

На правах рукописи



**Неврединов Александр Рустамович**

**НЕЙРОСЕТЕВОЙ СКОРИНГ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРТНЁРОВ  
ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика – экономика инноваций

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Москва – 2025

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

Научный руководитель: **Шиболденков Владимир Александрович**  
кандидат экономических наук

Официальные оппоненты: **Ползунова Наталья Николаевна**  
доктор экономических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

**Косоруков Олег Анатольевич**  
доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», заместитель декана по науке, профессор Высшей школы управления и инноваций

Ведущая организация: ФГБУН «Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук»

Защита состоится 11 декабря 2025 года в 13:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.331.21 на базе Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана по адресу: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 7, ауд. 414ибм.

Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью, просим выслать 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](http://www.bmstu.ru).

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

Телефон для справок 8 (499) 267-17-83.

Ученый секретарь  
диссертационного совета, к.э.н., доцент



Н.А. Кашеварова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования** обусловлена спецификой реализации инновационных проектов в современных условиях, а именно высоким уровнем сложности, междисциплинарностью и необходимостью в кооперации множества стейкхолдеров. В рамках концепции «тройной спирали» инновационная деятельность требует эффективного взаимодействия между университетами, бизнесом и государственными структурами.

В России реализация инновационных проектов сталкивается с рядом вызовов. Кооперация между наукой, бизнесом и государством остаётся фрагментированной, что снижает уровень доверия между участниками инновационного процесса, особенно между малыми высокотехнологичными компаниями и крупными корпорациями, и затрудняет установление эффективных партнерств. Кроме того, существует значительный дефицит компетентных промышленных партнёров, которые были бы способны не только обеспечить финансирование, но и предоставить необходимую технологическую экспертизу, производственные мощности, а также способствовать выходу на перспективные рынки. Высокая зависимость от государственной поддержки порождает дополнительные риски, особенно в условиях изменения приоритетов финансирования. Недостаточная развитость рыночных механизмов отбора партнёров приводит к неэффективному распределению ресурсов, что снижает конкурентоспособность национальной инновационной экосистемы.

Развитие высокотехнологичных производств в российской экономике предъявляет требования к эффективным средствам оценки и скоринга компаний, особенно в контексте выбора промышленных партнеров для реализации проектов, требующих значительных инвестиций и высокой степени надежности. В таких проектах критически важно правильно отобрать предприятия, способные выступать в роли производителей высокотехнологичных продуктов, что делает выбор надежного и устойчивого партнера ключевым элементом успешного выполнения поставленных задач. Особенно важно это в рамках проектов с государственным участием, инициируемых на основании постановлений правительства от 18.02.2022 № 208, касающегося предоставления субсидий для поддержки проектов по разработке конструкторской документации, или от 09.04.2010 № 218, касающегося субсидий на развитие кооперации между образовательными учреждениями и реальным сектором экономики. В этих проектах осуществляется отбор промышленных партнеров, получающих поддержку из государственного бюджета для организации производства разработанных товаров. В связи с этим требуется эффективный подход к отбору участников, поскольку упомянутые постановления направлены на развитие российских высокотехнологичных производств и предполагают оценку большого числа предприятий-претендентов. Однако на практике нередко возникают ситуации, когда предпочтение отдается лишь самым крупным компаниям, что снижает возможности для развития малого инновационного бизнеса и может замедлить процесс реализации проекта из-за низкой гибкости таких компаний.

Сложность задачи выбора промышленных партнеров усугубляется тремя основными факторами:

– возрастает число проектов, требующих организации кооперации, а также число компаний, потенциально способных участвовать в инновационных проектах, что приводит к значительному увеличению объёма аналитических задач;

– существуют повышенные требования к оперативности принятия решений в условиях быстро меняющегося рынка;

– наблюдается рост объёма доступной информации об организациях и числа источников, содержащих нечисловые данные, анализ которых без участия человека может быть затруднён.

В связи с указанными проблемами одной из ключевых проблем в управлении масштабными инновационными проектами остается выбор надежных и компетентных индустриальных партнеров.

Традиционные методы оценки компаний, такие как экспертные оценки и балльные системы, имеют ряд значительных ограничений. Во-первых, они зависят от мнения экспертов, что может приводить к искажению результатов. Во-вторых, низкая адаптивность этих методов затрудняет учет динамически меняющихся факторов, таких как технологические тренды и рыночные условия. Кроме того, традиционные подходы ограничены в масштабируемости, так как требуют значительных усилий для анализа больших объемов данных.

В условиях цифровой трансформации экономики и растущего спроса на «data-driven» (основанные на данных) инструменты управления инновациями нейросетевые методы представляют собой перспективное решение, позволяющее автоматизировать процесс оценки партнеров на основе многокритериального анализа. Эти методы позволяют анализировать неструктурированные текстовые данные, что может значительно снизить инновационные риски за счет исключения неэффективных коллабораций и ускорения процессов коммерциализации инноваций, что полностью соответствует приоритетам стратегии научно-технологического развития России.

**Степень разработанности темы исследования.** В современных научных трудах отечественных и зарубежных авторов имеются теоретические и методологические разработки, которые охватывают важные аспекты исследуемой области. Научные основы искусственных нейронных сетей заложены в работах Фукусимы К., Дехтера Р., Хинтона Д., Хопфилда Д., Г. Дебока, Т. Хонкела, С. Бишопы, С. Хайкина, С. Осовского, М. Полла. Проблемы информационных систем интеллектуального анализа данных исследовались в работах А.А. Барсегяна, А.Е. Бром, З. Хохрайтера, Ю. Шмидхубера, А.Г. Броневица, Ю. Ву, А.И. Гаврилова, Н.Г. Загоруйко, А.Ю. Зиновьева, А.П. Ковалева, Е.В. Луценко, Е.П. Попова, А.С. Птускина, К.А. Пупкова, В.В. Солодовникова, В.В. Цаплина. Разработка экономико-математических методов анализа бизнеса, а также разработка методов организационно-экономического проектирования исследовались в работах А.Д. Гапоненко, П.А. Дроговоза, Б.З. Мильнера, И.Н. Омельченко, Т.М. Орлова, А.Е. Бром, О.П. Сидорова, С.Г. Фалько, П.А. Михненко. Применение систем поддержки принятия решений, их виды, подходы и перспективы анализировались в работах А.А. Стародубцева, Е.Г. Корнилов, Т.Г. Долгова, А.О. Лойко, В.Г. Халина, Г.В. Черновой, А.В. Юркова, П.А. Дроговоза, В.А. Шиболденкова. Анализ и моделированию инновационных процессов в экономике промышленности посвящены работы В.Д. Калачанова, Ю.Г. Герцика, Е.Н. Горлачевой,

И.Н. Омельченко, А.И. Орлова, С.Г. Фалько. Тема принятия управленческих решений исследовалась в работах М.А. Бражникова, Ю.В., Гладковой Р.Л. Дафра, Н.В. Салиенко, О.В. Бурляева. Имеющийся в данных работах научно-методический задел был использован при проведении диссертационного исследования.

Анализ существующих отечественных и зарубежных работ в области поддержки принятия решений в сфере управления инновационными проектами показывает, что требуется их дальнейшее развитие и совершенствование в части разработки инструментов выбора индустриальных партнеров, что **обуславливает актуальность** темы исследования.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка нейросетевого инструментария выбора индустриальных партнёров, обеспечивающего повышение эффективности экспертно-аналитической деятельности в процессе формирования кооперации для участия в инновационных проектах.

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

- проанализировать проблемы подбора индустриальных партнёров в инновационных промышленных проектах;
- проанализировать перспективы применения нейронных сетей для выбора и скоринга индустриальных партнёров;
- обосновать подход к разработке нейросетевого инструментария выбора индустриальных партнеров для участия в инновационных проектах;
- разработать модели оценки индустриального партнера на основе финансовых и нефинансовых данных;
- разработать инструментальный метод оценки финансовой устойчивости компаний на основе искусственных нейронных сетей;
- разработать инструментальный метод анализа корпоративной отчётности на основе нейросетевого анализа текстовых данных;
- разработать рекомендации по применению аналитического инструментария выбора индустриальных компаний для участия в инновационных проектах;
- программно реализовать, апробировать и оценить экономическую эффективность разработанного нейросетевого инструментария выбора индустриальных партнёров для участия в инновационных проектах.

**Объектом исследования** является кооперация организаций при разработке инновационного проекта.

**Предметом исследования** являются методы принятия решений по формированию состава индустриальных партнеров инновационных проектов.

**Методология и методы исследования.** Теоретическую и методологическую основу исследования составили общенаучные методы теории систем, дедукции, индукции, абстрагирования, формализации, а также специальные методы теории принятия решений, экспертного оценивания, формализации неопределённости, анализа иерархий, экономического анализа, методы имитационного моделирования и машинного обучения, нейросетевого моделирования, методы представления данных и мягких вычислений, прикладной таксономии, а также методы программной реализации искусственных нейронных сетей. Информационно-эмпирическую базу исследования составили статистические и аналитические отчеты, доклады и

обзоры международных и национальных организаций, институтов, агентств за 2014-2021 год.

**Научная задача** заключается в разработке нейросетевого инструментария выбора индустриальных партнёров на основе экономико-математических нейросетевых моделей, учитывающих нефинансовые данные.

**Соответствие паспорту научной специальности.** Область исследования соответствует пунктам 7.5. «Цифровая трансформация экономической деятельности. Модели и инструменты цифровой трансформации», 7.8. «Теория, методология и методы оценки эффективности инновационных проектов и программ», 7.9. «Разработка методологии и методов анализа, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности. Оценка инновационной активности хозяйствующих субъектов».

**Научная новизна** заключается в разработке нейросетевого инструментария выбора индустриальных партнеров для поддержки принятия решений в инновационных проектах, отличающегося от существующих использованием нефинансовой информации и плохо формализуемых текстовых данных, а также применением искусственных нейронных сетей, ансамблевых алгоритмов, что, по сравнению с параметрическими методами, позволяет повысить достоверность оценок и эффективность экспертно-аналитических процедур при отборе исполнителей в инновационных проектах с государственным участием.

**Основные научные результаты, полученные в ходе исследования лично автором и выносимые на защиту,** заключаются в следующем:

1. Обоснован научно-методический подход к разработке инструментария для скоринга компаний на основе искусственных нейронных сетей с применением финансовых и нефинансовых данных, что позволяет проводить массовую, быструю и точную оценку в рамках поддержки принятия решений при выборе индустриальных партнёров.

2. Разработаны экономико-математические модели, отличающиеся учётом финансовых и нефинансовых показателей компании и методами их получения на основе текстового анализа и обеспечивающие повышение достоверности оценки состояния компаний.

3. Разработан инструментальный метод скоринга компаний при выборе индустриальных партнёров, отличающийся использованием нефинансовых показателей и ансамблей нейросетевых моделей, позволяющий повысить надёжность результатов оценки.

4. Разработан инструментальный метод интеллектуального анализа текстовых данных корпоративной отчётности, отличающийся учётом семантики текста и подходом к построению обучающей выборки для нейросетевых моделей машинного обучения.

5. Разработаны рекомендации по применению инструментария, отличающиеся цикличностью процесса обновления и актуализации и учётом специфики цифровых продуктов, основанных на машинном обучении.

**Теоретическая значимость** диссертационного исследования заключается в развитии методов выбора индустриальных партнеров для реализации инновационных проектов на основе интеллектуального нейросетевого анализа как финансовой,

так и нефинансовой информации.

**Практическая ценность** диссертационной работы состоит в разработке, программной реализации и апробации аналитического инструментария для поддержки выбора индустриальных партнёров, обеспечивающего принятие решений при реализации инновационных проектов.

**Обоснованность и достоверность** научных положений и выводов диссертации обеспечивается корректным выбором исходных данных, основных допущений и ограничений при постановке научной задачи, использованием системного подхода и современного апробированного экономико-математического аппарата при ее решении и подтверждается достаточной сходимостью полученных результатов с практикой принятия решений по анализу экономических процессов и явлений в общем, и оценке организаций в частности.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и выводы диссертации доложены и получили положительную оценку на международных и всероссийских научно-практических конференциях «XLIV Академические чтения по космонавтике» (Москва, 2020); «Будущее машиностроения России» (Москва, 2020); «Управление научно-техническими проектами» (Москва, 2020); «Цифровая трансформация промышленности: тенденции и перспективы» (Москва 2021); «Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций» (Нижний Новгород, 2021); «Будущее машиностроения России» (Москва, 2021); «XLV Академические чтения по космонавтике» (Москва, 2021); «III Наука, Технологии, Бизнес» (Москва, 2020).

Теоретические и методические положения работы использованы в учебном процессе на кафедре бизнес-информатики МГТУ имени Н. Э. Баумана. Практические положения диссертации реализованы в ФГУП «ВНИИ Центр», 2025. Апробация и реализация результатов диссертационной работы подтверждены соответствующими актами внедрения.

Результаты исследований, выполненных в диссертации, использованы при выполнении научно-исследовательской работы «Разработка методов и инструментов мультимодальной аналитики», включенной в государственное задание, рег. № 225013004474-0.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 21 научная работа общим объемом 12,33 п.л. (авторский вклад – 6,99 п.л.), из них: 5 статей общим объемом 5,77 (авторский вклад – 1,49 п.л.) в журналах базы Scopus, 7 статей общим объемом 3,82 п.л. (авторский вклад – 3,17 п.л.) в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

**Структура и содержание работы.** Диссертация изложена на 228 страницах и состоит из введения, трех глав, с выводами по каждой из них, общих выводов по диссертационной работе, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 197 наименований и четырех приложений, содержит 14 таблиц и 44 рисунка.

Рисунок 1 показывает логическую структуру диссертации, сформированную в соответствии с системным подходом и отражающую последовательность решения исследовательских задач.

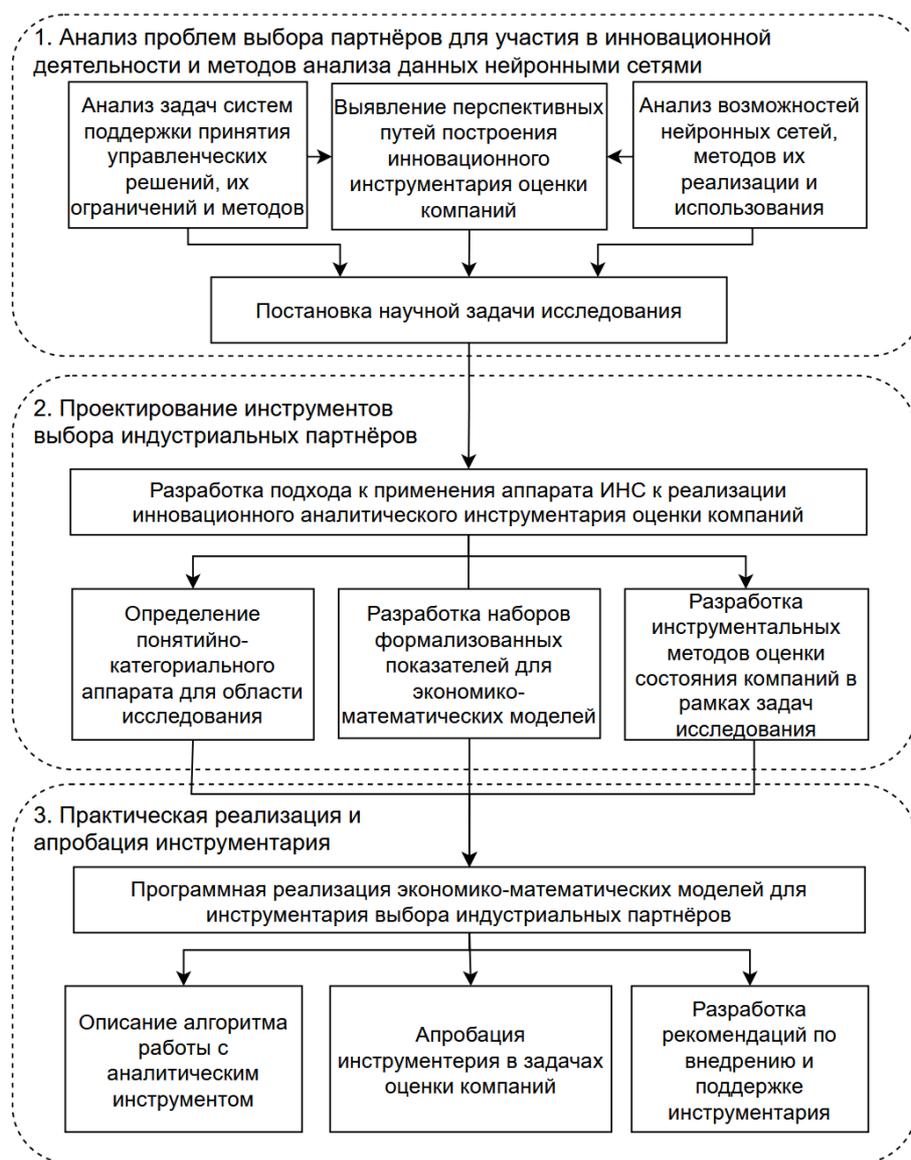


Рисунок 1 – Логическая структура диссертационного исследования

Во введении отражена актуальность диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая значимость и практическая ценность, приведены основные научные результаты, выносимые на защиту, а также сведения о реализации и публикациях полученных результатов.

В первой главе выполнен анализ объекта и предмета исследования, изучены системы поддержки принятия решений и методы реализации этих систем, определены ограничения существующего научно-методического аппарата в данной области исследования и определены направления его развития и совершенствования на основе искусственных нейронных сетей. На основе анализа области сформулирована гипотеза диссертации, содержательно и математически поставлена научная задача исследования, осуществлена ее декомпозиция на частные задачи.

Во второй главе сформирована структура и определен состав инструментов, используемых для построения экономико-математических моделей, определен используемый понятийный аппарат, определён и обоснован перечень входных данных моделей. Последовательно разработаны необходимые для реализации задачи

алгоритмы с использованием ансамблевого подхода для обучения нейронных сетей для анализа финансовых и нефинансовых данных и общего программного интерфейса для использования инструментов прогнозирования и скоринга потенциальных индустриальных партнёров. Разработанные в рамках исследования алгоритмы в комплексе обеспечивают решение поставленной научной задачи.

В третьей главе представлена практическая программная реализация разрабатываемого инструментария с использованием языка программирования python и библиотек для него. Описаны рекомендации по проведению проекта внедрения и поддержки актуальности экономико-математических инструментов анализа данных, изложены результаты апробации и даны оценки экономической эффективности.

В заключении представлены основные результаты исследования и общие выводы по диссертационной работе, определены пути их эффективной реализации и направления дальнейших исследований по проблематике диссертации.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

### **1. Научно-методический подход к разработке инструментария для скоринга компаний на основе искусственных нейронных сетей с применением финансовых и нефинансовых данных**

Современный рынок характеризуется высокой конкуренцией и неустойчивым положением многих компаний, при этом в России обнаруживается недостаточное развитие производств, обеспечивающих потребности государства. Научная деятельность в стране регулируется Федеральным Законом № 127-ФЗ от 23.08.1996 г. «О науке и государственной научно-технической политике», кроме того, сформированы рекомендации по инновационному менеджменту (семейство ГОСТ ИСО 56000). Действуют различные программы субсидирования развития отечественных организаций.

В диссертационной работе проанализирован существующий подход к инновационному развитию промышленности через формирование на уровне государства взаимодействия в рамках модели тройной спирали: научных учреждений, государства, индустриальных организаций. С целью развития индустриальных компаний и создания новых производств, а также налаживания их взаимодействия с создателями инновационных продуктов, изданы постановление правительства от 18.02.2022 № 208 «О предоставлении субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации «Агентство по технологическому развитию» на поддержку проектов, предусматривающих разработку конструкторской документации на комплектующие изделия, необходимые для отраслей промышленности», и постановление правительства от 09.04.2010 № 218 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств». Схемы взаимодействия отражены на Рисунке 2.

Подход к применению математического аппарата искусственных нейронных сетей для анализа данных предприятия состоит в выборе набора внутренних экономических, внешних рыночных и иных параметров, которые могут быть использованы в моделях. Добавление к анализу текстовых данных требует также применения словарей или методов обработки текста при помощи технологий машинного обучения. Для этого используется математически формализованный понятийный аппарат, разработанный в диссертации с использованием объектно-ориентированной онтологии и элементов теории множеств.

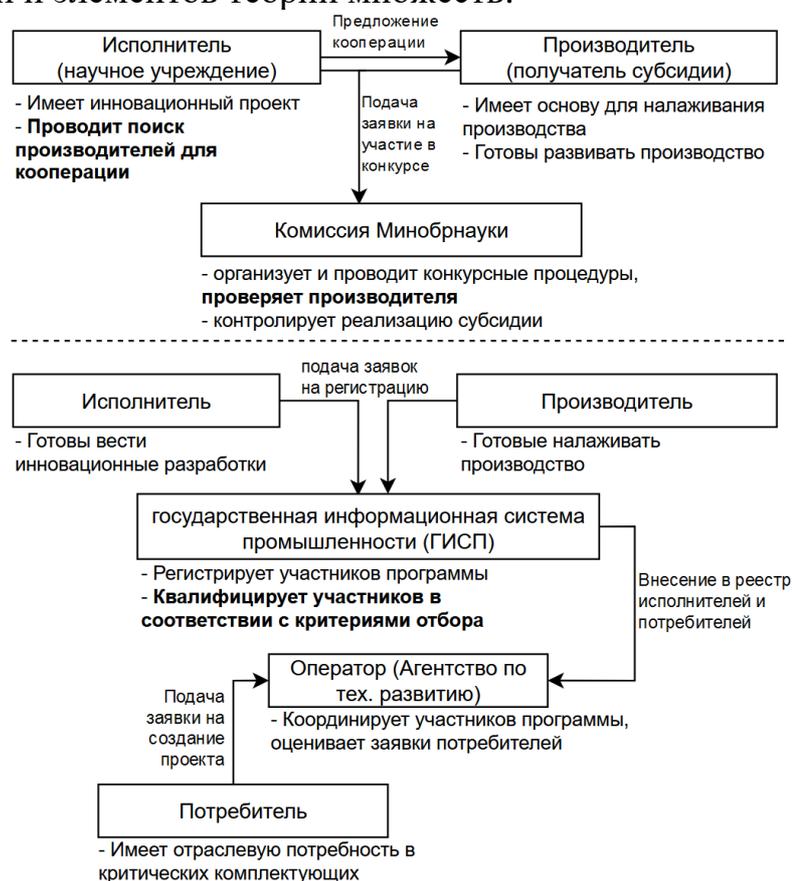


Рисунок 2 – Схема процессов взаимодействия участников проектов с государственным участием

На рисунке выделены случаи необходимости проведения комплексного анализа компаний, участвующих в проектах с государственным участием. Именно в этих случаях предполагается практическое применение инструментария. Если рассмотреть процесс для верхней схемы с участием государственного научного учреждения, то можно отметить, что сначала инструментарий может применяться при анализе большого числа кандидатов, а затем уже при проверке заявки комиссией Минобрнауки при вынесении решения о субсидировании проекта. На рисунке 3 синим выделены классические методы, а оранжевым – разработанный блок нейросетевого инструментария, который позволяет снизить нагрузку на экспертов и быстро получить общую аналитическую справку. Как видно, он применяется дважды.

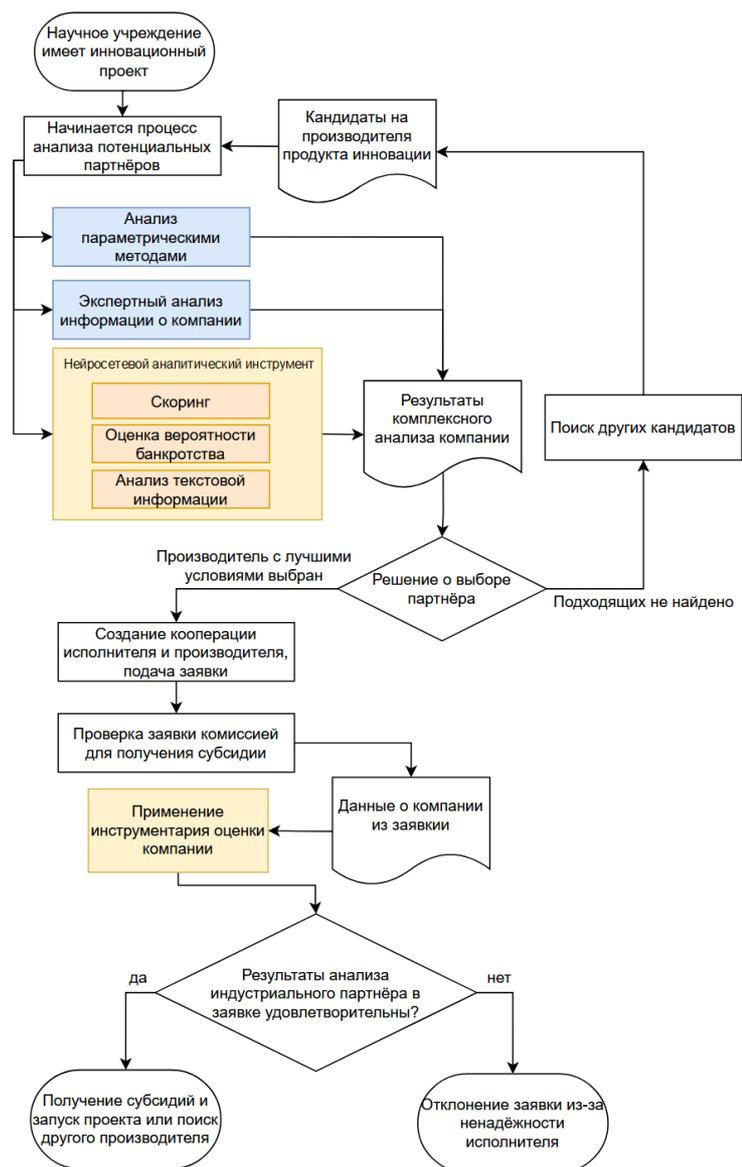


Рисунок 3 – Алгоритм процесса координации с учётом анализа надёжности производителя

При этом анализ тенденций в рамках таких проектов говорит о том, что часто лица, принимающие решения, предпочитают выбирать крупные компании, даже если согласование займёт больше времени, а сама компания меньше заинтересована в успехе. Также не реализуется задача программ по развитию различных промышленных компаний. Для решения поставленных задач по выбору промышленных партнёров необходимо изменить процессы принятия решения путём интеграции аналитических инструментов. Анализ показывает большой аналитический потенциал и возможность применять нефинансовые данные в скоринговых моделях. Было решено применить две нейросетевые модели для анализа формализуемых показателей: внутренних и внешних финансовых или рыночных, а также индексов раскрытия нефинансовой информации, получаемых из отчётов компании. Третья нейронная сеть будет использоваться для анализа текстовых данных. Исследования показывают существенно большие аналитические способности таких алгоритмов.

На рисунке 4 отмечено, как изменится процесс принятия решений от потребности выбрать индустриального партнёра до фактического заключения договора. Процесс изображён в нотации DFD, фокусирующейся на потоках данных. Хотя процесс длиннее, его длительность на фазах отбора будет ниже, и выше – надёжность результатов. Такой инструмент следует применять не только организациям, ведущим отбор потенциальных партнёров, но и комиссии контролирующего органа, принимающего решение о субсидировании. Хотя в его случае нет большого числа организаций, которые надо проанализировать, но всё ещё предъявляются высокие требования к качеству анализа, поскольку инновационные проекты капиталоемкие.

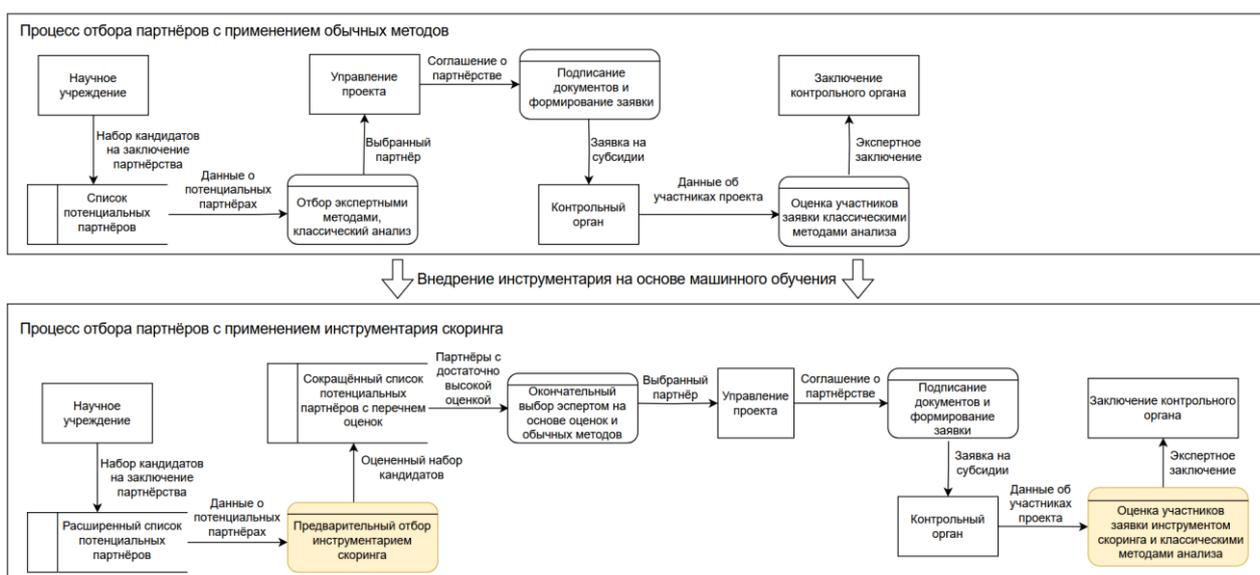


Рисунок 4 – Визуализация процесса налаживания координации с учётом анализа надёжности производителя

Для реализации инструмента были использованы рекуррентные нейронные сети с ячейками типа LSTM (долгая краткосрочная память). Рисунок 5 представляет структуру работы такой сети, включая внутреннее устройство LSTM-нейрона.

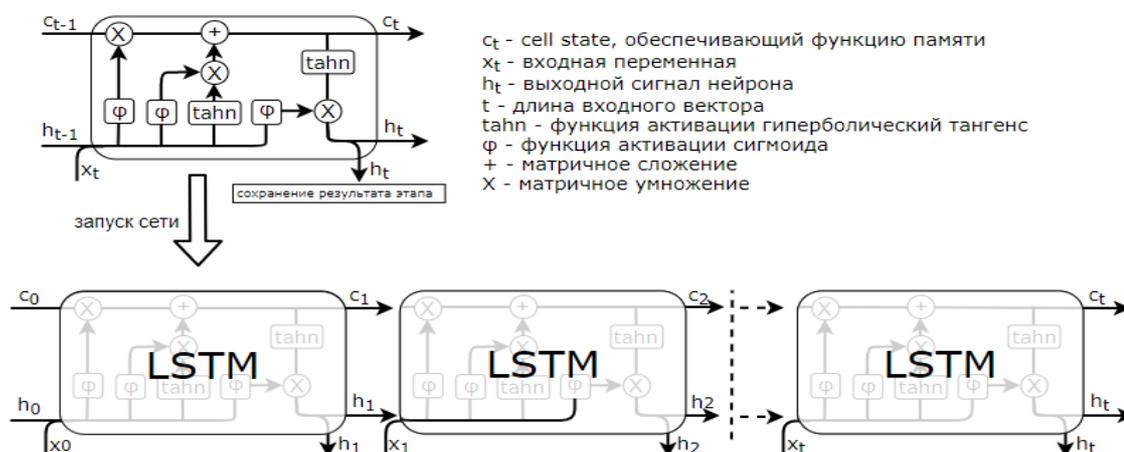


Рисунок 5 – Структура рекуррентной нейронной сети, реализованная в работе

Рекуррентные нейроны при запуске разворачиваются в цепочку определённой длины, каждый элемент цепочки принимает один из элементов входной последовательности данных в дополнение к выходному сигналу предыдущего элемента цепочки. Применение LSTM нейронов необходимо из-за проблемы затухания градиента в простых RNN сетях: если не выделять отдельный канал для переноса памяти между нейронами цепочки, то новые данные будут быстро замещать старые, стирая «память». Чтобы работать с текстом, необходимо его кодировать, для чего используется надёжный метод представления с помощью алгоритма word2vec, которые позволяют сохранять семантику текста при обработке. Этот метод сам по себе является машинным обучением. Алгоритм векторизации текста встроен как слой нейросетевой модели. В работе рассмотрена и обоснована архитектура такой сети. Для тонального анализа текстов не было найдено размеченной выборки на русском языке, а ручная разметка также отняла бы чрезвычайно много времени, в связи с чем было решено испытать англоязычную базу YELP, содержащую размеченные отзывы. Она позволила достичь определённых результатов в поставленной задаче анализа отчётности и определения фокусов внимания.

**Научная новизна.** Исходя из результатов анализа актуальной практики выбора индустриальных партнёров и методов бизнес-анализа разработан подход к формированию инструментария выбора индустриальных партнёров, отличающийся применением нейронных сетей, а также включающий, помимо финансовой отчётности, различные источники данных. Разработан понятийный аппарат и определено место инструментария в процессах налаживания кооперации между научными учреждениями и индустриальными организациями.

## 2 Экономико-математические модели, использующие финансовые и нефинансовые показатели в инструментальных методах оценки

Для построения аналитической системы на основе машинного обучения необходима размеченная обучающая выборка. Поскольку в работе применяется несколько аналитических алгоритмов, каждый из них требует своей выборки. Классифицировать эти показатели можно как внутренние и внешние, а также финансовые и нефинансовые, как представлено на Рисунке 6.



Рисунок 6 – Классификация источников данных о компании и её бизнес-среде

Основой для любого анализа компании являются её внутренние финансовые показатели, определяющие её состояние. На основе ряда отечественных и зарубежных работ со схожей тематикой был выбран следующий набор: рентабельность продаж (PM); рентабельность капитала (ROE); рентабельность задействованного капитала (ROCE); рентабельность активов (ROA); рентабельность суммарных активов (ROTA); оборачиваемость чистых активов (NAT); коэффициент покрытия процентов (Interest Cover); оборачиваемость запасов (ST); средний период погашения дебиторской задолженности (COP); средний период погашения кредиторской задолженности (CRP); текущая ликвидность (CR); срочная ликвидность (QR); коэффициент ликвидности доли акционеров (SLR); коэффициент автономии (PR); коэффициент финансового рычага (GE); размер компании (как натуральный логарифм от активов) (FS); коэффициент оборачиваемости денежных средств (CAR); чистый оборотный капитал (NWC); отношение денежных средств и эквивалентов к активам (СТА); отношение долгосрочных обязательств к капиталу и резервам (LTS).

Однако выбор внешних показателей, связанных с рынком, на котором компания существует, может варьироваться. Для модели оценки финансового состояния целесообразно включать большое число внешних показателей. Однако из-за того, что такие ситуации, как банкротство компаний, происходят довольно редко, трудно собрать достаточную выборку только на одной стране, поэтому внешние показатели будут сильно варьироваться в экземплярах данных. С другой стороны, большинство этих компаний не публиковали отчёты, из которых можно было бы извлечь текстовую информацию, кроме того, пришлось бы решать проблему мультиязычности, поэтому текстовый анализ в данную модель не включается. Выборка была собрана с помощью базы данных Amadeus и содержит около 9300 экземпляров данных. Также были включены внешние показатели, отобранные на основе научных работ со схожей тематикой: ключевая ставка; реальный ВВП; годовая инфляция; реальная средняя заработная плата по стране; уровень безработицы; индекс неопределённости экономической политики (EPU).

Для обучения модели скоринга невозможно извлечь целевые оценки из статистики, в связи с чем разрабатывается подходы к их простановке в обучающих данных, однако это требует использования множество показателей, в связи с чем в качестве внешнего финансового показателя для этой модели применяется показатель изменения стоимости её акций за год в процентном выражении, как один из наиболее значимых и легко доступных внешних показателей. В качестве нефинансового показателя используется индекс раскрытия корпоративной информации на основе отчётов ESG.

Вся выборка состоит из российских компаний с приоритетом на те, что публиковали необходимую отчётность; бухгалтерскую отчётность была собрана на основе данных Росстата и содержит около 3300 экземпляров данных, после чего отобраны те, для которых доступны отчёты. Значимость показателей в исследовании проверена при помощи алгоритма случайного леса, показавшего отсутствие незначимых коэффициентов и ожидаемое распределение значимостей. Для бинарной классификации прогнозирования банкротства выборка, содержащая менее 1% банкротов была сбалансирована прежде всего методом удаления лишних экземпляров большинства. Также данные были нормированы по формуле (1):

$$Norm\_Data_i = \frac{Data_i - \overline{Data}}{Std(Data)} \quad (1)$$

где  $Norm\_Data_i$  – нормированные данные показателя  $i$ ,  $i = 1..N$  входных показателей модели;  $Data_i$  – исходное значение показателя  $i$ ;  $\overline{Data}$  – среднее значение показателя  $i$ ;  $Std(Data)$  – стандартное отклонение показателя  $i$ .

Модель оценки финансового состояния основана исключительно на статистических данных, благодаря чему имеет высокую надёжность, однако для создания скоринговой модели невозможно найти заранее размеченные данные, в которых компании поделены на несколько классов финансового состояния. В идеале подготовка обучающей выборки, которая могла бы быть использована в любых корпоративных и государственных условиях, должна осуществляться экспертами, однако это было невозможно реализовать в рамках данной диссертационной работы. В связи с этим был использован альтернативный подход с проставлением классов с помощью модифицированного параметрического метода, разработанного ПАО «Сбербанк». Модель делит состояние компании на 5 классов на основе 7 экономических показателей, после чего оценка может быть откорректирована в зависимости от публикации компаниями отчётов и изменением стоимости акций. Такой подход позволил получить выборку, дающую возможность проверить работоспособность модели и апробировать её. Показатели раскрытия нефинансовой информации включены в агрегированном виде.

**Научная новизна.** Разработаны экономико-математические модели для оценки финансового состояния и скоринга потенциальных индустриальных партнёров в инновационных проектах, отличающаяся от известных учётом нефинансовой информации, такой как социальные, экологические и корпоративные факторы индекса раскрытия корпоративной информации, а также набором различных внешних показателей текстовой природы, в частности, EPU, и числовой, в частности, ВВП и ключевой ставки. Используемые данные показателей позволяет повысить точность моделей, таким образом делая результаты анализа более достоверными.

### **3. Инструментальный метод оценки финансовой устойчивости компании, использующий ансамблевые алгоритмы**

Инструменты построения моделей оценки разработаны в диссертации на основе концепции машинного обучения (МО). Для построения моделей оценки финансовой устойчивости и скоринга был использован наиболее подходящий в данной задаче тип нейронной сети: обычная сеть прямого распространения сигнала (FFNN). Основным эффектом применения машинного обучения, по сравнению с классическими параметрическими методами оценки (модели Альтмана, Олсона, параметрические оценочные модели Сбербанка и т.п.) в значительном повышении точности прогноза. Модели МО оценки финансового состояния и вероятности банкротства компаний показывают в среднем на 10% большую точность.

Для построения экономико-математической модели использован подход обучения с учителем, позволяющим включить в модель нефинансовые показатели и

различные факторы внешней среды, влияние которых в классических методах не может быть оценено. Результатом обучения является модель, применяемая в задачах выбора индустриальных партнёров. Построение моделей ИНС требует также настройки архитектуры сети и регулировки её гиперпараметров, для этого использована сеть с двумя скрытыми слоями. На основе библиотеки Keras была построена модель с 2048 нейронами первого скрытого слова и 1024 второго с функциями активации нейронов *elu* (экспоненциальная линейная) и сигмоидальной соответственно. Также были использованы *dropout*, случайным образом выключающие нейроны на каждой эпохе обучения. Функцией потерь служит категориальная перекрёстная энтропия. Был использован оптимизатор градиентного спуска «Adam», позволивший улучшить сходимость функции на сложном ландшафте.

Для реализации модели оценки финансового состояния применена функция активации бинарной перекрёстной энтропии. Для обеих моделей применён ансамбль типа стэкинг (*stacking*), который подразумевает обучение нескольких классификаторов первого уровня (в данном случае использовано 5) и определение окончательного ответа модели при помощи мета-модели. Это позволяет сократить разброс ответов и несколько повысить точность классификации. Рисунок 7 представляет метод получения ответа ансамбля.

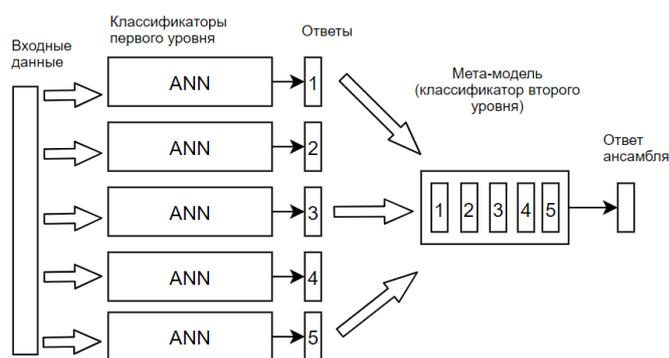


Рисунок 7 – Структура получения ответа *stacking*-ансамбля, реализованного в работе

Применение ансамбля позволило получить прирост точности до 1-1.5% по сравнению с одиночной нейронной сетью, что является существенным для машинного обучения. Для применения этих моделей машинного обучения были разработаны алгоритмы обучения моделей и поддержания функционирования ансамбля нужного типа. Обе нейросетевые модели реализуют схожий подход, но отличаются входными данными и включением анализа текстовой информации. Эти модели являются основными инструментами для инструментария выбора индустриальных партнёров.

**Научная новизна.** Подход к анализу компании в рамках данного исследования отличается применением машинного обучения с ансамблевыми алгоритмами, оптимальные структуры которых определены на основе исследований в рамках работы. Это позволяет получить надёжный инструментарий, включающий модели скоринга и оценки финансового состояния компании, необходимые для эконометрического анализа в рамках задачи принятия

решений о выборе надёжных промышленных партнёров, и снижающий экономические риски деятельности и повышающий эффективность аналитической деятельности.

#### 4. Инструментальный метод интеллектуального анализа текстовых данных корпоративной отчётности, отличающийся учётом семантики текста и подходом к построению обучающей выборки для нейросетевых моделей машинного обучения

Инструмент метод разработан для реализации механизма анализа тональности текста, который в данной работе применён с целью испытания возможности ускоренного анализа отчётов или иных текстов на предмет наличия в них негативного смысла благодаря выделению негативных фрагментов текста, что позволит сфокусировать внимание на них, тем самым ускорив обработку информации по сравнению с полным прочтением текста экспертом.

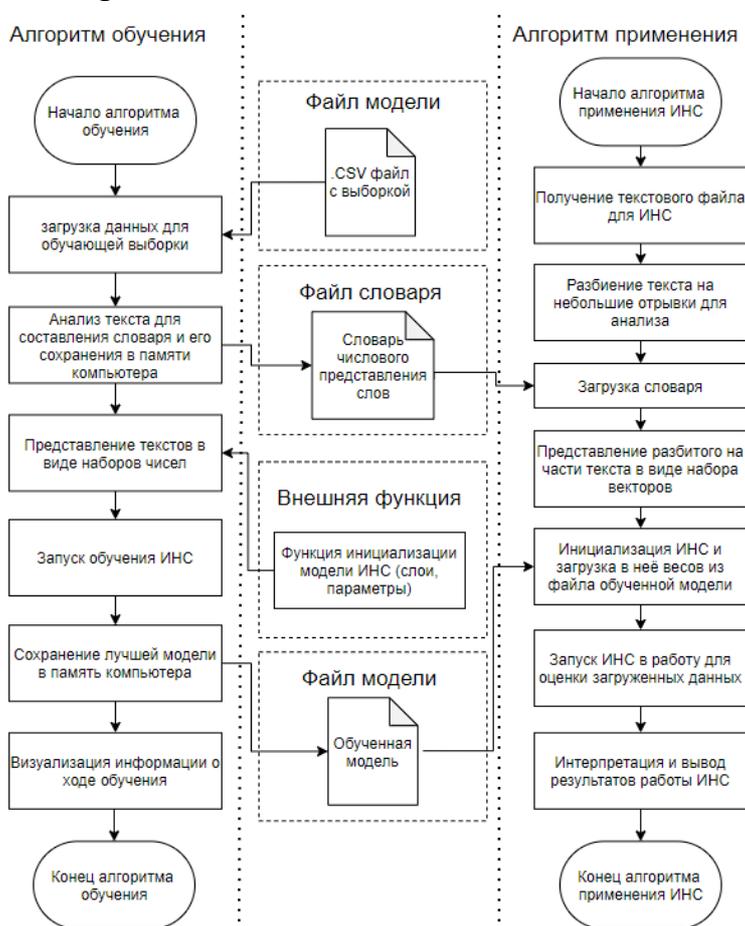


Рисунок 8 – Алгоритм скоринга и оценки вероятности банкротства на основе разработанного инструментария

Рисунок 8 иллюстрирует применяемый алгоритм, разбитый на два основных блока: для обучения нейронной сети и для практического применения. В рамках задачи отбора промышленных партнёров он может применяться для ускорения анализа информации об организации. Разработанный инструментальный метод позволяет



Внедрение технологий МО в процессы принятия управленческих решений требует изменения обычных процессов принятия решений и формирования новых подходов к управлению данными, однако сокращение времени работы экспертов обеспечивает существенный экономический эффект.

**Научная новизна.** Разработанные рекомендации по применению инструментария основаны на анализе мирового опыта и методологий внедрения информационных систем, отличаются учётом спецификации применяемых технических решений и предполагают цикличность процесса обновления инструментария в соответствии с изменяющимися условиями рынка, требованиями компании и развитием нейросетевых технологий. Данный процесс необходим для сохранения актуальности и экономической эффективности инструментария, что позволит обеспечивать надёжность выбора индустриальных партнёров и, тем самым, снизить риски инновационной деятельности.

### **Результаты практической реализации и оценки экономической эффективности разработанного инструментария для скоринга компаний**

Для апробации результатов необходимо подтвердить преимущество разработанного подхода над уже имеющимися, в связи с чем для скоринговой модели была выполнена оценка компаний как традиционным методом, использующем только финансовые показатели, так и с помощью разработанного инструментария. В качестве традиционного метода был использован метод, применяемый в ПАО «Сбербанк». Сравнение результатов позволило оценить адекватность оценки разработанных экономико-математических моделей и экспертно оценить их отклонения от выводов параметрических методов.

Рассмотрим две из компаний, проанализированных в рамках диссертационной работы: АО «Ломо» и ООО «Полиметалл». Первый пример скоринга представлен на рисунке 10 для АО «Ломо» по состоянию на 2021 год. У компании низкий коэффициент автономии и ликвидности, что говорит о трудностях с покрытием текущих обязательств, при этом высокие показатели рентабельности продаж (более 22%) и оборачиваемости. Основной проблемой компании можно считать очень высокую кредитную нагрузку. Необходимо отметить, что метод оценки финансовой устойчивости Сбербанка, также делящий компании на 5 классов финансового состояния, для данной компании даст оценку более низкую, чем разработанный инструментарий, вероятно, в связи с размером активов компании.

Анализ состояния компании на основе финансовых и нефинансовых показателей

Ввести в виде исходных показателей

Разделитель: запятая

Рентабельность продаж	<input type="text" value="22.412"/>	Тек. ликвидн	<input type="text" value="1.486"/>	Индексы раскрытия нефин. показателей		
Рентабельность капитала (ROE)	<input type="text" value="0.07"/>	Срочн. ликвидн	<input type="text" value="0.082"/>		Инф. о корп. управлении	<input type="text" value="53"/>
ROCE	<input type="text" value="0.02"/>	Коэф. ликвид. доли акционеров	<input type="text" value="0.268"/>		Эконом результативность	<input type="text" value="15"/>
Рентабельность активов (ROA)	<input type="text" value="0.008"/>	Коэф. автономии	<input type="text" value="0.109"/>		Экологическая ответственность	<input type="text" value="15"/>
ROTA	<input type="text" value="0.011"/>	Коэф. финансового рычага (GE)	<input type="text" value="9.164"/>		Политика управления персоналом	<input type="text" value="29"/>
Оборачиваемость чистых активов	<input type="text" value="0.007"/>	Размер компании (от активов)	<input type="text" value="16.528"/>		Результат оценки:	
коэф. покрытия процентов (IC)	<input type="text" value="0.247"/>	Коэф. об. денежных средств	<input type="text" value="0.081"/>			
Оборачиваемость запасов (ST)	<input type="text" value="1.065"/>	Чистый оборотный капитал	<input type="text" value="3415386"/>			
Ср. период погаш деб. зад. (COP)	<input type="text" value="158.296"/>	Ден средства/активы (СТА)	<input type="text" value="2.29"/>			
Ср. период погаш кред. зад. (CRP)	<input type="text" value="443.865"/>	Долг. об./капитал и резервы (LTS)	<input type="text" value="0.854"/>			
		Изм. цены акций	<input type="text" value="6.63"/>			

Загрузите файл для анализа нефинансовых показателей

Рисунок 10 – Результат анализа состояния АО «ЛОМО» с применением разработанного инструментария

Анализ компании ООО «Полиметалл» дал скоринговую оценку «5», что при высоких показателях, например коэффициенте автономии 0,867, текущей ликвидности 7,245 и абсолютной ликвидности 0,447 является адекватной оценкой.

Для оценки экономической эффективности разработанного инструментария целесообразно прибегнуть к сравнению его стоимости разработки и применения и стоимости привлечения экспертов для выполнения аналогичных задач. Можно формализовать структуру затрат на проведение экспертизы с применением экспертов и без них следующим образом:

$$\begin{aligned} Cost_{expert} &= K_n E T_p Cost_E, \\ Cost_{AI} &= Cost_{Dev} + Cost_{Service}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $Cost_{expert}$  – стоимость работ по анализу при привлечении экспертов;  $Cost_{AI}$  – стоимость работ по анализу при разработке продукта автоматизированного анализа;  $n$  – число образцов данных;  $E$  – число участвующих экспертов;  $T_p$  – временной срок работ;  $Cost_E$  – оплата работы эксперта в повременном представлении;  $K_n$  – коэффициент масштаба;  $Cost_{Dev}$  – ожидаемая стоимость проекта по созданию и инструментария;  $Cost_{Service}$  – стоимость обслуживания и поддержки инструментария.

Ожидаемый экономический эффект прежде всего связан с сокращением затрат на выполнение аналитической работы. Чистая приведённая стоимость для пятилетнего периода рассчитана по обычной формуле:

$$NPV = -CF_0 + \sum_{t=1}^5 \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

где  $NPV$  – чистая приведенная стоимость денежного потока;  $CF_0$  – денежный поток первого периода;  $CF_t$  – денежные потоки будущих периодов;  $r$  – ставка дисконтирования.

В результате  $NPV$  составит около 4 млн. рублей при ставке дисконтирования 20%. При этом учтен только эффект экономии на экспертах, а в расчет заложены значительные первоначальные инвестиции. Основным же эффектом инструментария является непрогнозируемый эффект снижения инновационных рисков при выборе надёжного индустриального партнёра, с которым инновационный проект будет успешно реализован.

Рисунки 11 и 12 иллюстрируют денежные потоки при внедрении разработанного инструментария по сравнению с привлечением экспертов. На рисунке 11 показан рост затрат в зависимости от увеличения числа аналитических задач, для разработанного инструментария прирост минимален, тогда как обычно анализ проводит экспертная группа, на работу которой затрачиваются значительные ресурсы. На рисунке 12 сопоставлены годовые денежные потоки с внедрением инструментария и без. Как видно, разработка и внедрение инструментария окупается в короткий срок.

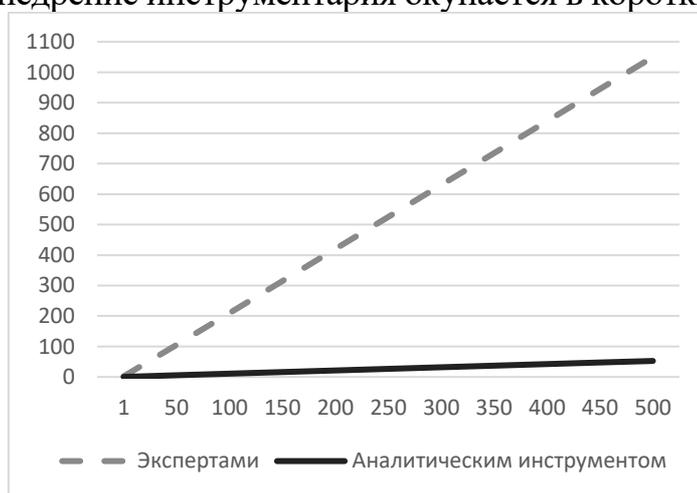


Рисунок 11 – Динамика затрат на аналитическую работу с применением разработанного инструментария и с привлечением группы экспертов, тыс. руб.

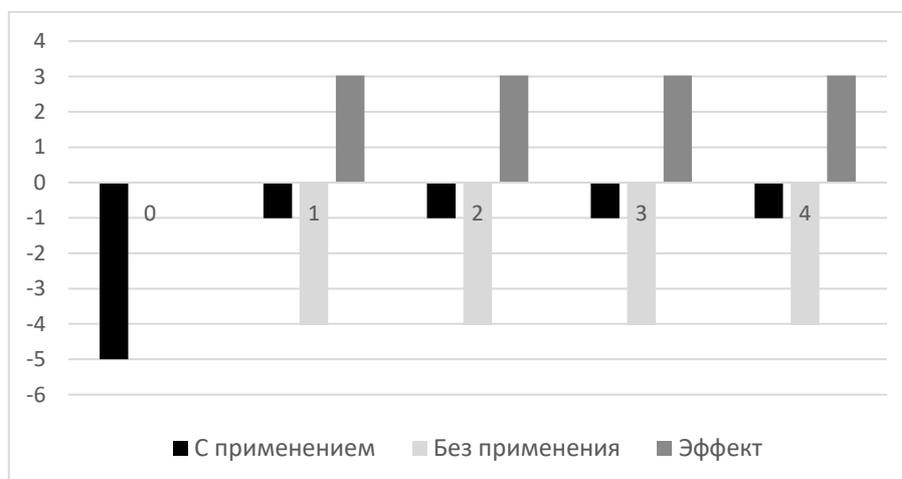


Рисунок 12 – Сравнение денежных потоков при постоянной потребности в аналитической работе, млн руб.

При значительном объеме аналитической работы, связанной с формированием кооперации в рамках инновационного проекта применение разработанного инструментария предпочтительнее привлечения группы экспертов, поскольку в разы сокращает время анализа и соответствующие затраты. При этом эксплуатационные затраты предлагаемого инструментария минимальны, основную стоимость составляет разработка программного продукта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В диссертации выполнен анализ проблематики подбора индустриальных партнёров в инновационных промышленных проектах с учетом концепции «тройной спирали» и российской специфики реализации инновационных проектов с государственным участием.

2. Выполнен анализ практики применения аналитических инструментов в бизнес-процессах поддержки принятия управленческих решений по развитию инновационных производств. Исследованы возможности применения технологий искусственных нейронных сетей и определены границы их применимости в задаче выбора индустриальных партнёров.

3. На основе существующего научного задела обоснован подход к разработке нейросетевого инструментария выбора индустриальных партнеров для участия в инновационных проектах, в том числе классифицированы источники данных о финансовом состоянии компании и обоснованы наборы показателей для экономико-математических моделей. Применение внешних и внутренних показателей, и в особенности включение нефинансовых показателей, извлекаемых из отчётности компаний является одним из факторов научной новизны.

4. Разработан комплекс инструментальных методов: модель оценки финансовой устойчивости и интеллектуального текстового анализа отчётов с выделением блоков на основе сенситивного анализа. Реализованный инструментарий позволяет получить более точный результат оценки компаний, нежели классические параметрические методы, что имеет большое значение при реализации инновационных проектов с государственным финансированием, в рамках которых требуется выбор надёжных индустриальных партнёров.

5. Разработаны рекомендации по применению аналитического инструментария выбора индустриальных компаний для участия в инновационных проектах. Апробация экономико-математических моделей инструментария выполнена на примере нескольких компаний; сравнение с традиционным методом оценки продемонстрировало повышение эффективности аналитической деятельности.

6. Результаты разработки инструментария нейросетевого инструментария выбора индустриальных партнёров позволяют сделать заключение, что научная задача, поставленная в данной работе, решена, а цель диссертации достигнута. Разработанный инструментарий обеспечивает снижение инновационных рисков и расходов на аналитическую деятельность при формировании кооперации в инновационном проекте.

## **ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Научные статьи в рецензируемых изданиях международной базы цитирования Scopus**

1. Fedorova E., Ledyayeva S., Kulikova O., Nevredinov A.R. Governmental anti-pandemic policies, vaccination, population mobility, Twitter narratives, and the spread of COVID-19: Evidence from the European Union countries // *Risk Analysis*. 2023. (2,3 п.л./0,58 п.л.)

2. Fedorova E., Ledyayeva S., Drogovoz P.A., Nevredinov A.R. Economic policy uncertainty and bankruptcy filings // *International Review of Financial Analysis*. 2022. Vol. 82. 102174 (1,25 п.л./0.31 п.л.).

3. Yusufova O.M., Nevredinov A.R. An approach to applying soft computing models to recognize technology readiness levels in research and development (R&D) projects // *AIP Conference Proceedings*. 2022. Vol. 2383, 070006. DOI: 10.1063/5.0074919 (0,38 п.л./0.19 п.л.).

4. Fedorova E., Drogovoz P.A., Nevredinov A.R., Kazinina P., Qitan C. Impact of MD&A Sentiment on Corporate Investment in Developing Economies: Chinese Evidence // *Asian Review of Accounting*. 2022. Vol. 30. (1,22 п.л./0,25 п.л.).

5. Drogovoz P.A., Yusufova O.M., Nevredinov A.R. An approach to exploratory neural network analysis and visualization of economic data in the space industry // *XLIV Academic Space Conference, AIP Conference Proceedings*. 2021. Vol. 2318, 070007. DOI: 10.1063/5.0039855 (0,62 п.л./0.16 п.л.).

### **Научные статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России**

6. Неврединов А.Р. Проблематика выбора промышленных партнеров в рамках проектов с государственным субсидированием // *Экономика, предпринимательство и право*. 2024. Том 14. № 8. DOI: 10.18334/ep.14.8.121313 (0,71 п.л.).

7. Неврединов А.Р. Подход к формированию инструментария выбора промышленных партнёров для участия в инновационных проектах // *Экономика. Информатика*. 2024. Том 51. № 3. (0,68 п.л.).

8. Неврединов А.Р. Подход к нейросетевому анализу текстовой информации при экономической оценке компаний // *Экономический анализ: теория и практика*. 2021. №8 (515). С. 1574-1594. (0,64 п.л.).

9. Неврединов А.Р. Инструментальный метод машинного обучения для прогнозирования банкротства компаний // *Финансы и кредит*. 2021. Т.27, №9. С. 2118-2138. DOI: 10.24891/фс.27.9.2118 (0,51 п.л.).

10. Юсуфова О.М., Неврединов А.Р. Основные препятствия развития и принципы управления рисками в энергетике России // *РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция*. 2019. № 1. С. 110-115. (0,41 п.л./0.2 п.л.).

11. Юсуфова О.М., Неврединов А.Р. Анализ основных методов оценки рисков на высокотехнологичных предприятиях // *Управление финансовыми рисками*. 2019. №4. С. 304-311. (0,41 п.л./0.2 п.л.).

12. Юсуфова О.М., Неврединов А.Р. Интеллектуальные системы на основе нечетких вычислений и нейронных сетей в управлении проектами // Экономика и предпринимательство. 2019. № 8. С. 828-833. (0,46 п.л./0,23 п.л.).

**Научные статьи и тезисы докладов в сборниках трудов  
международных и всероссийских конференций**

13. Nevredinov A.R. A Machine Learning Approach to Building a Hybrid Toolkit for Assessing Company Resilience / A. R. Nevredinov // Science, Engineering and Business: Сборник материалов III Межвузовской конференции аспирантов, соискателей и молодых ученых = Conference Proceedings and Papers III Interacademic Conference for Graduate Students and Young Researchers, Москва, 27–28 апреля 2021 года. Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2022. P. 170-177. (0,29 п.л.).

14. Неврединов А. Р. Перспективные направления реализации методом машинного обучения в системах поддержки принятия решений на промышленных предприятиях / А. Р. Неврединов // Цифровая трансформация промышленности: тенденции и перспективы: Сборник научных трудов по материалам 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 11 ноября 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2022. С. 245-251. (0,26 п.л.).

15. Drogovoz P.A., Yusufova O.M., Shiboldenkov A.S., Nevredinov A.R. An approach to exploratory neural network analysis and visualization of economic data in the space industry // XLIV Academic Space Conference, AIP Conference Proceedings, 2021. Vol. 2318, 070007. DOI: 10.1063/5.0039855. (0,62 п.л./0,16 п.л.).

16. Дроговоз П.А., Юсуфова О.М., Неврединов А.Р. Классификация областей применения методов машинного обучения при поддержке принятия решений на предприятиях ракетно-космической отрасли // XLV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства: сборник тезисов: в 4 т., Москва, 30 марта – 02 марта 2021 года. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. С. 135-138. (0,628 п.л./0,209 п.л.).

17. Неврединов А.Р. Специфика применения ансамблевых алгоритмов машинного обучения при решении прикладных задач цифровизации экономики // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы Международной научно-практической конференции. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2021. 387 с. (0,21 п.л.).

18. Юсуфова О.М., Неврединов А.Р. Интеллектуальные системы на основе нечетких вычислений и нейронных сетей в управлении проектами космической отрасли // XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 28-31 янв. 2020 г.): сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. Т. 1. С. 370-372. (0,157 п.л./0,79 п.л.).

19. Невредин А.Р., Юсуфова О.М. Использование машинного обучения в цифровых двойниках производственных процессов // Будущее машиностроения России (Москва, 22-25 сен. 2020 г.): Сб. докладов XXIII всеросс. науч. конференции молодых ученых и специалистов (с междунар. участием): в 2 т. Т. 2 / Союз машиностроителей России, Московский государственный университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. С. 364-367. (0,21 п.л./0.11 п.л.).

20. Юсуфова О.М., Невредин А.Р. Применение нечетких вычислений и нейронных сетей в управлении проектами // Управление научно-техническими проектами (Москва, 3 апр. 2020 г.): сб. материалов IV междунар. науч.-техн. конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени Н.Э. Баумана С. 256-260. (0,182 п.л./0.09 п.л.).

21. Невредин А.Р. Применение ансамблевых алгоритмов машинного обучения для предиктивной аналитики в промышленности // Будущее машиностроения России: сборник докладов: в 2 томах, Москва, 22–25 сентября 2020 года / Союз машиностроителей России, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. С. 26-29. (0,18 п.л.).