

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 существующих проектов . . . . .	11
3.1.1	Проект 1 . . . . .	11
3.1.2	Проект 2 . . . . .	11
3.2	Текущее состояние финансирования в сфере жилищного строительства .	11
3.2.1	Ключевой топик 1 . . . . .	11
3.2.2	Ключевой топик 2 . . . . .	11
3.3	Процесс мониторинга проектов и методы оценки коммерческим банком .	11
3.4	Типы моделей предиктивной аналитики и их применение в кредитном процессе . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Формальная постановка задачи</b>	<b>12</b>
4.1	Ключевые проблемы процесса мониторинга проектов . . . . .	12
4.2	Возможности внедрения с учетом консервативности и систем безопасно- сти банка . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Описание модели</b>	<b>13</b>
5.1	Этап предобработки данных . . . . .	13
5.2	Ядро модели . . . . .	13
<b>6</b>	<b>Результаты работы алгоритма</b>	<b>14</b>
6.1	Пример полученных результатов - ключевые атрибуты . . . . .	14
6.2	Сравнение результатов с другими методами . . . . .	14
6.3	Сравнение результатов с оценкой предложенной метрики качества . . . .	14
<b>7</b>	<b>Экономический эффект от внедрения модели</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Заключение</b>	<b>16</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 существующих проектов**

##### **3.1.1 Проект 1**

##### **3.1.2 Проект 2**

#### **3.2 Текущее состояние финансирования в сфере жилищного строительства**

##### **3.2.1 Ключевой топик 1**

##### **3.2.2 Ключевой топик 2**

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

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

## **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.