

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Московский Физико-технический институт  
(Государственный Университет)  
Физтех-школа прикладной математики и информатики  
Кафедра технологий цифровой трансформации

**Выпускная квалификационная работа**  
**"Развитие инструментов предиктивной аналитики в**  
**целях повышения эффективности мониторинга**  
**проектов в сфере жилищного строительства"**

**Студента 2-го курса Ефремова Сергея Владимировича**

**Научный руководитель**  
**кандидат экономических наук, доцент Помулев А. А.**

Москва, 2022

### **Аннотация**

Рассматривается задача улучшения инструментов предиктивной аналитики, использующихся при мониторинге проектов в сфере жилищного строительства. Исследованы предложенные ранее схемы решения этой проблемы, на основе изученных материалов разработан подход по улучшению оценки вероятности просрочки выплаты займа застройщиком на основании отчетности, публикуемой в открытом доступе и уровне зависимости от импортируемых комплектующих и материалов. Предложен, реализован и протестирован алгоритм, основанный на алгоритмах нейросетевого обучения с использованием чисел Шепли.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>4</b>
1.1	Цели и задачи работы . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Постановка задачи</b>	<b>7</b>
2.1	Мониторинг проектов . . . . .	7
2.2	Эффективность мониторинга . . . . .	8
2.3	Предиктивная аналитика . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Обзор действующей практики</b>	<b>11</b>
3.1	Анализ текущего состояния рынка жилищного строительства и тенден- ции развития . . . . .	11
3.1.1	Проект 1 . . . . .	12
3.1.2	Проект 2 . . . . .	12
3.2	Текущее состояние финансирования в сфере жилищного строительства .	12
3.2.1	Основные источники финансирования . . . . .	12
3.2.2	Эскроу-счета . . . . .	13
3.3	Процесс мониторинга проектов и методы оценки коммерческим банком .	15
3.4	Типы моделей предиктивной аналитики и их применение в кредитном процессе . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Формальная постановка задачи</b>	<b>20</b>
4.1	Ключевые проблемы процесса мониторинга проектов . . . . .	20
4.2	Возможности внедрения с учетом консервативности и систем безопасно- сти банка . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Описание модели</b>	<b>21</b>
5.1	Этап предобработки данных . . . . .	21
5.2	Ядро модели . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Результаты работы алгоритма</b>	<b>22</b>
6.1	Пример полученных результатов - ключевые атрибуты . . . . .	22
6.2	Сравнение результатов с другими методами . . . . .	22
6.3	Сравнение результатов с оценкой предложенной метрики качества . . . .	22
<b>7</b>	<b>Экономический эффект от внедрения модели</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>Заключение</b>	<b>24</b>

# 1 Введение

## 1.1 Цели и задачи работы

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является построение модели предиктивной аналитики, которая позволит повысить эффективность процесса мониторинга проектов коммерческим банком в сфере жилищного строительства и улучшить качество прогнозирования вероятности просрочки платежа по сравнению с существующими моделями. Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить определение понятий: «мониторинг», «эффективность мониторинга», «предиктивная аналитика» для использования в настоящем исследовании;
- провести анализ существующих проектов и динамики их развития в сфере жилищного строительства;
- ознакомиться с текущим состоянием финансирования проектов в сфере жилищного строительства и нормативно-правовой базой;
- изучить процесс мониторинга проектов и методы их оценки коммерческим банком;
- исследовать типы моделей предиктивной аналитики и их применение в кредитном процессе;
- выделить основные проблемы процесса мониторинга проектов и определить возможности их решения с использованием инструментария предиктивной модели
- разработать алгоритм внедрения разработанного инструментария в бизнес-процесс мониторинга
- рассчитать экономический эффект от внедрения модели

**Научная новизна.** Используется нейросетевой подход к определению вероятности банкротства заемщика с выделением признаков, вносящих максимальный вклад с помощью, чисел Шепли. В работе предлагается коэффициент, позволяющий оценить зависимость застройщика от импортных комплектующих и материалов, а также уровень потенциального риска, обусловленного политическими ограничениями.

**Методы исследования.** Алгоритмы реализованы на языке программирования Python с использованием библиотек `|||`.

**Практическая ценность.** Полученная модель может быть использована в качестве встраиваемого модуля. Например, с её помощью можно:

- корректировать оценку вероятности просрочки платежа застройщиком, учитывая его зависимость от импортируемых компонентов;
- дополнять существующие системы мониторинга объектов строительства показателем уровня зависимости от импортных компонентов и моделью оценки наиболее важных показателей, влияющих на просрочку.

## 2 Постановка задачи

### 2.1 Мониторинг проектов

изучить определение понятий: «мониторинг», «эффективность мониторинга», «предиктивная аналитика» для использования в настоящем исследовании

Мониторинг проекта - процесс измерения показателей выполнения проекта, сбора данных об исполнении проекта, информационного обслуживания управления проектом с целью выявления его соответствия желаемому результату и плану, с последующим представлением и распространением полученных данных.

Под контролем проекта понимается процесс сравнения фактических значений контрольных показателей с запланированными, последующего анализа отклонений, оценки тенденций и прогнозирования возможных альтернатив, разработки корректировок хода реализации проекта для улучшения прогноза.

Основными целями контроля и мониторинга инвестиционных проектов можно считать обеспечение:

- своевременного достижения целей проекта с учетом согласованной стоимости;
- срочности, возвратности, платности и целевого использования предоставляемых банком кредитных ресурсов для финансирования проекта;
- своевременного информирования руководства банка о выявленных проблемах, прогнозирования рисков реализации проекта и разработка мер по их снижению;
- достижения заложенных в проекте показателей социально-экономической эффективности.

Чаще всего при реализации проектов в сфере жилищного строительства выделяют следующие виды мониторинга:

- мониторинг хода реализации инвестиционного проекта (сроков выполнения работ, бюджета проекта, расчетного времени окончания работ и расчетной стоимости проекта, организация технадзора и контрольных проверок);
- финансовый мониторинг (финансово-экономического состояния заемщика, исполнителя проекта, поручителей, гарантов, обеспечения по кредиту/кредитной линии; денежного потока, коэффициентов покрытия, целевого использования средств, исполнения заемщиком обязательств перед банком);
- мониторинг эффективности инвестиционного проекта (показателей, которые предусмотрены положением об экспертизе проектов банка).

Такое разделение обуславливается необходимостью не только контролировать текущую операционную деятельность, ведущуюся по проекту, исполнение финансовых обязательств участниками проекта и целевое использование средств, но и конечные результаты этой деятельности, которые выражаются в достижении целей проекта и достигнутой социально-экономической значимости.

Основными элементами систем мониторинга инвестиционных проектов являются:

- финансовая, техническая и иная отчетность заемщика;
- экспертные оценки банковских специалистов по направлениям реализации проекта, независимые эксперты (технический надзор, финансовый аудит);
- календарно-сетевые графики работ, расчеты сроков ввода объекта в эксплуатацию и суммарной стоимости работ;
- данные автоматизированных информационных систем мониторинга инвестиционных проектов.

Последние и будут рассмотрены в первую очередь в данной работе.

Ключевые этапы мониторинга проектов:

- этап подготовки проекта (начинается с момента одобрения займа/кредитной линии и заканчивается выделением финансовых средств);
- инвестиционная стадия проекта (непосредственное финансирование проекта);
- этап эксплуатации (следует до полного исполнения заемщиком платежных обязательств перед банком).

## 2.2 Эффективность мониторинга

Построением эффективных систем мониторинга занимались многие исследователи Д. Боуэр, Дж.Филлипс, Р.Фартел, Х.Керцнер[здесь будут ссылки на литературу]. Мониторинг в современных реалиях представляет из себя комплексную функцию проектного управления, в которую входит процедуры сбора, анализа и передачи информации о ходе реализации проекта, которая позволяет решить проблему своевременного принятия решений по проекту.

Основные задачи, которые решают системы мониторинга:

- определение совокупности отслеживаемых индикаторов;
- организация обработки и агрегирования полученной информации;



- генерация текущей отчетности по проекту;
- интеграция функции мониторинга в информационную архитектуру предприятия, реализующего проект.

Принятие управленческих решений о формировании и развитии системы мониторинга проектов, о требуемом кадровом, техническом и финансовом обеспечении неизбежно связано с дополнительными затратами. Однако, потенциальные угрозы от финансирования убыточных или высокорисковых проектов также способны привести к значительным издержкам. Все это остро ставит вопрос о необходимости эффективного мониторинга проектов.

Основными подходами к изучению эффективности проектов являются:

- целевой (предполагает анализ степени достижения целевых значений показателей);
- динамический (учитывает скорость изменения исследуемых показателей во времени и относительно друг друга);
- затратный (основан на сопоставлении затрат и результатов);
- ресурсный (исследует степень рациональности расходования ресурсов).

## 2.3 Предиктивная аналитика

Предиктивной аналитикой или продвинутой аналитикой называют ряд аналитических и статистических методов прогнозирования действий и поведения в будущем. В основе лежат статистические модели, позволяющие находить закономерности в исторических и транзакционных данных, что позволяет выделять потенциальные риски и возможности. Ключевые этапы составляющие процесс предиктивного анализа: подключение к данным, анализ и визуализация результатов исследований, развитие предложений и моделей данных, применение предиктивных моделей, оценка и прогнозирование будущих результатов.

В основе предиктивной аналитики лежит выявление связей между данными историческими и прогнозными результатами на их основе. Верхнеуровнево алгоритмы предиктивного анализа можно разделить на контролируемое и неконтролируемое обучение.

Контролируемое обучение принято разделять на две ключевые категории: регрессию для количественных ответов и классификацию для определения фактической принадлежности ответа к той или иной группе.

Неконтролируемое обучение применяется для получения выводов из входных данных без разметки. Наиболее распространенный вид такого анализа - кластеризация, которую используют для поиска скрытых закономерностей в данных.

## 3 Обзор действующей практики

### 3.1 Анализ текущего состояния рынка жилищного строительства и тенденции развития

В "Стратегии строительной отрасли до 2030 года" особое внимание уделяется наращиванию жилищного строительства, а также повышению комфортности жилищных условий. Так, в разделе "Целевые показатели по ипотеке и жилищному строительству" документа сформулирована задача увеличить обеспеченность населения жильем к 2024г. до 28 – 30 м<sup>2</sup> на человека в среднем, а к 2030 году превысить этот уровень. Также предполагается повысить долю городов с благоприятной городской средой до 70% к 2030г. Для того, чтобы достичь поставленных целей, необходимо нарастить объем жилищного строительства до не менее чем 120 млн. м<sup>2</sup> в год (рис. 1).



Рис. 1: Классификация источников финансирования девелоперского проекта в зависимости от стадии его реализации.

Здесь должна быть динамика роста рынка строительства фактическая, сколько ввели, актуальность строек Количество действующих кредитных договоров на конец 2021 года - 1 383

19% приходится на Москву и Московскую область

Общая сумма действующих кредитных договоров - 6 247 550,0 млн. рублей

Рост за 2021 год на 113% по количеству, и на 129% по объему

В реестре проблемных застройщиков числятся – 650 организаций в 66 регионах РФ.

### 3.1.1 Проект 1

### 3.1.2 Проект 2

## 3.2 Текущее состояние финансирования в сфере жилищного строительства

### 3.2.1 Основные источники финансирования

В общемировой практике недвижимость считается одним из наименее рискованных направлений долгосрочного инвестирования с достаточно высоким уровнем рентабельности. Однако условия доступа, задающиеся высоким уровнем капитальными затратами, ограничивают круг потенциальных инвесторов. Так как крупные девелоперские проекты нуждаются в крупных капиталовложениях, реализация их за счет исключительно собственных средств для большинства компаний оказывается невозможной. Однако учитывая текущую практику, именно внешнее финансирование как нельзя лучше отражает суть девелопмента. В зависимости от стадии реализации девелоперского проекта основные источники финансирования могут быть классифицированы в соответствии со схемой (рис. 2).

Предпроектная стадия			
Взносы девелоперов		Авансы заказчиков	
Оценка местоположения и технико-экономическое обоснование			
Взносы девелоперов		Авансы заказчиков	
Приобретение земельного участка			
Взносы дольщиков (с использованием счетов эскроу / напрямую при условии соблюдения критериев)		Средства инвесторов	
Проектирование и оценка проекта			
Взносы дольщиков	Средства инвесторов	Венчурное инвестирование	
Заключение контрактов и строительство			
Банковские кредиты	Взносы дольщиков по договорам, заключаемым на стадии создания недвижимости	Средства инвесторов	Проектное финансирование
Маркетинг, управление и реализация объектов			
Средства инвесторов	Чистая прибыль / Амортизация	Средства покупателей жилой недвижимости	

Рис. 2: Классификация источников финансирования девелоперского проекта в зависимости от стадии его реализации.

На первых этапах, как на самых рискованных, проект в основном финансируется за счет собственных средств. Далее, когда концепция будущего объекта строительства уже разработана, привлекаются средства дольщиков. Финансирование проекта на стадии приобретения земельного участка носит рискованный характер, поэтому инвестиционные ресурсы оказываются самыми дорогими.

На этапе строительства используются банковские, облигационные займы и эскроу-счета. Этот этап проекта наиболее капиталоемкий и требует значительных объемов ин-

вестиционных ресурсов. На стадии продвижения привлечение заемных средств оказывается невозможным, так как займы выдаются под строительство. В условиях Российского рынка задача усложняется высокими ценами на земельные участки, строительные материалы, значительными транспортными расходами и прочими издержками.

Наиболее распространенные механизмы рыночного финансирования девелоперских проектов в России:

- договоры купли-продажи объектов жилой недвижимости;
- договоры участия в долевом строительстве;
- эскроу-счета.

До 2019 года наиболее распространенным механизмом финансирования было заключение договора участия в долевом строительстве (ДДС). Так на конец 2019 года в России было зарегистрировано 783 тысячи договоров ДДС. Такая популярность обусловлена рядом факторов]]: для покупателя - покупка на начальных этапах строительства позволяла сэкономить 25-35% от стоимости готового объекта; использование инструментов снижения рисков, в частности государственная регистрация ДДС, страхование; в ряде случаев договоры предусматривали рассрочку платежей. Однако данный механизм имел ряд недостатков, в частности порожденная им проблема обманутых дольщиков. Для решения проблемы был разработан комплексный ряд мер, а именно были внесены правки в Федеральный закон от 30.12.2004г. №214-ФЗ "Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации". Как результат - с 1 июля 2019 года в России осуществляется переход на новую схему финансирования строительства многоквартирных домов через эскроу-счета.

### **3.2.2 Эскроу-счета**

При применении данного подхода застройщик финансирует проект за счет собственных средств и банковских кредитов, а деньги дольщиков за проданные квартиры, хранящиеся на эскроу-счетах, получает после сдачи проекта в эксплуатацию.

По данным Банка России, уже на начало сентября 2020г. в банках было открыто почти 180 тыс счетов эскроу, на которых аккумулированно более 600 млрд. руб. При этом банки одобрили финансирование на 1,8 трлн руб., при общем объеме ссудной задолженности 667 млрд руб. По данным Банка России, средняя процентная ставка кредитной линии проектного финансирования составляла 4-6% для договоров, заключенных до

марта 2022 года. Средний срок рассмотрения заявки 30-45 дней. Особенность кредитования с применением счетов-эскроу заключается в том, что при значительном размере поступлений денежных средств участников долевого строительства на счета эскроу - ставка по кредиту снижается, в пределе она может быть снижена до 0.01%.

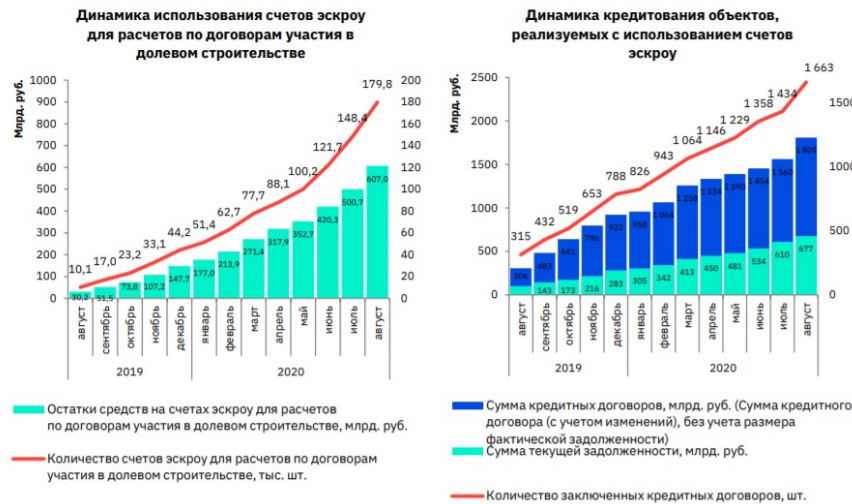


Рис. 3: Динамика использования эскроу счетов.

Переход на новую модель финансирования жилищного строительства сопряжен с решением ряда систематических проблем. В первую очередь, данная модель предполагает замену средств дольщиков банковским кредитованием. Согласно расчетам ДОМ.РФ, для этого потребуется увеличение объемов кредитования застройщиков с 0,6 трлн руб. в 2018 г. до 6,4 трлн руб. в 2024 г. То есть на горизонте 4-5 лет, кредитный портфель застройщиков жилой недвижимости должен возрасти примерно в 10 раз(рис. 3).

Обслуживание ссудной задолженности в рамках новой модели финансирования строительства жилой недвижимости возможно только при условии растущих объемов продаж квартир на первичном рынке. Основным драйвером спроса при этом считается развитие ИЖК и его льготных программ, субсидируемых государством. По итогам 2019 г. примерно 60% квартир в новостройках и 50% на вторичном рынке приобретены с помощью ИЖК. Основными ограничителями спроса выступают повышение долговой нагрузки вследствие отставания динамики денежных доходов от платежей по кредиту и рост цен жилой недвижимости. Особенно остро обе эти проблемы ощутились на фоне повышения ключевой ставки ЦБ до 20% в марте, ставки по ИЖК стали неподъемными даже по льготным программам ипотечного кредитования, а цены на недвижимость продолжили рост на фоне повысившихся инфляционных ожиданий национальной валюты.

Реформа отрасли строительства жилой недвижимости оставила девелоперов без

возможности использовать бесплатные средства дольщиков. На начальных этапах перехода на проектное финансирование объем жилищного строительства в РФ снизился на 20 млн кв.м. Половина регионов Российской Федерации характеризуется нулевой или отрицательной маржинальностью жилищного строительства, обусловленной низкой платежеспособностью населения. Все это ограничивает застройщика при выборе источников финансирования. Также важен и тот факт, что кредит не покрывает все затраты проекта, а собственных средств застройщика может быть недостаточно для увеличения объема строительства.

Для поддержания темпов роста, застройщики выходят на фондовый рынок. Доверие потенциальных инвесторов к ценным бумагам строительных компаний потенциально могут повысить структурирование девелоперских групп, цифровизация компаний, повышение прозрачности их отчетности и формирование рейтинговой истории. Однако в связи со сложной политической обстановкой, правильно будет ориентироваться на привлечение инвесторов внутри страны, так как доступ внешнего капитала весьма ограничен. Также исключительно важной становится и степень зависимости застройщика от внешнего капитала и импортных комплектующих, материалов и инструментов при строительстве. Чем выше степень зависимости, тем менее устойчивой становится девелопер и конкретные, финансируемые банком проекты, при оказании на них даже косвенного политико-экономического давления.

Все это приводит к необходимости постоянного проектного мониторинга и контроля потенциальных рисков со стороны банка, как у регулятора на новом сложившемся рынке жилищного строительства после введения счетов-эскроу.

### **3.3 Процесс мониторинга проектов и методы оценки коммерческим банком**

Мониторинг коммерческим банком хода реализации проекта состоит из:

- разработки календарно-сетевого графика создания объектов инвестиционного проекта и пояснения к нему;
- организации контроля за соблюдением плановых сроков, этапов, стоимостных параметров; назначением платежей; а также фактически выполненного объема работ и освоенных затрат на всех стадиях реализации проекта;
- выявления отклонений от плана реализации проекта и их последующего анализа, в том числе оценку влияния на сроки и бюджет проекта;

- разработки мер, направленных на снижение влияния отклонений, для выполнения проекта в запланированные сроки с установленным бюджетом;
- прогнозирования сроков окончания реализации проекта и суммарных затрат
- мониторинга исполнения дополнительных обязательств, в том числе организации и осуществления контроля над выполнением заемщиком, залогодателем и поручителями дополнительных условий и обязательств, установленных договором;
- организации экспертизы бюджетного проекта и проверки соответствия стоимостных параметров проекта текущему состоянию рынка строительных материалов, работ и оборудования;
- организации оперативного надзора за техническими и объемно стоимостными показателями проекта и анализа отчетной технической документации;
- отбора компаний для осуществления технического надзора;
- организации и проведении проверок объектов, находящихся на стадии строительства, в том числе проверок надзорных компаний;
- анализ отчетов строительных аудиторов и надзорных компаний;
- согласование видов рисков при страховании работ.

Для проверки результатов реализации проекта также проводят мониторинг эффективности проекта. В ходе этого процесса выясняется достиг ли проект поставленных целей, особенно социально значимых и насколько он соответствует изначально заданным параметрам. Мониторинг эффективности инвестиционного проекта состоит из:

- мониторинга достижения запланированных конечных экономических показателей эффективности;
- мониторинг достижения запланированных конечных социально-экономических показателей эффективности для разных групп внешних потребителей результатов проекта;
- мониторинг эффективности инвестиций акционеров в капитал проектной компании.

Резюмируя, мониторинг результатов развития инвестиционного проекта включает:

- определение целевых показателей на предынвестиционной стадии;



- проведение оценки проектов в процессе их реализации на инвестиционной стадии.

При этом целевые показатели можно разделить на категории:

- финансовые;
- экономические;
- экологические;
- показатели развития частного сектора.

Зачастую указанные выше показатели рассчитываются проектным офисом Банка вручную, для каждого проекта строится индивидуальная модель, сравниваются фактические данные и показатели план-графика и на основе отклонений делается прогноз по каждому объекту. Такой подход экспертной оценки имеет ряд преимуществ, таких как возможность рассмотреть каждый случай досконально и выделить все проблемные зоны. К сожалению, применение методики экспертных оценок является весьма время- и трудо- затратным процессом и невозможно при превышении определенной границы: числа объектов мониторинга в отношении на эксперта. Эта проблема вызвала необходимость разработки автоматизированных систем мониторинга проектов, которые могли бы по расчетным показателям и косвенным признакам подсветить наиболее проблемные объекты. Также стоит отметить, что наиболее эффективно не просто показывать объекты риска, но и индцировать по каким причинам объект считается проблемным.

### **3.4 Типы моделей предиктивной аналитики и их применение в кредитном процессе**

В основе применяемых в Банках систем мониторинга чаще всего лежат методы прямого сравнения с пороговыми показателями и прогнозными сравнениями или алгоритмы решающих деревьев. Причин у такого подхода несколько. В первую очередь, у Банка нет права на ошибку, поэтому система оценки проекта должна быть прозрачной и простой к оценке. Так у контролирующего ее работу эксперта будет возможность доступно интерпретировать результат автоматического расчета и оперативно сделать выводы о его корректности и необходимости корректировок оценки. Также сложные системы проектного мониторинга и скоринговые-системы чаще всего требуют крупных вложений как на уровне разработки или закупки оценочных моделей, так и на этапе разворачивания решений на высокопроизводительных кластерах.

Среди наиболее популярных алгоритмов машинного обучения можно выделить методы представленные в Таблице 1.

Модель	Краткое описание
Линейная множественная регрессия	Связывает зависимую переменную с линейной функцией независимых переменных. Задача сводится к поиску коэффициентов, при которых точность ответа, полученного в результате подстановки входных значений обучающей выборки в итоговую линейную функцию будет максимальна.
Логическая регрессия	В основе лежит метод максимального правдоподобия. В целом, логика поиска весов аналогична линейной регрессии, только оценивается вероятность принадлежности к одному из классов, решая задачу бинарной классификации.
Деревья классификации	Зависимость значения результирующей переменной представлена в виде иерархической ступенчатой структуры - дерева.
CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection)	Критерий построения следующих узлов - значимость результата статистического теста. На каждом уровне дерева выявляется переменная оказывающая наибольшее влияние на результат. Также выделяется набор признаков, оказывающий максимальное влияние на результат.
Нейронные сети	Каждый узел / нейрон - простой элемент, который можно промоделировать. Нейросеть позволяет обнаружить сложные и нелинейные зависимости между признаками и выходным результатом. Ключевая проблема - сложность интерпретации, структура нейросети не позволяет описать взаимосвязи в виде простой функции
Случайный лес	Композиция решающих деревьев. Финальная классификация получается методом усреднения результата всех поддеревьев.
Метод опорных векторов	Ключевая идея метода заключается в повышении размерности пространства признаков, и поиске разделяющей гиперплоскости между исходными векторами значений

Модель	Краткое описание
Байесовский классификатор	Простой вероятностный классификатор, основанный на предположении о независимости признаков в исходном пространстве и последующем применении теоремы Байеса

Таблица 1: Наиболее распространенные алгоритмы машинного обучения в банковской сфере

Большая часть представленных выше алгоритмов встречаются в кредитном скоринге. Задача мониторинга финансируемых проектов со стороны банка выглядит крайне близкой, разница заключается в том, что клиент оценивается не только в момент одобрения кредитной линии, но и на протяжении всего жизненного цикла проекта. Основные направления кредитного скоринга:

- Application-scoring или анализ заявок для определения потенциального риска выдачи кредита. Для задачи ПФ можем считать вероятность наличия просрочки у клиента;
- Fraud-scoring или скоринг против мошенничества, оцениваем вероятность того, что клиент является мошенником. Не актуально для задач ПФ;
- Behavioural-scoring или скоринг поведения заемщика. Для задачи ПФ, это вероятность что клиент передает несоответствующие действительности данные о ходе выполнения проекта;
- Collection-scoring определяет суровость мер, которые необходимо применить к заемщику, при просрочке.

Данная работа нацелена, в первую очередь на анализ адаптации Application скоринга для задач проектного финансирования.

## **4 Формальная постановка задачи**

### **4.1 Ключевые проблемы процесса мониторинга проектов**

### **4.2 Возможности внедрения с учетом консервативности и систем безопасности банка**

## 5 Описание модели

### 5.1 Этап предобработки данных

### 5.2 Ядро модели

## **6 Результаты работы алгоритма**

**6.1 Пример полученных результатов - ключевые атрибуты**

**6.2 Сравнение результатов с другими методами**

**6.3 Сравнение результатов с оценкой предложенной метрики качества**

## 7 Экономический эффект от внедрения модели

## 8 Заключение



## Список литературы

- [1] *Adam M., Rossant F. et al.* Eyelid localization for iris identification // *Radioengineering.* — 2008. — Vol. 17, no. 4. — Pp. 82–85.
- [2] *Adam M., Rossant F. et al.* Reliable eyelid localization for iris identification // *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems Conference Proceedings.* — 2008. — Pp. 1062–1070.
- [3] *Ballard D.* Generalizing the hough transform to detect arbitrary shapes // *Pattern Recognition.* — 1981. — Vol. 13, no. 2. — Pp. 111–122.
- [4] *Canny J.* A computational approach to edge detection // *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* — 1986. — Vol. 8, no. 6. — Pp. 679–698.
- [5] *Daugman J.* High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.* — 1993. — Vol. 15, no. 11. — Pp. 1148–1161.
- [6] *Daugman J.* The importance of being random: statistical principles of iris recognition // *Pattern Recognit.* — 2003. — Vol. 36. — Pp. 279–291.
- [7] *Daugman J.* How iris recognition works // *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techn.* — 2004. — Vol. 14. — Pp. 21–30.
- [8] *Deans S.* The radon transform and some of its applications // *New York: John Wiley and Sons.* — 1983.
- [9] Future challenges based on the multiple biometric grand challenge // NIST information access division: Multiple biometric grand challenge. — 2010.
- [10] *Kang B., Park K.* A robust eyelash detection based on iris focus assessment // *Pattern Recognition Letters.* — 2007. — Vol. 28, no. 13. — Pp. 1630–1639.
- [11] *Masek L.* Recognition of human iris patterns for biometric identification // *Measurement.* — 2003. — Vol. 32, no. 8. — Pp. 1502–1516.
- [12] *Min T., Park R.* Comparison of eyelid and eyelash detection algorithms for performance improvement of iris recognition // *Conference (International) on Image Processings Proceedings.* — 2008. — Pp. 257–260.
- [13] Multiple biometric evaluation // <http://www.nist.gov/itl/iad/ig/mbe.cfm>. — 2009.

- [14] Multiple biometric grand challenge // <http://www.nist.gov/itl/iad/ig/mbgc.cfm>. — 2007.
- [15] Wildes R. Iris recognition: an emerging biometric technology // *Proceedings of the IEEE*. — 1997. — Vol. 85, no. 9. — Pp. 1348–1363.
- [16] Xiangde Z., Qi W. et al. Noise detection of iris image based on texture analysis // *Chinese Control and Decision Conference Proceedings*. — 2009. — Pp. 2366–2370.
- [17] Yang L., Wu T. et al. Eyelid localization using asymmetric canny operator // *Conference (International) on Computer Design and Applications Proceedings*. — 2010. — Pp. 533–535.
- [18] Вельховер Е.С., Шульпина Н.Б., Алиева З.А. и др. Иридодиагностика // М.: Медицина. — 1988. — Р. 240.
- [19] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений // *Техносфера*. — 2012.
- [20] Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке бейсик для персональных ЭВМ // М.: Наука. — 1987.
- [21] Смирнов Д.А., Матвеев И.А. Определение границ век на изображении глаза методом активных контуров // *Труды ИСА РАН, Динамика неоднородных систем*. — 2006. — Vol. 25. — Pp. 200–207.
- [22] Соломатин И.А., Матвеев И.А., Новик В.П. Определение видимой области радужки классификатором текстур с опорным множеством // *Автоматика и телемеханика*. — 2018. — Pp. 127–143.