на основании мнения которых сформированы существенные элементы правил вычисления рейтинговых оценок (например, весовые коэффициенты).

Система учитываемых показателей, а также указанных выше правил, ограничений и алгоритмов образует то, что в ходе дальнейшего исследования будет пониматься под понятием *рейтинговая система*.

## 1.2 Обзор и анализ мировых и российских рейтинговых систем в сфере высшего образования

Основными причинами и побудительными мотивами возникновения большого числа существующих в настоящее время рейтингов высших учебных заведений принято считать [12].

1. *Рост конкуренции образовательных систем* различных государств. Очевидными соображениями являются экономические (связь между качеством высшего образования и уровнем развития производства, науки и т.д.); политические (страна с сильной инновационной экономикой является более привлекательной для развития отношений в различных областях); имиджевые (страна, вузы которой выпускают специалистов высокого уровня, лауреатов престижных премий и т.п., очевидно, является одним из лидеров по развитию интеллектуального потенциала).

2. *Рост конкуренции между университетами*. Все университеты стремятся укрепить свои позиции на международной арене. Признание университета на мировом уровне дает возможность привлечь талантливых студентов, создать современные лаборатории и научно-исследовательские центры, а также участвовать в международных проектах и программах обмена.

3. Потребность различных целевых групп в *объективной информации об университетах из независимых источников*. Основными целевыми группами являются: абитуриенты и их родители при выборе вуза для поступления; студенты при выборе места для стажировок и обменов; научные работники и преподаватели при выборе места работы; работодатели при подборе новых сотрудников; предприятия и организации различной направленности для создания партнерских взаимоотношений; органы власти в целях анализа эффективности деятельности образовательной организации.

Создатели каждого рейтинга могут использовать различные системы показателей для получения подробной характеристики деятельности вуза. Таким образом, одни и те же университеты могут занимать различные позиции в разных рейтингах, в зависимости от распределения значимости тех или иных показателей, составляющих итоговую рейтинговую оценку.

В связи с высокой конкуренцией среди образовательных учреждений, большое значение имеют позиции вузов не только в национальных рейтингах, но и соответствие результатов их деятельности международным требованиям и способность конкурировать на международном рынке образовательных услуг.

Увеличение конкуренции между университетами подчеркнуло потребность в разработке инструментов для их сравнения. Мировые рейтинги университетов предлагают такую возможность, постоянно совершенствуя свою методологию для учета новых требований общества, государств и целевых групп, а также следя за новыми тенденциями в области рейтингования университетов [13], [14].

Среди весьма большого числа различных рейтинговых систем, используемых в различных целях различными категориями потребителей в настоящее время можно указать по крайней мере следующие десять наиболее популярных и авторитетных (регулярная публикация информации в открытом доступе, число представленных вузов – не менее 800) международных рейтинговых систем (см. таблицу 1.1) [13].

Таблица 1.1 – Наиболее популярные международные рейтинговые системы для университетов

Рейтинг	Год первой публикации	Число вузов в рейтинге	Число российских вузов в рейтинге	Составители	Сайт рейтинга
ARWU(The Academic Ranking of World Universities)	2003	1000	11	Шанхайский университет Цзяо Тун Shanghai Ranking Consultancy	<a href="http://www.shanghai-ranking.com/arwu2019.html">http://www.shanghai-ranking.com/arwu2019.html</a>
THE (Times Higher Education World University Rankings)	2004	1258	35	Британское издательство Times Higher Education	<a href="https://www.times-highereducation.com/world-university-rankings/2019/world-ranking">https://www.times-highereducation.com/world-university-rankings/2019/world-ranking</a>
CWTS (Centre for Science and Technology Studies)	2006	963	3	Центр научных и технологических исследований Лейденского университета в Нидерландах	<a href="https://www.leiden-ranking.com/ranking/2019/list">https://www.leiden-ranking.com/ranking/2019/list</a>
NTU HEEACT (National Taiwan University)	2007	835	5	Национальный университет Тайваня	<a href="http://nturanking.lis.ntu.edu.tw/ranking/Overall-Ranking/">http://nturanking.lis.ntu.edu.tw/ranking/Overall-Ranking/</a>
SIR (Scopus SCImago Institutions Rankings)	2009	3471	112	Scimago Lab	<a href="https://www.scimagoir.com/rankings.php?year=2013&amp;sector=Higher%20educ.">https://www.scimagoir.com/rankings.php?year=2013&amp;sector=Higher%20educ.</a>
QS	2010	1000	27	Quacquarelli Symonds	<a href="https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2019">https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2019</a>
URAP University Ranking by Academic Performance	2010	2500	33	Институт информатики Ближневосточного технического университета (ОАЭ)	<a href="https://www.urapcenter.org/Rankings/2019-2020/world-2019">https://www.urapcenter.org/Rankings/2019-2020/world-2019</a>
RUR (Round University Ranking)	2010	834	74	Рейтинговое агентство	<a href="https://roundranking.com">https://roundranking.com</a>

				RUR Rankings, Москва, Россия	com/ranking/world -university- rankings.html# world-2019
CWUR	2012	2000	19	Центр всемирного рейтинга университетов	https://cwur.org/20 19-2020.php
US NEWS	2014	1503	17	US NEWS	https://www.usnews .com/education/ best-global- universities/ rankings
Московский рейтинг «Три миссии»	2017	1200	74	Российский союз ректоров, Ассоциация составителей рейтингов (АСР)	https://mosiur.org/ ranking/

Помимо общих рейтингов, каждое из агентств предлагает более узкие рейтинговые списки, включающие в себя данные по ограниченному числу вузов определенной отраслевой/территориальной принадлежности, рейтинги по результатам трудоустройства выпускников и пр.

Рассмотрим более подробно те основные показатели, на которые опираются рейтинговые системы при формировании итоговой рейтинговой оценки. В качестве примера рассмотрим следующие три из представленных в таблице 1.1. десяти рейтинговых систем, а именно:

- THE (Times Higher Education);
- QS (QS World University Rankings);
- ARWU (Academic Ranking of World Universities).

Таблица 1.2 – Международные рейтинги вузов и их структура

Рейтинг	Критерии	Весовые коэфф.
Times Higher Education	1. Преподавание (среда обучения)	0,3
	2. Исследования (объем, доход и репутация)	0,3
	3. Цитирования (влияние исследований)	0,3
	4. Международное взаимодействие (сотрудники, студенты и исследования)	0,075
	5. Доход от производственной деятельности (передача знаний)	0,025
	1. Академическая репутация	0,4

QS World University Rankings	2. Репутация среди работодателей	0,1
	3. Соотношение ППС к числу студентов	0,2
	4. Количество цитирований на одного сотрудника университета	0,2
	5. Доля иностранных сотрудников	0,05
	6. Доля иностранных студентов	0,05
Academic Ranking of World Universities (ARWU – Шанхайский рейтинг)	1. Число выпускников-лауреатов Нобелевской премии или Филдовской премии с 1961 года в соответствующей области ( <i>Alumni</i> )	0,1
	2. Число сотрудников-лауреатов Нобелевской премии или Филдовской премии с 1971 года в соответствующей области ( <i>Award</i> )	0,15
	3. Число наиболее часто цитируемых исследователей в предметных областях –показатели квалификации преподавателей ( <i>HiCi</i> )	0,25
	4. Число статей, индексированных в Science Citation Index-Expanded и Social Sciences Citation Index ( <i>PUB</i> )	0,25
	5. Процент научных статей, опубликованных в 20% топ-журналах в соответствующей предметной области ( <i>TOP</i> )	0,25
	6*. Годовые общие расходы вуза на проведение исследований ( <i>Fund</i> )	0,25*
Показатель 6* применяется только к вузам технического профиля (предметная область ENG) вместо показателей 1 и 2.		

Как было отмечено ранее в публикации [15], рейтинг QS World University Rankings известен тем, что при его составлении большое значение придаётся результатам экспертного опроса, который проводится как среди представителей академического сообщества (с весовым коэффициентом 0,4), так и среди работодателей (с весовым коэффициентом 0,1), представляющих ведущие компании разных стран мира. Этот опрос ежегодно охватывает десятки тысяч респондентов. Это преднамеренно снижает рейтинги университетов из таких стран, как Россия, где у выпускников меньше шансов на профессиональную и академическую мобильность за границей. На итоговый рейтинг значительно влияет степень доступности международного рынка труда для граждан конкретной страны, а также уровень ее интеграции в мировую экономику. Однако эти показатели зависят от множества факторов, которые не связаны с качеством работы университетов.

Рейтинг **THE (Times Higher Education)**, как и многие другие рейтинговые системы, традиционно предъявляет высокие требования к

финансовым показателям университетов, которые достигаются благодаря научным исследованиям, прямому сотрудничеству с бизнесом и международной деятельностью. Он также учитывает наукометрические данные об активности и влиятельности ученых, представленные в известных индексах цитирования. Вузы, предлагающие обучение на английском языке и имеющие прочные связи с крупными компаниями ведущих стран мира, безусловно, имеют преимущество в этом отношении.

Можно сказать, что основные мировые рейтинги университетов основаны на критериях качества, характерных для англо-саксонской системы, где университеты активно участвуют в международных рынках труда и наукоемкой продукции. Преимущество этих университетов в данных рейтингах обусловлено как языковым фактором, так и структурой современной мировой экономики. Это подтверждается появлением в последнее время новых альтернативных рейтинговых систем, включая специализированные рейтинги вузов, позволяющие сравнивать "подобное с подобным". Также все чаще используются многомерные или многофакторные рейтинги, где нет общего ранжирования вузов, но есть возможность их сравнения по нескольким комплексным показателям.

Анализ присутствия ведущих российских университетов в мировых рейтингах выявил значительное отставание по числу отечественных вузов по сравнению с вузами развитых стран. Более того, практически отсутствует положительная динамика позиций российских университетов в упомянутых выше рейтингах. Так, отмечено в [16], что за последние годы в указанных в таблице 1.1 ведущих мировых рейтинговых системах (включая сопутствующие им предметные рейтинги) были представлены всего 45 российских вузов, что составляет лишь 6% от их общего числа. Количество университетов в мировых рейтингах является значимым показателем конкурентоспособности высшего образования страны, поскольку оно непосредственно влияет на международный престиж страны, представленной своими университетами в этих рейтингах [17].

В качестве одного из выводов авторы работы [13] отмечают, что рейтинговые агентства обычно предоставляют ограниченную информацию о методах расчета используемых показателей и индикаторов. Зачастую они используют весовые коэффициенты для показателей и индикаторов, которые субъективно определяются агентством. Методы расчета в различных рейтингах могут отличаться, что приводит к значительным различиям в результатах для одного и того же университета. Поэтому один и тот же вуз может занимать совершенно разные позиции в разных рейтингах.

Таким образом, становится ясно, что зарубежные подходы к созданию рейтинговых систем лишь в незначительной степени соответствуют условиям, в которых образовательные услуги предоставляются в российских университетах. Необходимость разработки методик, основанных на системе показателей, наиболее приоритетных в сложившейся экономической и социальной ситуации в стране, становится все более очевидной. В том числе методик, отражающих требования и приоритеты того населения, которое будет получать данные услуги в оцениваемых образовательных организациях. В частности, иногда более целесообразным является построение нескольких отдельных рейтингов по «географическому признаку» (по регионам), где экономическая и демографическая ситуации ставят вузы в одинаковую позицию, сравнивая только по результатам их деятельности с использованием одинаковых «начальных данных».

Внимание к составлению рейтингов высших учебных заведений заметно выросло с выходом указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года №599, согласно которому к 2020 году не менее пяти вузов должны войти сто первых ведущих мировых университетов. В связи с этим, существенно повысилось внимание университетов России к своим позициям в рейтингах, постоянно предпринимаются попытки повысить те или иные показатели, совершенствуя деятельность вуза и повышая качество предлагаемого образования с целью выйти на международный уровень и создавать конкуренцию ведущим зарубежным вузам. Необходимость создания

номенклатуры показателей, а также и других критериев оценки высших образовательных учреждений подтверждается многочисленными исследованиями в данной области, например, в работах [18 – 20].

В таблице 1.3. представлены наиболее известные и распространенные рейтинги вузов, составленные российскими специалистами.

Таблица 1.3 – Национальные рейтинги вузов России и их структура

Рейтинг	Критерии	Весовые коэфф.
Эксперт-РА	1. Условия для получения качественного образования	0,5
	2. Уровень востребованности выпускников	0,3
	3. Уровень научно-исследовательской деятельности	0,2
Национальный рейтинг университетов (НРУ)	1. Образование	0,2
	2. Исследования	0,2
	3. Социальная среда	0,15
	4. Интернационализация	0,15
	5. Инновации и предпринимательство	0,15
	6. Бренд	0,15
Московский международный рейтинг вузов «Три миссии университета» (RAEX)	1. Образование	0,40-0,50
	2. Наука	0,25-0,35
	3. Университет и общество	0,25-0,30

Можно отметить, что большинство показателей данных рейтингов сами по себе являются комплексными. Причем большинство из них основываются на данных ежегодного мониторинга эффективности деятельности вузов. Важно отметить, что весовые коэффициенты, соответствующие показателям, включенным в упомянутые рейтинговые системы, присваиваются в значительной степени непрозрачно. В некоторых случаях данные собираются и анализируются на основе результатов анкетирования, что также может помешать формированию более объективной оценки эффективности работы того или иного учебного заведения.

В числе указанных выше можно выделить рейтинг «Три миссии университета», имеющий богатую систему показателей и достаточно объективных источников сведений о них, который формирует оценку вуза на основе комплекса показателей, разделенных на три группы (образование, наука, общество), каждая из которых содержит совокупность единичных показателей. Существенным обстоятельством является то, что как сам набор этих показателей, так и соответствующие им весовые коэффициенты – различны для различных предметных групп вузов [21]. Это позволяет сформировать предметные рейтинги, где сравниваются между собой близкие по своему профилю вузы. Именно предметные рейтинги наиболее востребованы абитуриентами, их родителями, а также профессиональными сообществами.

На рисунке 1.1 в таблице представлены 11 предметных рейтингов, используемых рейтинговым агентством RAEX в рамках рейтинговой системы «Три миссии университета» в 2024 г. Всего в этом году, предметные рейтинги вузов были построены по 36 различным направлениям. В планах агентства расширение спектра показателей, характеризующих достижения вузов, а также учет мнений профессиональных сообществ и работодателей.

Вместе с тем нельзя не отметить, что при всей глубине проработанности этих рейтингов и несомненной значимости получаемых с их помощью результатов, выбор весовых коэффициентов остается не до конца обоснованным и прозрачным.

Группа	Критерии и веса предметных рейтингов вузов России, 2024 г.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Название группы	Математические, естественные и инженерные науки. Тип 1	Математические, естественные и инженерные науки. Тип 2	Математические, естественные и инженерные науки. Тип 3	Инженерно-технические науки. Тип 1	Инженерно-технические науки. Тип 2	Медицина	Фармация	Сельское хозяйство, ветеринария и лесоводство	Социальные и гуманитарные науки. Тип 1	Социальные и гуманитарные науки. Тип 2	Педагогика
ОБРАЗОВАНИЕ	40%	40%	40%	40%	40%	40%	50%	40%	50%	50%	50%
НАУКА	35%	35%	35%	35%	35%	30%	25%	30%	25%	25%	25%
ОБЩЕСТВО	25%	25%	25%	25%	25%	30%	25%	30%	25%	25%	25%
1. Средний балл ЕГЭ поступивших на обучение на бюджетные и платные места (по рассматриваемым направлениям подготовки/специальности, очная форма обучения)	10,0%	10,8%	11,8%	11,8%	12,9%	12,0%	16,7%	13,0%	15,0%	16,7%	15,0%
2. Численность победителей и призеров олимпиад школьников, принятых без вступительных испытаний на первый курс программ бакалавриата/специалитета/рассматриваемых направлений (очная форма обучения)	2,0%	2,2%	2,4%	2,4%	2,6%	3,0%	3,3%	0,0%	3,0%	3,3%	3,0%
3. Количество призеров российских студенческих олимпиад в рассматриваемых предметных областях за 4 года	3,0%	3,2%	0,0%	3,5%	0,0%	3,0%	5,6%	3,2%	5,0%	0,0%	5,0%
4. Количество массовых открытых онлайн-курсов вуза, размещенных на крупнейшей платформе	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5. Доля поступающих на обучение по программам магистратуры соответствующих направлений, имеющих дипломы бакалавриата/специалиста иного вуза (очная форма обучения)	3,0%	3,2%	3,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%	5,6%	5,0%
6. Численность ППС (в пересчете на полную занятость) в расчете на 100 студентов всех форм обучения	7,0%	7,6%	8,2%	8,2%	9,0%	8,0%	8,9%	8,6%	8,0%	8,9%	8,0%
7. Доля НТР, имеющих ученую степень	5,0%	5,4%	5,9%	5,9%	6,5%	6,0%	6,7%	6,5%	6,0%	6,7%	6,0%
8. Объем финансирования в расчете на численность студентов всех форм обучения	7,0%	7,6%	8,2%	8,2%	9,0%	8,0%	8,9%	8,6%	8,0%	8,9%	8,0%
9. Количество индексируемых в базе Web of Science Core Collection публикаций за три полных года	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	10,0%	8,0%	10,0%	8,0%	8,0%	8,0%
10. Количество цитирований на 1 публикацию, индексируемую в Web of Science Core Collection за три полных года	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	2,0%	4,0%	2,0%	2,0%	2,0%
11. Количество индексируемых в РИНЦ публикаций за отчетный год	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
12. Совокупная цитируемость публикаций вуза, выданных за последние 5 лет, индексируемых в РИНЦ	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
13. Доход от исследований с поправкой на масштаб (на размер контингента в рассматриваемой области)	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
14. Удельный вес внебюджетных источников в общем объеме внутренних и внешних затрат на научные исследования и разработки	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
15. Доля аспирантов в общей численности обучающихся (по рассматриваемым направлениям, очная форма обучения)	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	4,0%	5,0%	4,0%	4,0%	4,0%
16. Численность лиц, защитивших кандидатские диссертации в диссертационных советах в отчетном году (в рассматриваемых предметных областях)	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
17. Количество образовательных программ, по которым ведется прием (бакалавриат, специалитет, магистратура)	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
18. Доля студентов первого курса из других регионов (по рассматриваемым направлениям, очная форма обучения)	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
19. Аудитория сайта вуза	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
20. Количество подписчиков аналитики университета в соцсетях	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
21. Доля студентов, обучающихся в вузе по рассматриваемым направлениям, от общего количества студентов в регионе по соответствующим направлениям (очная форма обучения)	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
22. Численность прошедших обучение по программам ДПО за отчетный год	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	2,0%	1,0%	2,0%	1,0%	1,0%	1,0%
23. Объем средств, привлеченных по программам ДПО за отчетный год	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	2,0%	1,0%	2,0%	1,0%	1,0%	1,0%
24. Доля обучающихся по договорам о целевом обучении (по рассматриваемым направлениям, очная форма обучения, бакалавриат, специалитет, магистратура)	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%	3,0%	2,0%	3,0%	0,0%	0,0%	2,0%
25. Индекс медиавидимости вуза	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
26. Численность обучающихся программ бакалавриата, специалитета и магистратуры (по рассматриваемым направлениям, очная форма обучения)	6,0%	6,0%	6,0%	4,0%	4,0%	6,0%	4,0%	6,0%	6,0%	6,0%	4,0%

Рисунок 1.1 – Методика составления предметных рейтингов в рамках системы «Три миссии университета»

В последние годы можно отметить появление серьезных исследований, направленных, на построение «агрегированных рейтингов» высших учебных заведений [13], которые призваны учесть и обобщить множество отдельных существующих и отчасти дублирующих друг друга рейтинговых систем. На основе применения *метода анализа лиг* в работе [22] была предложена методика построения Национального агрегированного рейтинга (НАР) для университетов России. Не вдаваясь в детали вполне научно-обоснованной методики формирования лиг и построения НАР, отметим, что данный метод позволяет именно агрегировать уже существующие рейтинговые системы, но не ставит и не решает задачу разработки новой рейтинговой системы на основе заданных критериев и системы показателей.

### 1.3 Примеры рейтинговых систем в других сферах оказания услуг.

#### 1.3.1 Рейтинги в туристском бизнесе

В сфере малого и крупного бизнеса, рейтинги также играют важную роль, в первую очередь они позволяют потребителю конкретных услуг определить надежность и конкурентоспособность организации, потенциал и экономические возможности фирмы. От этих и многих других факторов зависит выбор потребителя в пользу той или иной организации.

Одним из ярких примеров такой сферы является сфера туристского бизнеса, как одна из наиболее востребованных среди населения. При выборе туроператора или турагентства необходимо убедиться в надежности организации, причем оценка надежности должна учитывать оценку всей совокупности показателей, характеризующих фирму. В качестве таких показателей могут выступать: количество направлений, по которым работают операторы; работа с принимающими компаниями, когда речь идет о зарубежных направлениях отдыха; наличие контрактов с отелями; уровень финансовых гарантий и наличие системы защиты покупателя от различных непредвиденных случаев и др.

Оценка туроператора по всем показателям комплексно, позволяет получить сравнительную оценку организаций и сделать выбор о соответствии цен туров их качеству.

В сфере туризма с 2018 года не предусмотрен государственный надзор в формате построения рейтинговых систем по различным областям деятельности таких организаций. Поэтому на рынке присутствует немалое количество рейтингов, в том числе – разработанных путешественниками, имеющими большой опыт в посещении различных стран и регионов. Плюсом таких рейтингов для потребителей может быть тот факт, что опытные туристы могут дать рекомендации, руководствуясь своим опытом, обращая внимание на мелочи, в то же время, такая субъективная оценка не позволяет получить

адекватную картину, так как единичные ситуации из практики нередко могут порождать негативный отзыв, влияющий на общую оценку деятельности агентства.

В настоящее время путешественники используют Интернет, как основной способ получить информацию о грядущей поездке, в связи с этим, большую популярность набирают рейтинги различных, достаточно крупных, онлайн платформ, предназначенные для поиска туров. Особенностью таких рейтингов является то, что платформа имеет возможность получить статистику бронирований каждого туроператора, что расширяет объем исследуемой выборки, а также результаты оценивания несут достаточно объективный характер, т.к. рейтинговая оценка туроператора не влияет напрямую на работу и доходность онлайн платформы. В качестве примеров таких платформ можно отметить следующие: TravelRadar [23], Travelata [24].

В таблице 1.4, в которой представлены платформы, выстраивающие рейтинговые системы в сфере туристского бизнеса, а также перечень показателей, участвующих в построении итоговых оценок.

Таблица 1.4 – Рейтинговые системы в туристской сфере

Платформа	Наименование показателей	Балл
<b>TravelRadar</b>	1. Год создания туроператора	<b>Итоговая оценка не формируется</b>
	2. Количество направлений	
	3. Крупнейшие страны в качестве направлений	
	4. Вид отдыха (пляжный, экскурсионный, семейный, для взрослых, круизы и т.п.)	
	5. Возможность бесплатной отмены тура	
	6. Наличие круглосуточной поддержки туристов	
	7. Наличие бонусной программы	
<b>Travelata</b>	1. Количество направлений	<b>0-10</b>
	2. Собственные принимающие компании	
	3. Отели на гарантии	
	4. Доля недовольных клиентов	
	5. Чей продукт предлагает туроператор	
	6. Размер финансовых гарантий	
	7. Рейтинг надежности страховой компании туроператора	
	8. Агентская сеть под брендом	
	9. Принадлежность к крупному международному холдингу	
	10. Договоренность с авиакомпаниями	

В целом, можно отметить, что проанализированные рейтинговые системы достаточно полно учитывают все основные грани деятельности фирм, которые предоставляют туристические услуги. Вместе с этим система не учитывает ряд ключевых требований, которые должны быть отражены в комплексной оценке:

— приоритеты единичных показателей в итоговой оценке остаются в разработанных рейтинговых системах непрозрачными;

— в подавляющем большинстве случаев отсутствует открытая информация об источниках и методиках сбора и обработки данных;

— большая часть показателей имеет лишь два уровня градаций, по принципу «да/нет», что затрудняет возможность оценивания показателя, например, по 10-балльной шкале;

— зачастую показатели содержат исключительно субъективную составляющую, поскольку основаны только на степени удовлетворенности потребителя.

Таким образом, существующие рейтинговые системы нельзя назвать совершенными и широко применимыми, так как ряд туроператоров не может быть оценен с помощью этих критериев, либо оценен не в полной мере.

Отметим, что ни одна из платформ в принципе не формирует итоговую оценку, учитывающую все единичные показатели, а лишь предоставляет информацию по каждому из них, позволяя сделать выбор потребителю.

Можно в качестве иллюстрации привести ряд доступных в сети Интернет характерных примеров рейтингов туроператоров, в которых содержатся исходные значения показателей, однако методика подсчета итоговой рейтинговой оценки остается закрытой, – см. рисунок 1.2, рисунок 1.3 и таблицу 1.5

№№	Туроператор	Общий объём реализованных туров	Размер фин. обеспечения и репутация страховщика (оценка)	Жалобы и претензии туристов	Существенные изменения договора по инициативе ТО (оценка)	Оперативное решение проблем туристов (оценка)	Наличие собственной перевозки	Наличие доп. услуг, доступных в момент бронирования (оценка)	ИТОГО
1	ANEX TOUR	29,98	10	5,06	6	12	10	4	77,04
2	BIBLIO GLOBUS	30,00	10	2,65	9	7,5	10	4,5	73,65
3	PEGAS	25,57	10	4,53	6	9	10	4	69,10
4	TEZ TOUR	15,10	10	6,95	7,5	10,5	10	2,5	62,55
5	MOUZENIDIS Travel	1,29	10	14,97	10,5	12	10	3	61,76
6	OneTouchTravel	7,63	10	5,89	13,5	12	5	5	59,02
7	TUI	15,13	10	8,04	7,5	7,5	5	4	57,18
8	PAKS	0,80	10	14,12	12	10,5	5	4,5	56,92
9	CORAL	11,21	10	6,70	7,5	4,5	10	4	53,90
10	SUNMAR	11,11	10	3,92	7,5	6	10	4	52,52

Рисунок 1.2 – Пример рейтинга туроператоров

Туроператор	Справедливость комиссионной программы (размер, шкала)	Сайт (удобство, быстродействие)	Актуальность цен в подборе и по факту бронирования	Использование Promo Price	Скрытые платежи (доплата за рейс, топливный сбор)	Неподтверждение заказов	Оценка работы "горячей линии" оператора (нерабочее время)	Лояльность в решении спорных вопросов	Условия оплаты по раннему бронированию	Выставление счетов	Итог
TEZ Tour	4,39	4,25	4,52	4,64	4,39	4,35	3,84	4,12	4,33	4,54	4,34
Pegas Touristik	4,20	4,19	4,49	3,98	4,36	4,33	3,78	3,93	4,22	4,51	4,20
GTO/Kompas	4,03	3,67	4,11	4,48	4,20	3,78	3,53	3,68	4,03	4,34	3,99
Join UP!	3,99	4,37	3,95	4,66	4,05	2,80	2,76	2,56	4,14	4,46	3,77
Anex Tour	4,23	4,21	3,41	3,93	2,46	4,20	2,45	2,97	4,17	4,44	3,65
TUI	3,90	3,61	3,63	2,29	3,35	3,85	3,53	3,60	4,18	4,43	3,64
Coral Travel	3,60	3,18	3,99	2,12	3,59	4,12	3,35	3,49	4,01	4,31	3,58
ALF	3,67	3,54	3,43	2,81	3,39	3,34	3,61	3,56	3,83	4,12	3,53
TPG	3,04	3,07	3,06	1,65	3,10	2,80	3,10	2,78	3,79	4,06	3,04
Итог	3,89	3,79	3,85	3,40	3,65	3,73	3,33	3,41	4,08	4,36	3,75

Рисунок 1.3 – Другой пример рейтинга туроператоров

Таблица 1.5 – Пример рейтинговой системы для российских туроператоров [25]

Туроператор	Год основания	Количество направлений	Доля недовольных клиентов	Размер финансовых гарантий	Общий рейтинг
АнексТур	1996	52	4,54%.	200 млн. уб.	98/100
FSTravel от TUI	1995	30	1,95%	100 млн. руб	96/100
Корал Тревел	1992	28	1,66%.	50 млн. руб	92/100
ТезТур	1994	20	1,07%	50 млн. руб.	92/100
Пегас Туристик	1994	33	3,26%.	225 млн. руб.	92/100
Интурист	1929	23	7,14%.	50 млн. руб.	88/100
Библио Глобус	1994	53	4,9%	50 млн. руб	88/100
ICS Travel Group	1992	более 60	4,17%	50 млн. руб.	86/100
Санмар	2005	14	4,12%	50 млн. руб.	84/100
Музенидис Тревел	1995	7	2,37%	10 млн. руб.	76/100

### 1.3.2 Рейтинги авиакомпаний

Рост числа и разнообразие рейтинговых систем и необходимость их совершенствования среди российских авиакомпаний во многом связана со сложившимися геополитическими событиями. До апреля 2022 года эти цели достигались за счет деятельности иностранных агентств – провайдеров авиационных данных **OAG** и **Cirium**. Они готовили международные рейтинги On-Time Performance, но в настоящее время все российские авиаперевозчики исключены из данных систем оценивания.

Стоит отметить, что иностранные агентства являются, в первую очередь, ресурсом для сбора информации о тех или иных событиях, произошедших с рейсами конкретных авиакомпаний, также провайдеры фиксируют различные задержки, изменения маршрутов и времени вылета/прибытия самолета.

Вывод о приоритетности той или иной авиакомпании делается за счет подсчета количества тех или иных событий, а далее уже потребитель может сформировать собственное мнение о своих предпочтениях.

Тем не менее, одним из примеров рейтинговой системы оценивания может являться рейтинг мировых авиакомпаний Airhelp Score. Это ежегодный рейтинг авиакомпаний, позволяющий сравнивать авиакомпании мира по вопросам защиты прав авиапассажиров, основанный на своевременном прибытии, мнении клиентов и справедливом отношении к ним в случае возникновения проблем.

Система построения рейтинговой оценки основана на средневзвешенной сумме показателей, то есть можно сказать, что каждый показатель составляет 33,33% рейтинговой оценки. Итоговые результаты представлены в баллах от 0 до 10 баллов. И каждый единичный показатель оценивается аналогичным образом.

Перечислим показатели, используемые при построении данного рейтинга [26]:

1. Пунктуальность. Используется база данных для поиска статистики по каждому рейсу в период с 1 января по 30 сентября 2023 года, что позволяет рассчитать, сколько рейсов той или иной авиакомпании были выполнены вовремя.

Считается, что любой рейс, прибывший в течение 15 минут после опубликованного времени прибытия, был выполнен с соблюдением требования к пунктуальности. Система считает, сколько рейсов вылетели и прилетели вовремя, и выражает этот показатель в процентном отношении. Чем выше показатель, тем выше процент прибывающих вовремя рейсов. Например, оценка 8,5 означает, что 85 % рейсов были выполнены вовремя.

2. Мнение клиентов. Чтобы оценить качество обслуживания в аэропортах и авиакомпаниях, были опрошены сотни опросов, в которых было собрано более 15 300 оценок авиакомпаний по вопросам оценки пяти параметров:

- экипаж салона;
- комфортабельность самолёта;
- чистота самолёта;
- качество питания;
- развлечения на борту.

Пассажиры оценивали каждый параметр по шкале от «очень хорошо» до «очень плохо». Каждой оценке присваивается числовое значение, они складываются и получается итоговая оценка. Чем выше оценка, тем лучше авиакомпания зарекомендовала себя по каждому из параметров качества обслуживания.

3. Обработка заявок. Важным показателем, по которому следует оценивать эффективность работы авиакомпаний можно отметить деятельность и реагирование в нестандартных ситуациях.

При оценке этого показателя оцениваются следующие несколько параметров в деятельности авиакомпании:

— обработка претензий: как авиакомпании реагируют на обоснованные претензии? Авиакомпании игнорируют или неправомерно отклоняют претензии, или иным образом требуют, чтобы мы передавали их юристам?

— скорость рассмотрения претензий: как быстро авиакомпании отвечают на претензии и выплачивают деньги пассажирам после принятия заявки?

— выплаты по претензиям: всегда ли авиакомпании удовлетворяют обоснованные претензии, которые принимают?

— спорные претензии: как рассматриваются обоснованные претензии, которые должны быть переданы на другой уровень рассмотрения?

Несложно заметить, что большая часть итоговых параметров является комплексным показателем, и зачастую основывается на экспертных опросах или интерпретации нечисловых показателей, что требует применения методов системного анализа и математического моделирования для дальнейшей обработки результатов и получения объективных оценок.

Несмотря на то, что система затрагивает многие сферы деятельности исследуемых фирм, система построения рейтинговых оценок остается непрозрачной, методика раскрывает не все особенности их расчета.

Рассмотрим также существующие российские рейтинговые системы.

В настоящее время популярность набирает медиарейтинг (рейтинг медиаприсутствия) российских компаний-авиаперевозчиков, который разрабатывается организацией SCAN (система управления репутацией мониторинга СМИ и соцмедиа) при поддержке ранее упомянутого агентства «Интерфакс». СКАН — это система, которая предназначена для комплексного оценивания объектов в сфере управления репутацией. Платформа занимается сбором и анализом новостей о компаниях, персонах и брендах из средств массовой информации, социальных медиа и официальных источников.

При получении итоговой рейтинговой оценки используются следующие показатели [27]:

1. Упоминания в СМИ (общее количество упоминаний компании в средствах массовой информации за определенный период);

2. Индекс заметности (специальный индекс, разработанный проектом СКАН. Основными критериями являются влияние источника и роль компании в новости);

3. Охват аудитории (среднесуточный показатель потенциальной аудитории СМИ на дату публикации);

В рейтинге приняли участие основные игроки авиационной отрасли, работающие на территории Российской Федерации. Рейтинги были построены на основе базы СМИ системы "СКАН", которая на данный момент включает более 65 000 СМИ: телевидение, радио, газеты, журналы, информационные агентства и интернет – СМИ. Период исследования: 2023 год.

При составлении рейтинга учитывались все доступные российские федеральные, региональные и зарубежные средства массовой информации.

Стоит отметить, что никакого существенного влияния на рейтинг не указывают позитивные или негативные изменения по сравнению с предыдущими периодами. А также в качестве недостатка существующей системы можно отметить:

- сложность интерпретации результатов из-за отсутствия нормировки;
- отсутствие информации о «весовых коэффициентах» показателей, отражающих их значимость.

Пример результата анализа компаний по одному из данных показателей представлен на рисунке 1.4, из которого можно видеть падение результатов на 13% в сравнении с предыдущим годом, которое никак не отражается и не влияет на рейтинговую оценку, что подтверждает, что система не чувствительна к изменениям значений.

№	Наименование	Упоминания в СМИ, 2023	Упоминания в СМИ, 2022	Изменение,
		год	год	%
1	Аэрофлот	133 923	153 506	-13
2	Уральские авиалинии	45 128	38 871	16
3	Red Wings	36 331	31 090	17
4	S7 Airlines	34 615	36 363	-5
5	Россия	33 975	26 550	28
6	Азимут	23 004	18 707	23
7	ЮТэйр	21 785	29 831	-27
8	Победа	21 685	16 492	31
9	Nordwind	21 122	26 982	-22

Рисунок 1.4 – Упоминание в СМИ 2023-2022 год (Рейтинг «СКАН»)

В связи со сложившейся мировой обстановкой растет необходимость в импортозамещении существующих зарубежных рейтингов для оценивания российских авиаперевозчиков. Так, например, авиакомпания «Аэрофлот» выступила с инициативой создания собственного российского рейтинга пунктуальности авиаперевозчиков. Согласно задумке, описанной в [28], такой инструмент мог бы служить в маркетинговых целях, способствовать большей открытости перевозчиков для пассажиров, а также помогать самим игрокам рынка оценивать собственную эффективность. Пока данный вопрос остается в разработке, ведь, как считают эксперты, что для того, чтобы механизм был работоспособным, рейтинг обязательно должен быть независимым, и обязательно с участием всех без исключения игроков рынка. Такой рейтинг может быть полезен и для пассажиров, и для регуляторов, но только в том случае, если будет абсолютно прозрачен.

### 1.3.3 Рейтинги в банковской сфере

В качестве яркого примера имеющихся рейтинговых систем могут быть рассмотрены международные и национальные рейтинги банков. Это определение способности организации своевременно и полностью выполнять свои финансовые обязательства, другими словами - оценка её кредитоспособности. Отличительной чертой банковских рейтинговых систем является то, что большая часть информации получена из государственных органов, других общедоступных источников, а также Банка России. Данная информация помогает потребителю определить уровень доверия к банку, ведь оценку дают незаинтересованные компании. Обилие рейтингов позволяет опираться сразу на несколько рейтинговых систем, что поможет получить более широкую оценку, но при этом усложняет способ оценки из-за объема информации.

Считается также, что если банк не попал ни в один из имеющихся рейтингов, то причиной этому может являться незаконная деятельность банков, а также нестабильное финансовое состояние [29].

Рейтинги используют заёмщики, инвесторы, имеющие определенный опыт в банковской системе и даже государственные учреждения. Последние, оценивая качество работы банка принимают решение о вложении бюджетных средств в организацию [29].

Расчёт рейтинга производят аккредитованные рейтинговые агентства. В реестре Центрального банка всего четыре российские компании – агентство «Эксперт РА», Аналитическое кредитное рейтинговое агентство (АКРА), агентство «Национальные кредитные рейтинги» (НКР) и Национальное рейтинговое агентство (НРА). Кроме того, в реестре числятся три иностранные компании: Fitch Ratings, Moody's и Standard & Poor's. Но в случае, если организация не было аккредитована, оно не имеет права присваивать банкам рейтинги [29].

Наиболее распространёнными можно считать такие виды рейтингов как [29]:

— рейтинг банков по активам (общая стоимость имущества банка, его капитал, средства вкладчиков, сумма всех обязательств перед банком, ценные бумаги и т.д.);

— рейтинг банков по депозитам физических лиц (сумма всех вкладов, полученных банком от клиентов);

— рейтинг банков по кредитам физическим лицам (сумма всех кредитов, которые банк выдал гражданам);

— кредитный рейтинг банка (говорит о финансовой устойчивости учреждения – чем выше показатель, тем ниже вероятность банкротства).

Кредитные рейтинги дают возможность упорядочить эмитентов ценных бумаг и отдельные выпуски облигаций по степени кредитного риска. Чем выше рейтинг эмитента или выпуска облигаций, тем меньше вероятность того, что они не смогут выплатить свои долги.

В глобальной финансовой сфере кредитные рейтинги играют незаменимую роль при принятии ключевых финансовых решений на рынке долговых обязательств. Самыми крупными международными агентствами, рейтинги которых пользуются авторитетом у инвесторов всего мира, являются Standart & Poor's, Moody's и Fitch Ratings, отмечено в [29].

### **Шкала кредитных рейтингов Fitch [30].**

Компания Fitch Publishing была открыта в 1913 году Джоном Ноулзом Фитчем. Данная организация занимается публикацией финансовой информации. Fitch достиг ведущих позиций в области предоставления аналитической информации для внутренних и внешних инвесторов благодаря тесному сотрудничеству с Нью-Йоркской фондовой биржей и популярности своих печатных изданий. Сегодня эта компания известна как Fitch Ratings [30].

На рисунке 1.5 представлены все возможные кредитные рейтинги по шкале Fitch с кратким описанием их значений.

## Fitch Ratings

<b>Инвестиционная категория</b>		
<b>AAA</b>		Исключительно сильная платежеспособность эмитента. Минимальный риск дефолта. Платежеспособность эмитента не может пострадать из-за предсказуемых событий.
<b>AA</b>	AA+ AA AA-	Очень высокая платежеспособность, которая не является существенно уязвимой для предсказуемых событий
<b>A</b>	A+ A A-	Сильная платежеспособность. Может быть уязвима к неблагоприятным деловым или экономическим условиям
<b>BBB</b>	BBB+ BBB BBB-	Хорошая платежеспособность, однако неблагоприятные деловые или экономические условия с большей вероятностью могут ухудшить ее.
<b>Спекулятивная категория</b>		
<b>BB</b>	BB+ BB BB-	Повышенная уязвимость к риску в случае неблагоприятных изменений в бизнесе или среде. При этом есть гибкость, которая дает возможность сохранить платежеспособность
<b>B</b>	B+ B B-	Существенный риск дефолта. Есть ограниченный запас прочности, но уязвимость высокая.
<b>CCC</b>	CCC+ CCC CCC-	Дефолт выглядит реалистичным
<b>CC</b>		Высокая вероятность дефолта того или иного рода
<b>C</b>		Начался дефолт или процесс, подобный дефолту. Эмитент оказался в тупике и возможности внешнего финансирования для него отсутствуют.
<b>Дефолтная категория</b>		
<b>RD</b>		По отдельным обязательствам случился дефолт, но эмитент еще не вступил в процедуру ликвидации
<b>D</b>		Начался процесс ликвидации (банкротства)

Рисунок 1.5 – Возможные кредитные рейтинги по шкале Fitch [30]

Значения рейтинга от AAA до BBB считаются надежными и относятся в инвестиционную категорию. Все, что ниже, имеет сомнительную кредитоспособность и попадает в категорию неинвестиционную (спекулятивную). Также можно отдельно выделить рейтинги RD и D, которые означают свершившийся факт дефолта.

Такое разделение применяется, в том числе для регуляторных целей. Как отмечено в [30], некоторые финансовые институты, включая пенсионные фонды и государственные учреждения, могут иметь право инвестировать только в бумаги инвестиционного класса.

Важно подчеркнуть, что рейтинг RD не всегда предшествует банкротству и присвоению рейтинга D. Эмитенты с рейтингом RD могут предотвратить банкротство путем реструктуризации долга по соглашению с кредиторами и/или с помощью государственной поддержки [30].

Вместе с рейтингом агентство может указать прогноз движения рейтинговой оценки в будущем:

- позитивный прогноз — вероятен рост кредитного рейтинга;
- негативный прогноз — вероятно снижение кредитного рейтинга;
- стабильный прогноз — вероятно нахождение рейтинга на том же самом уровне;
- развивающийся прогноз — вероятно движение рейтинга в любую сторону [30].

Кроме международной шкалы Fitch может присваивать рейтинги по национальной шкале. Эти рейтинги отражают способность конкретного эмитента выплачивать долги по сравнению с другими эмитентами в той же стране.

Национальная шкала рейтингов долгосрочной платежеспособности идентична приведенной выше международной шкале, за исключением того, что после рейтинга в скобках указывается краткий идентификатор страны. Например, AAA (rus) [30].

Наивысший национальный рейтинг соответствует международному рейтингу, присвоенному стране. Например, суверенный рейтинг России в мае 2020 года был на уровне ВВВ. Это означает, что национальный рейтинг AAA (rus) будет соответствовать ВВВ по международной шкале. [30].

Агентство также может присваивать эмитентам краткосрочные национальные рейтинги. Инвестиционные рейтинги в этой шкале варьируются от F1 (наивысшая надежность) до F3 (достаточная надежность). Спекулятивные рейтинги аналогичны показателям международной шкалы — в порядке ухудшения кредитного качества: B, C, RD, D. [30].

### Шкала кредитных рейтингов Moody's [31].

В 1909 году, бюллетень «Анализ капиталовложений в железные дороги», который был выпущен аналитиком Джоном Муди, был первым, кто включал определения различных рейтинговых категорий. С тех пор началась история Moody's Investors Service как рейтингового агентства. Уже к 1924 г. Moody's оценил почти весь рынок США, а сегодня является одним из трех крупнейших рейтинговых агентств мира.

Международная шкала рейтингов Moody's немного отличается от аналогичных шкал агентств S&P и Fitch, но в целом имеет похожую структуру. На рисунке 1.6 указаны все возможные кредитные рейтинги по шкале Moody's с кратким описанием их значений [31].

<b>Moody's Investors Service</b>		
<b>Инвестиционная категория</b>		
<b>Aaa</b>		Наиболее качественные и подверженные самому низкому уровню кредитного риска обязательства.
<b>Aa</b>	Aa1 Aa2 Aa3	Высококачественные подверженные очень низкому кредитному риску обязательства
<b>A</b>	A1 A2 A3	Обязательства с надежностью выше среднего, подверженные низкому кредитному риску
<b>Baa</b>	Baa1 Baa2 Baa3	Обязательства средней надежности, подверженные умеренному кредитному риску. Могут обладать определенными спекулятивными характеристиками
<b>Спекулятивная категория</b>		
<b>Ba</b>	Ba1 Ba2 Ba3	Спекулятивные обязательства, подверженные существенному кредитному риску
<b>B</b>	B1 B2 B3	Спекулятивные обязательства, подверженные высокому кредитному риску
<b>Caa</b>	Caa1 Caa2 Caa3	Спекулятивные обязательства низкого качества, подверженные очень высокому кредитному риску
<b>Ca</b>		Обязательства близки к состоянию дефолта. Есть шансы на восстановление основного долга и процентов
<b>C</b>		Обязательства, как правило, находятся в состоянии дефолта, и кредиторы имеют низкие шансы на взыскание основной суммы или процентов.

Рисунок 1.6 – Возможные кредитные рейтинги по шкале Moody's [31]

## Шкала кредитных рейтингов Standard & Poor's [32].

После слияния двух агентств Standard Statistics Co. и Poor's Publishing Co в 1941 году было сформировано агентство Standard & Poor's. История этих компаний началась гораздо раньше. В 1860 году Генри Варнум Пур опубликовал руководство для инвесторов железнодорожной отрасли США, а в 1923 году компания Standard Statistics начала присваивать рейтинги ипотечным облигациям. Знаменитый индекс S&P 500 для оценки состояния фондового рынка США компания S&P ввела в 1957 году [32].

На рисунке 1.7 приведены все возможные кредитные рейтинги по шкале S&P с кратким описанием значений.

<b>Standard &amp; Poor's Global Ratings</b>		
<b>Инвестиционная категория</b>		
<b>AAA</b>		Очень высокая способность выполнять свои финансовые обязательства. Самый высокий рейтинг
<b>AA</b>	AA+ AA AA-	Высокая способность выполнять свои финансовые обязательства
<b>A</b>	A+ A A-	Умеренно высокая способность выполнять свои финансовые обязательства, однако большая чувствительность к воздействию неблагоприятной экономической конъюнктуры и другим негативным изменениям во внешней среде
<b>BBB</b>	BBB+ BBB BBB-	Достаточная способность выполнять свои финансовые обязательства, однако большая чувствительность к воздействию неблагоприятной экономической конъюнктуры
<b>Спекулятивная категория</b>		
<b>BB</b>	BB+ BB BB-	Сравнительно невысокая подверженность рискам в краткосрочной перспективе, однако более высокая чувствительность к воздействию неблагоприятных перемен в деловой, финансовой и экономической сферах
<b>B</b>	B+ B B-	Более высокая подверженность рискам в условиях неблагоприятной деловой, финансовой и экономической конъюнктуры, хотя в настоящее время имеется возможность исполнения финансовых обязательств
<b>CCC</b>	CCC+ CCC CCC-	Высокая на данный момент подверженность рискам; финансовые обязательства могут быть выполнены только при наличии благоприятной деловой, финансовой и экономической конъюнктуры
<b>CC</b>		Очень высокая подверженность рискам; дефолт пока не произошел, но более чем вероятен
<b>C</b>		Риск неплатежеспособности на данный момент очень высок. Окончательный уровень возмещения долга будет, как ожидается, ниже, чем по долговым обязательствам с более высокими рейтингами
<b>D</b>		Дефолт по финансовым обязательствам или нарушение обязательства. Возбуждение процедуры банкротства или аналогичное событие

Рисунок 1.7 – Кредитные рейтинги по шкале S&P [32]

S&P устанавливает кредитные рейтинги для эмитентов отдельных стран, чтобы лучше учитывать условия национальных финансовых рынков. Под российскими эмитентами агентство понимает всех, кто находится на территории России или действует на российских финансовых рынках. Метод присвоения таких рейтингов во многом схож с методами Fitch [32].

## Выводы по главе 1

Рассмотрены основные причины возникновения, а также достоинства и недостатки рейтинговых систем, как инструментов оценивания эффективности и качества организаций в различных сферах бизнеса.

Подробно описаны и проанализированы наиболее популярные на мировом рынке зарубежные рейтинги и российские рейтинги высших учебных заведений, туроператоров, банков и авиакомпаний.

Сделан вывод, что идеология построения широко известных мировых рейтингов основана на показателях и критериях, которые характерны для зарубежной системы оценивания, где большинство показателей тяжело применить для сферы российского бизнеса и национальной банковской системы. Также возникает сложность в оценивании из-за сложившейся ситуации в мире, когда определенные ограничения подталкивают к разработке современных рейтинговых систем для Российской Федерации. Это подтверждается появлением большого количества новых альтернативных рейтинговых систем, в частности, в мировой практике все чаще встречаются различные профильные рейтинги, которые позволяют сравнивать «подобное с подобным».

В качестве вывода отмечено, что большинство показателей данных рейтингов сами по себе являются комплексными, причём многие из них основываются на данных экспертных опросов и прочих субъективных параметрах. Характерным недостатком при этом является то, что выбор весовых коэффициентов, которые присваиваются учитываемым в рейтинге показателям, не обусловлен алгоритмически и осуществляется весьма субъективно. Многие данные собираются и анализируются из анкет, что также несет несколько субъективный характер и общепринятое мнение о той или иной организации может помешать эксперту сформировать объективное мнение об исследуемом объекте.

## ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПОСТРОЕНИИ РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ

### 2.1 Экспертные методы при построении рейтинговых систем. Задачи, решаемые с помощью обработки данных экспертных опросов

Анализ и обработка результатов экспертного опроса являются существенным элементом построения рейтинговой системы, причем необходимость в этом инструментарии возникает на нескольких этапах ее разработки. Подробно методы обработки экспертного опроса и их применение описаны в работах [33 – 36].

Одним из начальных таких этапов является формирование перечня исходных показателей, характеризующих ту или иную составляющую эффективности сопоставляемых в ходе рейтинговой оценки объектов. Вполне очевидно, что набор учитываемых показателей оказывает самое существенное влияние на конечный результат и отражает (зачастую в неявной форме) идеологию, которой придерживаются разработчики данной рейтинговой системы, а также цели, преследуемые при ее последующем применении. Обоснование включения показателя в указанную совокупность является задачей, решаемой методами системного анализа и относится к той части процедуры построения рейтинговой системы, которая носит наименее формализованный характер. Недостаточное обоснование выбора совокупности показателей в дальнейшем может создать почву для мотивированной критики и оспаривания результатов рейтинговой оценки и поставить под сомнение ее значимость.

Пусть  $X_1, X_2, \dots, X_N$  – изначально рассматриваемая совокупность показателей, так или иначе характеризующих эффективность и качество функционирования объектов (организаций-поставщиков данного вида услуг и т.п.). Желательно, чтобы она была максимально широкой, и чтобы

сформировать ее требуется провести процедуру опроса специалистов, например, с помощью метода мозгового штурма. Первичное цензурирование совокупности  $X_1, X_2, \dots, X_N$  позволит в итоге оставить для применения при построении рейтинга ограниченное число показателей (их число:  $n < N$ ). Сама процедура цензурирования, описанию которой как правило уделяется совсем мало внимания, - несет в себе большую долю субъективизма, поэтому при ее проведении также неизбежно применяются экспертные методы.

Множество оставленных для использования при построении рейтинга показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$  образует систему, которая может обладать своей иерархией и иметь достаточно богатую структуру корреляционных связей. Выявить указанную иерархию в данном контексте означает установить упорядочение показателей по степени их важности (значимости), которая должна учитываться при агрегировании итоговой рейтинговой оценки.

Из литературы известен целый ряд методов, основанных на анализе экспертных оценок, позволяющих выявить указанную иерархическую структуру. Подробное (при этом написанное на достаточно популярном уровне) описание таких методов можно найти в книге [37]. При выборе метода следует учесть, что значительная их часть может быть подразделена на две крупные категории:

— процедуры, основанные на ранжировках и суммировании рангов (например, методы Болдуина, Борда, Нансена);

— процедуры, включающие метод парных сравнений и его модификации (процедуры Доджсона, Янга, Кондорсе и др.).

Для целей данного исследования наиболее адекватными являются методы, использующие ранжирование совокупности  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Ранжирование элементов заданного конечного множества сводится к присвоению каждому из его элементов определенного числа (ранга). Ранг – порядковый номер элемента совокупности, упорядоченной (проранжированной) по некоторому признаку. В данном случае – по степени

важности (значимости) показателя, т. е. по его относительному «вкладу», который он вносит в формирование итоговой рейтинговой оценки.

В литературе (например, [38 – 40]) можно встретить два способа приписания рангов при ранжировании  $m$  объектов:

1. Ранг 1 приписывается объекту, который имеет самый низкий уровень значения некоторого показателя (низшая оценка качества), ранг  $n$  – объекту с самым высоким значением показателя (то есть самая высокая оценка качества). Здесь ранг – монотонно возрастающая функция от значения показателя;

2. Ранг 1 присваивается объекту, который имеет самый высокий уровень показателя, а ранг  $n$  – объекту с самым низким значением показателя. При применении данного способа формулировке «ранг» ближе по смыслу понятие «сорт» (1-й сорт, значит ранг 1).

Мы будем в данном исследовании придерживаться второго из указанных способов.

Итак, результатом ранжирования  $n$  показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$  будет служить набор чисел  $R_1, R_2, \dots, R_n$ . Следует оговорить возможность возникновения одинаковых рангов сразу у нескольких показателей. В терминах разработки рейтинговой системы это означает, что несколько показателей признаны имеющими одинаковую степень важности (значимости) при формировании рейтинговой оценки объектов. В этом случае (случай наличия *связных рангов*) каждому из них будет сопоставлен «средний ранг». А именно, в общем случае, если среди ранжируемых показателей имеется  $n_1, n_2, \dots, n_k$ , которым был сопоставлен, соответственно, 1-й, 2-й, ...,  $k$ -й уровень важности, то каждому из находящихся на  $i$ -м уровне ( $i = 1, \dots, k$ ) будут отвечать одинаковые значения ранга, равные (2.1)

$$n_1 + n_2 + \dots + n_{i-1} + \frac{(n_i+1)}{2} \quad (2.1)$$

Принятие решения на основе ранжирования, очевидно, должно базироваться на мнении не одного, а нескольких экспертов. Обсуждение

вопросов формирования комитета экспертов можно найти в целом ряде литературных источников ([37 – 39]). Здесь лишь отметим, что на этом этапе построения рейтинговой системы наиболее существенно может проявиться субъективизм разработчиков системы.

Таким образом, если  $R_{i,j}$  – ранг, выставленный  $j$ -му показателю  $i$ -м экспертом, то имеем исходные данные в виде матрицы  $\mathbf{R}$  размерами  $m \times n$ , где  $m$  – общее число участвующих в опросе экспертов.

Последующая обработка, как правило, содержит два основных этапа:

1. Выявление (проверка наличия) согласованности мнений внутри комитета экспертов;
2. Построение результирующей ранжировки показателей, в наибольшей степени, отражающей мнение всех опрошенных экспертов.

Проверка согласованности ранжировок, полученных от каждого из  $m$  экспертов, выполняется с помощью коэффициента конкордации  $W$ :

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n (S_j - S_{\text{ср}})^2}{m^2 n(n^2 - 1) - m \sum_{i=1}^m T_i} \quad (2.2)$$

где  $T_i$  – поправочные коэффициенты

$$T_i = \sum_{l=1}^{k_i} n_{i,l} (n_{i,l}^2 - 1);$$

$k_i$  – число уровней, выявленных  $i$ -м экспертом;

$n_{i,l}$  – количество показателей, которые  $i$ -й эксперт ( $l = 1, \dots, k_i$ ) отнес к  $l$ -му уровню;

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{i,j} \quad (2.3)$$

– сумма рангов, присвоенных  $j$ -му показателю экспертами.

Если мнения каждого эксперта сформировано независимо от мнений остальных, то величина  $m(n-1)W$  подчиняется распределению хи-квадрат с числом степеней свободы, равным  $(n-1)$ . Это позволяет применять простой критерий, а именно, если справедливо неравенство

$$m(n-1)W \geq f_{\alpha}^{(n-1)}, \quad (2.4)$$

то у данного комитета экспертов имеется согласованная точка зрения. Если выполнено противоположное неравенство, то делается тот вывод, что ранжировки, содержащиеся в строках матрицы  $R$ , не являются согласованными, и экспертизу требуется провести заново, возможно, изменив состав комитета экспертов.

Выражение  $f_{\alpha}^{(n-1)}$  в (2.4) обозначает  $\alpha$ -процентную точку указанного распределения хи-квадрат.

Можно указать на примеры рейтинговых систем, в которых экспертные методы и, в частности, ранжирование, применяются не к показателям, а непосредственно к объектам, подлежащим оцениванию. Как правило, это более узко специализированные рейтинги, оценивающие объекты (турфирмы, банки и т. п.) по какой-либо конкретной составляющей их деятельности. В качестве примера можно назвать престижную рейтинговую систему, учрежденную в 1999 году, на основе которой ежегодно среди мировых авиакомпаний проводится конкурс World Airline Awards — важнейшая награда для авиакомпаний, которую называют «Оскаром авиационной отрасли». Премия учреждена компанией Skytrax, чтобы измерять и исследовать степень удовлетворённости авиапассажиров (см. [41]). На рисунке 2.1 приведены фрагменты рейтингов за 2023 год (первые 10 авиакомпаний из более, чем 100), один из которых был составлен по критерию: «качество обслуживания пассажиров экипажем самолета», а второй — по критерию «чистота в самолетах авиакомпании».

## The World's Best Cabin Staff in 2023 The World's Cleanest Airlines in 2023

1. Garuda Indonesia	1. ANA All Nippon Airways
2. Singapore Airlines	2. Asiana Airlines
3. ANA All Nippon Airways	3. Qatar Airways
4. EVA Air	4. Singapore Airlines
5. Hainan Airlines	5. Hainan Airlines
6. Qatar Airways	6. EVA Air
7. Cathay Pacific	7. Cathay Pacific
8. Thai Airways	8. Japan Airlines
9. Emirates	9. Korean Air
10. Japan Airlines	10. China Airlines

Рисунок 2.1 – Примеры рейтингов авиаперевозчиков за 2023 год

Оба рейтинга представляют собой результаты ранжирования объектов, полученные в данном случае по итогам опросов клиентов (пассажиров). Притом, что составители рейтингов сохраняют непрозрачной методикой непосредственного построения данных ранжировок, не вызывает сомнения, что в данном случае так или иначе использовался математический аппарат, аналогичный описанному выше применительно к ранжированию показателей.

В целом следует отметить, что экспертное оценивание в виде ранжировки непосредственно самих сравниваемых объектов, является вполне допустимым способом построения рейтинговой системы. Этот способ является наиболее простым, так как не предполагает анализа факторов, влияющих на рейтинговую оценку, и определения их сравнительной значимости. Однако он не дает ответов на вопросы о том, что конкретно могло повлиять на мнение опрошенных, совпадают ли результаты рейтинга по одной характеристике с результатами по другой и т.п. Степень согласованности мнений среди респондентов также остается неясной. Кроме того, очевидно, что такой способ очень чувствителен к формированию опрашиваемых респондентов. Например, в случае авиакомпаний нельзя исключить, что на

рейсах разных направлений одна и та же авиакомпания может оцениваться по-разному.

Вернемся к рассмотрению рейтинговых систем, основанных на выделенной системе показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , характеризующих отдельные составляющие качества и эффективности работы объектов. Практически во всех случаях среди показателей присутствует немало тех, которые носят нечисловой характер. Именно таковыми являются все показатели, которые должны быть субъективно оценены экспертами (или потребителями), и именно их наличие является характерной чертой рейтинговой оценки, отличающей ее от других комплексных оценок качества объектов. Для каждого нечислового показателя, включаемого в модель для подсчета рейтинговой оценки, должна быть предложена шкала, с помощью которой респонденты должны представить свои оценки.

Понятие шкалы для оценивания уровня качества объекта по нечисловому показателю (*квалиметрической шкалы*) в различных литературных источниках формулируется по-разному. Например, в [42, 43] под шкалой понимают совокупность *эмпирической системы с отношениями, числовой системы с отношениями и гомоморфного отображения первой системы во вторую*. В ставшей классической книге И. Пфанцагля [44] шкалой названо само указанное гомоморфное отображение, тогда как в ряде других работ это отображение названо «измерением». Не вдаваясь в детали, не относящиеся напрямую к предмету данного диссертационного исследования, отметим, что согласно определению, предложенному в [45], под шкалой будем понимать множество  $U$  объектов произвольной природы (множество пунктов шкалы) с заданной на этом множестве совокупностью бинарных отношений, образующих структуру шкалы.

При построении рейтинговой системы, как правило, для оценивания нечислового показателя требуется порядковая (ординальная) шкала

$$S = \langle U; R \rangle, \quad (2.5)$$

где  $U = (u_1, u_2, \dots, u_k)$  - множество объектов произвольной природы (пунктов шкалы или *градаций*),  $R$  – отношение строгого порядка, заданное на множестве  $U$ .

Например, типичная порядковая шкала (*шкала Лейкарта*) может содержать следующие градации, отражающие субъективное восприятие респондентом уровня качества объекта, подлежащего оценке:

- $u_1$  : «превосходно»,
- $u_2$  : «очень хорошо»,
- $u_3$  : «хорошо»,
- $u_4$  : «средне»,
- $u_5$  : «плохо»,
- $u_6$  : «очень плохо»,
- $u_7$  : «отвратительно».

Описание шкалы непременно должно содержаться в анкетах (опросных листах), предлагаемых экспертам или в ходе опроса потребителей.

Вполне очевидно, что и на этом этапе разработки рейтинговой системы возникает необходимость в применении методов анализа экспертных оценок, поскольку на основе полученных от экспертов (респондентов) их индивидуальных нечисловых оценок необходимо синтезировать общую оценку объекта по данному нечисловому показателю.

В ряде случаев экспертам (респондентам) может предлагаться выставить оценку в баллах. Например, в таблицах, представленных на рисунках 1.2 и 1.3 можно заметить такие показатели, как «жалобы и претензии туристов», «наличие дополнительных услуг при бронировании», «оперативность решения проблем туристов» и др. Оценки в баллах более информативны чем оценки, которые представлены в порядковой шкале, имеющей наперед заданное количество градаций. Разумеется, это справедливо, если максимально возможное значение балла больше, чем число градаций ординальной шкалы, то есть если каждой градации отвечает целый диапазон баллов. Вместе с тем следует отметить, что оценки в баллах менее

«устойчивы» по сравнению с результатами ранжировок. В том смысле, что они более подвержены влиянию субъективных факторов. Каждый эксперт, как правило, способен обосновать, который из двух сравниваемых объектов «лучше» по данному нечисловому показателю, а какой «хуже». Поэтому результат ранжирования будет практически наверняка воспроизведен этим экспертом при повторном опросе. В тоже время начисление баллов – процедура слабо формализованная, поэтому точное значение оценки в баллах для данного объекта может меняться у одного и того же эксперта в зависимости от самых различных обстоятельств.

## 2.2 Анализ корреляций и метод главных компонент

Результирующая рейтинговая оценка  $Q$  определяется на основании значений показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$  с помощью некоторой научно обоснованной аналитической зависимости:

$$Q = Q(p_1, p_2, \dots, p_n; X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (2.6)$$

в которой учет сравнительной значимости (важности, весомости) отдельных показателей обеспечивается за счет выбора значений весовых коэффициентов  $p_1, p_2, \dots, p_n$ .

Выбор характера аналитической зависимости (2.6), как правило, особых дискуссий не вызывает: в качестве  $Q$  чаще всего используется линейная свертка показателей, которая, очевидно, является частным случаем формулы (2.6). Однако, могут рассматриваться и другие варианты построения  $Q$ , например, обобщенные средние по Колмогорову (в частности, среднее геометрическое, среднее гармоническое и др.). Оправданность выбора того или иного вида итоговой оценки (2.6) опять-таки достигается смысловым и системным анализом имеющихся показателей и их взаимосвязей. В подавляющем большинстве рейтинговых систем, базирующихся на заданной системе показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$  вычисляется в виде линейной свёртки:

$$Q = p_1 X_1 + p_2 X_2 + \dots + p_n X_n, \quad (2.7)$$

Для всех  $i = 1, \dots, n$  весовые коэффициенты  $p_i$  должны быть неотрицательными и удовлетворять соотношению (2.8)

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1 \quad (2.8)$$

Заметим, что в целом ряде известных рейтинговых систем (например, в рейтинговых системах для университетов, перечисленных ранее в главе 1), весовые коэффициенты  $p_1, p_2, \dots, p_n$  задаются изначально, то есть по сути «назначаются» директивно по усмотрению разработчиков системы или на основе однократного опроса экспертов.

Таким образом, выбор весовых коэффициентов может представлять почву для критики результатов применения рейтинговой системы, если этот выбор в недостаточной мере обоснован и не опирается на те или иные критерии оптимальности.

Следует отметить, что во многих случаях у показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$  может присутствовать достаточно развитая структура статистически значимых корреляционных связей. Заметное число коррелирующих между собой (то есть зависимых между собой) показателей – не желательно, так как при этом значимость показателя  $X_1$ , который «почти линейно» связан с показателем  $X_2$ , может неоправданно возрастать, что в определенном смысле искажает логику построения модели (2.6). Например, если имеет место зависимость  $X_2 \approx c X_1$ , то  $p_1 X_1 + p_2 X_2 \approx (p_1 + c p_2) X_1$  и, следовательно, вес показателя  $X_1$  увеличивается относительно остальных участвующих в рейтинговой оценке показателей.

Проверка наличия корреляционных связей в совокупности показателей должна выполняться на основе выборки объектов, в достаточной мере характерных для всей гипотетической совокупности объектов, для оценки которых выстраивается рейтинговая система. Тем самым проявляется еще один фактор субъективизма в построении рейтинговой системы: формирование выборки объектов, с помощью которой предполагается оценить необходимые параметры системы. Этот фактор может проявиться в

случаях, когда построенная с помощью данной выборки рейтинговая система применяется в более широком масштабе, а именно, к совокупности объектов, не входящих в первоначальную выборку.

Приведенные выше соображения служат обоснованием необходимости проведения корреляционного анализа совокупности показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$  как одного из важных первых этапов построения рейтинговой системы.

Пусть обучающая выборка сформирована и содержит  $c$  объектов. Тогда имеющиеся исходные данные можно представить в виде матрицы  $X$  размерами  $m$  на  $n$ .

$$X = \begin{pmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & \dots & x_{1,c} \\ x_{2,1} & \dots & \dots & x_{2,c} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n,1} & \dots & \dots & x_{n,c} \end{pmatrix}, \quad (2.9)$$

каждая строка которой представляет собой вектор значений одного ( $i$ -го) показателя  $X_i$

$$x_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,c}) \quad (2.10)$$

Предполагается, что показатели могут быть измерены в различных шкалах, поэтому было бы не верным при построении рейтинговой оценки использовать в модели (2.6) их изначальные значения. В силу этого первым шагом следует тем или иным способом привести их к единой шкале, например, путем центрирования и нормирования. Для этого, используя известные формулы для выборочных оценок среднего (2.11) и среднеквадратического отклонения (2.12):

$$\bar{x}_i = \frac{1}{c} \sum_{j=1}^c x_{i,j} \quad (2.11)$$

$$s_i = \sqrt{\frac{1}{c} \sum_{j=1}^c (x_{i,j} - \bar{x}_i)^2} \quad (2.12)$$

преобразуем элементы матрицы (2.9), заменив каждое значение  $x_{i,j}$  на

$$\frac{x_{i,j} - \bar{x}_i}{s_i} \quad (2.13)$$

Заметим, что для некоторых рейтинговых систем преобразование по формуле (2.113) не требуется, в частности, если значения всех  $X_i$  представляют собой экспертные оценки объектов из обучающей выборки, выраженные в баллах по одной и той же балльной шкале. Такая ситуация имеет место в целом ряде рейтинговых систем для оценки высших учебных заведений (см., например, [50]).

Чтобы не перегружать последующее выкладки, будем считать, что преобразование исходных данных по формуле (2.13) уже выполнено, так что теперь для всех показателей  $X_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) можно считать  $\bar{x}_i = 0; s_j = 1$ .

В этом случае парные коэффициенты корреляции между показателями  $X_i$  и  $X_k$   $R_{i,k} = r(X_i, X_k)$  вычисляются по упрощенной формуле как скалярное произведение векторов вида (2.10)

$$R_{i,k} = x_i x_k = \sum_{j=1}^c x_{i,j} x_{k,j} \quad (2.14)$$

Корреляционный анализ играет важную роль при построении рейтинговой системы, поскольку может указать на наличие тесно связанных между собой, а значит, существенно дублирующих друг друга, показателей.

Следует также учитывать, что при построении рейтинга нас в первую очередь будут интересовать те из имеющихся показателей, по которым наблюдается наибольший разброс значений между объектами выборки. Это интуитивно понятно, так как, если все объекты практически мало различимы, то данный показатель не несет в себе существенной информации, полезной для построения рейтинга.

При исследовании влияния тех или иных составляющих на результирующий показатель (целевую функцию) широкое применение находят методы многомерной статистики, такие как дисперсионный анализ, метод главных компонент и ряд других (см., например, [46, 47]).

Если число показателей достаточно велико, возникает задача сокращения их числа путем, во-первых, исключения тех, по которым разброс значений практически не велик, а, во-вторых, путем такого их преобразования,

которое сокращает влияние корреляционных связей между показателями. Сокращение числа показателей означает понижение размерности пространства, точками которого являются объекты обучающей выборки.

При такой общей постановке задачи последующее построение математической модели для рейтинговой оценки будет выполняться с помощью метода главных компонент, впервые предложенного как инструмент снижения размерности в работе Г. Хотеллинга [48] в 1933 г. Суть метода в данном контексте может быть описана следующим образом.

Путем подбора весовых коэффициентов  $p_{1,1}, p_{1,2}, \dots, p_{1,n}$  требуется найти такую линейную комбинацию  $Q_I$  исходного набора показателей  $X_1, X_2, \dots, X_n$ ,

$$Q_I = p_{1,1} X_1 + p_{1,2} X_2 + \dots + p_{1,n} X_n, \quad (2.15)$$

по которой имеет место максимально возможный разброс значений объектов. Тем самым достигается максимально возможная степень различимости объектов, то есть дисперсия  $D(Q_I)$  достигает своего максимально возможного значения.

В матричной форме можно записать:  $Q_I = \mathbf{p}_{(1)} \cdot \mathbf{X}$ , где  $\mathbf{p}_{(1)}$  – вектор-строка ( $1 \times n$ ):  $\mathbf{p}_{(1)} = (p_{1,1}, p_{1,2}, \dots, p_{1,n})$ ,  $\mathbf{X}$  – матрица исходных данных (2.9). Тогда дисперсию  $Q_I$  можно выразить как

$$D(Q_I) = D(\mathbf{p}_{(1)} \cdot \mathbf{X}) = \mathbf{p}_{(1)} \cdot \mathbf{X} \cdot \mathbf{X}^* \cdot \mathbf{p}_{(1)}^* \quad (2.16)$$

(\* - обозначает операцию транспонирования матрицы)

Если нормировать веса - элементы вектора  $\mathbf{p}_{(1)}$  таким образом, чтобы их сумма квадратов равнялась 1, то задача максимизации разброса значений объектов по новому показателю  $Q_I$  запишется в виде:

$$\mathbf{p}_{(1)} \cdot \mathbf{X} \cdot \mathbf{X}^* \cdot \mathbf{p}_{(1)}^* \rightarrow \max, \quad (\mathbf{p}_{(1)} \cdot \mathbf{p}_{(1)}^* = 1) \quad (2.17)$$

С учетом выполненной ранее нормировки показателей, находим, что  $\mathbf{X} \cdot \mathbf{X}^* = R$  – корреляционная матрица показателей ( $n \times n$ ):

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{1,2} & \dots & r_{1,n} \\ r_{1,2} & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{1,n} & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2.18)$$

Из литературы по прикладной статистике (см., например, [49], [50]) известно, что решение задач (2.17) находится методом множителей Лагранжа, как максимум функции (2.19)

$$\varphi(\mathbf{p}_{(1)}, \lambda) = \mathbf{p}_{(1)} \cdot \mathbf{R} \cdot \mathbf{p}_{(1)}^* - \lambda \cdot (\mathbf{p}_{(1)} \cdot \mathbf{p}_{(1)}^* - 1) \quad (2.19)$$

Решение достигается при выборе в качестве вектора весовых коэффициентов  $\mathbf{p}_{(1)}$  собственного вектора матрицы  $R$ , отвечающего ее наибольшему собственному числу  $\lambda_1$ , то есть наибольшему корню характеристического уравнения (2.20)

$$\det(R - \lambda I) = 0, \quad (2.20)$$

где  $I$  – единичная матрица порядка  $n$ . При этом значение искомого максимума дисперсии  $D(\mathbf{p}_{(1)} \cdot X)$  равно  $\lambda_1$ .

Далее, если требуется найти линейную комбинацию показателей (2.21)

$$Q_2 = p_{2,1} X_1 + p_{2,2} X_2 + \dots + p_{2,n} X_n, \quad (2.21)$$

которая не коррелирует с  $Q_1$  и среди всех обладающих этим свойством линейных комбинаций имеет максимальную дисперсию, то решением будет служить собственный вектор  $\mathbf{p}_{(2)} = (p_{2,1}, p_{2,2}, \dots, p_{2,n})$  матрицы  $R$ , отвечающий второму по величине собственному числу  $\lambda_2$ . Продолжая этот процесс, можно построить все  $n$  собственных векторов  $\mathbf{p}_{(1)}, \mathbf{p}_{(2)}, \dots, \mathbf{p}_{(n)}$  и, соответственно, все  $n$  переменных  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ , которые и называются *главные компоненты*. Применение данного метода также подробно описано в работах [52], [53].

Нахождение всех собственных чисел  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  матрицы  $R$  и им соответствующих собственных векторов  $\mathbf{p}_{(1)}, \mathbf{p}_{(2)}, \dots, \mathbf{p}_{(n)}$  позволяет сократить размерность пространства показателей, оставив для последующего анализа

только несколько первых главных компонент  $Q_1, Q_2, \dots, Q_p$ . А именно, величина (2.22)

$$\frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p + \dots + \lambda_n} \cdot 100\%, \quad (2.22)$$

где  $p < n$  показывает, сколько процентов всей информации об объектах из выборки будет сохранено, если оставить для последующего рассмотрения только  $p$  главных компонент, отвечающих первым  $p$  собственным числам.

С точки зрения построения рейтинговой системы переход от исходных показателей к главным компонентам представляет собой поворот осей системы координат в  $n$ -мерном пространстве. Если число оставляемых главных компонент  $p \leq 3$ , взаимное расположение объектов становится достаточно наглядным (см. рисунок 2.2)

Весовой коэффициент при показателе  $X_j$  в уравнении, определяющем главную компоненту  $Q_k$ , представляет собой коэффициент корреляции между  $X_j$  и  $Q_k$ , что в ряде случаев позволяет дать содержательную интерпретацию главным компонентам.

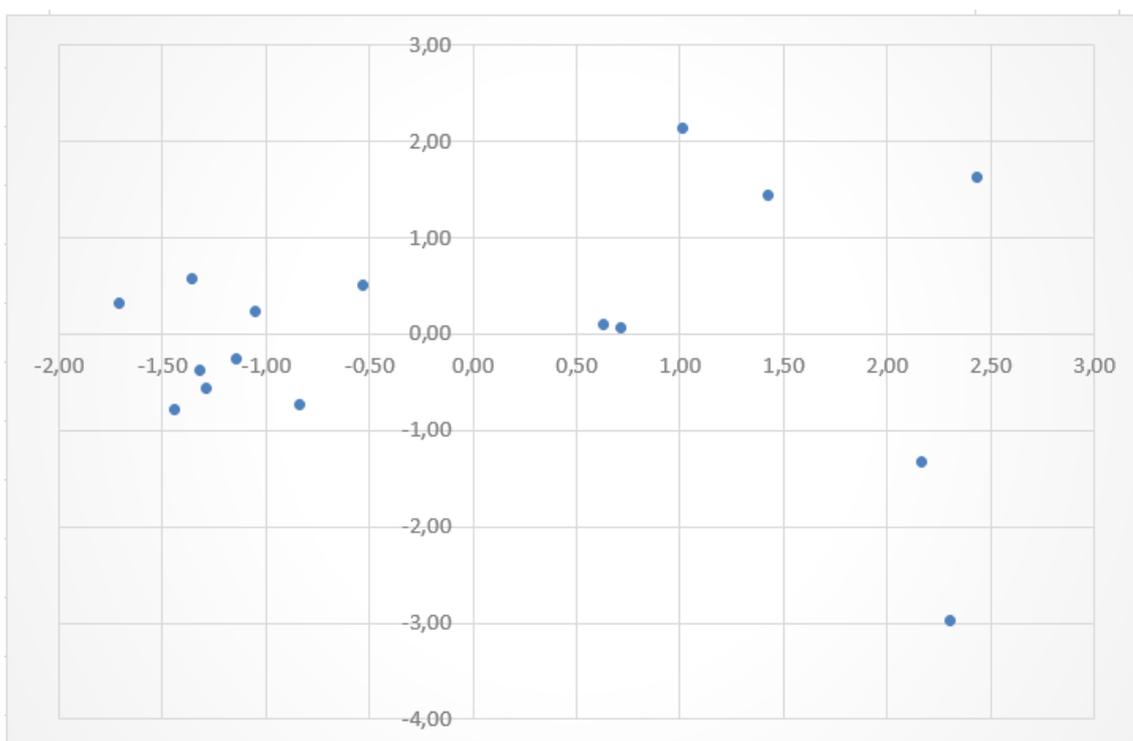


Рисунок 2.2 – Проекция результатов на плоскость двух главных компонент

Значения первой главной компоненты  $Q_1$  предлагается использовать в качестве основы одного из возможных способов построения рейтинговой оценки для заданной совокупности (обучающей выборки) объектов. Обоснованием этого служат указанные выше свойства оптимальности, а именно:

1. При большом количестве показателей оптимальным способом сокращения их числа с минимальными потерями информации является переход к главным компонентам, причем  $Q_1$  является наиболее информативной линейной комбинацией показателей;

2. Дисперсия линейной комбинации (2.7) является максимальной, если в качестве вектора весовых коэффициентов взят собственный вектор корреляционной матрицы, отвечающий ее наибольшему собственному числу, поэтому значения  $Q_1$  позволяют достичь максимально возможную различимость объектов, для которых производится построение рейтинга.

### 2.3 Рандомизация весовых коэффициентов в рейтинговой модели.

Метод главных компонент может использоваться при построении рейтинговой системы, основанной на  $m$  показателях  $X_1, X_2, \dots, X_m$ , в случае, когда все эти показатели в равной мере значимы. Изначально заданные приоритеты одних показателей по сравнению с другими этот метод никак не учитывает. Вместе с тем во многих случаях уже изначально имеются данные о сравнительной значимости показателей, которая должна учитываться в рейтинговой модели. Такая информация практически всегда носит нечеткий или нечисловой характер, т. е. представлена в слабо формализованном виде (в виде экспертных суждений, нечетких предпочтений, и т.п.).

Математической моделью, отражающей такого рода входные данные, служит бинарное отношение частичного порядка, установленное на множестве показателей  $X_1, X_2, \dots, X_m$ . Это означает, что для некоторых пар показателей, например,  $X_i$  и  $X_k$  необходимо учесть требования вида

«показатель  $X_i$  является более важным, чем показатель  $X_k$  с точки зрения их влияния на рейтинг объекта». Установленное таким образом бинарное отношение отражается в виде системы неравенств вида

$$p_i > p_k \quad (2.23)$$

для соответствующих весовых коэффициентов в рейтинговой модели (2.7). Других ограничений, тем более – выражаемых в числовом виде, – в большинстве практических задач не имеется. Крайне редкие исключения, когда установлены ограничения, такие, как например, «вес показателя  $X_i$  составляет не менее 30%» нами рассматриваться не будут.

Таким образом, достаточные основания для того, чтобы сделать однозначный выбор и зафиксировать значения весовых коэффициентов в рейтинговой модели отсутствуют. При этом очевидно, что выбранные весовые коэффициенты  $p_1, \dots, p_m$  играют важную роль, поскольку определяют приоритеты, ведь на основе их вычисляется рейтинговая оценка каждого объекта.

Из литературы известен ряд методов определения весовых коэффициентов в модели линейной свертки. Отметим здесь достаточно развитый метод «анализа иерархий» (или метод Саати) [54]. Однако, применение этого метода предполагает, что известны результаты парных сравнений весомости показателей, что на практике может быть реализовано крайне редко, а сами результаты парных сравнений (тем более, выраженные в числовой форме) весьма неустойчивы и плохо воспроизводимы.

В этой связи в данной диссертационной работе мы будем придерживаться подходу к задаче оценки весов в рейтинговой модели (2.7), который предложен и разработан в работах [55 – 60]. Согласно данному подходу, имеющая место неопределенность выбора весовых коэффициентов описывается путем задания распределения вероятностей на множестве допустимых наборов весовых коэффициентов. А именно, если потребовать, чтобы весовые коэффициенты были определены с точностью  $K^{-1}$  (например,

при  $K = 20$  точность  $K^{-1} = 0,05$ ), тогда общее количество всех возможных наборов весовых коэффициентов будет равно (2.24) (см.[55])

$$N = C_{K-1}^{m-1} \quad (2.24)$$

Если допустить, что никаких дополнительных ограничений на выбор конкретного набора весов нет, то можно утверждать, что все  $N$  наборов весов являются равновероятными, что позволяет построить модель имеющейся неопределенности путем задания на множестве наборов весов равномерного распределения. Таким образом, каждый из допустимых наборов весов  $(p_1, \dots, p_m)$  может быть использован в рейтинговой модели с вероятностью  $N^{-1}$ . При этом сами веса  $p_i$  и итоговая рейтинговая оценка  $Q$  для каждого из оцениваемых объектов становятся случайными величинами, чьи законы распределения, а также их параметры (средние и дисперсии) могут быть найдены. Это позволяет в конечном итоге делать выводы о сравнении  $Q$  для различных сопоставляемых объектов в терминах вероятностных характеристик.

Данный метод моделирования неопределенности получил название **рандомизации весовых коэффициентов**, а возникающие при этом случайные величины называют рандомизированными весовыми коэффициентами  $(p_i)$  и рандомизированным комплексным показателем  $(Q)$ .

Известно (см. [55, 56]), что при отсутствии дополнительных ограничений каждый рандомизированный весовой коэффициент  $p_i$  имеет распределение вида (2.25)

$$p(p_i = j/K) = K^{-1} \binom{K-j-1}{m-2} \quad (2.25)$$

с математическим ожиданием (2.26)

$$M(p_i) = \frac{1}{m} \quad (2.26)$$

и дисперсией (2.27)

$$D(p_i) = \frac{(m-1)}{m(m+1)} \left[ \frac{1}{m} - \frac{1}{K} \right] \quad (2.27)$$

При этом для каждого из оцениваемых объектов рандомизированный комплексный показатель  $Q$  имеет среднее и дисперсию следующего вида (2.28) и (2.29)

$$M(Q) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X^{(i)} \quad (2.28)$$

$$D(Q) = \frac{1}{m^2(m+1)} \left( (m-1) \sum_{i=1}^m [X^{(i)}]^2 - 2 \sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m X^{(i)} X^{(k)} \right) \quad (2.29)$$

где  $X^{(i)}, X^{(k)}$  – значения показателей  $X_i, X_k$  для данного объекта.

Практический интерес в контексте данного исследования представляет ситуация, когда в силу имеющейся структуры приоритетов среди показателей и порождаемой ею системы неравенств вида (2.23) не все  $N$  возможных наборов весовых коэффициентов являются допустимыми. Как правило, число допустимых существенно меньше, чем вычисленное согласно (2.24) значение  $N$ . Задав равномерное распределение на множестве допустимых наборов весов, можно рассчитать параметры для рандомизированных весов и рейтинговых оценок, аналогичные (2.26) – (2.29). Однако, в этом случае потребуются расчеты с помощью компьютерной программы, специально разработанной для этих целей в рамках данного исследования (Приложение А, Приложение Б).

В качестве примера, рассмотрим случай, когда имеется всего  $m = 4$  показателя,  $K = 20$  (т. е. требуемая точность оценки весовых коэффициентов равна 0,05).

Согласно (2.24) общее число различных наборов весовых коэффициентов будет равно (2.30)

$$\binom{20-1}{4-1} = 969 \quad (2.30)$$

Если предположить, что известно, что показатели упорядочены по степени их значимости для общей рейтинговой оценки (пронумерованы от наиболее значимого к наименее значимому), то допустимыми наборами весов останутся лишь те, для которых выполняется цепочка неравенств

$$p_1 > p_2 > p_3 > p_4, \quad (2.31)$$

которые являются частным случаем ограничений вида (2.23)

Таких наборов из общего числа 969 имеется всего 23, и они перечислены в следующей таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Наборы весов, удовлетворяющие условию (2.31)

$N \text{ п} \backslash \text{п}$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
1	0,7	0,15	0,1	0,05
2	0,65	0,2	0,1	0,05
3	0,6	0,25	0,1	0,05
4	0,6	0,2	0,15	0,05
5	0,55	0,3	0,1	0,05
6	0,55	0,25	0,15	0,05
7	0,55	0,2	0,15	0,1
8	0,5	0,35	0,1	0,05
9	0,5	0,3	0,15	0,05
10	0,5	0,25	0,2	0,05
11	0,5	0,25	0,15	0,1
12	0,45	0,4	0,1	0,05
13	0,45	0,35	0,15	0,05
14	0,45	0,3	0,2	0,05
15	0,45	0,3	0,15	0,1
16	0,45	0,25	0,2	0,1
17	0,4	0,35	0,2	0,05
18	0,4	0,35	0,15	0,1
19	0,4	0,3	0,25	0,05
20	0,4	0,3	0,2	0,1
21	0,4	0,25	0,2	0,15
22	0,35	0,3	0,25	0,1
23	0,35	0,3	0,2	0,15
$M(p_i)$	0,485	0,280	0,161	0,074
$D(p_i)$	0,008	0,003	0,002	0,001

Учитывая, что кроме заданных неравенств (2.31) других ограничений для выбора весовых коэффициентов нет, допустимо полагать, что каждый из

перечисленных в таблице наборов в равной мере пригоден, т.е. реализуется с одинаковой вероятностью, равной  $1/23$ .

В последних двух строках таблицы указаны вычисленные значения математических ожиданий и дисперсий для всех четырех рандомизированных весовых коэффициентов.

Рассмотрим два объекта: А и В, которые характеризуются следующими значениями показателей  $X_1, X_2, X_3, X_4$  (представленными, например, в виде оценок по 10-балльной шкале в таблице 2.2):

Таблица 2.2. – Таблица оценок объектов А и В

Объект	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	ср. балл
А	7	3	5	3	<b>4,5</b>
В	5	6	2	7	<b>5,0</b>

Заметим, что без учета дополнительных ограничений (2.31), исходя из средней оценки по всем четырем показателям, более высокий рейтинг будет иметь объект В.

Вычислим по формуле линейной свертки (2.7) значения рейтинговых оценок  $Q_A$  и  $Q_B$  для каждого из 23 допустимых наборов весовых коэффициентов (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Значения рандомизированных рейтинговых оценок

N п\п	$Q_A$	$Q_B$	$Q_A > Q_B$
1	6,0	4,95	+
2	5,8	5,00	+
3	5,6	5,05	+
4	5,7	4,85	+
5	5,4	5,10	+
6	5,5	4,90	+
7	5,5	4,95	+
8	5,2	5,15	+

9	5,3	4,95	+
10	5,4	4,75	+
11	5,3	5,00	+
12	5,0	5,20	-
13	5,1	5,00	+
14	5,2	4,80	+
15	5,1	5,05	+
16	5,2	4,85	+
17	5,0	4,85	+
18	4,9	5,10	-
19	5,1	4,65	+
20	5,0	4,90	+
21	5,0	4,95	+
22	4,9	4,75	+
23	4,8	5,00	-
<b>M(Q)</b>	<b>5,26</b>	<b>4,95</b>	<b>P = 20/23</b>

Сравнивая значения математических ожиданий рандомизированных рейтинговых оценок, находим, что теперь объект А имеет более высокую оценку, чем объект В.

Модель, которая основана на рандомизации весов, позволяет также ответить на вопрос о том насколько значимым является различие рейтингов у данных объектов (в данном примере: насколько значимо различие оценок 5,26 и 4,95). Критерий принятия решения в данном случае основан на *принципе стохастического доминирования* (см. [55, 61 – 63]) одного из сравниваемых объектов над другим. А именно, зная законы совместного распределения величин  $Q_A$  и  $Q_B$ , можно вычислить вероятность выполнения неравенства  $Q_A > Q_B$ , в данном примере эта вероятность может быть найдена непосредственно:  $P(Q_A > Q_B) = 20/23 \approx 0,87$ , так как при 20 из 23 равновероятных вариантов выбора допустимого набора весов рейтинговая оценка у объекта А выше, чем у объекта В.

На практике можно рекомендовать заранее задать уровень  $\alpha$  (уровень различимости рейтинговых оценок) и далее принимать решение:

$$P(Q_A > Q_B) > 0,5 + \alpha$$

— рейтинг А признается более высоким, чем рейтинг В;

$$P(Q_A > Q_B) < 0,5 - \alpha$$

— рейтинг В признается более высоким, чем рейтинг А;

$$|P(Q_A > Q_B) - 0,5| \leq \alpha$$

— различие рейтинговых оценок данных двух объектов не является значимым.

## Выводы по главе 2

Итак, проведя исследование теоретических основ методов, используемых при построении рейтинговых систем, можно сделать следующие выводы.

1. Методы анализа экспертных оценок и данных опросов среди потребителей являются безусловно полезными, а на отдельных этапах – необходимыми. Таковыми этапами являются:

а) формирование перечня показателей, учитываемых при рейтинговой оценке (возможно – задание приоритетов между этими показателями),

б) формирование совокупности объектов (обучающей выборки) для которых непосредственно выстраивается рейтинговая система с возможностью в дальнейшем применить ее правила к новым добавляемым объектам,

в) непосредственное оценивание объектов по показателям, не имеющим числовой формы, с помощью специально разработанных шкал.

2. При большом числе учитываемых показателей, среди которых имеется достаточно много сильных корреляционных связей, и при отсутствии у показателей заданной системы приоритетов – следует использовать методы многомерной статистики, в частности, корреляционный анализ и метод главных компонент. Это позволит, во-первых, снизить размерность пространства, содержащего объекты из имеющейся выборки, во-вторых, производить рейтинговую оценку с помощью наиболее информативной линейной комбинации показателей, по которой объекты являются максимально различимыми.

3. При наличии нечисловых или нечетких ограничений в виде частичного упорядочения показателей по их степени влияния на рейтинговую оценку рекомендуется применять метод рандомизации весовых коэффициентов в модели линейной свертки. Метод позволяет уйти от необходимости заранее однозначно фиксировать веса при показателях,

предлагая вместо этого охватить все множество допустимых наборов весов, удовлетворяющих заданным нечисловым ограничениям. В итоге появляется возможность установить значимость различия между вычисленными рейтинговыми оценками объектов.

4. Как следствие из проведенного в исследования можно предложить следующую общую схему построения рейтинговой системы (рисунок 2.3), реализующую основные методы, применявшиеся в работе.

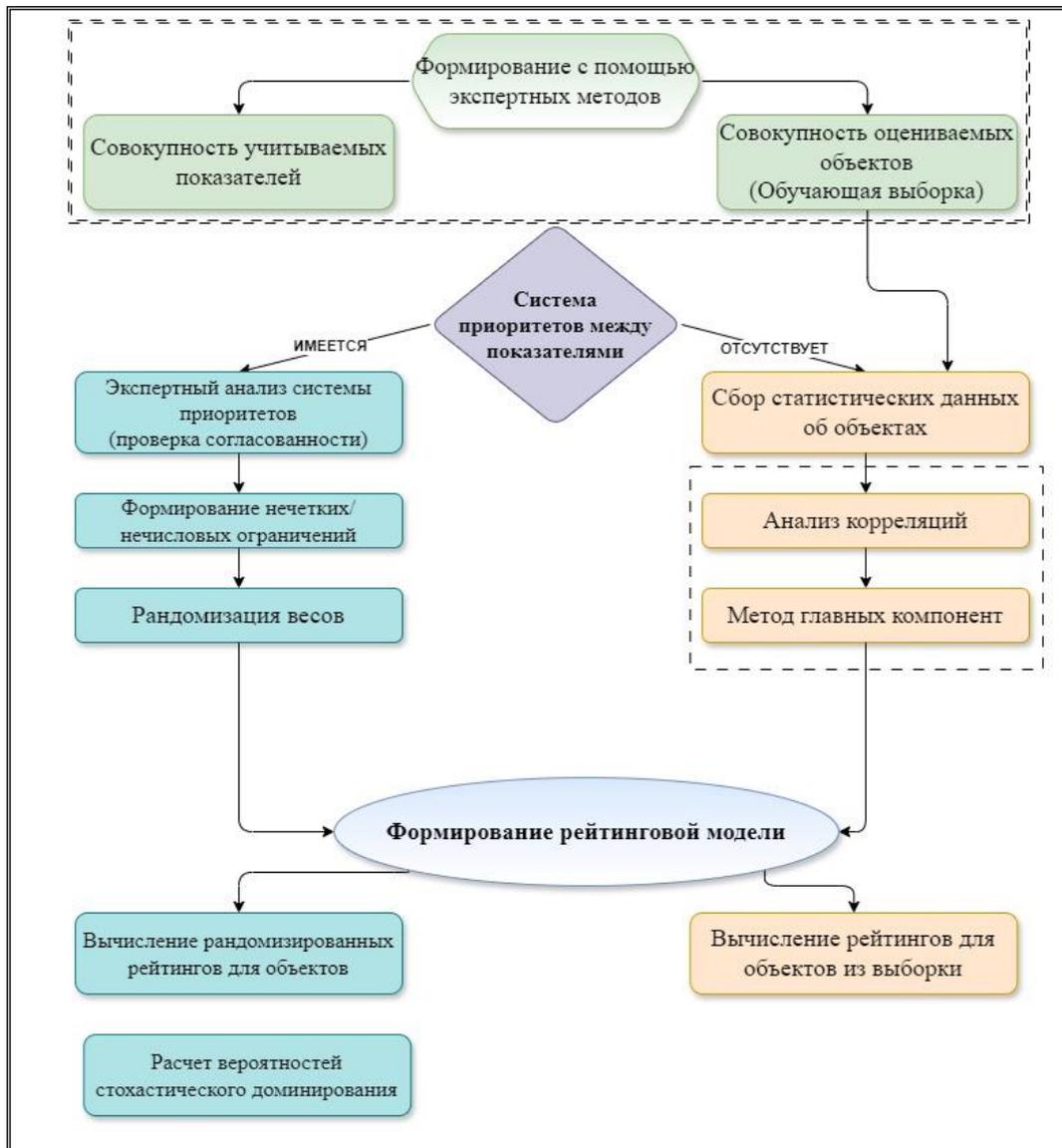


Рисунок 2.3 – Схема построения рейтинговой системы

## ГЛАВА 3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ

### 3.1 Модель рейтингового оценивания вузов РФ на основе данных мониторинга их эффективности

Предложенный в главе 2 подход и общая схема построения рейтинговых систем были реализованы на ряде примеров, в первую очередь – для построения рейтинговых систем вузов Российской Федерации на основе данных мониторинга эффективности их деятельности (далее – мониторинг), основные положения которого описаны в [64 – 66]. Использование данных мониторинга в качестве исходной информации позволяет повысить достоверность получаемых выводов, а также снизить возможное влияние различного рода «субъективных факторов».

В течение ряда лет перечень показателей мониторинга частично изменялся, и по некоторым из них вносились корректировки в пороговые значения. В таблице 3.1 отражены все показатели (обозначаемые далее  $X_1 - X_7$ ), используемые в мониторинге в различные годы проведения и их пороговые значения. Отметим, что для головного вуза и филиалов перечень показателей отличается. Для головных вузов при мониторинге рассматривались следующие показатели [66]:

$X_1$  Образовательная деятельность;

$X_2$  Научно-исследовательская деятельность - объем НИОКР в расчете на одного научно-педагогического работника.

$X_3$  Международная деятельность – удельный вес численности иностранных студентов;

$X_4$  Финансово-экономическая деятельность – доходы вуза из всех источников в расчете на одного научно-педагогического работника.

$X_5$  Инфраструктура – общая площадь учебно-научных помещений;

$X_5$  Заработная плата ППС – рассчитывается как отношение заработной платы профессорско-преподавательского состава к средней заработной плате по экономике региона;

$X_6$  Трудоустройство, данный показатель подробно описан в [67];

$X_7$  Дополнительный показатель, отражающий специфику вуза.

Можно проследить изменения пороговых значений по каждому из показателей (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Пороговые значения показателей мониторинга [68]

Обоз- начение	Перечень показателей	Год проведения						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019 и далее	
$X_1$	Образовательная деятельность	66,38						<b>Не рассчитывались</b>
$X_2$	Научно-исследовательская деятельность	122,41						
$X_3$	Международная деятельность	4,92						
$X_4$	Финансово-экономическая деятельность	1839,87						
$X_5$	Инфраструктура	13,13						
$X_5$	Заработная плата ППС		125	133	150	-		
$X_6$	Трудоустройство	99,088						
$X_6$	Трудоустройство (новая методика расчета)		75	75	70	70		
$X_7$	Дополнительный показатель, отражающий специфику вуза	4,52						

### 3.1.1 Построение рейтинговой системы для вузов Санкт-Петербурга.

Значения показателей мониторинга вузов г. Санкт-Петербурга были рассмотрены и проанализированы в статье [69] за 2014 – 2020 годы. Основным критерием включения того или иного вуза в обучающую выборку являлось прохождение им процедуры мониторинга в течение рассматриваемых лет, а также отсутствие «нулевых» значений по показателям. В итоге в выборке представлены вузы различной направленности (технические, гуманитарные),

а также вузы широкого профиля, а объем выборки от года к году составил от 21 до 47 вузов [69].

Данные мониторинга анализируемых вузов по всем семи показателям представлены в Приложении В (таблицы В1 – В5) (см. подробнее [69, 70]).

Можно отметить, что выборочные средние по всем семи показателям превышали заданные пороговые значения (таблица 3.2 – на примере результатов 2016 года), что говорит о достаточно высокой эффективности рассматриваемой совокупности вузов г. Санкт-Петербурга в целом.

Таблица 3.2 – Средние значения показателей мониторинга в сравнении с их пороговыми значениями (2016) [70].

Показатель	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
Выборочное среднее	70,79	471,99	8,31	2959,64	142,63	75,88	18,06
Пороговое значение	66,38	122,41	4,92	1839,87	133	75	4,52

Структура зависимостей между показателями мониторинга была исследована с помощью корреляционного анализа, результаты которого. по данным за 2014 – 2018 гг. представлены в таблицах Г.1-Г.5 Приложения Г.

При указанном диапазоне значений объема выборки статистически значимыми (при уровне значимости  $\alpha = 0.05$ ) можно считать выборочные коэффициенты корреляции  $r$ , для которых  $|r| > 0.4$  (данные из таблицы [71]). Рассматривая корреляции, которые являются значимыми, отметим вполне ожидаемую положительную корреляцию между результатами научно-исследовательской деятельности ( $X_2$ ) и финансово-экономическими показателями ( $X_4$ ), а также корреляцию  $X_5$  с  $X_2$  и  $X_4$ , означающую, что заработная плата в известной степени зависит от итогов научных исследований и финансово-экономических показателей (подробнее [72, 73]).

В качестве дополнения к исследуемым результатам и подтверждения наблюдаемых из года в год зависимостей были также проанализированы результаты мониторинга 2019 и 2020. Результаты корреляционного анализа по результатам 2020 года представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Коэффициенты парной корреляции между показателями (за 2020). (подробные результаты исследований описаны в статьях автора [72, 74 – 76])

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_7$
$X_1$	1	<b>0,41</b>	0,18	<b>0,44</b>	0,21	<b>0,42</b>
$X_2$	0,41	1	0,14	<b>0,56</b>	<b>0,47</b>	-0,15
$X_3$	0,18	0,14	1	0,07	0,13	0,20
$X_4$	0,44	0,56	0,07	1	<b>0,43</b>	0,15
$X_5$	0,21	0,47	0,13	0,43	1	-0,17
$X_7$	0,42	-0,15	0,20	0,15	-0,17	1

Наличие высоких парных корреляций между показателями подтверждает целесообразность применения метода главных компонент с целью построения системы рейтингового оценивания совокупности вузов.

Применение метода главных компонент к данным мониторинга 2014 – 2018 позволяет выделить 3 первые компоненты (обозначаемые далее К1-К3), которые несут в себе около 70% всей информации, содержащейся в семи исходных показателях [70]. Результаты расчетов представлены в таблицах Д.1 – Д.2 Приложения Д.

В таблице 3.4 представлены результаты применения данного метода. В качестве примера использованы данные за 2014 год.

Таблица 3.4 – Анализ главных компонент по данным мониторинга за 2014 г. [70]

№ компоненты	Собственные числа	Накопленный процент информации
К1	2,083	29,76
К2	1,761	54,92
К3	1,339	74,04
К4	1,022	88,64
К5	0,329	93,34
К6	0,290	97,48
К7	0,177	100,00

Можно увидеть, что первые три главные компоненты содержат в себе 74,4% от общей информации об анализируемой совокупности. Обработка данных за 2015-2018 гг. дают аналогичные результаты [70], что видно из рисунка 3.1 и рисунка 3.2.

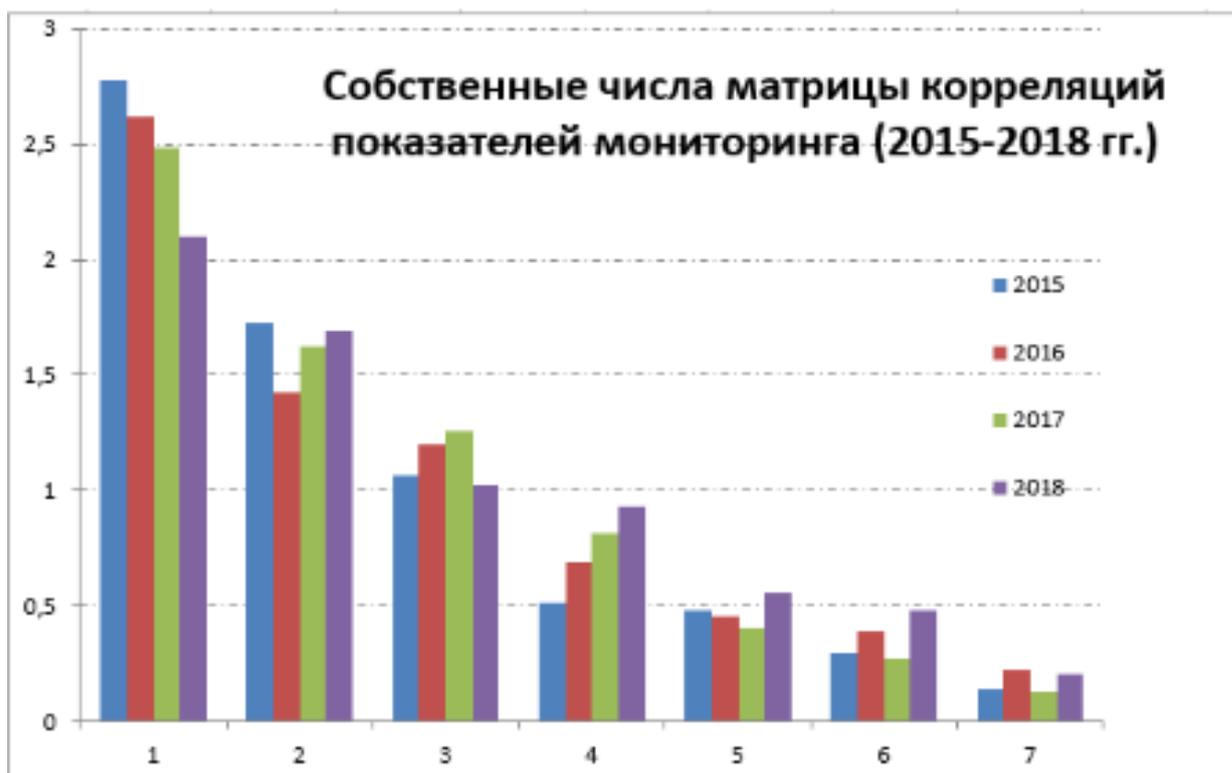


Рисунок 3.1 – Собственные числа матрицы корреляций показателей мониторинга (2015 – 2018 гг.)

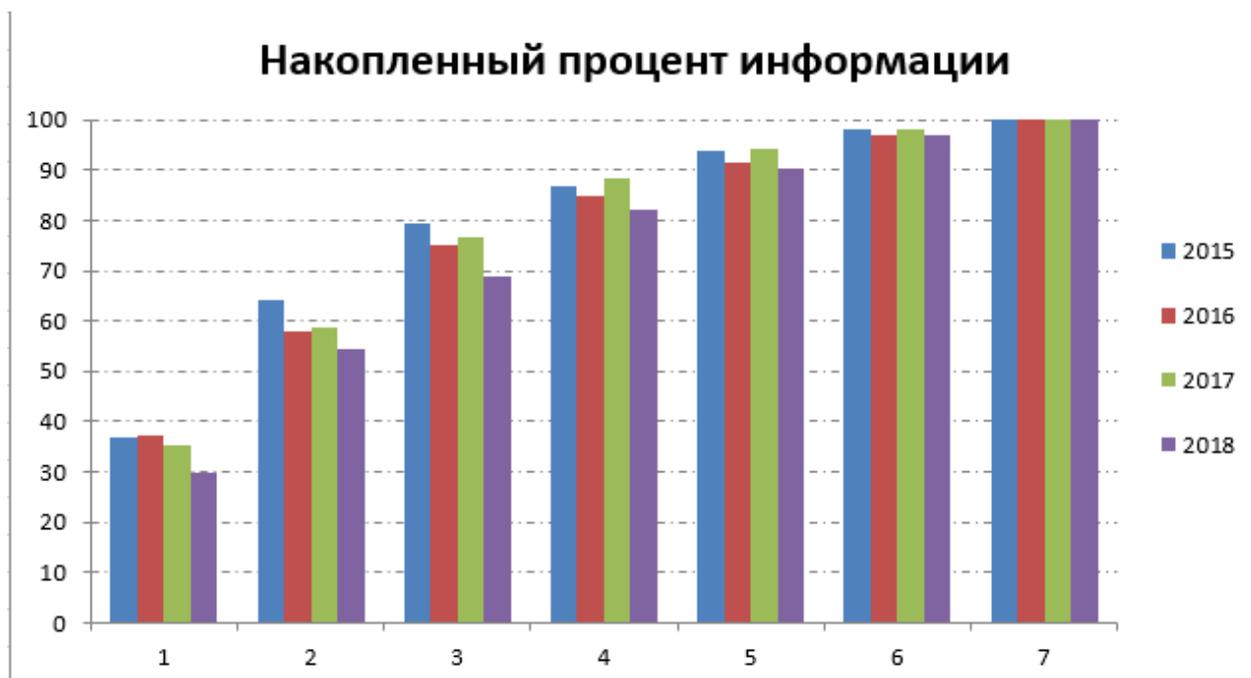


Рисунок 3.2 – Накопленный процент информации (2015 – 2018 гг.)

Содержательный смысл первых наиболее информативных компонент можно усмотреть, рассмотрев вклад в них каждого из 7 исходных показателей мониторинга (таблица 3.5 – результаты 2014 г.).

Таблица 3.5 – Весовые коэффициенты показателей мониторинга для первых двух главных компонент по результатам мониторинга 2014 года. (K1 и K2)

Показатель	Весовые коэффициенты	
	K1	K2
X <sub>1</sub>	<b>0,471</b>	<b>0,448</b>
X <sub>2</sub>	<b>0,625</b>	-0,177
X <sub>3</sub>	0,034	0,305
X <sub>4</sub>	<b>0,558</b>	-0,341
X <sub>5</sub>	-0,168	0,160
X <sub>6</sub>	0,212	<b>0,580</b>
X <sub>7</sub>	-0,036	<b>0,445</b>

Распределение вузов в проекции на плоскость, определяемую двумя наиболее информативными компонентами K1 и K2, представлено на рисунке 3.3 для данных мониторинга 2014 г (см. [69]).

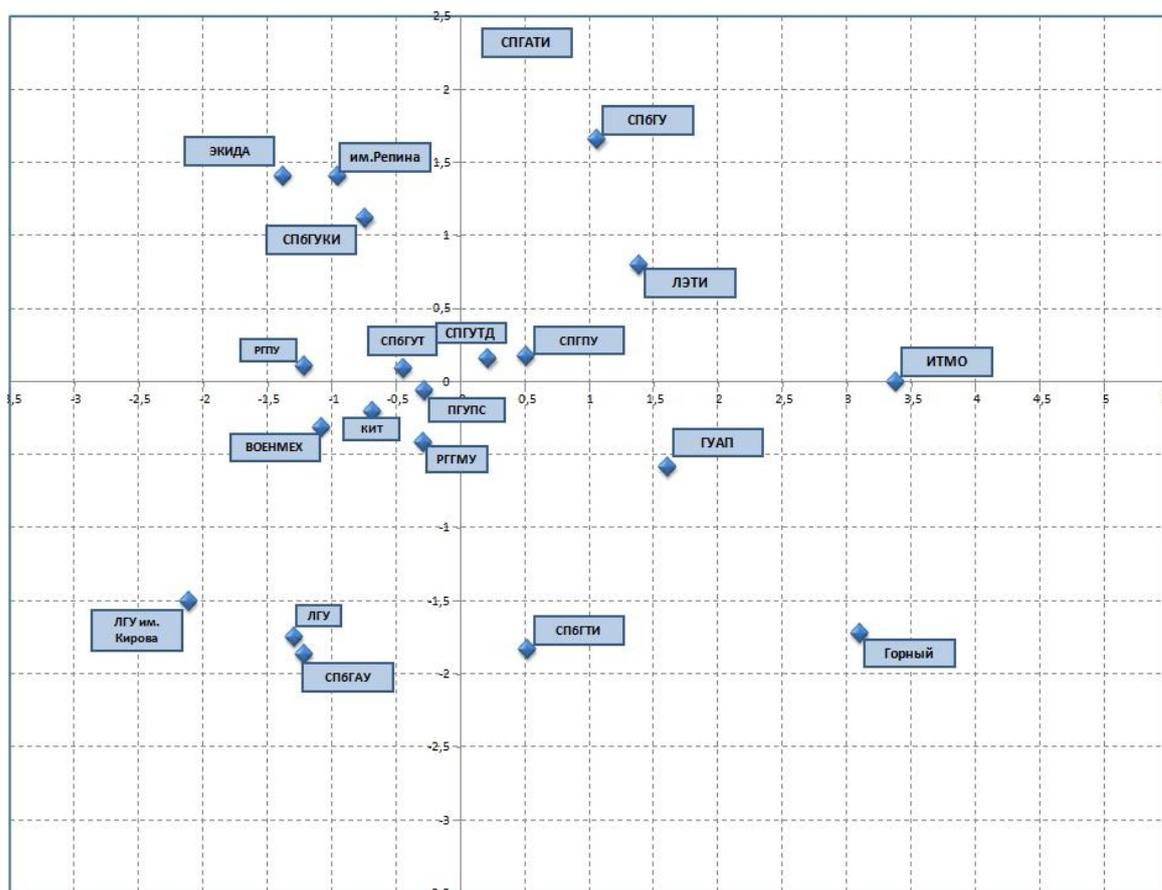


Рисунок 3.3 - Проекция данных мониторинга за 2014 г. на плоскость первых двух главных компонент. [69]

Из рисунка 3.3 можно видеть разбиение вузов на ряд кластеров (например, вузы художественного профиля: СПБГУКИ и Академия им. Репина образуют кластер). Явными лидерами по наиболее информативной компоненте  $K_1$  являются ИТМО и Горный и т.д.

Анализ данных за 2015 – 2018 гг. показывает устойчивую структуру первой компоненты ( $K_1$ ), для которой наиболее значимыми неизменно являются показатели, характеризующие финансовую составляющую деятельности вузов, такие как:  $X_2$  (объем НИР),  $X_4$  (финансово-экономическая деятельность) и  $X_5$  (заработная плата). Таким образом, на данном этапе возникает возможность построить типологизацию самих вузов по уровню развития у них тех или иных показателей эффективности [74].

Проекция 7-мерного пространства исходных показателей на ось, определяемую первой главной компонентой  $K_1$ , позволяет представить все рассматриваемые вузы в виде точек на этой оси. В итоге на этой оси наблюдается гистограмма частот значений  $K_1$ , которая в 2017 г. для данных о 33 вузах Санкт-Петербурга имеет вид, представленный на рисунке 3.2 [74].

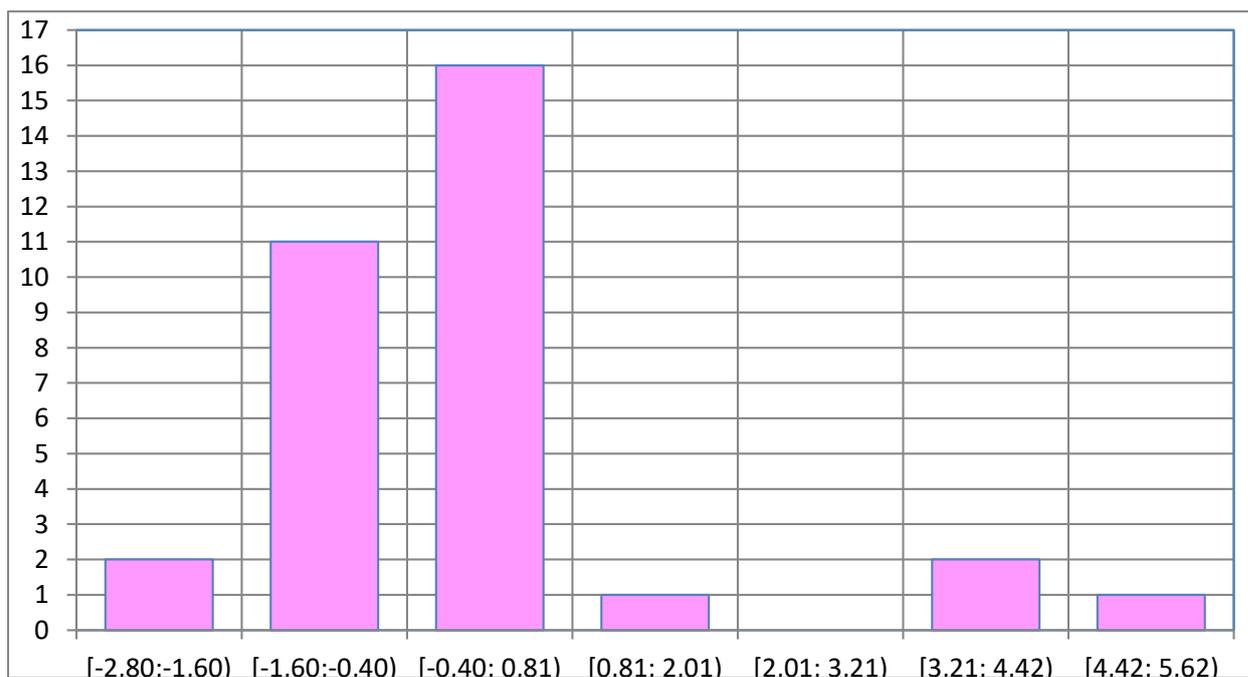


Рисунок 3.4 – Гистограмма частот значений первой главной компоненты для данных за 2017 г. [72]

На рисунке 3.4 (где данные центрированы к началу координат, что объясняет наличие отрицательных значений) можно заметить явные вузы-лидеры, значение  $GK_1$  у которых лежат в диапазоне:  $[4,42; 5,62]$  - это НИУ ИТМО, а также в диапазоне  $[3,21; 4,42]$  – Горный университет и Академия имени А.Я. Вагановой [74].

Таким образом, можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Анализ данных выявил устойчивую статистически значимую корреляцию между отдельными показателями. В частности, высокая положительная корреляция ежегодно наблюдалась между результатами

научно-исследовательской деятельности ( $X_2$ ) и финансово-экономическими показателями ( $X_4$ ), а также корреляцию  $X_5$  с  $X_2$  и  $X_4$  [72].

2. Для данных мониторинга в период 2015 – 2018 гг. первые 3 главные компоненты сохраняют свыше 76% всей информации, изначально содержащейся в семи показателях мониторинга. При этом структура первой компоненты ( $K_1$ ) остается практически неизменной [74].

3. Значения первой главной компоненты  $K_1$ , как наиболее информативной взвешенной суммы показателей мониторинга, рекомендуется в качестве рейтинговой оценки, отражающей специфику деятельности данной совокупности вузов.

В качестве весовых коэффициентов при построении данной рейтинговой оценки предлагается взять средневзвешенную сумму весов при  $K_1$  за последние четыре года (подробнее в [74]).

При этом наименее устойчивые и наименее весомые показатели  $X_3$  и  $X_7$  из окончательной модели исключаются. (см. таблицу 3.6)

Таким образом, предлагаемая модель построения рейтинга, основанная на данных мониторинга, будет иметь следующую структуру.

Таблица 3.6 – Модель рейтинговой системы для вузов Санкт-Петербурга [74]

Критерии	Весовые коэфф.
1. Средний балл ЕГЭ студентов, принятых на обучение по очной форме по программам бакалавриата и специалитета, ( $X_1$ )	0,14
2. Объем НИОКР в расчете на одного НПП, тыс. руб. ( $X_2$ )	0,27
3. Доходы образовательной организации из всех источников в расчете на одного НПП, тыс. руб. ( $X_4$ )	0,29
4. Средняя заработная плата ППС (отношение к средней заработной плате по экономике региона, % ( $X_5$ ))	0,23
5. Процент выпускников, трудоустроившихся в течение календарного года, следующего за годом выпуска, % ( $X_6$ )	0,07

После нормировки значений последнего столбца таблицы, (так чтобы сумма участвующих в модели весов равнялась единице), получаем итоговое

уравнение (3.1), как частный случай (2.7), для рейтинговой оценки  $Q$ , основанной на данных мониторинга:

$$Q_I = 0,14X_1 + 0,27X_2 + 0,29X_4 + 0,23X_5 + 0,07X_6 \quad (3.1)$$

В формуле (3.1) значения показателей должны быть предварительно нормированы.

В таблице 3.7 представлен рейтинг вузов Санкт-Петербурга, участвовавших в мониторинге в 2018 году и их рейтинговые оценки, вычисленные согласно модели (3.1).

Таблица 3.7 – Рейтинговые оценки вузов Санкт-Петербурга на основе данных мониторинга 2018 года. [74]

№	Наименование вуза	Рейтинговая оценка $Q_I$
1.	ФГАОУ ВО «СПб НИУ ИТМО»	1,000
2.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»	0,739
3.	ФГБОУ ВО «Академия Русского балета имени А.Я. Вагановой»	0,667
4.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»	0,613
5.	ФГАОУ ВО «СПб Политехнический университет Петра Великого»	0,361
6.	ФГАОУ ВО «ЛЭТИ»	0,343
7.	ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»	0,334
8.	ЧОУ ВО «Русская христианская гуманитарная академия»	0,310
9.	ФГБОУ ВО «Высшая школа народных искусств (академия)»	0,289
10.	ФГБОУ ВО «СПбГУ»	0,254
11.	ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова»	0,251
12.	ФГАОУ ВО «ГУАП»	0,242
13.	ФГБОУ ВО «СПбГУПТД»	0,234
14.	ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова»	0,232
15.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»	0,224
16.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации»	0,220
17.	ОУВО «СПбИВЭСЭП»	0,218
18.	АНО ВО «Межрегиональный институт экон. И права при ЕврАзЭс»	0,218
19.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия»	0,207
20.	АНО ВО «Международный банковский институт»	0,199
21.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»	0,193

22.	ГАОУ ВО ЛО «ЛГУ им. А.С. Пушкина»	0,182
23.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»	0,181
24.	ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»	0,180
25.	АНО ВО «Национальный открытый институт»	0,180
26.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный институт Кино и телевидения»	0,180
27.	ЧОУ ВО «Институт правоведения и предпринимательства»	0,175
28.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный институт культуры»	0,174
29.	ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота им. Адмирала С.О. Макарова»	0,172
30.	ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»	0,171
31.	«Смольный институт Российской академии образования»	0,165
32.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины»	0,164
33.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. Бонч-Бруевича»	0,163
34.	ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский институт экономики и управления»	0,155
35.	ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский медико-социальный институт»	0,154
36.	СПБГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы»	0,153
37.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»	0,153
38.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А.Л. Штиглица»	0,151
39.	ЧОУ ВО «Санкт - Петербургский университет технологий управления и экономики»	0,151
40.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»	0,149
41.	ФГБОУ ВО «Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта»	0,148
42.	ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»	0,146
43.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова»	0,143
44.	ФГБОУ ВО «Российский государственный университет сценических искусств»	0,142
45.	ФГБОУ ВО «СПбГ Консерватория им. Н.А. Римского-Корсакова»	0,110
46.	ЧОУ ВО «Балтийский институт экологии, политика и права»	0,097
47.	ЧОУ ВО «Балтийский институт иностранных языков и межкультурного сотрудничества»	0,096
48.	ЧОУ ВО «Институт иностранных языков»	0,086

Как было ранее отмечено в [71], учитывая выявленную устойчивость весовых коэффициентов при  $K_1$ , можно рекомендовать в каждый

последующий год проводить обновление модели (3.1), усредняя веса при каждой из переменных за весь период наблюдения.

### 3.1.2 Построение рейтинговой системы для вузов-участников проекта «5-100», МГУ им. М.В. Ломоносова и СПбГУ

В качестве другого примера в работах [77 – 79] была рассмотрена группа вузов, занимающих лидирующие позиции в системе высшего образования России. Ее составили 23 ведущих вуза России: МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, а также 21 вуз из различных городов России, принимающие участие в государственном проекте «5-100». Результаты по каждому из вузов по семи основным показателям за 2014 – 2018 представлены в таблицах Е1 – Е4 в Приложении Е.

Притом, что результаты корреляционного анализа данной совокупности вузов также проявляют заметную устойчивость по годам, можно также отметить существенную разницу по сравнению с предыдущим примером. Так, результаты корреляционного анализа за 2017 год (см. таблицу 3.8), указывают на наличие высоких значимых корреляций между  $X_2$  (Объем НИР),  $X_4$  (Финансово-экономическая деятельность) и  $X_1$  (Образовательная деятельность). По всей видимости, это отражает тот факт, что ведущие вузы, обладающие наилучшими результатами по НИР и по финансовым показателям, пользуются и высокой популярностью у абитуриентов, в результате чего к ним поступают студенты с наиболее высоким средним баллом ЕГЭ [78].

Также проявляется достаточно высокая корреляционная связь показателя  $X_3$  (Международная деятельность) с показателями, характеризующими финансовую составляющую деятельности вузов, поскольку именно ведущие вузы способны создать условия, наиболее

привлекательные для иностранных обучающихся, что в свою очередь, опять-таки положительно влияет на финансовые показатели этих вузов [78].

Таблица 3.8 – Корреляционная матрица для семи основных показателей мониторинга за 2017 год. [78]

Показатель	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
X <sub>1</sub>	1	<b>0,59</b>	0,17	<b>0,49</b>	-0,03	0,09	0,22
X <sub>2</sub>	0,59	1	<b>0,45</b>	<b>0,73</b>	0,20	0,29	-0,12
X <sub>3</sub>	0,17	0,45	1	<b>0,42</b>	0,12	-0,08	-0,02
X <sub>4</sub>	0,49	0,73	0,42	1	0,04	-0,07	0,22
X <sub>5</sub>	-0,03	0,20	0,12	0,04	1	0,22	-0,25
X <sub>6</sub>	0,09	0,29	-0,08	-0,07	0,22	1	-0,21
X <sub>7</sub>	0,22	-0,12	-0,02	0,22	-0,25	-0,21	1

Применение метода главных компонент показало, что для данных за первые 3 главные компоненты содержат свыше 73% всей информации, изначально содержащейся в семи показателях мониторинга. Весовые коэффициенты при показателях X<sub>1</sub> – X<sub>7</sub> для трёх первых главных компонент ГК1 – ГК3 приведены в таблице 3.9 [70].

Таблица 3.9 – Весовые коэффициенты при показателях X<sub>1</sub> – X<sub>7</sub> для трёх первых главных компонент для данных за 2016 - 2017 гг.

	2016г.			2017г.		
	Веса ГК1	Веса ГК2	Веса ГК3	Веса ГК1	Веса ГК2	Веса ГК3
X <sub>1</sub>	<b>0,480</b>	-0,168	<b>0,498</b>	<b>0,455</b>	-0,166	<b>0,407</b>
X <sub>2</sub>	<b>0,569</b>	0,109	-0,127	<b>0,578</b>	0,173	0,071
X <sub>3</sub>	0,273	-0,244	<b>-0,537</b>	0,375	0,003	<b>-0,610</b>
X <sub>4</sub>	<b>0,488</b>	-0,294	-0,231	<b>0,539</b>	-0,187	-0,085
X <sub>5</sub>	0,195	<b>0,489</b>	-0,294	0,114	<b>0,527</b>	-0,218
X <sub>6</sub>	0,308	<b>0,478</b>	<b>0,464</b>	0,100	<b>0,519</b>	<b>0,585</b>
X <sub>7</sub>	0,023	<b>-0,588</b>	0,305	0,061	<b>-0,600</b>	0,246

Можно отметить, что и в 2016 г., и в 2017 г. структура трех первых главных компонент практически одинакова. Наибольший вклад в К1 вносят

следующие показатели:  $X_1$  (образовательная деятельность),  $X_2$  (объем НИР) и  $X_4$  (финансово-экономическая деятельность). Эти показатели в совокупности отражают наиболее значимые достижения вуза, его престиж. Содержательный смысл второй компоненты интерпретировать сложнее, однако, можно считать, что она в определенном смысле отражает результаты преподавательской деятельности. Проекция данной совокупности вузов на плоскость первых двух главных компонент для наглядности представлена на рисунке 3.5.

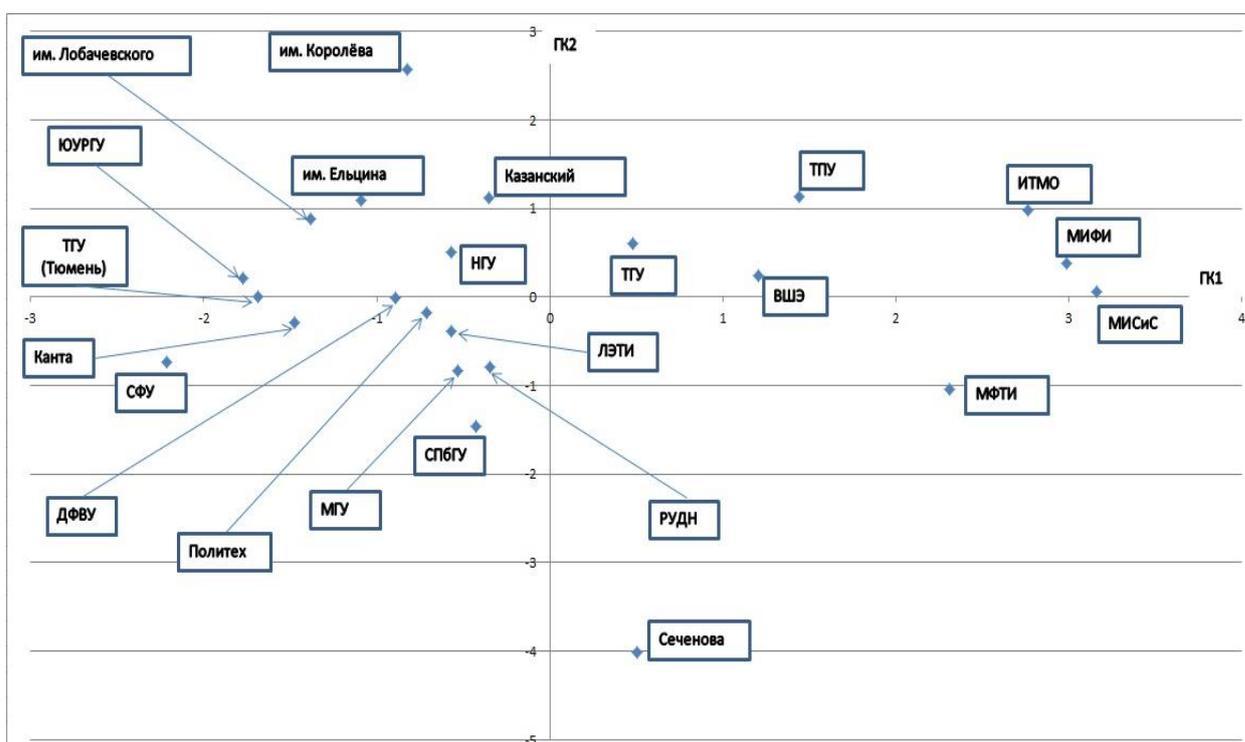


Рисунок 3.5 – Проекция лидирующих вузов России на плоскость первых двух главных компонент [70]

Выявленная методами многомерного статистического анализа структура взаимосвязей между показателями позволяет построить модель рейтинговой оценки (аналогичную модели для вузов Санкт-Петербурга) на основе главной компоненты К1.

В данном случае из модели имеет смысл исключить только показатель  $X_7$ , как наименее значимый.

Таким образом, предлагаемая модель построения рейтинга, основанная на данных мониторинга, будет иметь следующую структуру (см. таблицу 3.10).

Таблица 3.10 – Модель рейтинговой системы для 23 ведущих вузов РФ

Критерии	Весовые коэфф.
1. Средний балл ЕГЭ студентов, принятых на обучение по очной форме по программам бакалавриата и специалитета, ( $X_1$ )	0,21
2. Объем НИОКР в расчете на одного НПП, тыс. руб. ( $X_2$ )	0,26
3. Международная деятельность ( $X_3$ )	0,14
4. Доходы образовательной организации из всех источников в расчете на одного НПП, тыс. руб. ( $X_4$ )	0,23
5. Средняя заработная плата ППС (отношение к средней заработной плате по экономике региона, % ( $X_5$ ))	0,07
6. Процент выпускников, трудоустроившихся в течение календарного года, следующего за годом выпуска, % ( $X_6$ )	0,09

После нормировки значений в таблице 3.10, получаем уравнение (3.2) для рейтинговой оценки  $Q_2$ , впервые опубликованное в работе [78]:

$$Q_2 = 0,21X_1 + 0,26X_2 + 0,14X_3 + 0,23X_4 + 0,07X_5 + 0,09X_6 \quad (3.2)$$

В качестве примера, в таблице 3.11 представлен рейтинг вузов проекта «5-100», их рейтинговые оценки, вычислены согласно модели (3.2).

Таблица 3.11 – Рейтинговые оценки вузов на основе данных мониторинга 2017 года [78].

№	Наименование вуза	Рейтинговая оценка $Q_2$
1.	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)	1,000
2.	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ)	0,839
3.	ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО)	0,689
4.	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»» (НИТУ «МИСиС»)	0,660
5.	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»» (НИЯУ МИФИ)	0,594
6.	ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ)	0,491

7.	ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (КФУ)	0,461
8.	ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ)	0,458
9.	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственственный университет им. Н.И. Лобачевского (Университет Лобачевского)	0,428
10.	ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)	0,398
11.	ФГАОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)» (СГАУ)	0,383
12.	ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ДФУ)	0,378
13.	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»» (ВШЭ)	0,359
14.	ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (ТюмГУ)	0,343
15.	ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ))	0,315
16.	ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» (БФУ им. И. Канта)	0,303
17.	ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)	0,266
18.	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ им. М.В.Ломоносова)	0,242
19.	ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)»	0,237
20.	ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (СПбПУ)	0,227
21.	ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН)	0,213
22.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ)	0,202
23.	ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (СФУ)	0,189

### 3.1.3 Построение рейтинговой системы для вузов, участвующих в подготовке кадров для текстильной и легкой промышленности

По результатам мониторинга 2022 года так же были проанализированы вузы, которые можно считать профильными в области текстильной и легкой промышленности. Несколько из этих вузов являются также участниками программы «Приоритет-2030» [80]. Всего рассматривались данные

мониторинга по восьми российским вузам, в контрольных цифрах приема которых, минимум 6% бюджетных мест запланировано под направления подготовки, непосредственно связанные с вышеназванной отраслью. У трёх из них число бюджетных мест, запланированных для текстильной отрасли, составило более 20%.

В результате анализа было выявлено 2 главные компоненты, которые содержат более 80% от всей информации (таблица 3.12).

Таблица 3.12 - Весовые коэффициенты показателей мониторинга для первых двух главных компонент

Показатель	Веса в К1	Веса в К2
$X_1$	0,338	<b>0,512</b>
$X_2$	<b>0,533</b>	-0,237
$X_3$	<b>0,512</b>	-0,059
$X_4$	<b>0,437</b>	0,415
$X_5$	0,382	<b>-0,435</b>
$X_7$	0,057	<b>-0,563</b>
%ГК	<b>45,456</b>	<b>35,475</b>

Как видно из таблицы, наибольший вклад в К1 вносят показатели  $X_2$  и  $X_4$ , которые отражают финансовые результаты и потенциал вуза, а также показатель  $X_3$  – Международная деятельность, что указывает на заинтересованность иностранных граждан из стран, перспективных для развития текстильной и легкой промышленности.

Результаты расчетов для каждого из восьми вузов можно представить графически на плоскости двух первых главных компонент (рисунок 3.6).

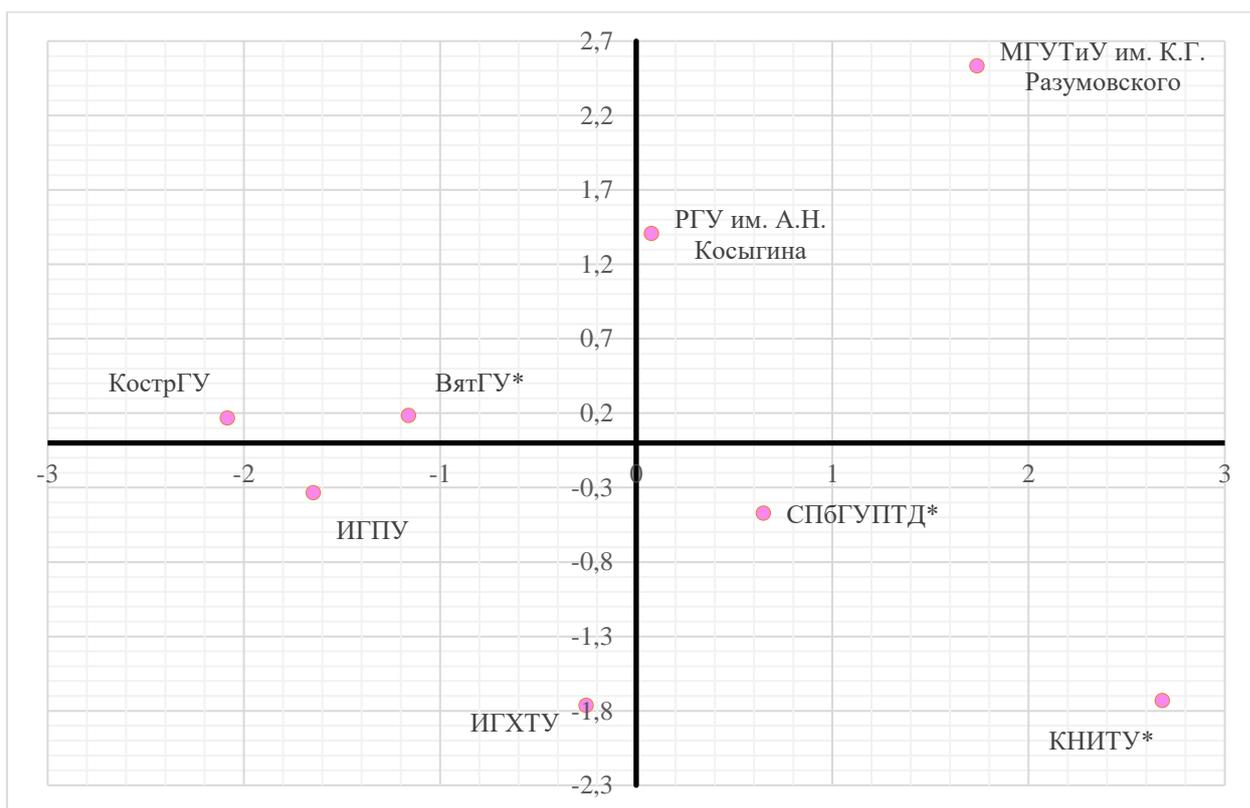


Рисунок 3.6 - Проекция результатов мониторинга вузов на плоскость первых двух ГК

На рисунке 3.6 можно выделить 3 лидера по К1 – Московский государственный университет технологии и управления им. К.Г Разумовского, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, а также Казанский научно-исследовательский технологический институт. Два последних являются участниками программы «Приоритет-2030».

В результате расчетов получаем итоговое уравнение (3.3) для рейтинговой оценки  $Q_3$ , основанной на данных мониторинга вузов, профильных для текстильной отрасли:

$$Q_3 = 0,15X_1 + 0,24X_2 + 0,23X_3 + 0,19X_4 + 0,17X_5 + 0,02X_7 \quad (3.3)$$

На основе модели (3.3) получаем возможность построить рейтинг данной совокупности вузов, упорядочив их по значениям  $Q_3$  (см. таблицу 3.13).

Таблица 3.13 – Рейтинг вузов текстильной направленности

Обозначение вуза	ВУЗ	Значение $Q_3$	Позиция в рейтинге
<b>У1</b>	Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)	0,427	<b>4</b>
<b>У2*</b>	Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна*	0,504	<b>3</b>
<b>У3*</b>	Казанский национальный исследовательский технологический университет*	0,830	<b>1</b>
<b>У4</b>	Ивановский государственный политехнический университет	0,137	<b>7</b>
<b>У5</b>	Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского	0,687	<b>2</b>
<b>У6*</b>	Вятский государственный университет*	0,217	<b>6</b>
<b>У7</b>	Ивановский государственный химико-технологический университет	0,358	<b>5</b>
<b>У8</b>	Костромской государственный университет	0,070	<b>8</b>

Следует отметить, что результаты мониторинга не в достаточной мере отражают отраслевую специфику вуза, поскольку модель оценивает каждый вуз  $A_c$  точки зрения доходности от различных видов деятельности, в то время как привязка происхождения доходов к конкретной отрасли в модели не отражена.

По результатам анализа данных мониторинга можно сделать следующие выводы.

Во всех рассмотренных примерах корреляционный анализ выявил в целом одну и ту же структуру взаимосвязей между показателями мониторинга. Подтверждено, что статистически значимые корреляционные зависимости имеют место, в первую очередь, между показателями, характеризующими финансовую сторону деятельности университетов.

Применение анализа главных компонент во всех трёх случаях позволяет заметно снизить размерность исходного пространства показателей до 3-х и даже 2-х мерного, без существенной потери информации об исходных данных. И в случае выборки вузов Санкт-Петербурга, и в случае вузов проекта «5-100»

содержательный смысл первой главной компоненты можно описать как «показатель финансовой эффективности вуза». Основной вклад в первую главную компоненту  $K_1$  вносят показатели  $X_2$  (объем НИР),  $X_4$  (финансово-экономическая деятельность) и  $X_5$  (заработная плата ППС), а в случае вузов программы «5-100» - помимо этого значимыми также являются  $X_1$  (средний балл ЕГЭ студентов, принятых по очной форме). В случае анализа профильных вузов по стране, была выявлена связь первенства и финансирования, государственного внимания в адрес вузов, являющихся «победителями» по разработанному рейтингу. Вперед вырвались столичные вузы и вузы из крупных регионов, являющиеся и участниками программы лидерства «Приоритет-2030».

Выявленная сильная корреляционная зависимость внутри совокупности показателей мониторинга позволяет использовать первую главную компоненту  $K_1$ , как наиболее информативную линейную комбинацию показателей, в качестве основы для построения модели рейтинговой оценки эффективности университетов в работе [78]. Такой способ построения оценки может рассматриваться (наряду с другими, в частности, см. [17]) как один из обоснованных подходов к созданию рейтинговых систем для российских вузов.

Нельзя не отметить и очевидную ограниченность той информации, которая содержится в данных мониторинга. Подавляющее большинство российских вузов в настоящее время являются многопрофильными, осуществляющими обучение по широкому спектру направлений подготовки. Значимость этих направлений для конкретного региона, а нередко – для всей страны, может быть весьма различной. Таким образом, эффективность вуза в целом следует оценивать в первую очередь по эффективности его работы по приоритетным для него направлениям. В противном случае, вуз в конечном счете может оцениваться просто как хозяйствующий субъект, когда не учитывается, получен ли его результат за счет образовательной и научной деятельности, за счет внедрения его специфических ноу-хау в конкретной

профильной для него отрасли и т.п., или же этот результат – следствие эксплуатации имеющихся у вуза площадей, зданий, оборудования и т.п. [72].

Как было ранее отмечено в [72], в качестве последующих шагов в целях дальнейшего совершенствования построенной рейтинговой системы на основе методов многомерной статистики предполагается включить в анализ нечисловую и нечеткую информацию о сравнительной важности показателей, которая может быть различной для вузов различной отраслевой направленности. Это позволит выйти на построение «отраслевых» рейтинговых систем, в частности, для вузов отраслей текстильной и легкой промышленности.

### 3.2 Разработка модели рейтингового оценивания с учетом приоритетов отрасли (текстильной и легкой промышленности)

Как было отмечено ранее, данные мониторинга, положенные в основу разработанных в разделе 3.1 рейтинговых моделей, носят достаточно объективный характер, что, несомненно, является одним из их важных преимуществ.

Однако, эффективность вуза в целом следует оценивать в первую очередь по показателям, характеризующим его работу по приоритетным для него направлениям. В качестве одного из основных источников информации при решении этой задачи могут служить данные экспертных опросов, проводимых как среди специалистов данной отрасли, работающих на предприятиях, так и среди представителей университетского сообщества, в первую очередь – среди ведущих преподавателей профильных для данной отрасли кафедр, как было реализовано в [81].

Экспертный опрос должен иметь своей целью, в первую очередь, определить номенклатуру тех показателей, которые наиболее важны и

значимы для данной отрасли экономики, и на основе которых должна в дальнейшем быть разработана отраслевая рейтинговая система [81].

Специфика предлагаемого метода состоит в том, что, в отличие от большинства широко известных рейтинговых систем, экспертные методы в данном случае направлены не на *оценку вуза* (точнее, того или иного показателя его деятельности), а на *формирование номенклатуры показателей*, которые наиболее полно характеризуют его эффективность. Такой подход позволяет, опираясь на объективные данные, максимально учесть интересы и потребности конкретной отрасли, поскольку специалисты, представляющие разные отрасли экономики, могут по-разному видеть номенклатуру наиболее значимых показателей, что легло в основу работы [81].

При этом следует учитывать, что указанная экспертная информация, как правило, может являться неполной, нечеткой и носить нечисловой характер, существенно отличаясь в этом смысле от данных, представленных в виде результатов мониторинга. Это, в свою очередь, требует разработки и применения специализированного математического инструментария, в максимальной степени отражающего специфику исходных данных.

Для реализации экспертного опроса была разработана анкета, включающая в себе широкий перечень показателей, отражающих возможные приоритеты с позиций текстильной и легкой промышленности. Перед экспертами была поставлена задача – выявить показатели, которые в наибольшей степени отражают эффективность вуза с точки зрения удовлетворения потребностей текстильной и легкой промышленности, проранжировав их, то есть, присвоив показателям ранги, где ранг 1 отвечает наиболее значимому показателю... и далее по убыванию (см. [81]).

В качестве предлагаемых показателей, были предложены следующие данные о высших учебных заведениях, которые в свою очередь сгруппированы в блоки, представленные в таблице 3.14:

Таблица 3.14 – Группы показателей и их описание [81]

п/п	Описание показателя
<b>I Контингент обучающихся</b>	
1.	Средний балл ЕГЭ у студентов, принятых на обучение по очной форме по профильным для отрасли программам подготовки бакалавров
2.	Приведенный контингент обучающихся по образовательным программам (по направлениям отрасли)
3.	Доля числа студентов, заканчивающих обучение (по направлениям отрасли) с дипломом с отличием
4.	Доля числа студентов обучающихся на внебюджетной основе (по направлениям отрасли)
5.	Отсев за период обучения (разность между числом принятых на 1-й курс и числом тех из них, кто закончил обучение в установленный срок)
<b>II Профессорско-преподавательский состав</b>	
6.	Доля работников (приведенных к числу ставок) из числа профессорско-преподавательского состава, имеющих ученые степени и/или ученые звания – на профильных для данной отрасли кафедрах
7.	Доля работников (приведенных к числу ставок) из числа профессорско-преподавательского состава, имеющих государственные почетные звания, а также лауреатов международных и всероссийских конкурсов
8.	Среднегодовой контингент лиц, обучающихся по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки (по профилю отрасли)
9.	Доля работников отраслевых предприятий, работающих по договорам ГПХ на профильных для данной отрасли кафедрах
10.	Средняя заработная плата ППС – на профильных для данной отрасли кафедрах
<b>III Трудоустройство</b>	
11.	Доля выпускников очной формы обучения (в общем числе выпускников профильных для данной отрасли направлений подготовки), не обращавшихся в службы занятости для содействия в трудоустройстве в течение первого года после окончания обучения
<b>IV НИР и финансово-экономическая деятельность</b>	
12.	Доходы вуза из всех источников (в расчете на одного научно-педагогического работника) приносимые за счет деятельности профильных для данной отрасли кафедр
13.	Доля доходов от выполнения НИР на профильных для данной отрасли кафедрах в общих доходах вуза (в расчете на одного научно-педагогического работника)
14.	Общая сумма полученных грантов за отчетный год в расчете на 100 НПП, работающих на профильных для данной отрасли кафедрах
<b>V Связи с отраслью</b>	
15.	Число предприятий отрасли, являющихся базами практики, с которыми оформлены договорные отношения (число мест для прохождения практик на этих предприятиях)
16.	Число предприятий данной отрасли, с которыми заключены договоры на подготовку специалистов

Помимо показателей, описывающих связь вуза с отраслью (группа V), были учтены такие показатели, которые характеризуют вуз со всех сторон:

численность обучающихся, уровень подготовки абитуриентов и выпускников; также группа показателей, характеризующая профессорско-преподавательский состав (доходы, связи с отраслью и т.п.); группа финансовых показателей, которая отражает доходы вуза за счет деятельности профильных структур вуза [81].

В проведенном анкетировании приняли участие 19 экспертов из числа ведущих специалистов предприятий текстильной и легкой промышленности Санкт-Петербурга, а также ведущие ученые и преподаватели, работающие на профильных для текстильной и легкой промышленности кафедрах ФГБОУ ВО «СПбГУПТД» [81].

Матрица «эксперт-показатель» (после обработки связных рангов) – см. Приложение Ж.

Для оценки степени согласованности мнений комитета экспертов был вычислен согласно формуле (2.2) коэффициент конкордации  $W = 0,31$ , что позволило (с помощью критерия хи-квадрат по формуле (2.4)) сделать вывод о наличии статистически значимой (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ) согласованности мнений у данного комитета экспертов о сравнительной важности рассматриваемых показателей эффективности деятельности вуза с позиций интересов данной конкретной отрасли.

Структура комитета экспертов также представляет несомненный интерес, поскольку вполне логично допустить, что разные категории экспертов (объединяемые по признаку профессиональной деятельности, принадлежности к сфере бизнеса или к сфере образования и т.п.) - могут иметь различные подходы к оценке важности тех или иных показателей. Инструментом для анализа этой структуры служат значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена между ранжировками, полученными от экспертов в ходе анкетирования. Эти коэффициенты при отсутствии связных рангов вычислялись по формуле (3.4)

$$\rho = 1 - \frac{6S}{n(n^2-1)}, \quad (3.4)$$

где  $S$  – сумма квадратов разностей соответствующих рангов, полученных от двух данных экспертов:

В ходе анализа результатов расчета ранговых коэффициентов корреляции Спирмена  $\rho$  обнаруживается высокий уровень корреляции между ранжировками показателей, полученными от экспертов  $\Xi_{15} - \Xi_{19}$ . Все парные коэффициенты корреляции для этой группы экспертов превышают уровень 0,84. Это намного выше, чем корреляции, которые наблюдаются для других экспертов, как между собой, так и с экспертами из указанной группы.

Характерно, что именно указанные 5 экспертов являются работниками отраслевых предприятий текстильной и легкой промышленности, в то время как все остальные участники экспертного опроса представляют профессорско-преподавательский состав кафедр, профильных для данной отрасли.

Помимо показателей, указанных в таблице 3.14, экспертам-специалистам в области текстильной и легкой промышленности в рамках неоднократно проведенных опросов было предложено проранжировать 7 основных показателей, используемых при мониторинге. По итогам обработки результатов анкетирования была выявлена сравнительная значимость показателей (в порядке убывания):

$X_5$  Заработная плата ППС;

$X_1$  Образовательная деятельность;

$X_7$  Дополнительный показатель, отражающий специфику вуза;

$X_4$  Финансово-экономическая деятельность;

$X_2$  Научная деятельность;

$X_3$  Международная деятельность.

При этом различия в значимости показателей  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  оказались не существенны (см. подробнее [81],[82]).

Сравнительная значимость показателей должна быть учтена в виде следующей цепочки строгих и нестрогих неравенств (индексы соответствуют индексам показателей) [82]:

$$p_5 > p_1 > p_7 > p_4 \geq p_2 \geq p_3, \quad (3.5)$$

которым должны удовлетворять весовые коэффициенты в уравнении линейной свертки вида (2.7).

Очевидно, имеет место неопределенность выбора конкретных значений неизвестных весовых коэффициентов, поскольку условия (3.5) служат единственной информацией относительно их значений. Моделирование указанной неопределенности выполнялось с помощью метода рандомизации, описанного ранее в Главе 2 (см. (2.24) – (2.29)) (подробнее в работе [82], [83]).

Общее число всех возможных наборов весовых коэффициентов вычисляется по формуле (2.24), и при точности 0,05 это число будет равно

$$C_{20-1}^{6-1} = 11628 .$$

Среди этого числа как показано с помощью расчета по специально разработанной программе [84], допустимыми, т. е. удовлетворяющими ограничениям (3.5), являются лишь 20 наборов, перечисленные ниже в таблице 3.15.

В условиях отсутствия, помимо (3.5) какой-либо иной информации, позволяющей выбрать нужный набор весов однозначным образом, воспользуемся методом рандомизации, задавая на множестве из данных 20 объектов распределение вероятностей. Поскольку в данной постановке задачи ни один из 20-и наборов весов не имеет преимуществ (не является более предпочтительным) по сравнению с другими, в качестве указанного распределения вероятностей было принято равномерное распределение, при котором каждый из допустимых двадцати наборов реализуется с одинаковой вероятностью, равной  $1/20$ . При данной модели весовые коэффициенты  $p_i$  рассматриваются как случайные величины, законы распределения которых были найдены в явном виде путем расчетов по разработанной программе [85].

Таблица 3.15 – Наборы весов, удовлетворяющие условию (3.5)

Показатель	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_7$
Набор 1	0,35	0,05	0,05	0,05	0,4	0,1
Набор 2	0,3	0,05	0,05	0,1	0,35	0,15
Набор 3	0,3	0,05	0,05	0,05	0,45	0,1
Набор 4	0,3	0,05	0,05	0,05	0,4	0,15
Набор 5	0,3	0,05	0,05	0,05	0,35	0,2
Набор 6	0,25	0,1	0,1	0,1	0,3	0,15
Набор 7	0,25	0,1	0,05	0,1	0,35	0,15
Набор 8	0,25	0,1	0,05	0,1	0,3	0,2
Набор 9	0,25	0,05	0,05	0,15	0,3	0,2
Набор 10	0,25	0,05	0,05	0,1	0,4	0,15
Набор 11	0,25	0,05	0,05	0,1	0,35	0,2
Набор 12	0,25	0,05	0,05	0,05	0,5	0,1
Набор 13	0,25	0,05	0,05	0,05	0,45	0,15
Набор 14	0,25	0,05	0,05	0,05	0,4	0,2
Набор 15	0,2	0,1	0,1	0,1	0,35	0,15
Набор 16	0,2	0,1	0,05	0,1	0,4	0,15
Набор 17	0,2	0,05	0,05	0,1	0,45	0,15
Набор 18	0,2	0,05	0,05	0,05	0,55	0,1
Набор 19	0,2	0,05	0,05	0,05	0,5	0,15
Набор 20	0,15	0,05	0,05	0,05	0,6	0,1
$M(p_i)$	<b>0,25</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,41</b>	<b>0,15</b>

Применяя метод рандомизации к данным мониторинга указанных в таблице 3.13 восьми вузов, представляющих интерес для текстильной и легкой промышленности, получаем возможность рассчитать значение  $Q$  для каждого вуза по каждому из имеющихся наборов весов (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Значения комплексного показателя  $Q$  для вузов (приоритеты: (3.5)) [61]

ВУЗ	$Y_1$	$Y_2^*$	$Y_3^*$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6^*$	$Y_7$	$Y_8$
Набор 1	0,5	0,64	0,76	0,1	0,53	0,38	0,45	0,17
Набор 2	0,54	0,64	0,77	0,12	0,52	0,36	0,46	0,19
Набор 3	0,48	0,64	0,79	0,1	0,49	0,39	0,47	0,15
Набор 4	0,5	0,65	0,78	0,12	0,48	0,38	0,49	0,18
Набор 5	0,52	0,66	0,78	0,15	0,47	0,36	0,51	0,22
Набор 6	0,5	0,61	0,8	0,14	0,53	0,32	0,46	0,17

Набор 7	0,5	0,63	0,8	0,12	0,5	0,35	0,48	0,17
Набор 8	0,52	0,64	0,79	0,15	0,49	0,33	0,5	0,2
Набор 9	0,57	0,64	0,78	0,15	0,51	0,34	0,48	0,21
Набор 10	0,51	0,64	0,8	0,12	0,48	0,37	0,48	0,17
Набор 11	0,53	0,65	0,79	0,15	0,47	0,36	0,5	0,2
Набор 12	0,45	0,64	0,82	0,1	0,44	0,4	0,49	0,14
Набор 13	0,47	0,65	0,82	0,12	0,44	0,39	0,51	0,17
Набор 14	0,5	0,66	0,81	0,15	0,43	0,37	0,53	0,2
Набор 15	0,47	0,62	0,83	0,15	0,49	0,33	0,49	0,16
Набор 16	0,47	0,63	0,83	0,12	0,46	0,36	0,5	0,16
Набор 17	0,48	0,64	0,83	0,12	0,44	0,38	0,51	0,16
Набор 18	0,42	0,64	0,85	0,1	0,4	0,41	0,51	0,12
Набор 19	0,45	0,65	0,85	0,13	0,39	0,39	0,53	0,16
Набор 20	0,4	0,65	0,88	0,1	0,36	0,42	0,54	0,11
<b><math>M(Q_j)</math></b>	<b>0,49</b>	<b>0,64</b>	<b>0,81</b>	<b>0,13</b>	<b>0,47</b>	<b>0,37</b>	<b>0,49</b>	<b>0,17</b>

Наиболее простым способом получения итоговой рейтинговой оценки является расчет для каждого вуза среднего значения  $Q$  по всем допустимым наборам весов. Как видно из последней строки таблицы 3.16, в рассматриваемом примере наивысший рейтинг 0,81 будет иметь КНИТУ. Однако метод позволяет получить и более глубокий результат в виде ответа на вопрос, является ли превосходство рейтинга одного вуза над рейтингом другого статистически значимым. Для этого используется принцип «стохастического доминирования», основанный на значении вероятности

$$P(Q_B > Q_A), \quad (3.6)$$

оцениваемой как доля тех допустимых наборов весовых коэффициентов, для которых неравенство  $Q_B > Q_A$  выполняется. [78]

Так, сравнивая рейтинги вузов  $V1$  и  $V5$ , из 20 допустимых наборов весов имеется 16, для которых  $Q_{V1} > Q_{V5}$ . Таким образом, вероятность (3.6) будет равна  $16/20 = 0,8$  и, следовательно, сделан вывод о значимом различии между рейтинговыми оценками этих вузов, следовательно, так как это значение существенно превосходит 0,5 (уровень одинаковой эффективности), сделан окончательный вывод о значимом различии между рейтинговыми оценками двух сравниваемых вузов [82].

В качестве иллюстрации возможностей данной модели рассмотрим другую систему приоритетов из работы [82], при которой наибольшую значимость имеют показатели, характеризующие научную деятельность и потенциал научно-педагогических работников. В этом случае для тех же вузов и тех же значений их показателей изменим лишь требования к упорядочению весовых коэффициентов, заменив условие (3.5) на (3.7).

$$p_2 > p_4 > p_1 \geq p_7 > p_5 \geq p_3 . \quad (3.7)$$

Можно подсчитать, что при ограничениях (3.4) имеется всего 14 допустимых наборов весов, для которых в таблице 3.17 приведены значения комплексных показателей  $Q$  для тех же вузов.

Таблица 3.17 – Значения комплексного показателя  $Q$  для вузов (приоритеты: (3.7)) [82]

<b>ВУЗ</b>	<b>У1</b>	<b>У2*</b>	<b>У3*</b>	<b>У4</b>	<b>У5</b>	<b>У6*</b>	<b>У7</b>	<b>У8</b>
Набор 1	0,45	0,52	0,82	0,11	0,64	0,2	0,44	0,15
Набор 2	0,46	0,53	0,82	0,14	0,64	0,2	0,43	0,15
Набор 3	0,49	0,53	0,8	0,11	0,66	0,21	0,42	0,15
Набор 4	0,51	0,53	0,8	0,14	0,66	0,2	0,41	0,15
Набор 5	0,47	0,54	0,82	0,14	0,62	0,22	0,44	0,15
Набор 6	0,53	0,55	0,8	0,14	0,63	0,22	0,44	0,18
Набор 7	0,32	0,49	0,88	0,09	0,63	0,18	0,46	0,1
Набор 8	0,37	0,49	0,86	0,09	0,65	0,18	0,44	0,1
Набор 9	0,42	0,49	0,84	0,09	0,67	0,19	0,41	0,11
Набор 10	0,41	0,51	0,85	0,11	0,62	0,19	0,46	0,14
Набор 11	0,47	0,49	0,82	0,09	0,69	0,19	0,39	0,11
Набор 12	0,46	0,52	0,83	0,11	0,64	0,2	0,44	0,14
Набор 13	0,5	0,52	0,82	0,11	0,66	0,2	0,42	0,14
Набор 14	0,49	0,54	0,83	0,14	0,61	0,2	0,46	0,17
<b>М(Qj)</b>	<b>0,45</b>	<b>0,52</b>	<b>0,83</b>	<b>0,12</b>	<b>0,64</b>	<b>0,20</b>	<b>0,43</b>	<b>0,14</b>

Как видно из таблицы 3.17, и в этом случае рейтинг возглавляет Казанский национально-исследовательский университет, что вполне закономерно, так как согласно данным мониторинга он доминирует по большинству показателей над остальными вузами. У ряда других вузов рейтинги более чувствительны к системе приоритетов. Например, при

ограничениях (3.7), отдающих приоритет общим финансово-экономическим показателям и научным достижениям, второе место занимает У5 - МГУТИУ им. Разумовского, который делил лишь 5-6 место в рейтинге, построенном при ограничениях (3.5), заданных специалистами текстильной и легкой промышленности. Этот рейтинг в свою очередь выводит на твердое второе место (согласно таблице 3.16) СПбГУПТД, как университет в большей степени ориентированный на данную отрасль промышленности [82].

Преимуществом моделей, основанных на рандомизации, является возможность более гибкого учета отраслевой специфики вуза, поскольку параметром модели является лишь отношение частичного порядка на множестве показателей, а не их конкретные значения. Это позволяет отражать и учитывать приоритеты конкретной отрасли, а также региональные приоритеты или любые другие. Например, если некоторые приоритеты заданы федеральными или региональными органами власти или надзора, то данная методика позволяет вузам спрогнозировать свои рейтинговые оценки с учетом этих приоритетов. Также открывается возможность получить некоторые рекомендации по составлению рейтинговой модели, которая может отражать любую необходимую на данном этапе специфику.

## Выводы по главе 3

Применение описанных в Главе 2 математических моделей, позволило построить несколько вариантов рейтинговых систем на примере анализа различных совокупностей вузов. Метод главных компонент показал свою эффективность для различных совокупностей объектов за счет наличия высоких парных корреляций между единичными показателями [15].

Корреляционный анализ всех рассмотренных совокупностей вузов показал устойчивую высокую корреляцию между показателями, характеризующими финансово-экономическую деятельность вузов [15].

Последующее применение метода главных компонент показало, что более 70% всей информации содержится в первых двух главных компонентах, причем первая из них имеет логически обоснованную интерпретацию, что позволяет использовать ее для построения рейтинговой модели вида (2.7).

При наличии дополнительной информации относительно сравнительной важности учитываемых показателей, носящей, как правило, нечисловой (нечеткий) характер в работе предложен другая модель построения рейтинговой системы, которая, в отличие от метода главных компонент, способна учесть указанную информацию. В этом смысле метод рандомизации весовых коэффициентов является уникальным методом построения рейтинговой системы за счет возможности использовать нечеткую информацию, а также позволяет использовать единичные показатели, измеряемые в квалитметрических шкалах, то есть в случае невозможности представить результаты в явной числовой форме. На конкретном примере показана зависимость итоговых рейтинговых оценок от заданных приоритетов, что подтверждает возможность практического применения данной модели в различных сферах и при различных запросах со стороны заинтересованных ее потребителей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выполненная в работе формализация задач системного анализа рейтинговых моделей, используемых в ряде отраслей сферы услуг, в частности, в системе высшего образования, позволила выявить сильные и слабые стороны применяемых в них критериев;

2. С помощью системного анализа и обработки статистической информации выявлены структура и специфика критериев эффективности деятельности организаций в сфере услуг;

3. Проведены статистические исследования данных о результатах применения ряда рейтинговых моделей, в частности, используемых при оценке высших учебных заведений;

4. Разработана модель рейтингового оценивания (ранжирования) совокупности объектов методами многомерного статистического анализа на основе системы показателей, отражающих их эффективность при различных внешних условиях;

5. Разработана стохастическая модель построения рейтинговой системы, учитывающая ограничения, задаваемые в виде нечисловой информации, полученной путем обработки данных экспертных опросов;

6. Разработан и реализован в виде специальной компьютерной программы алгоритм построения рейтинговой системы при заданных нечисловых ограничениях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9000 – 2008. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. – 2009 – 01 – 01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 70 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17020 – 2012. Оценка соответствия. Требования к работе различных типов органов инспекции. – Введ. – 2013 – 06 – 01. – М.: ОАО «ВНИИС», 2013. – 20 с.
3. ГОСТ Р 50691-94. Модель обеспечения качества услуг. – Введ. – 1995 – 01 – 01. – М.: ТК 342 «Услуги населению», 1994. – 15 с. (заменен на ГОСТ Р 50691-2013 «Услуги населению. Модель системы обеспечения качества услуг»)
4. Голышев, А.Я. Качество медицинских услуг как предмет квалиметрического оценивания / А.Я. Голышев, Н.Н. Рожков // Менеджер здравоохранения. – 2008. – №7. – С. 40 – 44.
5. Кравчук, Т.А. Статистическое оценивание доступности социальных услуг населению / Т.А. Кравчук, В.Н. Тамашевич, О.В. Филиппова // Вопросы статистики, Информационно-издательский центр «Статистика России Госкомстата РФ. – 2007. – № 4. – С. 32 – 37.
6. Пономарева, Т.А. Качество услуг: качественные параметры оценки / Т.А. Пономарева, М.С. Супрягина // Маркетинг в России и за рубежом, 2005. – №1. – С. 14 – 29.
7. Проценко, С. Я. Оценка удовлетворенности качеством услуги / С. Я Проценко// «Sales business/Продажи». – 2006. – №4. – С. 71 – 73.
8. Рутгайзер, В.М. Сфера услуг: новая концепция развития / В.М. Рутгайзер, Т.И. Корягина, Т.И. Арбузова [и др.] // – М.: Экономика, 1990. – 159 с.
9. Елисеева, И.И. Социальная статистика / И.И. Елисеева // – М.: Финансы и статистика, 2013. – 480 с.

10. Федотов, В.В. Способы оценки и мониторинга степени удовлетворенности потребителя / В.В. Федотов // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 9. – С. 24 – 30.

11. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. — М.: Дело. Л. И. Лопатников. – 2003.

12. Полихина, Н.А. Рейтинги университетов: тенденции развития, методология, изменения / Н.А. Полихина, И.Б. Тростянская // Министерство образования и науки Российской Федерации. – М: ФГАНУ «Социоцентр», 2018. – 189 с.

13. Болотов, В.А. Глобальный агрегированный рейтинг вузов: российский след. / В.А. Болотов, Г.Н. Мотова, В.Г. Наводнов // Высшее образование в России. – 2021. – № 3. – С. 9 – 25.

14. Наводнов, В. Г. Комплексная оценка высших учебных заведений / В. Г. Наводнов, Е. Н. Геворкян, Г. Н. Мотова, [и др.] // – М.: Центр государственной аккредитации, 2003. – 176 с.

15. Демидов, А.В. Построения рейтинговой оценки вузов РФ на основе данных мониторинга их эффективности. / Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков, А.В. Демидов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2018. – №2. – С. 3 – 14.

16. Болотов В.А. Как сконструировать национальный агрегированный рейтинг? / Болотов В.А., Мотова Г.Н., Наводнов В.Г. [и др.] // Высшее образование в России. – 2020. – № 1. – С. 9 – 24.

17. Глобальная конкурентоспособность ведущих университетов: модели и методы ее оценки и прогнозирования: монография / Е.М. Анохина, И.П. Бойко, Н.Б. Болдырева [и др.]; под общ. ред. В.Г. Халина // – М.: Проспект, 2018. – 544 с.

17. Российские университеты в условиях цифровизации: математические и инструментальные методы оценки качества управления : монография под. ред. В.Г. Халина / Е.М. Анохина, В.А. Бакотин, Н.А. Орлова (Мерзлякова) [и др.] // – М. : Изд-во Проспект, 2019. – 896 с.

18. Берестнева, О. Г. Критерии качества обучения в высшей школе / О. Г. Берестнева, О. В. Марухина // Стандарты и качество. – 2004. – № 8. – С. 84 – 86.

19. Шишкин, И.Ф. Измерение качества образования и образовательных услуг / И. Ф. Шишкин // Педагогические измерения. – 2005. – №1. – С. 105 – 123.

20. Карпенко, Н.О. Формирование статистических показателей и индикаторов доступа к высшему образованию / Н.О. Карпенко, В.Е. Яценко // Вопросы статистики. – 1996. – № 4. – С. 14 – 29.

21. Вышли предметные рейтинги вузов 2024 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://raex-rr.com/news/press-reliz/subject\\_rankings\\_2024\\_release/](https://raex-rr.com/news/press-reliz/subject_rankings_2024_release/). (Дата обращения: 23.05.2024)

22. Мотова Г.Н. Методика «МетАЛиг» и её применение для сравнительного анализа международных рейтингов и результатов российского Мониторинга эффективности деятельности вузов/ Мотова Г.Н., Наводнов В.Г., Рыжакова О.Е. // Вопросы образования. – 2019. – № 3. – С. 130 – 151.

23. Рейтинг лучших туроператоров на апрель 2024г [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://luchshie-turoperatory.ru/>. (Дата обращения: 13.04.2024).

24. Рейтинг надежности туроператоров [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://travelata.ru/rating?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://travelata.ru/rating?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F). (Дата обращения: 14.04.2024)

25. ТОП-11 лучших туроператоров России 2024 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://uniticket.ru/blog/top-10-luchshih-turoperatorov-rossii-reyting-2021-goda/>. (Дата обращения: 14.04.2024)

26. Рейтинг авиакомпаний мира [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.airhelp.com/ru/airhelp-score/reiting-avialinii/>. (Дата обращения: 19.04.2024)

27. Медиарейтинг авиакомпаний 2023г [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://scan-interfax.ru/ratings/mediareiting-aviakompanii-2023-god/>. (Дата обращения: 22.04.2024)

28. Тропова, Е. Российский рейтинг авиакомпаний: полезный, если независимый [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.atorus.ru/node/48762>. (Дата обращения: 23.04.2024)

29. Рейтинги банков [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://finuslugi.ru/navigator/nakopit-i-sohranit/stat\\_kreditnyj\\_rejting\\_banka\\_chno\\_ehto\\_i\\_kak\\_ego\\_chitat](https://finuslugi.ru/navigator/nakopit-i-sohranit/stat_kreditnyj_rejting_banka_chno_ehto_i_kak_ego_chitat) (Дата обращения: 23.04.2024)

30. Шкала кредитных рейтингов Fitch [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/shkala-kreditnykh-reitingov-fitch>. (Дата обращения: 26.04.2024)

31. Шкала кредитных рейтингов Moody's [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/shkala-kreditnykh-reitingov-moody-s>. (Дата обращения: 14.04.2024)

32. Шкала кредитных рейтингов Standard & Poor's [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/shkala-kreditnykh-reitingov-standard-poor-s>. (Дата обращения: 26.04.2024)

33. Бешелев, С. Д. Экспертные оценки / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич // – М.: Наука, 1973. – 159 с.

34. Брук, Б. Н. Методы экспертных оценок в задачах упорядочения объектов / Б. Н. Брук, В. Н. Бурков // Изв. АН СССР. Сер. Техн. Кибернетика. – 1972. – № 3. – С. 29 – 39.

35. Орлов, А. И. Статистика объектов нечисловой природы и экспертные оценки / А. И. Орлов // – Экспертные оценки: Вопросы кибернетики. Вып. 58: сб. научн. тр. – М.: Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», 1979. – С. 17 – 33.

36. Сатаров, Г. А. Общий подход к анализу экспертных оценок методами неметрического многомерного шкалирования / Г.А. Сатаров, В.С. Каменский // Статистические методы анализа экспертных оценок. – М.: Статистика, 1977. – С. 32–71.
37. Литвак, Б. Г. Экспертные технологии в управлении : учебное пособие. / Б. Г. Литвак // - М.: Дело, 2004. – 400 с.
38. Орлов, А. И. Экспертные оценки : учебное пособие / А. И. Орлов // – Москва : Ай Пи Ар Медиа, – 2022. – 57 с.
39. Гуцыкова, С. В. Метод экспертных оценок: теория и практика / С. В. Гуцыкова // – 2-е изд. — Москва : Издательство «Институт психологии РАН», – 2019. – 144 с.
40. Орлова, Н.А. Комплексное оценивание эффективности деятельности научно-педагогических работников ВУЗов / Н.А. Орлова // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие и кадровый потенциал молодежной и социальной сферы», Санкт-Петербург, 21-23 ноября 2013 года, – 2013. – С. 272 – 274.
41. The World's Best Airlines of 2024 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.worldairlineawards.com](http://www.worldairlineawards.com). (Дата обращения: 26.04.2024)
42. Tarski, A. Contributions to the theory of models // Indag. Math., 16, 1954. – p. 572-581.
43. Суппес, П. Общая теория измерений / П. Суппес, Д. Зинес // Психологические измерения: сб. научн. тр. – М.: Мир, 1967. – С. 9 – 110.
44. Пфанцагль, И. Теория измерений / И. Пфанцагль. – М.: Мир, – 1976. – 248 с.
45. Хованов, Н. В. Математические основы теории шкал измерения качества / Н. В. Хованов // – Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. – 188 с.
46. Мерзлякова, Н.А. Применение методов математической статистика при системном анализе факторов, влияющих на свойства пленочных нитей. / Н.А. Мерзлякова, Д.В. Вольнова, Н.Н. Рожков // Химические волокна – 2024. - №2. – С. 76 – 78.

47. Рао, С. Р. Линейные статистические методы и их применения / С. Р. Рао // – М.: Наука, 1968. – 548 с.
48. Хотеллинг Х. (Hotelling Harold) Analysis of a complex of statistical variables into principal components. Journ. of Educat. Psychology 24 (1933), С. 417 – 441, 498 – 520.
49. Андерсен Т. Введение в многомерный статистический анализ. - М., Физматгиз, – 1963, – 500 с.
50. Айвазян, С.А., Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, [и др.] // – М., Финансы и статистика, – 1989. – 607 с.
51. Национальный рейтинг университетов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2023&page=1> (Дата обращения: 26.04.2024)
52. Айвазян, С. А. Классификация многомерных наблюдений / С.А. Айвазян, З.И. Бежаева, О.В. Староверов // – М.: Статистика, 1974. – 240 с.
53. Айвазян, С. А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных: Справочное изд. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л. Д. Мешалкин // – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.
54. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе // – Москва : Радио и связь, – 1993. – 278 с.
55. Хованов, Н. В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците / Н. В. Хованов // – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1996. – 196 с.
56. Рожков Н.Н. Квалиметрические методы и модели в задачах управления качеством в сфере образования / Н.Н. Рожков // – С. – Пб., СПГУТД, РИО, – 2011. – 218 с.
57. Евсеев, А.В. Рандомизированная линейная свертка критериев / А.В. Евсеев, В.В. Корников, Н.В. Хованов // Вопросы механики и процессов управления. – 1991. – Вып.14. –Л.: Изд-во ЛГУ. – С. 157 – 161.

58. Колганов, С. К. Построение в условиях дефицита информации сводных оценок сложных систем. Часть вторая. Рандомизированный синтез сводных оценок / С.К. Колганов, В.В. Корников, П.Г. Попов [и др.] // – М., Радио и связь, 1998. – 187 с.

59. Рожков, Н. Н. Рандомизированный критерий сравнения качества сложных объектов / Н.Н. Рожков // Экономика и математические методы / М.: АН СССР, 1991. – Том 26. – Вып.3. – С. 597 – 600.

60. Хованов, Н. В. Метод рандомизированных траекторий в задачах оценки функциональной зависимости / Н.В. Хованов // Тр. СПИИРАН. – 2009. – № 9. – С. 262 – 279.

61. Рожков, Н. Н. Квалиметрическая оценка качества услуг с помощью рандомизированных весовых коэффициентов / Н.Н. Рожков // Известия международной академии наук высшей школы. – 2008. – № 4(42). – С. 166 – 175.

62. Рожков, Н. Н. Модель описания нечисловых показателей при комплексной оценке качества объектов / Н. Н. Рожков // Вестник СПГУТД, сер 1: «Естественные и технические науки», 2010. – №1. – С. 52 – 55.

63. Рожков, Н. Н. Квалиметрические методы и модели в задачах управления качеством в сфере образования / Н.Н. Рожков // СПб.: СПГУТД, 2011. – 218 с.

64. Федеральный закон № 273-ФЗ: [принят Государственной думой 21 декабря 2012 года: одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года]. – Москва: Эксмо, 2019. – 144 с.

65. Приложение 3 «Порядок проведения мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования» Протокола заседания Межведомственной комиссии по проведению мониторинга деятельности государственных образовательных учреждений в целях оценки эффективности их работы и реорганизации неэффективных года государственных образовательных учреждений от 29 апреля 2013

[Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://monitoring.miccedu.ru/iam/2014/pdf/protocol\\_2014-12-22.pdf](https://monitoring.miccedu.ru/iam/2014/pdf/protocol_2014-12-22.pdf) (дата обращения: 20.06.2018)

66. Протокол заседания Межведомственной комиссии по проведению мониторинга эффективности образовательных организаций высшего образования от 22 декабря 2014 г. № ДЛ – 57/05пр [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://monitoring.miccedu.ru/iam/2014/pdf/protocol\\_2014-12-22.pdf](https://monitoring.miccedu.ru/iam/2014/pdf/protocol_2014-12-22.pdf) (дата обращения: 20.06.2018)

67. Методика расчета показателей эффективности деятельности образовательных организаций 2017 г [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://stat.miccedu.ru/info/monitoring16/LO-27-05vn.pdf> (дата обращения: 20.06.2018)

68. Результаты мониторинга деятельности образовательных организаций высшего образования по вузам и филиалам за 2014 и 2015 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/?m=vpo> (дата обращения 28.02.2019)

69. Демидов, А.В. Анализ данных мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга за 2014 – 2015 годы методами многомерной статистики. / А.В. Демидов, Н.Н. Рожков, Н.А. Орлова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2016. – №3. – С.11 – 15.

70. Орлова, Н.А. Анализ главных компонент показателей мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга за 2016 год/ Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков // Материалы IX международной научно-практической конференции «Государство и бизнес. Современные проблемы экономики», Санкт-Петербург, 19-21 апреля 2017 г., – 2017. – С.66 – 73.

71. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов // М.; Наука, Главная редакция физ.-мат. Литературы, – 1983. – 416 с.

72. Орлова, Н.А. Модель комплексной оценки эффективности вуза на основе данных мониторинга / Н.А. Орлова // Материалы Международной научно-практической конференции «Молодежная политика России в контексте глобальных мировых перемен» Санкт-Петербург, 22 – 24 ноября 2018 года, – 2018. – С.293 – 296.

73. Орлова, Н.А. Анализ показателей мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга за 2014 – 2016 годы с использованием методов многомерной статистики / Н.А. Орлова // Вестник молодых ученых СПГУТД. – 2017. – №1. – С. 322 – 328.

74. Орлова, Н.А. Построения рейтинговой оценки вузов РФ на основе данных мониторинга их эффективности / Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков, А.В. Демидов// Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2018. – С. 3 –14.

75. Орлова, Н.А. Исследование данных мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга методами корреляционного анализа/ Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков // Материалы VIII международной научно-практической конференции «Государство и бизнес. Современные проблемы экономики», Санкт-Петербург, 20 – 22 апреля 2016 г. – 2016. – С.123 – 128.

76. Орлова, Н.А. Построение рейтинга высших учебных заведений на основе методов многомерной статистики/ Н.Н. Рожков, Н.А. Орлова // Материалы X международной научно-практической конференции «Государство и бизнес. Современные проблемы экономики», Санкт-Петербург, 25 – 27 апреля 2018 г., – 2018. – С. 89 – 93.

77. Вузы-участники проекта 5-100 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.5top100.ru/universities/> (дата обращения 20.11.2018)

78. Орлова, Н.А. Построение и анализ рейтинговых оценок ведущих вузов Санкт-Петербурга и Москвы на основе данных ежегодного мониторинга эффективности. / Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – №6(96). – С. 80 – 84

79. Орлова, Н.А. Комплексная оценка эффективности деятельности высших учебных заведений на основе мониторинга ее показателей / Н.А. Орлова // Материалы Международной научно-методической конференции «Математика в ВУЗе и в школе», Псков, 25 – 27 июня 2015 года, – 2015. – С. 272 – 274.

80. Мерзлякова, Н.А. Риски управления программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030». / В.Г. Халин, Г.В. Чернова, Н.А. Мерзлякова// Материалы XXVII Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении» Санкт-Петербург, 13 – 14 октября 2023 года, – 2023. – С. 293 – 296.

81. Орлова, Н.А. Математическая модель комплексной оценки эффективности вуза на основе нечеткой информации об относительной значимости показателей/ Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2019. – №2. – С. 3 – 8.

82. Мерзлякова, Н.А. Построение рейтинговых систем оценки университетов. / Н.А. Мерзлякова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: промышленные технологии. – 2023. – №4. – С. 35 – 41.

83. Серегина, П.А. Сравнительный анализ эффективности вузов текстильной направленности на основе данных мониторинга/ П.А. Серегина, рук. Н.А. Мерзлякова // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции молодых ученых «Инновации молодежной науки», Санкт-Петербург, 20 – 24 апреля 2020 года, - 2020. – С. 80 – 81.

84. Свидетельство № 2024663824. Расчет весовых коэффициентов в моделях линейной свертки, отражающей значимость показателей : программа для ЭВМ / Н.А. Мерзлякова, Н.Н. Рожков, В.А. Асонов, Р.Д. Рословец (RU) ; правообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (RU) № 2024662343 ; заявл. 30.05.2024 ; опубл. 11.06.2024, 615 КБ

85. Свидетельство № 2024666247. Построение рейтинговой системы на основе совокупности показателей с заданной для них системой нечисловых и нечетких ограничений : программа для ЭВМ / Н.А. Мерзлякова, Н.Н. Рожков, В.А. Асонов, Р.Д. Рословец (RU) ; правообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (RU) № 2024663592 ; заявл. 14.06.2024 ; опубл. 11.07.2024 Бюл. №7, 2,4 МБ

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и Scopus**

1. Мерзлякова, Н.А. Применение методов математической статистика при системном анализе факторов, влияющих на свойства пленочных нитей. / Н.А. Мерзлякова, Д.В. Вольнова, Н.Н. Рожков// Химические волокна – 2024. - №2. – С.76-78.

2. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Анализ данных мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга за 2014-2015 годы методами многомерной статистики / Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков, А.В. Демидов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2016. – №3. – С. 11-15.

3. Орлова (Мерзлякова), Н. А. Построения рейтинговой оценки вузов РФ на основе данных мониторинга их эффективности. / Н.А. Орлова, Н.Н. Рожков, А.В. Демидов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2018. – №2. – С. 3-14.

4. Мерзлякова, Н.А. Построение рейтинговых систем оценки университетов. / Н.А. Мерзлякова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: промышленные технологии. – 2023. – №4. – С. 35-41.

**Прочие публикации**

5. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Комплексное оценивание эффективности деятельности научно-педагогических работников ВУЗов / Н.А. Орлова // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие и кадровый потенциал молодежной и социальной сферы», Санкт-Петербург, 21-23 ноября 2013 года, – 2013. – С. 272-274.

6. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Комплексная оценка эффективности деятельности высших учебных заведений на основе мониторинга ее показателей / Н.А. Орлова // Материалы Международной научно-методической конференции «Математика в ВУЗе и в школе», Псков, 25-27 июня 2015 года, – 2015. – С. 272-274.

7. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Исследование данных мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга методами корреляционного анализа/ Н.Н. Рожков, Н.А. Орлова // Материалы VIII международной научно-практической конференции «Государство и бизнес. Современные проблемы экономики», Санкт-Петербург, 20-22 апреля 2016 г., – 2016. – С.123-128.

8. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Анализ главных компонент показателей мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга за 2016 год/ Н.Н. Рожков, Н.А. Орлова // Материалы IX международной научно-практической конференции «Государство и бизнес. Современные проблемы экономики», Санкт-Петербург, 19-21 апреля 2017 г., – 2017. – С. 66-73.

9. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Анализ показателей мониторинга высших учебных заведений Санкт-Петербурга за 2014-2016 годы с использованием методов многомерной статистики / Н.А. Орлова // Вестник молодых ученых СПГУТД. – 2017. – №1. – С. 322-328.

10. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Построение рейтинга высших учебных заведений на основе методов многомерной статистики/ Н.Н. Рожков, Н.А. Орлова // Материалы X международной научно-практической конференции «Государство и бизнес. Современные проблемы экономики», Санкт-Петербург, 25-27 апреля 2018 г., – 2018. – С. 89-93.

11. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Модель комплексной оценки эффективности вуза на основе данных мониторинга / Н.А. Орлова // Материалы Международной научно-практической конференции «Молодежная политика России в контексте глобальных мировых перемен» Санкт-Петербург, 22-24 ноября 2018 года, – 2018. – С. 293-296.

12. Российские университеты в условиях цифровизации: математические и инструментальные методы оценки качества управления : монография под. ред. В.Г. Халина / Е.М. Анохина, В.А. Бакотин, Н.А. Орлова (Мерзлякова) [и др.] // – М. : Изд-во Проспект, 2019. – 896 с.

13. Орлова (Мерзлякова), Н.А. Математическая модель комплексной оценки эффективности вуза на основе нечеткой информации об относительной значимости показателей. / Н.Н. Рожков, Н.А. Орлова / Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2019. – №2. – С. 3-8.

14. Орлова (Мерзлякова), Н. А. Построение и анализ рейтинговых оценок ведущих вузов Санкт-Петербурга и Москвы на основе данных ежегодного мониторинга эффективности. / Н.Н. Рожков, Н.А. Орлова // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – №6(96). – С. 80-84

15. Серегина, П.А. Сравнительный анализ эффективности вузов текстильной направленности на основе данных мониторинга/ П.А. Серегина, рук. Н.А. Мерзлякова // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции молодых ученых «Инновации молодежной науки», Санкт-Петербург, 20-24 апреля 2020 года, - 2020. – С. 80-81.

16. Мерзлякова, Н.А. Риски управления программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» / В.Г. Халин, Г.В. Чернова, Н.А. Мерзлякова // Материалы XXVII Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении» Санкт-Петербург, 13-14 октября 2023 года, – 2023. – С. 293-296.

### **Свидетельства регистрации программы для ЭВМ**

17. Свидетельство № 2024663824. Расчет весовых коэффициентов в моделях линейной свертки, отражающей значимость показателей : программа для ЭВМ / Н.А. Мерзлякова, Н.Н. Рожков, В.А. Асонов, Р.Д. Рословец (RU) ; правообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

университет промышленных технологий и дизайна» (RU) № 2024662343 ;  
заявл. 30.05.2024 ; опубл. 11.06.2024, 615 КБ

18. Свидетельство № 2024666247. Построение рейтинговой системы на основе совокупности показателей с заданной для них системой нечисловых и нечетких ограничений : программа для ЭВМ / Н.А. Мерзлякова, Н.Н. Рожков, В.А. Асонов, Р.Д. Рословец (RU) ; правообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (RU) № 2024663592 ; заявл. 14.06.2024 ; опубл. 11.07.2024 Бюл. №7, 2,4 МБ

## СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Таблица 1.1 – Наиболее популярные международные рейтинговые системы для университетов .....	19
Таблица 1.2 – Международные рейтинги вузов и их структура .....	20
Таблица 1.3 – Национальные рейтинги вузов России и их структура ....	24
Рисунок 1.1– Методика составления предметных рейтингов в рамках системы «Три миссии университета».....	26
Таблица 1.4 – Рейтинговые системы в туристской сфере .....	28
Рисунок 1.2 – Пример рейтинга туроператоров .....	30
Рисунок 1.3 – Другой пример рейтинга туроператоров .....	30
Таблица 1.5 – Пример рейтинговой системы для российских туроператоров .....	30
Рисунок 1.4 – Упоминание в СМИ 2023-2022 год (Рейтинг «СКАН») ...	35
Рисунок 1.5 – Возможные кредитные рейтинги по шкале Fitch .....	38
Рисунок 1.6 – Возможные кредитные рейтинги по шкале Moody's .....	40
Рисунок 1.7 – Кредитные рейтинги по шкале S&P .....	41
Рисунок 2.1 – Примеры рейтингов авиаперевозчиков за 2023 год .....	49
Рисунок 2.2 – Проекция результатов на плоскость двух главных компонент .....	58
Таблица 2.1 – Наборы весов, удовлетворяющие условию (2.31) .....	63
Таблица 2.2. – Таблица оценок объектов А и В .....	64
Таблица 2.3 – Значения рандомизированных рейтинговых оценок .....	64
Рисунок 2.3 – Схема построения рейтинговой системы .....	68
Таблица 3.1 – Пороговые значения показателей мониторинга .....	70
Таблица 3.2 – Средние значения показателей мониторинга в сравнении с их пороговыми значениями (2016) .....	71
Таблица 3.3 – Коэффициенты парной корреляции между показателями (за 2020) .....	72

Таблица 3.4 – Анализ главных компонент по данным мониторинга за 2014 г. ....	72
Рисунок 3.1 – Собственные числа матрицы корреляций показателей мониторинга (2015 – 2018 гг.) .....	73
Рисунок 3.2 – Накопленный процент информации (2015 – 2018 гг.) .....	74
Таблица 3.5 – Весовые коэффициенты показателей мониторинга для первых двух главных компонент по результатам мониторинга 2014 года	74
Рисунок 3.3 - Проекция данных мониторинга за 2014 г. на плоскость первых двух главных компонент .....	75
Рисунок 3.4 Гистограмма частот значений первой главной компоненты для данных за 2017 г. ....	76
Таблица 3.6 – Модель рейтинговой системы для вузов Санкт-Петербурга .....	77
Таблица 3.7 – Рейтинговые оценки вузов Санкт-Петербурга на основе данных мониторинга 2018 года .....	78
Таблица 3.8 – Корреляционная матрица для семи основных показателей мониторинга за 2017 год .....	81
Таблица 3.9 – Весовые коэффициенты при показателях $X_1 - X_7$ для трёх первых главных компонент для данных за 2016 - 2017 гг. ....	81
Рисунок 3.5 – Проекция лидирующих вузов России на плоскость первых двух главных компонент .....	82
Таблица 3.10 – Модель рейтинговой системы для 23 ведущих вузов РФ. ....	83
Таблица 3.11 – Рейтинговые оценки вузов на основе данных мониторинга 2017 года .....	83
Таблица 3.12 - Весовые коэффициенты показателей мониторинга для первых двух главных компонент .....	85
Рисунок 3.6 - Проекция результатов мониторинга вузов на плоскость первых двух ГК .....	86

Таблица 3.13 – Рейтинг вузов текстильной направленности .....	87
Таблица 3.14 – Группы показателей и их описание .....	91
Таблица 3.15 – Наборы весов, удовлетворяющие условию (3.5) .....	95
Таблица 3.16 – Значения комплексного показателя $Q$ для вузов (приоритеты: (3.5)) .....	95
Таблица 3.17 – Значения комплексного показателя $Q$ для вузов (приоритеты: (3.7)) .....	97

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Расчет весовых коэффициентов в моделях линейной свертки, отражающей значимость показателей»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО  
о государственной регистрации программы для ЭВМ  
№ 2024663824

**Расчет весовых коэффициентов в моделях линейной свертки, отражающей значимость показателей**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (RU)*

Авторы: *Мерзлякова Наталья Алексеевна (RU), Рожков Николай Николаевич (RU), Асонов Василий Андреевич (RU), Рословец Родион Дмитриевич (RU)*

Заявка № **2024662343**  
Дата поступления **30 мая 2024 г.**  
Дата государственной регистрации  
в Реестре программ для ЭВМ **11 июня 2024 г.**



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности  
  
Ю.С. Zubov

## Приложение Б

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Построение рейтинговой системы на основе совокупности показателей с заданной для них системой нечисловых и нечетких ограничений»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
о государственной регистрации программы для ЭВМ  
**№ 2024666247**

**Построение рейтинговой системы на основе совокупности показателей с заданной для них системой нечисловых и нечетких ограничений**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (RU)*

Авторы: *Мерзлякова Наталья Алексеевна (RU), Рожков Николай Николаевич (RU), Асонов Василий Андреевич (RU), Рословец Родион Дмитриевич (RU)*

Заявка № **2024663592**  
Дата поступления **14 июня 2024 г.**  
Дата государственной регистрации  
в Реестре программ для ЭВМ **11 июля 2024 г.**



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности  
  
Ю.С. Зубов

Приложение В  
 Результаты мониторинга вузов Санкт-Петербурга за 2014-2018 годы

Таблица В.1 – Результаты за 2014 год

№	Наименование вуза	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
1.	СПБГУТД	70,65	437,01	7,25	2204,84	15,61	99,275	3,73
2.	СПГУКИТ	66,48	108,04	2,57	1875,82	8,94	99,333	3,95
3.	СПГУКИ	70,21	97,19	5,35	1841,5	5,67	98,845	60,93
4.	РГПУ им. Герцена	68,01	124,88	7,62	1022,58	12,35	98,894	6,66
5.	БГТУ ВОЕНМЕХ	62,62	203,35	6,19	1639,03	15,13	99,125	5,88
6.	ЛГУ им Пушкина	66,43	128,84	0,89	1813,61	13,13	98,132	4,61
7.	ПГУПС	64,3	39,69	8,85	3076,94	18,41	99,417	4,59
8.	СПБГАТИ	75,73	193,19	8,01	1455,87	11,93	100	61,34
9.	ЛГУ им. Кирова	55,63	55,97	6,38	1674,42	20,37	98,488	4,31
10.	СПГПУ	72,88	404,6	7,69	2596,81	14,02	99,174	7,21
11.	СПГТИ	62,51	530,22	2,2	3901,29	13,69	98,906	3,95
12.	СПГУ	82,53	255,93	7,08	2690,44	28,22	99,599	14,28
13.	СПБГУТ им.Бонч-Бруевича	65,66	209,74	4,91	2152,82	18,72	99,503	4,27
14.	СПб НИУ ИТМО	78,09	1373,04	7,35	4151,63	9,85	99,605	4,48
15.	СПБИЭКиДА	66	213,38	0,48	1308,57	86,37	100	6,71
16.	СПБГУАП	72,19	966,57	4,06	3063,21	7,93	99,25	3,51
17.	СПбЛЭТИ	73,82	742,16	10,08	2746,78	13,27	99,647	7,29
18.	НМСУ "Горный"	71,73	1593,01	4,92	4729,72	19,07	98,84	5,45
19.	СПбГГМУ	63	604,04	11	1839,87	6,54	99,017	4,86
20.	СПБГАУ	56,21	129,09	3,34	2964,88	23,48	98,684	4,64
21.	СПБАИЖСА им. И.Е. Репина	68,56	151,65	20,38	1038,24	21,66	99,248	0,65

Таблица В.2 – Результаты за 2015 год

№	Наименование вуза	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
1.	СПБГУТД	69,4	482,45	8,92	2553,23	126,25	75	3,96
2.	СПГУКИТ	69,9	209,61	3,02	2057,13	138,1	75	5,8
3.	СПГУКИ	70,27	148,46	5,52	2093,15	125	65	60,77
4.	РГПУ им. Герцена	66,46	135,63	8,54	1871,62	127,89	85	6,17
5.	БГТУ ВОЕНМЕХ	63,18	221,6	7,07	1675,16	124,84	80	5,41
6.	ЛГУ им Пушкина	74,18	159,62	6,67	2001	127,34	80	4,9
7.	ПГУПС	58,4	557,98	8,84	3527,02	120,28	90	4,3
8.	СПБГАТИ	79,93	184,68	9,27	1420,63	111,45	85	64,6
9.	ЛГУ им. Кирова	56,19	99,51	6,83	1791,25	98,51	85	4,53
10.	СПГПУ	67,64	599,54	8,54	2962,86	131,22	90	6,53
11.	СПГТИ	69,52	360,21	2,24	1950,04	129,82	90	4,7
12.	СПГУ	84,03	247,93	5,16	2794,71	155,33	75	15,63
13.	СПБГУТ им.Бонч-Бруевича	64,5	282,08	5,23	2505,38	110,91	85	4,66
14.	СПб НИУ ИТМО	75,53	1955,8	10,87	4756,2	187,68	85	4,56
15.	СПБИЭКиДА	55,39	464,25	0,75	1074,77	40,45	75	9,14
16.	СПБГУАП	72,24	423,47	7,62	2344,84	131,97	85	3,71
17.	СПбЛЭТИ	71,32	900,04	11,35	2039,35	139,16	85	7,29
18.	НМСУ "Горный"	69,26	1064,61	5,65	4198,86	179,99	90	6,67
19.	СПбГГМУ	61,06	379,45	10,6	1874,69	102,97	85	5,06
20.	СПбГАУ	56,56	238,33	12,99	2100,84	137,39	70	4,17
21.	СПБАИЖСА им. И.Е. Репина	75,07	147,17	20,97	2008,32	94,89	60	21,54

Таблица В.3 – Результаты за 2016 год

№	Наименование вуза	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	Специфика
1.	Академия Русского балета имени А.Я. Вагановой	85,31	1292,15	5,32	7039,16	171,21	85	60,25	Т
2.	БАТиП	71,46	186,12	8,15	2031,24	145,55	60	5,24	

3.	БГТУ "Военмех"	62,76	256,62	6,11	1960,06	144,79	75	5,37	
4.	ВШНИ	81,71	292,56	3,26	4235,45	184,86	65	32,75	
5.	им. Адм. Макарова	62,62	164,1	5,7	2791,14	145,24	70	5,05	
6.	ИПИП	63,78	231,8	1,64	2281,16	135,21	60	3,09	
7.	ЛГУ им. Пушкина	72,57	190,34	6,37	2137,94	145,17	75	4,83	
8.	АНО ВПО "МБИ"	59,77	212,26	5,03	1846,45	161,86	85	4,96	
9.	МИЭП при ЕврАзЭС	58,18	173,2	24,59	1939,33	133,43	75	4,58	
10.	НМСУ "Горный"	72,51	1450,09	6,68	6297,92	188,12	85	8,12	
11.	Невский институт управления и дизайна	68,16	878,52	5,26	2292,56	105,92	70	8,33	Т
12.	СПГМУ им. ак. И. П. Павлова	82,85	153,2	14,24	4883,26	119,25	70	68,79	М
13.	РГГУ	61,82	277,37	12,34	1577,36	99,04	75	5,23	
14.	РГИСИ (ГАТИ)	76,67	250,39	11,98	1470,39	105,39	80	65,68	Т?
15.	РГПУ им. А.И. Герцена	66,4	86,06	8,41	2070,7	141,18	75	5,65	
16.	СПГАВМ	66,4	133,47	5,19	2194,01	141,88	70	76,1	СХ
17.	СПГХФА	77,86	212,33	19,67	1989,61	132,35	95	6,26	
18.	СПГХПА им. А.Л. Штиглица	69,82	120,67	3,76	2118,62	139,93	50	64,18	Т
19.	СПБЮА	67,3	179,84	1,77	2098,31	142,08	60	4,47	
20.	СПГАУ	55,65	202,57	11,63	3464,21	151,64	80	4,59	
21.	СПБГАСУ	66,82	230,02	6,46	2800,35	154,7	85	2,94	
22.	СПБГИК	71,97	231,17	7,74	2160,48	133	75	63,33	Т
23.	СПБГМТУ	56,78	1494,74	9,51	3399,19	123,62	80	6,91	
24.	СПБГПМУ	79,25	137,62	9,55	4037,49	114,58	75	12	
25.	СПБГТИ	67,69	280,39	1,93	2436,57	136,45	80	4,62	
26.	СПГУ	85,69	374,23	8,18	2783,94	154,39	75	16,08	
27.	СПБГУАП	70,21	337,58	7,49	2633,03	134	75	3,5	
28.	СПБГУПТД	71,47	583,98	10,18	2788,4	147,11	70	4,55	
29.	СПБГУТ им. Бонч-Бруевича	64,86	217,71	5,67	2442,37	137,37	85	5,36	
30.	СПБГЭУ	72,12	29,62	6,7	2860,97	131,16	80	4,35	

31.	СПбГЭТУ "ЛЭТИ"	72,36	636,16	15,92	1915,01	152,51	80	7,29	
32.	СПб НИАУ РАН	95,95	1770,85	3,06	4963,06	139,58	100	28,9	
33.	СПб НИУ ИТМО	75,86	2292,1	12,21	6166,97	218,68	80	4,82	
34.	СПбГПУ Петра Великого	72,17	487,82	10,84	2521,14	138,18	80	5,77	

Таблица В.4 – Результаты за 2017 год

№	Наименование вуза	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	Специфика
1.	АНОО ВО "Межрегиональный институт экон. И права при ЕврАзЭс"	60,47	265,06	14,42	2524,54	179	65	4,91	
2.	АНОО ВО "Международный банковский институт"	56,88	268,2	5,29	2286,19	172,47	80	5,58	
3.	АНОО ВО "Санкт-Петербургская юридическая академия"	67,9	202,75	3,1	2281,2	161,61	65	5,21	
4.	ГАОУ ВО ЛО "ЛГУ им. А.С. Пушкина"	69,49	190,5	5,84	2392,67	170,37	80	4,83	
5.	СПбГАОУ ВО "СПбГИПиСР"	70,37	52,28	6,4	3111,72	178,94	60	2,15	
6.	ФГАОУ ВО "ГУАП"	68,02	271,05	8,16	2931,3	164,28	75	3,24	
7.	ФГАОУ ВО "СПб НИУ ИТМО"	84,11	2429,61	12,45	6355,92	235,71	75	4,91	
8.	ФГАОУ ВО "ЛЭТИ"	74,77	688,22	15,97	2390,45	152,51	75	6,51	
9.	ФГАОУ ВО "СПб Политехнический университет Петра Великого"	74,1	517,69	12,29	3010,83	167,19	75	5,35	
10.	ФГБОУ ВО "Академия Русского балета имени А.Я. Вагановой"	83,09	1193,39	5,69	6344,01	173,16	75	58,88	Т
11.	ФГБОУ ВО "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I"	60,4	711,14	9,39	3220,99	162,57	85	4,6	
12.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А.Л. Штиглица"	71,5	168,48	7,57	1739,73	138,19	55	53,75	Т
13.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный университет"	73,16	1774,75	6,9	5080,54	205,89	80	8,41	
14.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет"	67,15	184,21	7,11	3013,39	167,03	80	2,75	

15.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный институт Кино и телевидения"	72,41	236,49	5,08	2540,88	165,15	70	66,56	Т
16.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный институт культуры"	71,22	264,53	8,39	2360,25	168,57	75	60,2	Т
17.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова"	58,14	220,57	7,85	2385,95	111,53	75	4,51	
18.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)"	64,83	285,9	3,25	1954,32	157,81	80	4,31	
19.	ФГБОУ ВО "СПбГУПТД"	68,59	436,6	9,04	2753,39	168,98	75	4,56	
20.	ФГБОУ ВО "СПбГУ"	86,01	436,05	9,33	2881,85	160,36	70	15,85	
21.	ФГБОУ ВО "Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова"	63,32	228,09	5,28	2270,03	165,02	80	4,68	
22.	ФГБОУ ВО "Государственный университет морского и речного флота им. Адмирала С.О. Макарова2"	60,87	177,2	5,87	3196,98	166,93	75	27,25	ТР
23.	ФГБОУ ВО "Российский государственный гидрометеорологический университет"	63,11	270,7	13	1663,64	104,3	75	5	
24.	ФГБОУ ВО "Российский государственный университет сценических искусств"	75,51	268,26	11,7	1733,81	112,25	75	67,86	Т
25.	ФГБОУ ВО "Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена"	70,47	123,06	9,03	2234,02	173,69	75	5,29	
26.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины"	67,96	135,66	2,55	2390,23	182,77	70	81,57	СХ
27.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет"	56,84	177,3	12,45	3184,49	179,3	70	5,28	
28.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный морской технический университет"	57,57	1476,24	7,26	3956,66	148,51	80	6,02	
29.	ЧОУ ВО "БАТИП "	69,83	201,16	9,98	1899,96	174,52	70	5,23	
30.	ЧОУ ВО "Восточно-Европейский институт психоанализа"	68	192,36	5,07	2467,57	197,08	55	4,06	
31.	ЧОУ ВО "Русская христианская гуманитарная академия"	70,64	477,7	10,29	1854,02	136,98	55	5,42	
32.	ЧОУ ВО "Санкт-Петербургский медико-социальный институт"	71,12	142,86	26,76	1878,43	59,18	85	69,65	М

Таблица В.5 – Результаты за 2018 год

№	Наименование вуза	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	Специфика
1.	АНО ВО "Национальный открытый институт"	50,3	222,68	5,25	2710,31	206,77	65	6,42	
2.	АНО ВО "Межрегиональный институт экон. И права при ЕврАзЭс"	59,99	285,7	18,24	3314,99	236,5	55	4,92	
3.	АНО ВО "Международный банковский институт"	55,56	339,42	6,73	2201,02	170,02	80	5,26	
4.	ГАОУ ВО ЛО "ЛГУ им. А.С. Пушкина"	70,56	189,38	6,09	3039,64	190,91	80	4,89	
5.	ОУВО "СПБИНВЭСЭП"	57,09	281,69	5,53	3641,92	212,92	60	4,21	
6.	ФГБОУ ВО " СПбГ консерватория им. Н.А. Римского-Корсаков"	83,6	0,8	7,95	2475,65	137,95	80	57,33	Т
7.	СПбГАОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы"	71,25	35,11	7,13	3579,32	210,95	75	1,93	
8.	Смольный институт Российской академии образования	69,34	190,22	10,72	2119,41	192,13	90	1,44	
9.	ФГАОУ ВО "ГУАП"	71,68	387,14	7,18	3352,64	180,5	75	3,14	
10.	ФГАОУ ВО "СПб НИУ ИТМО"	86,98	2787,11	14,48	6469,7	245,78	70	4,49	
11.	ФГАОУ ВО "ЛЭТИ"	77,2	787,62	18,12	2665,34	184,09	70	6,75	
12.	ФГАОУ ВО "СПб Политехнический университет Петра Великого"	74,85	745,22	13,7	4005,37	201,27	75	3,86	
13.	ФГБОУ ВО "Академия Русского балета имени А.Я. Вагановой"	81,39	1562,85	7,15	7805,85	185,85	65	56,55	Т
14.	ФГБОУ ВО "Высшая школа народных искусств (академия)"	95,89	471,79	4,89	4007,71	211,95	55	65,22	Т
15.	ФГБОУ ВО "Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта"	68,76	122,58	1,76	2386,88	193,52	70	7,26	С

16.	ФГБОУ ВО "первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова"	73,7	200,35	12,58	6488,54	172,59	70	70,48	М
17.	ФГБОУ ВО "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I"	57,49	732,39	10,87	3468,75	157,64	80	4,22	
18.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия"	76,22	345,64	18,95	2483,87	137,63	90	6,23	
19.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А.Л. Штиглица"	73,07	168,82	9,13	2388,35	141,46	55	48,78	Т
20.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный университет"	66,38	1566,4	6,41	4856,81	218,02	85	8,18	
21.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет"	66,98	162,84	8,36	3487,07	187,44	75	2,67	
22.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный институт Кино и телевидения"	70,76	207,96	6,51	2813,2	185,17	70	70,69	Т
23.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный институт культуры"	74,87	273,54	9,27	2207,42	115,56	70	59,65	Т
24.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова"	60,28	127,77	11,71	2840,16	124,85	65	4,53	
25.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет"	77,68	128,35	10,78	4480,46	179,35	75	63,94	М
26.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)"	67,52	339,81	4,81	3052,26	193,04	75	3,85	
27.	ФГБОУ ВО "СПбГУПТД"	68,05	414,11	8,18	2860,38	162,7	70	4,56	
28.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. Проф. Бонч-Бруевича"	65,28	157,69	5,12	2673,14	183,41	80	4,67	
29.	ФГБОУ ВО "СПбГУ"	84,57	465,45	10,53	2919,54	160,72	70	16,13	
30.	ФГБОУ ВО "Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова"	74,64	80,32	8,11	4768,55	154,05	85	79,41	М
31.	ФГБОУ ВО "Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова"	62,84	400,65	4,87	2617,17	194,18	80	4,38	

32.	ФГБОУ ВО "Государственный университет морского и речного флота им. Адмирала С.О. Макарова" (присоед к МСК)	61,89	174,26	6,13	3023,4	189,18	60	18,17	ТР
33.	ФГБОУ ВО "Российский государственный гидрометеорологический университет"	60,09	271,92	13,02	2129,83	124,58	80	4,6	
34.	ФГБОУ ВО "Российский государственный университет сценических искусств"	77,31	182	15,13	1885,59	106,9	80	68,45	Т
35.	ФГБОУ ВО "Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена"	68	121,81	10,32	2367,49	180,42	75	5,23	
36.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины"	68,55	132,23	5,33	3176,93	179,63	65	76,14	СХ
37.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет"	58,72	170,86	11,72	2057,99	175	70	5,17	
38.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный морской технический университет"	60,59	2043,06	4,6	4879,65	188,36	70	6	
39.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации"	63,96	206,67	11,27	4904,83	181,3	70	18,89	ТР
40.	ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный экономический университет"	71,57	55,09	8,22	3455,31	194,22	75	4,53	
41.	ЧОУ ВО "Балтийский институт экологии, политика и права"	68,61	127,05	16,69	991,86	49,03	100	52,3	
42.	ЧОУ ВО "Институт правоведения и предпринимательства"	68,88	208,88	2,11	2526,34	190,49	70	3,78	
43.	ЧОУ ВО "Русская христианская гуманитарная академия"	66,9	679,24	12,77	2833,19	179,46	55	6,03	
44.	ЧОУ ВО "Санкт-Петербургский институт экономики и управления"	64,57	151,54	11,1	2238	201,6	80	6,31	
45.	ЧОУ ВО "Санкт-Петербургский медико-социальный институт"	71,97	159,31	34,17	2287	180,57	60	71,66	М
46.	ЧОУ ВО" Санкт - Петербургский университет технологий управления и экономики"	57,78	148,53	11,18	1987,96	222,61	70	4,58	
47.	ЧОУ ВО "Институт иностранных языков"	72,8	46,11	12,36	1551,22	81	50	7,05	

## Приложение Г

Коэффициенты парной корреляции между показателями мониторинга 2014-2018 гг.

Таблица Г.1 – Коэффициенты парной корреляции (за 2014г.).

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$X_1$	<b>1</b>	0,42	0,19	0,22	-0,10	<b>0,53</b>	0,31
$X_2$	0,42	<b>1</b>	-0,01	<b>0,76</b>	-0,16	0,10	-0,20
$X_3$	0,19	-0,1	<b>1</b>	-0,23	-0,25	0,19	-0,01
$X_4$	0,22	0,76	-0,23	<b>1</b>	-0,19	-0,04	-0,22
$X_5$	-0,10	-0,16	-0,25	-0,19	<b>1</b>	0,37	-0,15
$X_6$	0,53	0,10	0,19	-0,04	0,37	<b>1</b>	0,20
$X_7$	0,31	-0,20	-0,01	-0,22	-0,15	0,20	<b>1</b>

Таблица Г.2 – Коэффициенты парной корреляции (за 2015г.).

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$X_1$	<b>1</b>	0,15	0,14	0,22	0,48	-0,12	0,40
$X_2$	0,15	<b>1</b>	0,09	<b>0,78</b>	<b>0,56</b>	0,37	-0,25
$X_3$	0,14	0,09	<b>1</b>	0,11	0,08	-0,33	0,07
$X_4$	0,22	<b>0,78</b>	0,11	<b>1</b>	<b>0,76</b>	0,33	-0,25
$X_5$	0,48	<b>0,56</b>	0,08	<b>0,76</b>	<b>1</b>	0,26	-0,13
$X_6$	-0,12	0,37	-0,33	0,33	0,26	<b>1</b>	-0,35
$X_7$	0,40	-0,25	0,07	-0,25	-0,13	-0,35	<b>1</b>

Таблица Г.3 – Коэффициенты парной корреляции (за 2016г.).

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$X_1$	<b>1</b>	0,32	-0,08	<b>0,51</b>	0,17	0,25	<b>0,40</b>
$X_2$	0,32	<b>1</b>	-0,02	<b>0,70</b>	<b>0,48</b>	<b>0,41</b>	-0,04
$X_3$	-0,08	-0,02	<b>1</b>	-0,10	-0,15	0,25	-0,08
$X_4$	0,51	0,70	-0,10	<b>1</b>	<b>0,57</b>	0,29	0,18

$X_5$	0,17	0,48	0,15	0,57	<b>1</b>	0,10	-0,11
$X_6$	0,25	0,41	0,25	0,29	0,10	<b>1</b>	-0,17
$X_7$	0,40	-0,04	-0,08	0,18	-0,11	-0,17	<b>1</b>

Таблица Г.4 – Коэффициенты парной корреляции (за 2017г.).

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$X_1$	1	<b>0,37</b>	0,13	<b>0,39</b>	0,16	-0,09	<b>0,33</b>
$X_2$	0,37	1	0,06	<b>0,83</b>	<b>0,41</b>	0,25	-0,12
$X_3$	0,13	0,06	1	-0,10	<b>-0,50</b>	0,18	0,09
$X_4$	0,39	0,83	-0,10	1	<b>0,55</b>	0,22	-0,04
$X_5$	0,16	0,41	-0,50	0,55	1	-0,16	-0,31
$X_6$	-0,09	0,25	0,18	0,22	-0,16	1	0,00
$X_7$	0,33	-0,12	0,09	-0,04	-0,31	0,00	1

Таблица Г.5 – Коэффициенты парной корреляции (за 2018г.).

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$X_1$	1	0,21	0,13	0,31	-0,05	-0,03	0,48
$X_2$	0,21	1	-0,01	<b>0,61</b>	<b>0,34</b>	-0,03	-0,19
$X_3$	0,13	-0,01	1	-0,16	-0,24	-0,03	0,16
$X_4$	0,31	<b>0,61</b>	-0,16	1	<b>0,49</b>	-0,10	0,20
$X_5$	-0,05	<b>0,34</b>	-0,24	<b>0,49</b>	1	-0,17	-0,26
$X_6$	-0,03	-0,03	-0,03	-0,10	-0,17	1	-0,06
$X_7$	0,48	-0,15	0,16	0,20	-0,26	-0,06	1

## Приложение Д

Анализ главных компонент показателей мониторинга за 2015-2018 гг.

Таблица Д.1 – Весовые коэффициенты показателей мониторинга для первых двух главных компонент (ГК1 и ГК2)

Показатель	Весовые коэффициенты							
	2015г.		2016г.		2017г		2018г	
	ГК1	ГК2	ГК1	ГК2	ГК1	ГК2	ГК1	ГК2
$X_1$	0,187	<b>0,583</b>	0,392	<b>0,349</b>	0,303	0,372	0,244	<b>0,581</b>
$X_2$	<b>0,514</b>	-0,025	<b>0,515</b>	-0,181	<b>0,555</b>	0,198	<b>0,537</b>	-0,025
$X_3$	0,034	0,386	-0,055	<b>-0,438</b>	-0,140	<b>0,568</b>	-0,161	<b>0,346</b>
$X_4$	<b>0,553</b>	0,044	<b>0,559</b>	0,076	<b>0,589</b>	0,112	<b>0,616</b>	0,113
$X_5$	<b>0,510</b>	0,206	<b>0,409</b>	-0,083	<b>0,462</b>	<b>-0,428</b>	<b>0,476</b>	-0,331
$X_6$	0,305	<b>-0,437</b>	0,298	<b>-0,457</b>	0,097	0,333	-0,144	-0,019
$X_7$	-0,203	<b>0,524</b>	0,092	<b>0,657</b>	-0,100	<b>0,439</b>	0,019	<b>0,647</b>

Таблица Д.2– Собственные числа матрицы корреляций и накопленный процент информации

№ компоненты	Собственные числа				Накопленный процент информации			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
ГК1	2,778	2,619	2,486	2,103	36,69	37,4	35,51	30,047
ГК2	1,724	1,427	1,623	1,693	64,33	57,8	58,78	54,240
ГК3	1,063	1,196	1,259	1,020	79,48	74,9	76,77	68,809
ГК4	0,518	0,691	0,817	0,935	86,88	84,8	88,43	82,161
ГК5	0,483	0,457	0,403	0,556	93,78	91,3	94,12	90,108
ГК6	0,295	0,387	0,273	0,484	98,00	96,8	98,09	97,018
ГК7	0,140	0,223	0,133	0,209	100,00	100	100,00	100,000

## Приложение Е

Результаты мониторинга вузов проекта 5-100 за 2015-2018 год.

Таблица Е.1 – Результаты мониторинга за 2015 год

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Наименование вуза	Образовательная деятельность	Научно-исследовательская деятельность	Международная деятельность	Финансово-экономическая деятельность	Заработная плата ППС	Трудоустройство	Дополнительный показатель
НГУ	77,34	685,73	6,52	5653,48	226,89	85	7,86
ДФВУ	59,57	343,84	3,82	5577,14	174,62	70	5,1
ТГУ	66,2	1253,83	11,88	3992,73	216,44	75	5,45
ТПУ	72,04	1211,39	21,38	3635,42	203,26	95	6,22
УрФУ	66,94	315,1	3,63	2731,63	191,3	85	5,45
БФУ им. И.Канта	67	278,57	4,61	3503,96	134,56	75	4,83
СФУ	62,52	183,39	1,02	2428,7	138,7	75	5,31
ЮУрГУ	60,66	311,07	6,32	1920,49	156,15	80	4,02
ТГУ	62,78	239,3	2,21	2355,19	147,68	85	3,4
Казанский	67,47	422,98	5,37	3122,4	190,22	85	5,13
НИНГУ им. Лобачевского	64,88	672,19	1,79	2368,44	177,01	80	4,95
СГАУ им. Королева	68,69	1163,73	4,54	3257,65	302,14	100	5,51
ВШЭ	86,81	1185,71	5,34	5946,58	174,91	85	6,27
МИСиС	69,67	1650,42	16,26	5953,36	125,03	90	7,1
МИФИ	83,23	2391,58	7,37	6277,03	185,22	85	7,48
МФТИ	92,9	1703,48	9,29	4636,68	105,86	100	11,71
МГУ	81,57	582,83	5,70	2243,99	126,65	75,00	14,23
РУДН	63,51	172,4	31,69	3722,75	140,55	80	6,2
Сеченовский университет	80,86	272,38	13,04	4678,37	112,45	75	63,72
ИТМО	75,53	1955,8	10,87	4756,2	187,68	85	4,56
ЛЭТИ	71,32	900,04	11,35	2039,35	139,16	85	7,29
СПбГУ	84,03	247,93	5,16	2794,71	155,33	75	15,63
Политех	67,64	599,54	8,54	2962,86	131,22	90	6,53

Таблица Е.2 – Результаты мониторинга за 2016 год

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Наименование вуза	Образовательная деятельность	Научно-исследовательская деятельность	Международная деятельность	Финансово-экономическая деятельность	Заработная плата ППС	Трудоустройство	Дополнительный показатель
НГУ	77,51	595,63	7,06	4238,11	225,26	85	8,74
ДФВУ	62,28	516,39	5,18	5715,6	231,04	70	5,47
ТГУ	67,9	1678,6	13,97	4811,72	276,15	75	5,37
ТПУ	73,77	1346,87	23,52	4603,94	245,52	85	6,47
УрФУ	70,89	585,87	5,64	2823,83	222,06	80	5,2
БФУ им. И.Канта	69,55	309,4	4,89	3725,62	176,53	75	5,13
СФУ	63	181,5	1,3	2191,3	150,82	70	5,59
ЮУрГУ	62,26	214,08	7,31	1784,06	166,14	75	4,28
ТГУ	63,91	404,66	2,87	2587,93	145,77	75	3,25
Казанский	69,75	398,3	8,23	2402,34	204,96	85	5,96
НИНГУ им. Лобачевского	67,47	685,99	3,09	2834,41	185,07	80	4,92
СГАУ им. Королева	71,63	726,21	3,55	2730,13	253,42	90	5,48
ВШЭ	85,32	1139,48	7,55	6794,1	202,95	75	5,83
МИСиС	75,23	1689,72	17,64	7718,95	141,66	80	6,94
МИФИ	84,33	2262,64	12,06	6166,06	191,82	85	8,7
МФТИ	93,08	1267,02	8,34	4783,12	135,67	85	10,86
РУДН	64,51	184,05	25	4381,47	154,31	65	5,86
Сеченовский университет	78,9	313,94	10,34	5314,36	146,32	70	68,92
ИТМО	75,68	2292,1	12,21	6166,97	218,68	80	4,82
ЛЭТИ	72,36	636,16	15,92	1915,01	152,51	80	7,29
Политех	72,17	487,82	10,84	2521,14	138,18	80	5,77

Таблица Е.3 – Результаты мониторинга за 2017 год

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Наименование вуза	Образовательная деятельность	Научно-исследовательская деятельность	Международная деятельность	Финансово-экономическая деятельность	Заработная плата ППС	Трудоустройство	Дополнительный показатель
НГУ	78	487,01	7,31	3131,81	218,11	75	7,99
ДФВУ	62,53	373,47	8,21	5290,37	206,26	70	5,32
ТГУ	71,74	1382,48	15,01	3924,3	227,6	70	5,35
ТПУ	76,16	1402,54	25,77	3785,64	240	75	7,31
УрФУ	70,12	586,45	6,66	2561,97	204,12	80	5,12
БФУ им. И.Канта	71,55	381,76	5,32	2722,32	182,93	70	4,87
СФУ	64,69	208,1	1,98	2901,6	155,76	70	5,73
ЮУрГУ	67,74	313,57	9,06	1779,01	173,53	75	3,95
ТГУ (Тюмень)	62,71	481,93	5,1	3304,14	161,63	75	3,22
Казанский	75,86	562,42	10,94	3081,18	216,75	80	5,6
НИНГУ им. Лобачевского	66,58	789,69	3,57	2491,37	184,28	80	4,9
СГАУ им. Королева	71,86	615,6	4,73	2405,15	238,26	90	5,78
ВШЭ	85,38	1129,42	8	5777,11	210,7	75	5,22
МИСиС	77,21	2324,65	22,63	7799,35	163,13	80	6,2
МИФИ	88,4	2118,24	18,57	6327,28	166,15	85	7,93
МФТИ	94,45	1745,73	8,88	6610,74	177,09	70	7,75
РУДН	66,28	185,57	25,06	4384,97	188,64	65	5,49
Сеченовский университет	79,65	481,9	10,09	5820,26	161,89	70	69,1
ИТМО	84,11	2429,61	12,45	6355,92	235,71	75	4,91
ЛЭТИ	74,77	688,22	15,97	2390,45	152,51	75	6,51
Политех	74,1	517,69	12,29	3010,83	167,19	75	5,35

Таблица Е.4 – Результаты мониторинга за 2018 год

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Наименование вуза	Образовательная деятельность	Научно-исследовательская деятельность	Международная деятельность	Финансово-экономическая деятельность	Заработная плата ППС	Трудоустройство	Дополнительный показатель
НГУ	1,31	10,04	5,73	2,62	1,43	1,07	2,41
ДФВУ	1,07	4,12	7,60	3,40	1,30	0,93	2,03
ТГУ	1,25	18,91	18,35	2,48	1,39	0,93	1,81
ТПУ	1,29	17,65	27,34	2,38	1,51	1,07	2,63
УрФУ	1,16	5,24	8,09	1,78	1,27	1,07	1,70
БФУ им. И.Канта	1,18	3,14	6,45	1,96	1,26	1,00	1,55
СФУ	1,08	5,56	2,52	3,24	1,25	1,07	1,46
Казанский	1,18	8,83	13,45	2,01	1,42	1,07	1,81
НИНГУ им. Лобачевского	1,12	11,48	4,92	1,92	1,23	1,07	1,69
СГАУ им. Королева	1,21	10,20	5,67	1,71	1,61	1,00	1,96
ВШЭ	1,32	8,72	2,20	3,37	1,58	1,15	1,08
МИСиС	1,19	18,65	6,04	4,01	1,28	1,23	1,36
МИФИ	1,38	17,00	4,99	3,24	1,38	1,31	1,85
МФТИ	1,46	16,60	2,40	3,25	1,50	0,85	1,71
МГУ	1,27	5,05	1,82	1,35	1,23	1,00	2,75
РУДН	1,03	1,58	6,79	2,48	1,41	1,00	1,16
Сеченовский университет	1,25	6,18	2,96	3,40	1,22	1,00	0,93
ИТМО	1,31	22,77	2,94	3,52	1,64	1,00	0,99
ЛЭТИ	1,16	6,43	3,68	1,45	1,23	1,00	1,49
СПбГУ	1,27	3,80	2,14	1,59	1,07	0,14	3,57
Политех	1,13	6,09	2,78	2,18	1,34	1,07	0,85

## Приложение Ж

Результаты экспертного опроса (ранжирования) показателей эффективности вузов

Таблица Ж.1 – Матрица «эксперт-показатель» (19 экспертов, 16 показателей)

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$T_i$
$\Theta_1$	2,5	7	14	16	11	2,5	11	14	7	2,5	11	7	7	14	7	2,5	228
$\Theta_2$	3	7,5	11	13,5	15,5	11	13,5	15,5	7,5	3	3	7,5	7,5	11	3	3	216
$\Theta_3$	1,5	3,5	13	15,5	13	3,5	15,5	7	7	1,5	7	10,5	13	7	10,5	7	168
$\Theta_4$	4,5	12	14	10	3	7	15	16	10	7	4,5	13	1,5	10	1,5	7	60
$\Theta_5$	11	13	13	13	8	8	8	8	8	5	1	2	15,5	3,5	15,5	3,5	156
$\Theta_6$	12	5,5	2	15	7	1	3,5	5,5	9	11	3,5	16	13	10	14	8	12
$\Theta_7$	3	5	6	7	15,5	2	14	13	15,5	9	8	10	4	12	1	11	6
$\Theta_8$	7	10	5,5	16	8	1,5	4	3	13	1,5	9	14,5	12	14,5	5,5	11	18
$\Theta_9$	12	14	13	16	15	7	8	3,5	3,5	10	11	5	1,5	9	1,5	6	12
$\Theta_{10}$	11	15	10	9	16	8	7	13	12	4	14	5	2	3	1	6	0
$\Theta_{11}$	2	8	11	13	8	4,5	8	16	8	2	2	13	4,5	15	8	13	174
$\Theta_{12}$	9	11	12	14,5	14,5	10	14,5	8	6,5	6,5	14,5	4	1,5	4	1,5	4	96
$\Theta_{13}$	2,5	13,5	11	15,5	7	7	2,5	15,5	13,5	11	7	11	7	7	2,5	2,5	216
$\Theta_{14}$	2,5	15,5	7	13,5	11	2,5	7	15,5	13,5	11	7	11	7	2,5	2,5	7	216
$\Theta_{15}$	3,5	11,5	11,5	14,5	11,5	3,5	8	11,5	14,5	3,5	16	8	3,5	3,5	3,5	8	300
$\Theta_{16}$	3,5	8	11,5	16	11,5	3,5	11,5	11,5	14,5	3,5	14,5	3,5	3,5	3,5	8	8	300
$\Theta_{17}$	3	7,5	11	14	14	7,5	11	11	14	3	16	7,5	3	3	3	7,5	228
$\Theta_{18}$	3	7	10,5	15,5	10,5	3	10,5	13,5	13,5	3	15,5	10,5	7	3	3	7	216
$\Theta_{19}$	3,5	3,5	11	13,5	13,5	8	11	11	15,5	3,5	15,5	8	3,5	3,5	3,5	8	270
$S_j$	<b>100,0</b>	<b>178,0</b>	<b>198,0</b>	<b>261,0</b>	<b>213,5</b>	<b>101,0</b>	<b>183,5</b>	<b>212,0</b>	<b>206,0</b>	<b>101,5</b>	<b>180,0</b>	<b>167,</b>	<b>117,5</b>	<b>139,0</b>	<b>96,0</b>	<b>130,0</b>	$\Sigma=2892$