

На правах рукописи

Жуков Михаил Станиславович

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ
ФАКТОРОВ НЕЧИСЛОВОЙ ПРИРОДЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
КРЕДИТНОГО РЕЙТИНГА ЗАЕМЩИКА**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук



Москва – 2019

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель: **Орлов Александр Иванович**
доктор экономических наук,
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Карминский Александр Маркович**
доктор экономических наук,
доктор технических наук, профессор
ФГАУО ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
профессор-исследователь Школы финансов

Гришунин Сергей Вадимович
кандидат экономических наук, доцент
АО «Делойт и Туш СНГ», старший менеджер
Управления рисками

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»

Защита состоится 19 декабря 2019 года в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.141.13 на базе Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана по адресу: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 7, ауд. 414мт.

Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью, просим выслать по адресу по адресу: 105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГТУ им. Н.Э. Баумана и на сайте www.bmstu.ru.

Автореферат разослан «_____» _____ 2019 г.
Телефон для справок 8 (499) 267-17-83.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.э.н.



О.М. Юсуфова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Стандарты Базель II-III-IV предоставили коммерческим банкам широкие возможности по управлению кредитными рисками малых и средних корпоративных заемщиков, в оценке которых, наряду с количественной информацией о финансово-экономическом состоянии, предложено использовать качественные (нечисловые) данные, влияющие на выбор мнений экспертов об отнесении заемщиков к той или иной группе риска. Значение такой информации при выборе кредитного решения возрастет в условиях высокой изменчивости и нестабильном характере бизнес-среды заемщика. Основную сложность при выборе экспертами консолидированного мнения в оценках этой информации представляет отсутствие формализованных алгоритмов поиска статистически обоснованного ранжирования качественных факторов в целях последующего расчета соответствующих им весовых коэффициентов.

В связи с этим актуальной задачей адаптации стандартов Базель II-III-IV для российских кредитных учреждений является разработка и внедрение в практическую деятельность кредитных комитетов инструментария моделей и методов экспертного оценивания факторов нечисловой природы, дополняющего используемые процедуры расчета внутренних рейтингов заемщиков. Отметим, что для «небанковских» задач такой инструментарий известен, например, из работ Б.Г. Литвака и В.Н. Жихарева. Более того, известны его обобщения, связанные с использованием в процедурах выбора согласованного мнения экспертов медианы Кемени, проявившие себя с положительной стороны в задачах прогнозирования и принятия решений при управлении сложными техническими системами.

Экспертные процедуры оценки кредитного риска заемщиков с учетом как количественной (численной) информации, так и качественных (нечисловых) показателей являются важным для кредитных организаций объектом исследования, что и определяет актуальность темы диссертации.

Степень разработанности темы исследования. Проблематика экспертных оценок в организационно-экономическом моделировании широко представлена в трудах отечественных ученых. Центром исследований является всесоюзный (ныне всероссийский) научно-исследовательский семинар «Экспертные оценки и анализ данных». Этот семинар был организован по предложению академика А. Н. Колмогорова на механико-математическом факультете МГУ Ю. Н. Тюриным и Б. Г. Литваком. В разные годы им руководили Ю.Н. Тюрин, Б.Г. Литвак, А.И. Орлов, А.А. Дорофеев, Ф.Т. Алескеров, Д.А. Новиков, А.Н. Райков, Ю.В. Сидельников. Исследования по экспертным оценкам проходили в тесном контакте с работами в области прикладной статистики и других статистических методов, многокритериальной оптимизации, математических методов в социологии. Академик Н.Н. Моисеев для обозначения экспертных подходов использовал термин «неформальные процедуры». Задачами обработки экспертных мнений занимались И.Н. Омельченко, Д.В. Реут и др. исследователи.

Процедуры экспертного оценивания широко применяются в оценках риска. Лидирующие позиции в области исследования и оценки риска и безопасности в отраслях промышленности, транспорта и др. занимает научный коллектив чл.-кор.

РАН Н.А. Махутова (Рабочая группа при Президенте РАН по анализу риска и смежных проблем), известны работы А.Г. Бадаловой (лаборатория экономико-математических методов в контроллинге (ЛЭММК), научной школы по рискам Н.П. Тихомирова (РЭУ им. Г.В. Плеханова). Проблематикой банковских рисков занимались А.М. Карминский, С.Г. Фалько, М.В. Помазанов, Е.В. Соколов и др. В международном научном сообществе эта проблема знакома как задача триангуляции, задача поиска линейного порядка Кемени, поиска максимального ациклического подграфа и др. названиями.

Несмотря на высокую разработанность проблематики экспертного оценивания нечисловых данных, в том числе, с использованием медианы Кемени, вопросы применимости экспертных процедур в приложении к оценке риска банковского портфеля, предусмотренных стандартами Базель II-III и МСФО-9, разработаны недостаточно, и, особенно, в части решения такой важной задачи, как определение весовых коэффициентов факторов нечисловой природы, используемых при ранжирования малых и средних корпоративных заемщиков по уровню кредитоспособности. Необходимость всестороннего анализа и исследования экспертных процедур с использованием инструментария выбора согласованного мнения экспертов при принятии кредитного решения и определила объект, предмет, цель и задачи исследования. Имеющийся в данных работах научно-методический задел был использован при проведении диссертационного исследования.

Анализ существующих отечественных и зарубежных работ в области экспертных оценок показал, что требуется их дальнейшее развитие и совершенствование в части разработки моделей и методов учета факторов нечисловой природы применительно к специфике кредитного рейтингования, что **обуславливает актуальность** темы исследования.

Цель и задачи исследования. Целью диссертации является разработка и совершенствование математических моделей, методов, инструментальных и программных средств формирования и коррекции внутренних (банковских) кредитных рейтингов малых и средних заемщиков для последующего использования в оценках риска кредитного портфеля банка.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решаются следующие основные задачи:

- обосновать направления использования и ограничения применения экспертных ранжировок при формировании и последующей актуализации внутреннего кредитного рейтинга заемщика с учетом факторов нечисловой природы;
- разработать экспертную систему поддержки принятия решений для службы банковского контроллинга;
- предложить точный и приближенный численные методы итоговой экспертной ранжировки нечисловых факторов, используемых в процедурах рейтингования малых и средних корпоративных заемщиков на основе модифицированных алгоритмов Литвака-Жихарева;
- разработать компьютерную реализацию процедуры внутреннего рейтингования заемщиков на этапе выбора согласованного решения экспертов с определением весовых коэффициентов нечисловых факторов, используемую на этапах формирования и последующей актуализации внутренних рейтингов заемщиков;

– провести модельные расчеты и последующее внедрение в практическую деятельность кредитного комитета коммерческого банка алгоритмического и программного обеспечения, оценить область применения и практическую значимость предложенного инструментария.

Объектом исследования являются малые и средние корпоративные заемщики, системы их кредитного рейтингования.

Предметом исследования являются модели и методы экспертного ранжирования и построения приоритетной последовательности факторов нечисловой природы, используемых в оценках кредитного риска малых и средних заемщиков и принятии кредитного решения, основанные на выборе согласованного мнения экспертов, в том числе, с использованием медианы Кемени.

Методология и методы исследования. Теоретическую и методологическую основу исследования составили общие методы научного познания: системный подход к анализу и синтезу данных, методы дедукции и индукции, научной абстракции, группировки и классификации данных; а также прикладные научные методы: экономико-математического моделирования, риск-менеджмента, экспертных оценок, принятия решений в условиях неопределенности, дискретного программирования, анализа графов и статистические методы.

Информационную базу исследования составили Письмо № 192-Т «О Методических рекомендациях по реализации подхода к расчету кредитного риска на основе внутренних рейтингов банков», Положение от 6 августа 2015 г. № 483-П Банка России; официальные документы, опубликованные Базельским комитетом по регулированию достаточности капитала кредитных учреждений, материалы и данные, полученные в ходе исследования в консалтинговой компании Deloitte («Делойт», СНГ) и в инвестиционной компании I2BF Digital (ООО «АйТуБиЭф Диджитал»).

Научная задача заключается в развитии математического аппарата экспертных оценок и разработке на его основе моделей и методов оценки факторов нечисловой природы для формирования кредитного рейтинга заемщика.

Соответствие паспорту научной специальности. Область исследования соответствует пунктам 1.1. «Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании», 1.6. «Математический анализ и моделирование процессов в финансовом секторе экономики, развитие метода финансовой математики и актуарных расчетов», 2.3. «Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях» паспорта специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики.

Научная новизна заключается в методической и программной разработке способа учета факторов нечисловой природы во внутренних кредитных рейтингах малых и средних заемщиков, совершенствовании оригинальных и разработке модификаций алгоритмов Литвака–Жихарева для выбора согласованного мнения экспертов с различной деловой репутацией при формировании и последующей коррекции внутреннего кредитного рейтинга с учетом расширенного качественными (нечисловыми) показателями набора индикаторов кредитоспособности.

Научную новизну работы составляют основные научные результаты, полученные в ходе исследования лично автором:

1. Предложен и обоснован подход к учету факторов нечисловой природы при формировании кредитного рейтинга малых и средних заемщиков. Наряду с количественными показателями, используемыми для отнесения заемщика к конкретной группе риска и позволяющими оценить динамику его финансово-экономического состояния, характеризующую индивидуальный риск, предложено учитывать и факторы нечисловой природы, обладающие низкой инерцией, что позволяет уточнить оценку риска дефолта с учетом стратегических перспектив заемщика.

2. Разработаны модели экспертной оценки факторов нечисловой природы, используемых при рейтинговании малых и средних заемщиков по уровню кредитоспособности. В отличие от неформализованных подходов учета экспертных мнений, использование единой модели (модуля) при внутреннем рейтинговании корпоративных заемщиков позволяет повысить обоснованность кредитного решения и является новацией практики принятия кредитного решения в условиях перехода на признанные банковским сообществом мировые стандарты оценки и управления риском.

3. Выполнена модификация алгоритма Литвака–Жихарева для выбора согласованной в рамках группы независимых экспертов ранжированной последовательности факторов нечисловой природы, используемых в оценках кредитоспособности заемщиков. В отличие от точных и приближенных алгоритмов Литвака–Жихарева, использование комбинированного подхода на основе разработанной модели выбора модифицированного варианта медианы Кемени позволяет в условиях разброса экспертных мнений повысить точность консолидированных оценок мнений экспертов и приблизить финальную ранжированную последовательность качественных факторов к приоритетной последовательности, используемой в повседневной практике банковского риск-менеджера.

4. Предложен теоретический подход и разработан численный метод назначения весовых коэффициентов экспертам с учетом их профессионализма и опыта, модель выбора медианы Кемени с учетом «весовых коэффициентов» экспертов. Медиана Кемени, сформированная с «весами» экспертов, позволяет в итоговой последовательности факторов нечисловой природы корректно учесть их приоритет с учетом значимости мнений участвующих в опросе экспертов.

5. Выполнена компьютерная реализация модели экспертного оценивания нечисловых факторов и коррекции финальных рейтингов малых и средних корпоративных заемщиков. В отличие от существующих программных модулей поддержки процедур оценки риска и принятия кредитного решения, основанных на использовании специально разрабатываемых программ экспертного анкетирования, программный модуль разработан с учетом возможности интерактивного доступа экспертов к распределенным базам данных о заемщиках и их кредитных историях, включающих и нечисловые (качественные) данные, и обеспечивает генерацию результатов экспертного анализа этих данных в программы количественной оценки кредитных рисков. Регламент компьютерной системы согласован со стандартами Базель II-III и МСФО-9, что позволяет повысить оперативность внутреннего рейтингования заемщиков, в оценках риска которых используются показатели нечисловой природы.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке и совершенствовании экономико-математических моделей и численных методов оценки кредитных рейтингов средних и малых корпоративных заемщиков на основе выбора согласованного мнения экспертов по принципу медианы Кемени с возможностью задания весовых коэффициентов значимости экспертов.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в разработке экспертной системы на языке Python для поиска усредненных значений ранжировок экспертов по методу медианы Кемени с возможностью использования вычислительного модуля в сети Интернет. Разработанные инструментальные средства проведения экспертной оценки предназначены для использования в банках и нефинансовых организациях при построении и актуализации внутренних рейтингов средних и малых корпоративных заемщиков, что позволит повысить прогнозную точность, уменьшить число операций при определении весовых коэффициентов нечисловых факторов.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертации обеспечивается корректным выбором исходных данных, основанных на официальных методических документах по регулированию достаточности капитала кредитных учреждений, опубликованных Базельским комитетом по банковскому надзору, и методических рекомендациях по реализации подхода к расчету кредитного риска на основе внутренних рейтингов банков, изложенных Банком России в Письме № 192-Т, использованием системного подхода и современного апробированного экономико-математического аппарата экспертных оценок при решении поставленной научной задачи и подтверждается достаточной сходимостью полученных результатов с практикой рейтингования корпоративных заемщиков.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования докладывались и получили положительную оценку на международных и всероссийских научных конференциях: «Будущее машиностроения России» (Москва, 2018), «Интеграция контроллинга в экономику, организацию производства и менеджмент» (Рязань 2017), «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 2011), а также на заседаниях семинара Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге Научно-образовательного центра «Контроллинг и управленческие инновации» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Основные положения и результаты диссертации использованы в учебном процессе на кафедре экономики и организации производства МГТУ им. Н.Э. Баумана в рамках преподавания дисциплин «Эконометрика», «Методы принятия управленческих решений», «Организационно-экономическое моделирование», и реализованы в консалтинговой компании Deloitte («Делойт», СНГ) при проведении системных информационно-аналитических исследований рейтинговых моделей рисков, в инвестиционной компании I2BF Digital (ООО «АйТубиЭф Диджитал») в области анализа инновационного потенциала при построении модели внутреннего скоринга стартапов на основе профилей компаний в сетях LinkedIn и Crunchbase, что подтверждается соответствующими актами.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ общим объемом 5,5 п.л. (авторский вклад – 4,9 п.л.), из них 4 статьи с общим объемом 3,1 п.л. (авторский вклад – 2,6 п.л.) в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

Структура работы. Диссертация изложена на 140 страницах и состоит из введения, трех глав, с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы из 101 наименований и пяти приложений, содержит 23 таблицы и 7 рисунков.

Во введении обоснована актуальность работы, проанализирована степень разработанности проблемы, определены цель и задачи, раскрыта научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов диссертационного исследования.

В первой главе выполнен анализ существующих инструментов оценки кредитных рисков и проблем их применения в современных экономических условиях. Изложены особенности развития российской банковской системы и раскрыта специфика кредитного анализа. Выявлены и описаны актуальные проблемы оценки кредитных рисков в условиях высокой волатильности и рыночной неопределенности. Рассмотрены проблемы перехода к расчету нормативов достаточности капитала с использованием внутренних рейтингов для отдельных категорий заемщиков (стандарты Базель II-III, МСФО-9). Обоснована необходимость разработки и определена область применения экспертных оценок в качестве дополнения модели банковских кредитных рисков в рамках банковского контроллинга.

Во второй главе изложены результаты развития моделей и методов экспертной оценки факторов нечисловой природы для формирования кредитных рейтингов. Раскрыто содержание подхода к учету факторов нечисловой природы и изложены экономико-математические модели их экспертной оценки для рейтингования малых и средних заемщиков по уровню кредитоспособности. Введено понятие кластеризованной ранжировки и изложены методы ее поиска при обработке мнений комиссии экспертов для формирования кредитного рейтинга заемщика. Определены основные области применения экспертных оценок в моделях кредитных рисков в банке.

В третьей главе изложены результаты разработки и программной реализации алгоритмов поиска модифицированной медианы Кемени для оценки факторов нечисловой природы при формировании кредитного рейтинга. Выполнена модификация алгоритмов Литвака-Жихарева, проведено исследование полученных результатов численных экспериментов для экспертных ответов разной степени несогласованности. Описаны способ компьютерной реализации модуля экспертного оценивания нечисловых факторов и коррекции финальных кредитных рейтингов, приведены результаты экспериментальной апробации программно-информационного комплекса.

В заключении обобщены основные итоги исследования, сформулированы выводы и рекомендации теоретического и прикладного характера в области математических и инструментальных методов актуализации внутренних кредитных рейтингов банков.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Первый научный результат. Подход к учету факторов нечисловой природы при формировании кредитного рейтинга малых и средних заемщиков

В оценках кредитного риска малых и средних заемщиков наряду с количественными показателями, идентифицирующими их в группах кредитного риска, в соответствии со стандартами Базель II-III рекомендуется использовать и показатели нечисловой природы, позволяющие уточнить оценку риска в условиях динамично изменяющегося финансово-экономического положения заемщика.

Автору известен следующий пример, наглядно демонстрирующий важность учета факторов нечисловой природы в оценках кредитного риска малых и средних заемщиков. В используемой банком *B* (рассматриваемый в работе банк из первой десятки, по структуре капитала и банковского портфеля аналогичный ВТБ) рейтинговой модели в оценках кредитного риска компании-заемщика *C* использовались либо только числовые, либо числовые и дополняющие их качественные показатели, состав которых представлен ниже. В первом случае, основываясь на количественных показателях, используемых в модели Э. Альтмана, кредитный рейтинг компании *C* составил *Saa*. Во-втором, кредитный рейтинг заемщика, рассчитанный с учетом факторов нечисловой природы, составил *Va* (что выше на 2 разряда рейтинговой шкалы). Факторами, оказавшими влияние на рост рейтинга, явились: высокая диверсификация продуктов и услуг оцениваемой компании, значительное число охваченных в рамках ее бизнеса географических рынков, отсутствие угроз выхода на рынок новых игроков и др.

Таблица 1 иллюстрирует кредитную модель банка *B*, в которой выделены блоки и отдельные этапы формирования итогового кредитного рейтинга компании *C*.

Таблица 1 – Пример кредитной модели банка *B*

Количественные показатели	Качественные показатели		
	Характеристика основного бизнеса компании	Доступность внутренней (корпоративной) поддержки	Доступность внешней (государственной) поддержки
<i>EBITDA</i> , денежный поток, <i>NOPLAT</i> , структура и стоимость капитала, рыночная капитализация компании и др.	Уровень отраслевых рисков, конкурентная позиция, бета-коэффициент компании, инвестиционная привлекательность компании, волатильность финансовых показателей	Уровень финансовой, производственной и инвестиционной поддержки со стороны материнской компании и внутреннего банка. Объемы и риск привлекаемого капитала, оцениваемые в качественной шкале (высокий, средний, низкий).	Уровень финансовой поддержки в форме гарантий, субсидий и др. на федеральном, региональном и местном уровнях.
Итоговый внутренний рейтинг			

В работе рассмотрены различные варианты использования в процедурах оценки кредитного риска возможных наборов показателей нечисловой природы и сделан вывод, что в составе этих показателей следует выделить:

- отраслевые, характеризующие кредитоспособность заемщика с позиции отраслевой и региональной составляющей бизнеса;
- корпоративные, характеризующие организационно-правовые особенности оценки активов – предметов залога;
- иные, в частности, характеризующие конкурентную позицию компании-заемщика, страновые и инфляционные риски ее деятельности.

Сопоставительные данные по реальным и прогнозируемым дефолтам показали, что для использования в кредитных моделях качественных факторов последние должны быть упорядочены по степени влияния на кредитный рейтинг с учетом особого мнения банка, полученного на основе накопленной статистики по дефолтам, что позволит на основе ранжированного набора факторов корректно сформировать приоритетную очередь компаний-заемщиков.

Научная новизна. В оценках кредитного риска малых и средних заемщиков наряду с факторами количественной природы, позволяющими оценить динамику, характеризующую индивидуальный риск, необходимо учитывать и факторы нечисловой природы, обладающие низкой инерцией, что позволяет учесть в оценке риска дефолта стратегические перспективы заемщика.

Второй научный результат. Модели экспертной оценки факторов нечисловой природы для рейтингования малых и средних заемщиков по уровню кредитоспособности

Необходимость формализации информации нечисловой природы в процедурах принятия кредитного решения актуализирует проблематику разработки и внедрения в практику работы кредитных комитетов банков соответствующих инструментальных средств: моделей экспертной оценки факторов нечисловой природы. Модель включает следующие блоки и отдельные процедуры: анализ, сбор и проведение экспертизы, согласование мнений экспертов и построение итогового рейтинга.

Основной задачей экспертных процедур является выбор упорядоченной последовательности факторов, учитываемых в оценках кредитоспособности заемщиков на этапе рассмотрения кредитных заявок.

В качестве примера использования в оценках кредитоспособности малых и средних заемщиков показателей нечисловой природы, влияющих на эту оценку, приведем фактор «Качество финансовой отчетности» для заемщика *C*, кредитуемого банком *B*. В Таблице 2 этот фактор указывается с приоритетами и весами, учитываемыми при рейтинговании заемщиков по уровню кредитоспособности, полученных на основе авторского алгоритма упорядочения мнений экспертов.

Показатели кредитоспособности заемщиков, включающие количественные q_1, \dots, q_J и качественные t_1, \dots, t_I , используются в оценках вероятности дефолта, основанных на моделях логистической регрессии, нейросетей и т.д., представленных в следующем виде:

$$Y = F(q_1, \dots, q_J, W_1, \dots, W_I), \quad (1)$$

где Y – вероятность дефолта;

q_1, \dots, q_J – количественные факторы;

W_1, \dots, W_I – определенные весовые коэффициенты качественных факторов, рассчитанные, например, по формуле Фишберна:

$$W_i = i \left(\sum_{i=1}^I n_i \right)^{-1}, \quad (2)$$

где i – порядковый номер в финальном упорядочении;

n_i – исходный порядковый номер i -го фактора.

Например, для заемщика C рассчитанные весовые коэффициенты представленных в Таблице 2 качественных факторов следующие: $W_1 = 0.1$; $W_2 = 0.4$; $W_3 = 0.3$; $W_4 = 0.2$.

Таблица 2 – Пример упорядоченного ряда факторов нечисловой природы, учитываемых кредитным комитетом банка B в оценках кредитного риска заемщика C

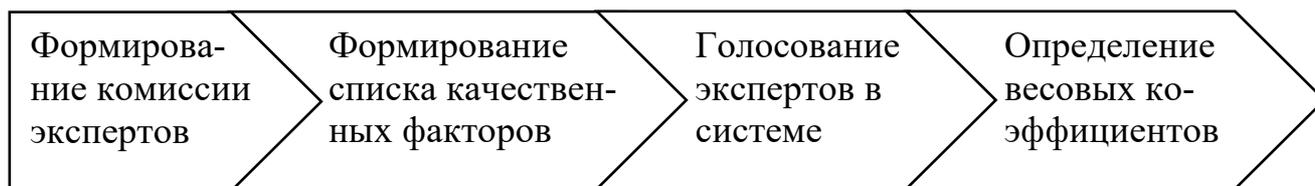
Исходный порядковый номер	Качество финансовой отчетности	Номер в итоговом упорядочении	Вес W_i
1	Высокое	1	10 %
2	Среднее	4	40 %
3	Ниже среднего	3	30 %
4	Низкое качество	2	20 %
Итого			100 %

В работе обосновано и на конкретных примерах показано, что использование экспертного модуля в процедурах принятия кредитного решения позволяет повысить его точность и оперативно вносить корректировки в случае изменения факторов нечисловой природы. Корректировку итоговых рейтингов рекомендовано выполнять в исключительных случаях, таких как: введение экономических санкций, изменения состава ключевых поставщиков, менеджменте и др.

Последовательность учета факторов нечисловой природы в оценках кредитного риска заемщика кредитным комитетом банка B представлена на Рисунке 1.

Нижняя цепочка рисунка – ранжирование нечисловых факторов для расчета весовых коэффициентов. Верхняя цепочка – проведение экспертных корректировок на этапе актуализации таблицы рейтингов. Состав экспертной комиссии в обоих случаях формируется из внутренних и внешних специалистов контроллинга или методических служб.

Этап 1. Ранжирование нечисловых факторов



Этап 2. Внесение экспертных корректировок

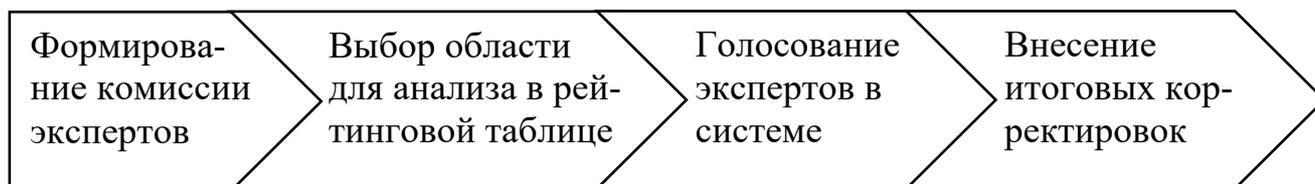


Рисунок 1 – Этапы экспертного оценивания в кредитной организации

Использование в оценках кредитоспособности заемщиков факторов нечисловой природы, как указано выше, соответствует направленности стандартов Базель II-III. Однако, его реализация не подкреплена алгоритмами и программным обеспечением, используемым банками и другими кредитными организациями. В связи с этим, для выбора согласованного в рамках группы экспертов решения о приоритетной последовательности факторов нечисловой природы предложена следующая последовательность действий: разработать процедуру оценки согласованности мнений экспертов о значимости и приоритете факторов нечисловой природы, отобранных для экспертного оценивания, предложить алгоритм сближения оценок, что позволит корректно провести итоговое ранжирование средних и малых заемщиков по уровню кредитоспособности, разработать и верифицировать программно-информационное обеспечение поддержки кредитного решения.

Научная новизна. В отличие от неформализованных подходов учета экспертных мнений, использование единого модуля при внутреннем рейтинговании корпоративных заемщиков позволяет повысить обоснованность кредитного решения и является новацией практики принятия кредитного решения в условиях перехода на признанные банковским сообществом мировые стандарты.

Третий научный результат. Модифицированный алгоритм Литвака-Жихарева для выбора согласованной в рамках группы независимых экспертов ранжированной последовательности факторов нечисловой природы, используемых в оценках кредитоспособности заемщиков

Пусть экспертизу факторов $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_I)$ где I – число факторов нечисловой природы, и их экспертное ранжирование для последующего использования в оценках кредитоспособности заемщиков принимает N экспертов (n – номер эксперта), $A^{(n)}$ – ранжирование факторов n -ым экспертом, представленное антисимметричной матрицей $A_{ij}^{(n)}$ размером $I \times I$:

$$A_{ij}^n = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{(n)} & \dots & \alpha_{1I}^{(n)} \\ \dots & \alpha_{ij}^{(n)} & \dots \\ \alpha_{I1}^{(n)} & \dots & \alpha_{II}^{(n)} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где $\alpha_{ij}^{(n)} = 1$, если фактор α_i предпочтительнее фактора α_j ($i \neq j$);

$\alpha_{ij}^{(n)} = -1$, если фактор α_j предпочтительнее фактора α_i ($i \neq j$);

$\alpha_{ij}^{(n)} = 0$, если факторы α_i и α_j имеют одинаковые ранги.

Для формирования итоговой матрицы $A_{ij}^{(fin)}$ с коэффициентами $alfa_{ij}$ ранжированных факторов $A^{(fin)}$, имеющей аналогичную структуру, в теории принятия решений используются различные подходы:

– правило большинства, при этом элементы итоговой матрицы рассчитываются по формуле:

$$alfa_{ij} = \text{sign} \left\{ \sum_{n=1}^N \alpha_{ij}^{(n)} \right\}; \quad (4)$$

– метод средних арифметических рангов, в соответствии с которым n -ый эксперт присваивает фактору α_i ранг $R_i^{(n)} = 1 \dots I$, и упорядочение строится по убыванию средних арифметических рангов, присвоенных экспертами:

$$alfa_{ij} = \text{sign} \left\{ \sum_{n=1}^N (R_j^{(n)} - R_i^{(n)}) \right\}; \quad (5)$$

– метод медиан рангов, при этом упорядочение строится по убыванию медиан рангов, присвоенных экспертами:

$$alfa_{ij} = \text{sign} \left\{ \text{median} (R_j^{(n)}) - \text{median} (R_i^{(n)}) \right\}. \quad (6)$$

В работе показано, что в приложении к рассматриваемой задаче приведенные подходы не могут быть признанными удовлетворительными. Во-первых, в силу возможной коллизии: $\alpha_{ij} = 0$ для $i \neq j$, а, во-вторых, в силу невыполнения свойства транзитивности. А именно, если для большинства экспертов первая альтернатива уступает второй (или ранг первой альтернативы выше ранга второй), а та, в свою очередь, уступает третьей (ранг второй ниже третьей), то итоговое упорядочение первой и третьей, рассчитанное по этим двум правилам, может не удовлетворять принципу транзитивности.

В качестве инструмента поиска согласованного ранжирования экспертов предложено использовать медиану Кемени, представляющую собой одну из ранжировок, удовлетворяющую дополнительному условию:

$$A^{(fin)} = \operatorname{argmin} \sum_{n=1}^N D(A_{ij}^{(n)}, A_{ij}^{(fin)}) = \operatorname{argmin} \sum_{n=1}^N \sum_{i < j}^I |\alpha_{ij}^{(n)} - \alpha_{ij}^{(fin)}|, \quad (7)$$

где $A^{(fin)}$ – искомая ранжировка.

При этом расстояние Кемени в (7) определяется по формуле:

$$D = \sum_{i < j}^I |\alpha_{ij}^{(n)} - \alpha_{ij}^{(fin)}|. \quad (8)$$

В отличие от других способов упорядочения (например, усреднениям по принципу большинства медиан и средних арифметических рангов) медиана Кемени удовлетворяет свойству транзитивности, а также большинству критериев Эрроу. Условие (7), однако, не гарантирует единственности медианы Кемени. Например, для исходной ранжировки с участием N экспертов можно получить 2 или 3 медианы Кемени (в работе автора [2] приведен соответствующий пример). Указанное актуализирует разработку точного или приближенного алгоритма поиска медиан Кемени и выбора той из них, которая в большей степени удовлетворяет практике оценки кредитного риска исследуемого банка.

В работе показано, что задача поиска медианы Кемени для квадратных матриц размером I сводится в алгоритмическом плане к задаче об ациклическом подграфе максимального веса, которая в свою очередь, является NP -полной по А. Тьюрингу проблемой. В связи с этим в практике теории принятия решений используются приближенные алгоритмы полиномиальной от размерности задачи сложности. В частности, известны приведенные ниже алгоритмы Б.Г. Литвака и В.Н. Жихарева.

Эвристический алгоритм Б.Г. Литвака основан на оценке расстояния от произвольного ранжирования $A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_I)$ до всех предложенных экспертами ранжирований $A^{(1)}, \dots, A^{(n)}$:

$$\sum_{n=1}^N D(A_{ij}^{(n)}, A_{ij}) = \sum_{n=1}^N \sum_{i < j}^I d_{ij}(A^{(n)}, A), \quad (9)$$

где $d_{ij}(A^{(n)}, A) = |a_{ij}^{(n)} - a_{ij}|$,

и вычислении матрицы потерь R (определение см. в работе: Литвак Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа. М.: Радио и связь, 1982. С. 77.):

$$r_{ij} = \sum_{n=1}^N d_{ij}(A^{(n)}, A). \quad (10)$$

Далее находится минимальная из I сумм:

$$S_{min} = \sum_j^I r_{(\min)j}; \quad S_1 = \sum_j^I r_{1j}, \quad S_2 = \sum_j^I r_{2j}, \quad S_I = \sum_j^I r_{Ij}, \quad (11)$$

затем определяется соответствующий ее номеру нечисловой фактор $a_{(\min)}$.

Фактор $a_{(\min)}$ ставится на первое место и вычеркивается из матрицы потерь (10). Аналогичные действия проводят с матрицей потерь меньшей размерности до тех пор, пока не получится финальная ранжировка $a_1^{(K)}, \dots, a_I^{(K)}$, где K – номер финальной ранжировки в пространстве экспертных ранжировок.

Эвристический алгоритм Б.Г. Литвака позволяет вычислить медиану Кемени, удовлетворяющую необходимому набору свойств. Однако ограничением эвристического подхода является возможность вычислять лишь одну медиану Кемени приближенно, что позволяет учесть разброс мнений экспертов, но не учитывает реалии оценки кредитного риска исследуемого банка: алгоритм позволяет найти ранжировку A , соответствующую условию:

$$\sum_{i=1}^N D(A^{(n)}, A) \geq \sum_{n=1}^N D(A^{(n)}, A^{(fin)}), \quad (12)$$

то есть верхнюю границу целевой функции:

$$\sum_{n=1}^N D(A^{(n)}, A^{(fin)}). \quad (13)$$

Точный алгоритм Б.Г. Литвака использует метод ветвей и границ. Общая идея метода может быть описана на примере поиска минимума функции на множестве допустимых значений ее переменной. В методе ветвей и границ используются две процедуры: ветвление и нахождение оценок (границ).

На каждом этапе алгоритма предполагается последовательное фиксирование расположения части альтернатив, определение верхней и нижней границ значений целевой функции (13) и отбрасывание заведомо неперспективных, полученных в процессе поиска медианы Кемени, вариантов. Верхняя граница целевой функции находится с помощью представленного выше эвристического алгоритма. Нижняя граница определяется по формуле:

$$\sum_{i < j}^I \min\{r_{ij}, r_{ji}\}. \quad (14)$$

В применении к решаемой задаче целесообразно исходить из наличия у банка B некоторого исходного упорядочения A^* факторов $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_I)$.

Модификация алгоритма поиска медианы Кемени для поиска удовлетворяющего банк ранжирования факторов нечисловой природы связана с решением оптимизационной задачи:

$$|S(Med_i, A^*)| \rightarrow \min, \quad (15)$$

где Med_i принадлежит множеству медиан Кемени;

S – ядро противоречий (определение см. в работе: Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: Учебник: В 3 ч. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. Ч. 2: Экспертные оценки. 2011. С. 113), представляющее собой совокупность пар качественных признаков, имеющих разный порядок в ранжировках A^* и Med_i , например, $\alpha_1 \alpha_2$ и $\alpha_2 \alpha_1$.

Результаты проведенных экспериментов представлены в Таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов по модели (15)

Номер серии	1	2	3	4	5	6
Число испытаний	30	30	20	20	30	20
Количество объектов	5	5	7	4	5	5
Количество экспертов	4	4	5	8	10	10
Степень согласованности ответов	4	9	10	15	8	10
Найдены искомые модифицированные медианы Кемени	1	1	1	1	1	1

Под степенью согласованности ответов в Таблице 3 следует понимать суммарное расстояние Кемени между всеми ответами экспертов. Из Таблицы 3 следует, что во всех проведенных экспериментах успешно были найдены модифицированные медианы Кемени, удовлетворяющие условиям (15).

Для проверки корректности предложенного алгоритма использовался циклический поиск медиан Кемени по методу В.Н. Жихарева. Этот подход основан на поиске на графах с узлами на множестве всех ранжировок объектов нечисловой природы длины l по метрике Кемени (9).

Один из вариантов алгоритма В.Н. Жихарева включает следующие этапы:

– поиск модифицированной медианы (определение см. в работе: Орлов А.И. О средних величинах // Управление большими системами. 2013. № 46. С. 94) среди полученных экспертных ответов $A^{(n)}$ ($n = 1 \dots N$);

– оценка всех ранжировок в окрестности радиуса «1» с центром в модифицированной медиане Кемени. Выбираем ту ранжировку (или несколько), в которой сумма расстояний Кемени до ответов всех экспертов минимальна.

Далее строим окружность радиуса «1» с центром в выбранной ранжировке (если их несколько, то выбираем их поочередно), повторяем снова поиск ранжировки с минимальным расстоянием до ответов всех экспертов в новой окрестности и так до того момента, пока суммарное расстояние Кемени до найденной ранжировки на n -ом шагу меньше, чем на $n - 1$. Крайнюю полученную ранжировку (или несколько) будем считать искомой (искомыми).

В Таблице 4 представлены результаты экспериментов для разного числа объектов и экспертов. Частоты непустого пересечения определены как отношение числа найденных точных медиан Кемени к общему числу ответов, полученных с помощью алгоритма В.Н. Жихарева.

Таблица 4 – Исследование экспериментов по методу В.Н. Жихарева

Номер серии	1	2	3	4	5	6
Число испытаний	10	0	30	20	20	20
Количество объектов	5	5	7	7	5	5
Количество экспертов	5	5	5	15	5	5
Частоты непустого пересечения	0,85	0,58	0,52	0,2	0,786	0,911

Из Таблицы 4 следует, что алгоритм В.Н. Жихарева не дает гарантированно точной медианы Кемени (частоты непустых пересечений составили в среднем около 50 %), однако позволяет исследовать взаимное расположение подграфов исходных ответов экспертов и результатов приближенного поиска. Точный алгоритм Б.Г. Литвака для объектов числа I имеет временную сложность вычислений $O(I)$.

Проведенные в диссертации расчеты также показали, что для оперативного принятия решений при небольшой рассогласованности ответов экспертов, мерой которой является суммарное расстояние Кемени, модифицированная медиана Кемени является удовлетворительным приближением. Для небольшого числа экспертов и оцениваемых факторов целесообразно использовать точный алгоритм, а в остальных случаях – эвристический алгоритм Б.Г. Литвака. Например, в тридцати проведенных экспериментов множество медиан Кемени, найденное с помощью эвристического алгоритма Б.Г. Литвака, вошло во множество медиан Кемени, найденное с помощью точного алгоритма.

Научная новизна. В отличие от точных и приближенных алгоритмов Литвака–Жихарева, использование комбинированного подхода на основе медианы Кемени позволяет в условиях наличия разброса экспертных мнений повысить точность консолидированных оценок экспертов, что, в свою очередь, обеспечивает корректность и оперативность принимаемого кредитного решения и позволяет приблизить финальную ранжировку качественных факторов к ранжировке, используемой банковским риск-менеджером.

Четвертый научный результат. Оценка влияния на итоговое экспертное ранжирование весомости экспертов. Подход и численный метод эмпирического назначения весовых коэффициентов экспертам

Нерешенной в процедурах экспертного анализа задачей остается учет деловой репутации и профессионализма членов комиссии. В работе предложено задавать весомость мнения того или иного эксперта с коэффициентом k_n . Для определения значений этих коэффициентов можно использовать, например, прошлый опыт работы комиссий по экспертному упорядочению нечисловых факторов в моделях рисков с участием этих экспертов. Если по результатам K прошлых экспериментов мнение n -ого эксперта совпадало с итоговым экспертным упорядочением p раз, то коэффициент k_n можно задавать пропорционально (с учетом нормирования) этому числу правильно построенных экспертом n результирующих ранжировок нечисловых факторов.

Тогда среднее от произвольного ранжирования A до всех ранжирований A_1, \dots, A_N может вычисляться следующим образом (среднее по А.Н. Колмогорову):

$$\text{Avg} = \frac{1}{n} F^{-1} \left(\sum_{n=1}^N F \left(k_n d_{ij}(A^n, A) \right) \right); \quad \sum_n k_n = 1. \quad (16)$$

Рассмотрим вариант усреднения по принципу нахождения среднего арифметического взвешенных мнений экспертов. В этом случае, в формуле А.Н. Колмогорова надо положить $F(x) = x$, тогда:

$$\text{Avg} = \sum_{n=1}^N D(A_{ij}^n, A_{ij}) = \sum_{n=1}^N \sum_{i < j} k_n |(a_{ij}^n - a_{ij})| = \sum_{n=1}^N \sum_{i < j} k_n d_{ij}(A^n, A). \quad (17)$$

Интуитивно это означает, что чем выше значимость эксперта, тем в большей степени должен быть учтен вклад разногласия с ним в матрице потерь, измеряемый расстоянием в матрице ранжировок.

Проведенные в работе автора [2] вычисления итоговых экспертных упорядочений показали, что могут быть получены медианы Кемени для разных значений весов экспертов, что расширяет набор используемых в оценках рисков медиан и позволяет с учетом конкретного состава экспертов выбрать приоритетную медиану, используя модель (17)-(18).

В численных экспериментах для банка B последовательно увеличивались весовые коэффициенты каждого участника из выбранной комиссии экспертов при сохранении неизменными весовых коэффициентов остальных экспертов. Суммарная статистика по проведенным испытаниям представлена в Таблице 5. Эксперименты показали, что мнение наиболее весомого эксперта может склонить итоговое ранжирование комиссии экспертов в его пользу при относительно небольшой степени несогласованности ответов экспертов (измеряемое суммарным расстоянием Кемени между экспертами), то есть итоговое упорядочение будет совпадать с упорядочением этих факторов наиболее «весомым» экспертом.

Таблица 5 – Результаты численных экспериментов для банка В

Степень согласованности мнений экспертов (суммарное расстояние Кемени)	Количество экспертов	Количество экспериментов	Число совпадений мнений с наиболее весомым экспертом / общее число экспериментов
8	3	4	8/12
16	3	4	4/12
24	3	4	1/12
18	4	6	2/12
72	4	6	1/17

В случае относительно большой несогласованности мнений экспертов, последнее утверждение не всегда выполняется (как следует из таблицы 5, если «степень согласованности мнений» составляет 24 или 72, «число совпадений с наиболее весомым мнением» составило лишь 1 в 12-17 экспериментах) Это означает, что мнение даже наименее «весомого» эксперта может оказывать влияние на итоговую ранжировку ответов экспертов.

Научная новизна. В отличие от оригинальной медианы Кемени, медиана с «весами» позволяет повысить значимость мнений экспертов, оценки нечисловых параметров которых необходимо учитывать в приоритетном порядке.

Пятый научный результат. Компьютерная реализация модуля экспертного оценивания нечисловых факторов и коррекции финальных рейтингов малых и средних корпоративных заемщиков

Компьютерная реализация экспертного модуля основана на технологии REST (передача особых состояний). В концептуальном плане программный продукт относится к компоненте BI (бизнес-интеллекта) банковской ERP-системы, которая интегрирована с другими системами расчета рисков (SAS, MATLAB и другими). Отличие программного модуля заключается в наличии блока автоматизированного сбора и первичной обработки экспертной информации (анкет с упорядоченными экспертами списками факторов нечисловой природы) и передаче весовых коэффициентов в блок расчета кредитных рейтингов.

Программный код написан на языке Python с применением MVC-паттерна («Модель-Вид-Контроллер») фреймворка Flask. Модель (M) реализует представление хранимых данных экспертного оценивания; вид (V) представляет собой графический Web-интерфейс отображения ввода-вывода; контроллер (C) является вычислительной частью программного модуля. Для выбранного языка разработано множество вычислительных библиотек и функций, часто используемых для решения задач, включающих построение вычислительных алгоритмов и научных расчетов, также Python портирован и работает почти на всех известных платформах (от мобильных до мейнфреймов), включая Windows, UNIX, MacOS. Android и др.

Написание, компиляция и исполнение расчетного кода вычислительных формул кредитных рейтингов осуществляется в привычно используемых программных комплексах внутри кредитных организаций, однако весовые коэффициенты качественных факторов в эти формулы компилируются благодаря исполнению интеграционных HTTP запросов к REST API (аппаратно-программному интерфейсу) разработанного экспертного модуля. Это обеспечивает универсальность разработанных вычислительных модулей для различных информационных архитектур банковских организаций.

Основной библиотекой, позволяющей проводить матричные вычисления, является Numpy. Используется СУБД MySQL, основным протоколом обмена данными является HTTP. Программный комплекс позволяет находить медианы Кемени, рассчитывать число несовпадений с исходной банковской ранжировкой и формировать ядро противоречий. На Рисунке 2 представлена принципиальная блок-схема программного модуля.

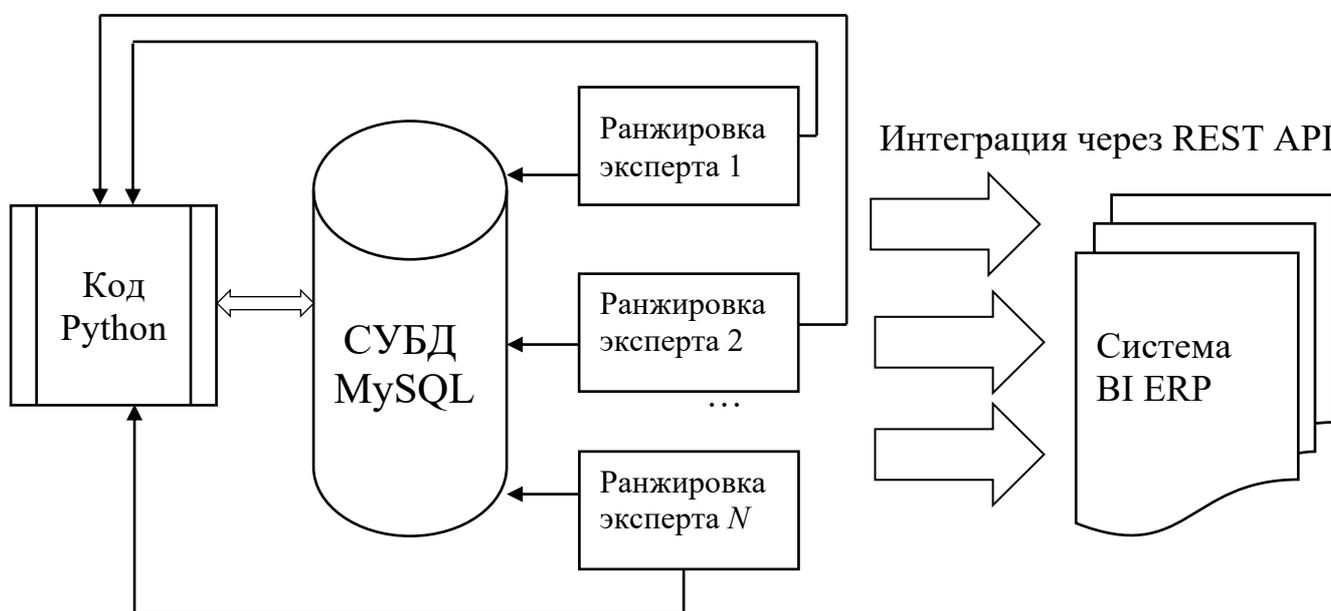


Рисунок 2 – Принципиальная блок-схема программного модуля

Предполагается использование программного модуля как в закрытой локальной сети банка, так и возможность доступа из сети Интернет через защищенные каналы связи. Внедрение программного модуля проводилось в несколько этапов: проектирование, согласование с внутренними протоколами, тестирование. Апробация выполнена в консалтинговой компании Deloitte («Делойт», СНГ) при проведении системных информационно-аналитических исследований рейтинговых моделей рисков, в инвестиционной компании I2BF Digital (ООО «АйТуБиЭф Диджитал») в области анализа инновационного потенциала при построении модели внутреннего скоринга стартапов на основе профилей компаний в сетях LinkedIn и Crunchbase. Интернет-часть экспертной системы доступна по адресу: <http://kemeny.pythonanywhere.com>.

Научная новизна. В отличие от существующих программных модулей поддержки процедур оценки риска и принятия кредитного решения, основанных на невзаимосвязанных вычислительных компонентах и экспертном анкетировании, программный модуль разработан с учетом необходимости интерактивного доступа экспертов к распределенным базам данных, включающих и нечисловые (качественные) данные и обеспечивает автоматизированную передачу результатов экспертного анализа в программы количественного расчета рисков. Компьютерная система, особенностью которой является согласованность со стандартами Базель II-III и МСФО-9, позволяет повысить оперативность внутреннего рейтингования заемщиков, в оценках риска которых используются показатели нечисловой природы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обоснована необходимость использования в оценках кредитного риска и кредитоспособности малых и средних заемщиков факторов нечисловой природы, которые в отличие от количественных показателей риска более инертны и позволяют повысить точность этих оценок с учетом стратегических перспектив заемщиков. Проведена группирование факторов нечисловой природы для последующего использования в модели риска, предложен математический инструментальный экспертного оценивания и ранжирования факторов нечисловой природы по степени важности, основанный на традиционных и модифицированных алгоритмах поиска согласованного мнения независимых экспертов, в том числе, и с использованием медианы Кемени.

2. Разработаны и в практической деятельности исследуемого в работе коммерческого банка верифицированы приближенные и точные алгоритмы поиска медианы Кемени, позволяющей сформировать приоритетную последовательности факторов нечисловой природы, предварительно отобранных группой независимых экспертов и используемых кредитным комитетом банка при формировании рейтинга малых и средних заемщиков по уровню кредитного риска.

3. Разработана модель и предложен численный метод выбора согласованного мнения экспертов по поводу приоритетной последовательности используемых при ранжировании заемщиков по уровню риска факторов нечисловой природы, в оценках значимости которых учитываются индивидуальные весовые коэффициенты экспертов, отличающие их практический опыт и профессионализм.

4. Разработан экспертный модуль учета качественных факторов в модели оценки кредитного риска малых и средних заемщиков. Модуль предназначен для итогового экспертного ранжирования факторов нечисловой природы на этапах построения первоначального и коррекции финальных рейтингов заемщиков и согласован со стандартами Базель II-III. Программная реализация модуля выполнена на объектно-ориентированном языке Python с применением MVC-паттерна фреймворка Flask, интеграция с банковскими системами BI ERP осуществляется через интерфейс REST API. Апробация разработанного программного модуля выполнена в консалтинговой компании Deloitte («Делойт», СНГ) и в инвестиционной компании I2BF Digital (ООО «АйТуБиЭф Диджитал»).

5. Результаты разработки и программной реализации моделей и методов экспертной оценки факторов нечисловой природы для формирования кредитного рейтинга заемщика позволяют сделать заключение о том, что поставленная научная задача решена, а цель диссертации достигнута. Направлением дальнейших исследований по проблематике диссертации является развитие математических подходов в оценках качественных факторов, оказывающих влияние на принятие решений по управлению различными экономическими системами, а также их программная реализация.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

1. Жуков М.С. Модели и методы экспертной оценки факторов нечисловой природы для формирования кредитного рейтинга заемщика // Экономика и предпринимательство. 2019. № 4. С. 105-112. (0,7 п.л.).
2. Жуков М.С. Об алгоритмах расчета медианы Кемени // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2017. № 7. С. 72-78. (0,6 п.л.).
3. Жуков М.С., Орлов А.И., Фалько С.Г. Экспертные оценки в рисках // Контроллинг. 2017. № 4. С. 18-22. (0,8 п.л./0,5 п.л.).
4. Жуков М.С., Орлов А.И. Задача исследования итогового ранжирования мнений группы экспертов с помощью медианы Кемени // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 8(122). С. 785-806. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/08/pdf/55.pdf> (1 п.л. /0,8 п.л.).

Научные статьи в других изданиях

5. Жуков М.С., Орлов А.И. Использование экспертных ранжировок при расчетах кредитного риска в банке // Инновации в менеджменте. 2017. № 1. С. 18-25 (0,8 п.л. /0,6 п.л.).

Тезисы докладов

6. Жуков М.С., Орлов А.И. Использование экспертных ранжировок при расчетах кредитного риска в банке // Будущее машиностроения России: Сб. докладов XI всеросс. науч. конференции молодых ученых и специалистов (с междунар. участием). М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 646-648. (0,7 п.л./0,6 п.л.).
7. Жуков М.С. Банковский контроллинг. Использование экспертных ранжировок при расчете кредитного риска в банке // Интеграция контроллинга в экономику, организацию производства и менеджмент: Сб. трудов VI междунар. науч.-практ. конференции по контроллингу. М.: НП «Объединение контроллеров», 2017. С. 294-307. (0,7 п.л.).
8. Жуков М.С. Поиск и изучение медианы Кемени среди данных ответов комиссии экспертов // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 2: Сб. материалов XII всеросс. симпозиума. М.: ЦЭМИ РАН, 2011. С. 70-71. (0,2 п.л.).