

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 336.774.3:004.942

Братковский  
Евгений Викторович

Модели и алгоритмы кредитного скорингана основе нейросетевых технологий

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание академической степени  
магистра

по специальности 1–40 80 05 –Программная инженерия

Научный руководитель  
Хмельёва А.В.,  
к. т.н., доцент

Минск 2022

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Кредитование клиентов является одним из основных видов активных операций банка. Такая деятельность сопряжена с кредитным риском, т.е. риском неисполнения кредитором обязательств по своевременному погашению кредита. Несмотря на предварительную оценку кредитоспособности клиентов, проверку по различным базам на этапе рассмотрения поданных заявителями документов, иногда фиксируется и такой крайний случай проявления кредитного риска как дефолт, под которым подразумевается неисполнение клиентом обязательств по активным операциям, подверженным кредитному риску, по погашению основного долга и (или) уплате процентов длительностью свыше 60 дней. Методика и модели оценки кредитоспособности физических лиц, которые используются во многих банках Республики Беларусь в настоящее время, не в полной мере могут обеспечить желаемый результат в части точности классификации потенциальных кредитополучателей, чтобы в конечном итоге уменьшить объем проблемной задолженности по кредитам. Востребованность и актуальность исследований в этом направлении обусловлены необходимостью сокращения операционных расходов и проблемной задолженности в банках, минимизации кредитного риска и оптимизации всего бизнес-процесса. Для эффективного решения вышеуказанных проблем необходимо актуализировать методики оценки кредитного риска, внедрять программные средства, в том числе на основе нейросетевых технологий, с помощью которых можно оптимизировать бизнес-процесс кредитования физических лиц, минимизировать время рассмотрения кредитной заявки, управлять кредитным риском.

Существует множество различных методов классификации, применяемых в том числе и в банках: логистическая регрессия, деревья решений, искусственные нейронные сети, метод k-ближайших соседей и т.д. Каждый из перечисленных методов классификации имеет определенные преимущества и недостатки, а их выбор зависит в основном от компетентности сотрудников и требований заказчика (риск-подразделения банка). В последнее время одним из популярных вариантов оценки кредитоспособности клиентов является скоринг на основе искусственной нейронной сети (далее – ИНС). Выбор конкретной архитектуры ИНС в основном зависит от поставленной задачи. При работе с датасетом транзакционных данных клиентов можно использовать рекуррентную нейронную сеть. Часто в банках используется или однослойный, или многослойный перцептрон. Национальный банк Республики Беларусь не ограничивает банки в части выбора методов машинного обучения, поэтому итоговая архитектура моделей может сильно отличаться в разных банках.

В ходе исследования в рамках магистерской диссертации были проанализированы научные работы по кредитному скорингу в разных странах, в том числе и в Республике Беларусь, подробно рассмотрена предметная область, для которой актуальны современные разработки в части моделей, алгоритмов машинного обучения, программных средств на их основе, для более эффективного управления кредитным риском. Результаты, полученные в ходе исследования, имеют коммерческую ценность и могут быть использованы в повседневной работе как в ИТ-отделах, так и в риск-подразделениях банков.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Цель и задачи исследования

**Целью** диссертационной работы является разработка модели алгоритма кредитного скоринга физических лиц.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать практику кредитного скоринга и применения для этой задачи различных видов программного обеспечения.

2. Исследовать методы и алгоритмы машинного обучения, которые рационально применять для кредитного скоринга физических лиц.

3. Сформулировать методику, а также алгоритм создания и обучения моделей кредитного скоринга с учетом специфики банковского бизнеса в Республике Беларусь.

4. Создать модели классификации клиентов на основе алгоритмов машинного обучения и оценить их качество.

5. Разработать веб-приложение на языке программирования Python.

6. Проанализировать бизнес-процесс кредитования физических лиц, определить перспективы реального внедрения программного обеспечения для кредитного скоринга в уже сформировавшуюся ИТ-архитектуру банка.

**Объектом** исследования являются методы машинного обучения для кредитного скоринга.

**Предметом** исследования является скоринговая оценка кредитоспособности физических лиц.

**Актуальность** исследования обусловлена необходимостью внедрения в банках современных методик и программного обеспечения для кредитного скоринга, эффективных моделей и алгоритмов классификации клиентов при рассмотрении кредитных заявок, чтобы в конечном итоге сократить операционные расходы, проблемную задолженность по кредитам, минимизировать кредитный риск и оптимизировать бизнес-процесс кредитования физических лиц.

Основной гипотезой, положенной в основу диссертации, является возможность использования современных методик, программных решений и моделей на основе алгоритмов машинного обучения для повышения точности прогнозирования вероятности возврата кредитных ресурсов клиентами банка. Внедрение скоринговой системы, в том числе на основе нейросетевых технологий, позволит банкам оптимизировать бизнес-процесс кредитования

физических лиц и более эффективно управлять кредитным риском на постоянной основе.

### **Новизна полученных результатов**

Научную новизну имеют созданные модели оценки кредитоспособности физических лиц, методика создания, обучения и валидации моделей оценки кредитоспособности, осуществления скоринга с учетом специфики банковского бизнеса в Республике Беларусь, а также алгоритм создания, обучения и валидации модели оценки кредитоспособности физических лиц на основе искусственной нейронной сети, разработанное веб-приложение, практические рекомендации по оптимизации бизнес-процесса кредитования физических лиц.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Методика создания, обучения и валидации моделей оценки кредитоспособности физических лиц, осуществления скоринга с учетом специфики банковского бизнеса в Республике Беларусь.
2. Модели классификации потенциальных кредитополучателей.

### **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Тема диссертации соответствует пункту 1 приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 гг., утвержденных Указом Президента Республики Беларусь № 156 от 7 мая 2020 г. «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства». Диссертация выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

### **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя А. В. Хмелёвой заключается в определении целей и задач исследования, рекомендациях по содержанию диссертации и автореферата.

### **Апробация результатов диссертации**

Основные положения и результаты докладывались и обсуждались на 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Республика Беларусь, апрель 2022 г.) и IV международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и мирового сообщества» (г. Анапа, Российская Федерация, июнь 2022 г.).

### **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликованы 4 печатные работы: 1 работа в сборнике статей XLIII международной научно-практической конференции «Advances in Science and Technology», 1 работа в сборнике материалов 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 1 работа в сборнике материалов международной заочной научно-практической конференции «Инновационные решения в управлении бизнес-процессами», 1 работа в сборнике научных трудов по материалам IV международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и мирового сообщества».

### **Основные результаты диссертации**

1. Предложена методика создания, обучения и валидации моделей оценки кредитоспособности, осуществления скоринга с учетом специфики банковского бизнеса в Республике Беларусь. Разработан алгоритм создания, обучения и валидации модели оценки кредитоспособности физических лиц на основе искусственной нейронной сети.

2. Созданы модели классификации потенциальных кредитополучателей, в том числе на основе ИНС, имеющие хорошую предиктивную мощьность.

3. Разработано программное обеспечение с веб-интерфейсом для скоринга и визуализации данных.

4. Смоделирован и проанализирован бизнес-процесс кредитования физических лиц, обоснована целесообразность внедрения скоринговой системы, определены реальные перспективы внедрения любой скоринговой системы в ИТ-архитектуру банка, в том числе на основе анализа тендерной документации и консультаций профильных специалистов банка.

5. Сформулированы практические рекомендации по оптимизации бизнес-процесса кредитования физических лиц и использованию методов машинного обучения при реализации DS-проектов в банке.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе описаны теоретические аспекты кредитования, виды скоринга и обзор литературы. Во второй главе сделан акцент на моделях и алгоритмах для кредитного скоринга. В третьей главе описано и протестировано созданное веб-приложение, проведен анализ всего бизнес-процесса кредитования физических лиц.

Общий объем работы составляет 68 страниц, из которых основного текста – 53 страницы, 25 рисунков на 14 страницах, 5 таблиц на 4 страницах, список использованных источников из 56 наименований на 5 страницах и 2 приложения на 3 страницах.

### **Проверка на уникальность**

Проведена экспертиза текущей диссертации на корректность использования заимствованных материалов с применением сетевого ресурса «Антиплагиат» (адрес доступа: <https://antiplagiat.ru>) в online режиме 02.06.2022. В результате проверки установлена корректность использования заимствованных материалов (оригинальность диссертации составляет 91 %).

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** определены объект и предмет диссертационного исследования, актуальность, цель и задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели. Также рассмотрены популярные методы машинного обучения, которые наиболее часто используются в системах кредитного скоринга.

**В первой главе** определены сущность кредитного риска, роль кредитного скоринга в бизнес-процессе кредитования физических лиц. Рассмотрены виды кредитного скоринга с описанием возможных вариантов применения, отражены популярные программные решения для кредитного скоринга. Подробно описана специфика кредитного скоринга, осуществляемая Национальным банком Республики Беларусь. Проведен краткий обзор публикаций по теме исследования.

**Во второй главе** описаны популярные алгоритмы и методы машинного обучения, которые используются для решения задачи кредитного скоринга. Разработан алгоритм создания, обучения и валидации модели оценки кредитоспособности физических лиц на основе искусственной нейронной сети. Также предложена методика создания, обучения и валидации моделей оценки кредитоспособности, осуществления скоринга с учетом специфики банковского бизнеса в Республике Беларусь. Отражены результаты оценки качества созданных моделей на основе различных методов машинного обучения, включая 2 модели ИНС.

**В третьей главе** описан функционал созданного веб-приложения на основе модели ИНС, приведены модели и диаграммы системы, осуществлено тестирование созданного веб-приложения. Смоделирован в нотации BPMN 2.0 и проанализирован бизнес-процесс кредитования физических лиц, определены реальные перспективы и варианты внедрения скоринговой системы в этот бизнес-процесс. Сделан расчет потенциальной экономии денежных средств в случае внедрения в банкескоринговой системы на основе нейросетевых технологий.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог исследования в рамках магистерской диссертации необходимо отметить, что поставленные цели и задачи были выполнены в полном объеме. В частности, проанализирована практика осуществления кредитного скоринга, рассмотрены различные варианты программного обеспечения для кредитного скоринга физических лиц, исследованы методы и алгоритмы машинного обучения, в том числе и ИНС, которые рационально применять в повседневной работе в банке. Также была предложена методика и разработан алгоритм создания и обучения моделей кредитного скоринга с учетом специфики банковского бизнеса в Республике Беларусь. Созданы и валидированы модели классификации кредитополучателей на основе алгоритмов машинного обучения, обеспечивающие повышение точности прогнозирования при решении вопроса о выдаче кредита. На языке программирования Python разработано веб-приложение для развертывания модели кредитного скоринга на основе ИНС. Для детального отражения предметной области исследования был смоделирован и проанализирован бизнес-процесс кредитования физических лиц на примере одного из крупнейших белорусских банков. Предложены практические рекомендации по оптимизации бизнес-процесса и сделан расчет потенциальной экономии денежных средств при внедрении в банке скоринговой системы на основе ИНС. Определены реальные перспективы внедрения скоринговой системы в ИТ-архитектуру банка на основе анализа тендерной документации и консультаций профильных специалистов банка.

Отраженные в диссертации практические результаты и теоретические положения имеют коммерческую ценность. Сформулированные выводы основаны на практическом опыте анализа различных бизнес-процессов банка, аудита и оценки системы управления рисками, модернизации модели транзакционного скоринга в 2 крупнейших банках Республики Беларусь.

Полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для создания моделей кредитного скоринга, в том числе на основе ИНС. Они могут быть использованы для модернизации и дальнейшего развития существующих скоринговых систем. Разработанные модели и алгоритм создания моделей кредитного скоринга могут применяться в банках для оптимизации бизнес-процесса кредитования физических лиц. Результаты работы также могут использоваться при создании, актуализации методик создания и валидации

моделей кредитного скоринга в банке, анализе эффективности бизнес-процесса кредитования физических лиц, развертывании моделей при реализации DS-проектов.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Братковский, Е.В. Инновационный метод оценки потенциальных кредитополучателей на основе нейронной сети / Е.В. Братковский // Инновационные решения в управлении бизнес-процессами: материалы международной заочной научно-практической конференции, Минск, 15-30 октября 2020 г.[Электронный ресурс]/Институт бизнеса БГУ; редкол.: А.В. Кривко-Красько [и др.]. – Минск: Институт бизнеса БГУ, 2021. – С.56.

2-А. Братковский, Е.В. Искусственные нейронные сети и возможность их применения для кредитного скоринга физических лиц / Е.В. Братковский // *Advances in Science and Technology*: Сборник статей XLIII международной научно-практической конференции, Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2022.–С. 74.

3-А. Братковский, Е.В. Методы и модели кредитного скоринга физических лиц / Е.В. Братковский // Компьютерные системы и сети: 58-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 15 апреля 2022г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2022.

4-А. Братковский, Е.В. Модели и алгоритмы кредитного скоринга / Е.В. Братковский// Современные тенденции развития науки и мирового сообщества: Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции (г.Анапа, 3 июня 2022 г.). – Анапа: Издательство «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2022.– С.56.