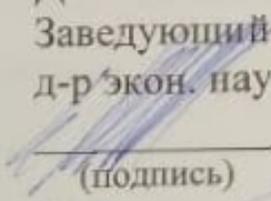


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

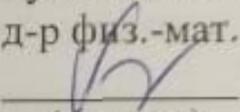
Факультет экономический  
Кафедра теоретической экономики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
д-р экон. наук, проф.

  
В.А. Сидоров  
(подпись)

22 декабря 2020 г.

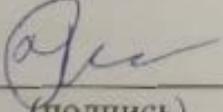
Руководитель ООП  
д-р физ.-мат. наук, проф.

  
Е.Н. Калайдин  
(подпись)

22 декабря 2020 г.

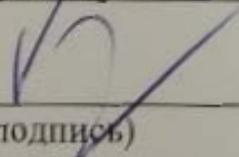
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

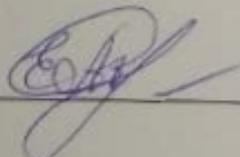
МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СКОРИНГА НА ОСНОВЕ  
АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Работу выполнил  Э.Р.Уджуху  
(подпись)

Направление подготовки 38.04.05 Бизнес-информатика

Направленность (профиль) Моделирование и оптимизация  
бизнес-процессов

Научный руководитель  
д-р физ.-мат. наук, проф.  Е.Н.Калайдин  
(подпись)

Нормоконтролер  
канд. экон. наук, доц.  Е.А. Авдеева  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Кредитный скоринг с использованием машинного обучения. Обзор методологической базы .....	7
1.1 Процессный подход к управлению организацией .....	7
1.2 Теория контрактов .....	34
1.3 Кредитный скоринг. Историческая ретроспектива .....	39
1.4 Машинное обучение .....	41
2 Анализ существующих моделей кредитного скоринга .....	51
2.1 Анализ зарубежных моделей кредитного скоринга.....	51
2.2 Анализ отечественных моделей кредитного скоринга.....	56
3 Описание практической реализации решения .....	59
3.1 Построение типичной модели бизнес-процесса оценки кредитоспособности заёмщика.....	59
3.2 Реинжиниринг модели бизнес-процесса оценки кредитоспособности заёмщика.....	64
Заключение.....	67
Список использованных источников.....	69

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность исследования* обуславливается текущей необходимостью российских кредитных организаций к оценке кредитного рейтинга россиян, которым не может быть присвоен кредитный рейтинг или являющихся кредитно невидимыми. В настоящее время почти половина россиян относится к данной категории, что сужает круг потенциальных клиентов кредитных организаций.

*Степень разработанности проблемы.* В своём основополагающем труде «Исследование о природе и причинах богатства народов» А. Смит впервые затронул дизайна процесса, который он называл комбинацией. В своих работах Ф.У. Тейлор предложил набор принципов реинжиниринга бизнес-процессов. К. Маккормак провёл эмпирическое исследование влияния реинжиниринга бизнес-процессов, которое вернуло доверие к этой методике. О. Харт получил нобелевскую премию по экономике за его вклад в развитие теории неполных контрактов. Д. Дюранд основоположник скоринговой модели. Б. Фэйр и Э. Исаак первое успешное прикладное коммерческое использование модели кредитного скоринга.

*Цель и задачи исследования.* Цель исследования заключается в повышении конкурентоспособности банков путём расширения клиентской базы за счёт выделения «хороших» заёмщиков из массы кредитно невидимых и заёмщиков, которым не может быть присвоен кредитный рейтинг путём создания модели бизнес-процесса.

В соответствии с целью можно выделить следующие задачи:

- анализ методов процессного подхода к управлению организацией,
- исследование методов теории контрактов,
- разбор методов кредитного скоринга,
- рассмотрение методов машинного обучения,
- анализ зарубежных моделей кредитного скоринга,
- анализ отечественных моделей кредитного скоринга,

– построение типичной модели бизнес-процесса оценки кредитоспособности заёмщика,

– реинжиниринг модели бизнес-процесса оценки кредитоспособности заёмщика.

*Объектом исследования* является кредитный скоринг. *Предметом исследования* является применение интеллектуальных технологий и механизмов для кредитного скоринга.

*Теоретико-методологическим базисом исследования* выступают такие общенаучные методы как индукция, которая используется при рассмотрении сотрудничества БКИ «Эквифакс Кредит Сервисиз» и компании «Яндекс»; синтез при выявлении основных критериев кредитного скоринга; анализ при выявлении проблемы традиционных скоринговых карт. Также были использованы методы моделирования и анализа бизнес-процессов для построения типичной модели бизнес-процесса «Оценка кредитоспособности заёмщика», её декомпозиции и реинжиниринга.

*Информационно-эмпирическая платформа исследования* основывалась на исследованиях, опубликованных в научных статьях и лекционных материалах. Практическая часть основана на информации из веб-ресурсов: новостных статей на сайтах РБК, Wire, Forbes; официального сайта Центрального банка Российской Федерации; официальных сайтов БКИ объединённое кредитное бюро и национальное бюро кредитных историй; официальных сайтов бюро финансовой защиты потребителей США и аналитической компании FICO.

*Гипотеза* исследования – возможно построить модель бизнес-процесса кредитного скоринга, которая может компенсировать недостаточность кредитной истории заёмщиков и позволит их классифицировать на основе использования механизмов теории контрактов и методов машинного обучения.

*Положения, выносимые на защиту:*

1) модель бизнес-процесса кредитного скоринга, работающая в реалиях недостатка исторических данных предыдущих кредитов россиян,

2) предложенная модель, включающая механизм, помогающий раскрыть больше информации о заёмщике,

3) описанная модель использует методологии машинного обучения и теории неполных контрактов (с использованием Big Data).

*Научная новизна* диссертационного исследования заключается в разработке модели бизнес-процесса кредитного скоринга, которая позволит проводить оценки кредитоспособности физических лиц без предшествующей кредитной истории, что как следствие увеличит получаемую прибыль кредиторов.

Научная новизна проявляется в:

1) так как все известные модели кредитного скоринга, используемые в России, в большей основаны на исторических данных предыдущих кредитов заёмщиков, а у большинства россиян их нет, имеется потребность в модели, которая не опирается на них,

2) построен механизм, мотивирующий заёмщика раскрыть больше информации о себе, позволяющий давать более точную оценку заёмщика,

3) предложенная модель использует методологии машинного обучения и теории неполных контрактов (с использованием Big Data).

*Теоретическая значимость исследования* состоит в том, что его результаты развивают направление методологии кредитного скоринга, дополняют предложениями со стороны дизайна механизмов, сбора данных и машинного обучения.

*Практическая значимость исследования* разработанная модель бизнес-процесса откроит доступ кредитным организациям к новому сегменту кредитного рынка, позволив извлечь большую прибыль благодаря большей уверенности в каждом займе.

*Степень достоверности результатов исследования.* Диссертационная работа основывается на объединении положений методологии реинжиниринга бизнес-процессов, кредитного скоринга, теории контрактов и машинного обучения. Эмпирический базис исследования заключается в научных статьях,

официальных веб-ресурсах ЦБ, БКИ и правительства США и специализированной литературы.

*Апробация результатов диссертационного исследования* осуществлялась на научно-практической конференции «Галактика науки – 2020» (г. Краснодар, 28 мая 2020 г.).

*Публикации.* Основные положения работы опубликованы в сборнике научных трудов кафедры теоретической экономики «Актуальные проблемы экономической теории и практики» в июне 2020 г. в статье «Обзор отечественных и зарубежных моделей кредитного скоринга», а также в ноябре 2020 г. в статьях «Теория контрактов и процессный подход: мотивирование в условиях неполноты информации» и «Анализ алгоритмов машинного обучения в контексте экономических моделей» в рамках научно-исследовательской работы.

*Структура диссертационной работы.* Приведённые выше цели и задачи диссертационного исследования и логика изложения материала определили структуру работы следующим образом: введение, три главы, содержащие 16 рисунков, 2 формулы, заключение, список использованных источников.

# **1 Кредитный скоринг с использованием машинного обучения.**

## **Обзор методологической базы**

### **1.1 Процессный подход к управлению организацией**

Теоретическая основа диссертация базируется на процессном подходе к управлению, теории контрактов, кредитном скоринге, машинном обучении. Рассмотрим их более подробно.

Процессный подход к управлению (Business Process Management) – это концепция управления выполнимых работ в организации для обеспечения постоянных результатов и использования возможностей улучшения. В этом контексте, «улучшения» могут иметь различные значения в зависимости от поставленных задач организации. Типичный пример задач улучшения это: уменьшение затрат, уменьшение времени выполнения, уменьшения процента ошибок, а также, например, получение конкурентного преимущества посредством инноваций. Инициативы улучшения могут быть разовыми или продолжительными, они могут быть инкрементными или радикальными. Более важно то, что цель процессного подхода не в улучшении выполнения отдельных работ, а в управлении цепями событий, работ и решений, который в конечном счёте добавляют ценность организации и её клиентам. Общность этих цепей событий, выполняемых работ и решений называется бизнес-процессами (business process).

Ключевая идея процессного подхода – это фокусировка на процессе, когда организовать и управлять работой в организации. Эта идея может показаться интуитивной и прямолинейной при первом взгляде. Если важно качество продукта или услуги и скорость их доставки потребителю, почему не рассмотреть шаги необходимые, чтобы их произвести. Однако потребовалось несколько эволюционных шагов, чтобы эта идея стала важной частью рабочей структуры организаций. На рисунке 1 представлена схема некоторых исторических развитий, связанных с процессным подходом.



Рисунок 1 – Схема некоторых исторических развитий, связанных с процессным подходом (составлен автором)

Во время доисторической эпохи люди жили самостоятельно или в небольших группах и производили еду, инструменты и другие предметы быта сами для себя. В таких ранних обществах потребители и производители благ часто были одним и тем же человеком. То есть, мы можем сказать, что люди в то время выполняли свои производственные процессы. Как результат, они имели знания того, как производить множество вещей, другими словами, они были универсалами.

В древние времена, с появлением городов и городов-государств, структура работы, основанная на универсалах, начала эволюционировать в сторону среднего уровня специализации. Люди начали специализироваться в производстве определённого типа блага, например, гончарные товары, или в предоставлении определённого типа услуги, например, предоставление жилья. Подобное широкое развитие к более высокому уровню специализации рабочей силы кульминировало в появлении гильдий ремесленников во время средних веков. Эти гильдии представляли собой группы торговцев и мастеров, занимающихся одной и той же экономической деятельностью, например, брадобреи,

сапожники, каменщики, лекари и скульпторы. Рабочие в то время имели хорошее понимание всего процесса, в котором они участвовали, но знали мало о процессах, которые производили товары и услуги, которые они получали от других.

Более высокая степень специализации средневековых работников сдвинулась ещё ближе к чистой специализации во время индустриальной революции. Свидетель данного развития был А. Смит (Adam Smith), шотландский экономист и философ, который наиболее известен своей книгой «Исследование о природе и причинах богатства народов». В этой книге ведутся рассуждения, среди прочего, о разделении труда [40], которое использовали мануфактурные компании для производства булавок. Хотя А. Смит и делает акцент на разделении труда, на самом деле это дизайн процесса (который он называет комбинацией), который влияет на хорошую производительность мануфактуры.

Во второй половине XIX века, ближе к первой мировой войне, многие такие мануфактуры разрослись и стали крупными фабриками. Американец, который неотделимо связан с подобными развитиями Ф.У. Тейлор (Frederick W. Taylor) предложил набор принципов, которые известны как научная организация труда [41]. Ключевым элементом в подходе Ф.У. Тейлора – крайняя форма разделения и анализа труда. Тщательно изучив рабочие действия, такие как каждый отдельные шаг, которые требовались для работы с чугуном в сталелитейных заводах, Ф.У. Тейлор разработал конкретные рабочие инструкции для рабочих. Рабочие участвовали в выполнении только одного из многих шагов производственного процесса. Не только в промышленности, но и в административной среде, такой как в государственных организациях, данный концепт разделения труда стал доминантной формой организацией труда. Итогом данного развития стало то, что работники стали абсолютными специалистами, которые занимались только одной частью одного бизнес-процесса.

Побочным эффектом работы Ф.У. Тейлора и его современников стало

появление нового класса профессионалов – класс менеджеров. В конце концов, кому-то надо было наблюдать за продуктивностью группы рабочих занятых одной частью процесса производства. Менеджеры были ответственны за установку цели противительности для индивидуальных работников и их выполнение. В контраст мастерам средневековых гильдий, которые могли получить такое звание на основе своего непревзойдённого мастерства, менеджерам было не обязательно было быть экспертами в выполнении работы, которую они надзирали. Их же главная цель – это оптимизация работы, которую они надзирают при помощи ресурсов, которые были под их надзором.

После появления менеджеров организации стали структурированы согласно принципам разделения труда. Встал очевидный вопрос: «Как разделить ответственностью между менеджерами?». Решением стало создание функциональных единиц, в которых люди имели бы схожий фокус на часть производственного процесса и были бы сгруппированы вместе. Эти единицы были бы под надзором менеджеров с различными обязанностями. Более того, функциональные единицы и их менеджеры были построены согласно иерархии. Например, группы были поставлены под департаментами, в свою очередь, департаменты были установлены под бизнес-единицами и т.д. То, что мы здесь видим – это корень функциональных единиц, который знаком нам и по сей день, когда мы думаем об организациях: отдел закупок, продаж, складирования, финансов, маркетинг, человеческие ресурсы и т.д.

Функциональная организация, которая появилась из образа мышления второй индустриальной революции доминировала корпоративный пейзаж большую часть XIX и XX веков. Однако, к концу 1980-х годов большие американские компании такие как IBM, Ford и Bell Atlantic (сейчас известная как Verizon) пришли к осознанию того, что их упор на функциональную оптимизации создавал неэффективность в их операциях и это влияло на их конкурентоспособность. Дорастающие проекты, которые ввели новые ИТ-системы или реорганизовывали работу внутри функциональных департаментов с целью улуч-

шения их эффективности, особо не помогали этим компаниям стать более конкурентно способными. Казалось, что потребители не обращали внимания на эти потуги и продолжали уходить, например, к японским конкурентам.

Один из прорывных событий в развитии процессного подхода стало приобретения компанией Ford большое количество акций японской компании Mazda в 1980-х годах. Один из директоров Ford при посещении фабрики Mazda заметил, что отделы компании были достаточно недоукомплектованные персоналом по сравнению с аналогичными отделами его компании, однако работали без проблем. Этот известный случай иллюстрирующий феномен впервые был описан М. Хаммером (Michael M. Hammer) и впоследствии проанализирован многими другими, вдохновил возникновение того, что в последствии назовут реинжиниринг бизнес-процессов. М. Хаммер и Д. Чампи (James A. Champy) определили реинжиниринг бизнес-процессов как фундаментальное переосмысление и радикальное переконструирование бизнес-процессов для достижение существенного улучшения в критических, современных измерениях производительности, таких как стоимость, качество, сервис и скорость [17].

На рисунке 2 изображён процесс закупки компании Ford до приобретения акций Mazda. Каждая покупка, которая делалась компанией Ford должна была проходить через отдел закупок. Для принятия решения о количестве закупаемых продуктов этот отдел отправлял заказ соответствующему продавцу. Также он отправлял копию этого заказа в отдел расчётов с поставщиками. Потом продавец отвечал, что заказанные товары будут доставлены будут доставлены на склад компании Ford. Вместе с товарами приходило уведомление о доставке, которое передавалось в отдел расчётов с поставщиками. Также продавец отправлял счёт в отдел расчёта с поставщиками напрямую.

На основе всего вышеописанного становится очевидно, что главное задание отдела расчётов с поставщиками было проверкой согласованности между тремя документами (копия закупочного заказа, уведомления о доставки

и счёта), каждый документ, состоящий из примерно четырнадцати колонок информации (тип продукта, количество, цена и т.п.). Так не удивительно, но множество расхождений было обнаружено каждый день и решением подобных расхождений занималось несколько сотен людей внутри компании. С другой стороны, в компании Mazda только пять человек работали в этом отделе (в Ford работало 500 человек), когда Mazda не была в 100 раз меньше, чем Ford ни в каком отношении. Фундаментальная проблема была в том, что Ford находила и решала расхождения по одному, когда Mazda просто избегала ситуации, когда расхождения могли произойти. После более детального сравнения с Mazda, Ford провела несколько изменений своего закупочного процесса, что привело к переконструированному процессу на рисунке 3.

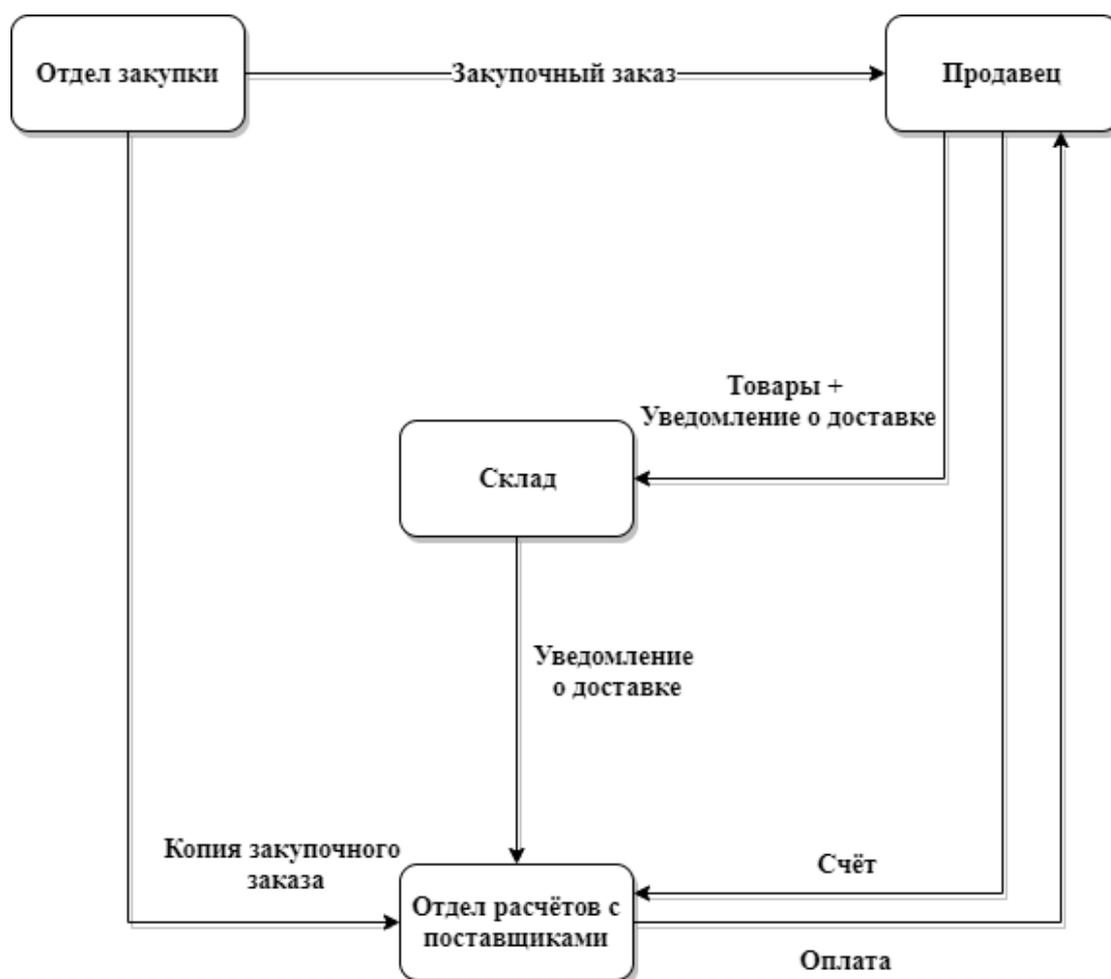


Рисунок 2 – Процесс закупки компании Ford до переконструирования (составлен автором)

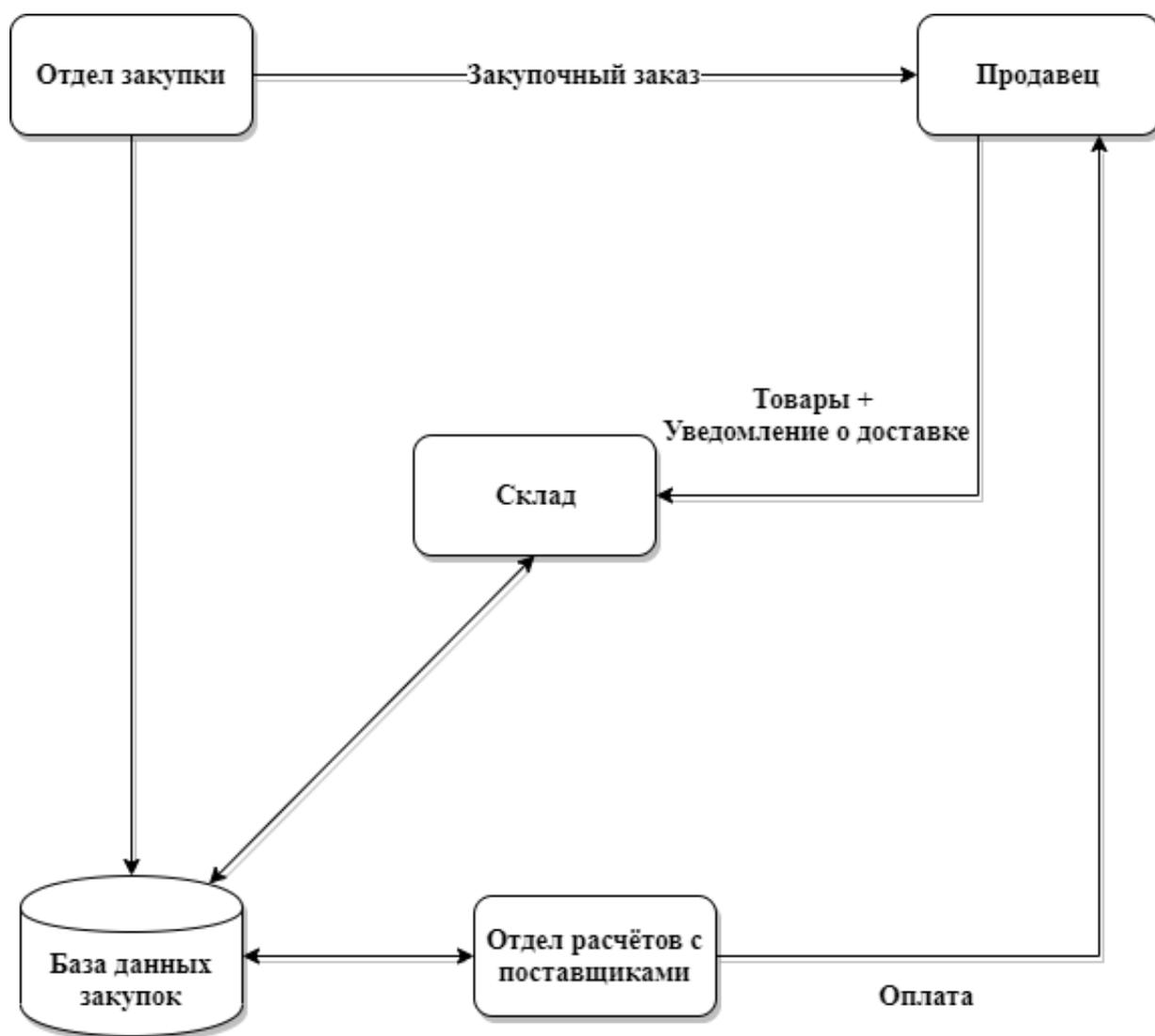


Рисунок 3 – Процесс закупки компании Ford  
после переконструирования (составлен автором)

Во-первых, была разработана центральная база данных для хранения информации о закупках. Эта база данных использовалась отделом закупок для хранения всей информации о закупочных заказах. Эта база данных заменила оригинальные бумажные потоки. Во-вторых, новые компьютерные терминалы были установлены на складе, которые давали прямой доступ к этой базе данных. Когда товары прибывали складской персонал мог сразу проверить доставленные товары и сравнить с тем, что было заказано. Если были какие-то расхождения, то товары просто не принимали. Это смещало ответственность

на продавца за доставку именно того, что было заказано. Если же заказ и доставленные товары совпадали, то принятие товаров было зарегистрировано в базе данных. Поэтому всё что оставалось отделу расчётов с поставщиками это выплатить заранее оговорённую сумму продавцу. После переконструирования процесса Ford смог снизить количество работников в отделе расчётов с поставщиками на 76% с 500 до 120 человек.

Ключевой элемент данного примера – это проблематичная производительность (чрезмерное количество времени и ресурсов тратилось на проверку документов в отделе расчёта с поставщиками) решается при помощи рассмотрения всего процесса. А именно, отдел расчёта с поставщиками играет важную роль в общем процессе закупки, но процесс также включает в себя работу персонала из отдела закупки и склада, а также продавца. Несмотря на эти сложности многосторонние изменения были сделаны проходящие через весь процесс:

- 1) информационные изменения (обмен информацией),
- 2) технологические изменения (база данных, терминалы),
- 3) структурные изменения (проверки, политики).

Этот характерный взгляд на то, как смотреть на производительность организации выдвинули в своей основополагающей статье Т. Дэвенпорт (Thomas H. Davenport) и Д. Шорт (James E. Short) [13]. В этой статье призывали менеджеров рассматривать весь сквозной процесс (end-to-end process) при попытке улучшить их бизнес, вместо того, чтобы рассматривать одно определённое задание или бизнес функцию. В статье обсуждаются различные примеры, когда этот подход оказывался успешным. Также в этой работе подчёркивается важная роль ИТ, позволяющий придумывать новые способы работы существующих процессов. Действительно, при рассмотрении примера Ford-Mazda кажется сложным изменить традиционную процедуру без использования особых качеств ИТ, которые позволяют доступ к информации вне зависимости от времени и места.

Работы Т. Дэвенпорта и Д. Шорта, а также М. Хаммера запустили появление и широкое принятие концепта менеджмента которое назвали реинжиниринг бизнес-процессов (Business Process Redesign или Business Process Reengineering), который часто сокращают до BPR. Множество государственных отчётов, статей и книг было написано на эту тему в 1990-х годах и компании по всему миру создавали BPR компании для обзора и реинжиниринга их процессов.

Энтузиазм к BPR утих к поздней части 1990-х годов. Многие компании закрыли свои BPR проекты и остановили поддержку BPR инициатив. В ретроспективном анализе можно выделить несколько факторов:

1) неправильное использование терминов: в некоторых организациях почти все изменения программы или улучшающие проекты были помечены как BPR даже когда бизнес-процессы небыли частью этих проектов. Во время 1990-х многие корпорации проводили значительные сокращения их рабочей силы под видом BPR, что вызывало сильные негативные эмоции среди операционного штата и менеджеров среднего звена против BPR. Ибо не было понятно операционные улучшения были движущей силой в данных сокращениях.

2) Чрезмерный радикализм: некоторые ранние сторонники BPR, включая М. Хаммера делали большой акцент на то, что с самого начала реинжиниринг должен быть радикальным, в смысле того, что новая форма бизнес-процесса должна была стать тщательно переделанной версией старой. Это можно заметить по названию одной из ранних работ М. Хаммера на эту тему, которая носила имя «Не автоматизируй, уничтожай» (Don't Automate, Obliterate). Хотя радикальный подход был обоснован в некоторых ситуациях, сейчас очевидно, что во многих ситуациях требовалась более инкрементальная работа.

3) Незрелость поддерживающей инфраструктуры: даже в проектах, которые были основаны на бизнес-процессах с самого начала и получали более постепенные улучшения, у людей в этих проектах случались проблемы с требуемыми инструментами и технологиями для предварения новой структуры в

жизнь, ибо они либо не существовали или были недостаточно мощными. Например, одна особенная проблема заключалась в том, что большое количество логики бизнес-процессов были жёстко запрограммированы в поддерживающих ИТ приложениях того времени. Люди становились разочарованы, когда они заметили, что их усилия в реинжиниринге были саботированы грубой инфраструктурой.

Впоследствии два ключевых события оживили идеи BPR и заложили фундамент для возникновения концепции управления бизнес-процессами (Business Process Management, далее BPM). Первым событием стало появление эмпирических исследований показывающие, что организации, которые были бизнес-процесс ориентированы (т.е. организации которые пытались улучшить процессы как базис для достижения эффективности и удовлетворения своих клиентов) фактически были более эффективны чем организации, которые небыли ориентированы на бизнес-процессы. Хотя начальные BPR первоходцы предоставляли убедительные примеры, например, Ford-Mazda, до сих пор оставался открытым вопрос являются эти случаи правилом или исключением. В одном из первых эмпирических исследований на эту тему К. Маккормак (Kevin McCormack) рассмотрел 100 американских производственных организаций. Он выяснил, что бизнес-процесс ориентированные организации в общем показали более высокую производительность, более высокий боевой дух на рабочем месте и были менее подвержены межфункциональным конфликтам. Последующие исследования подтвердили эту картину, что придало новый авторитет концепту бизнес-процессов.

Второе важное развитие было технологическое в своей натуре. Появились разные типы ИТ-систем, в первую очередь это Enterprise Resource Planning (ERP) системы и Workflow Management Systems (WfMS). ERP-системы были системами хранения всей информации относительно бизнес операций компании согласующимся способом, чтобы все заинтересованные лица, которым требовалась данная информация могли её быстро получить. Идея единой, об-

щей и централизованной базы данных позволила провести оптимизацию использования и обмена информации, что стало ключом к улучшению бизнес-процессов. В свою очередь, WfMS – это системы которые распределяли работу различным работникам в компании на основе бизнес-процессов. Таким образом WfMS позволяет более легко проводить изменения в бизнес-процессах (например, изменить порядок выполнения шагов). Действительно, изменения, сделанные в процессной модели, могут быть приведены в исполнение с относительной простотой, относительно ситуации, когда правила выполнения процесса были жёстко запрограммированы внутри сложной программной системы и похоронены внутри десяти тысячах линиях кода. Также WfMS тесно поддерживает идею работы с использованием процессно-ориентированного подхода.

В начале WfMS занимались только распределением работы между людьми. Позднее эти системы начали постепенно расширяться модулями для контроля и анализа выполнения бизнес-процессов. Также появление Web-сервисов сделало легче процесс подключения WfMS к другим системам, таким как ERP. После постепенного усложнения и увеличения уровня интеграции с другими системами организации WfMS стали называть Business Process Management Systems (BPMS).

BPMS являются только одним из IT-инструментов, который поддерживает реализацию и исполнение бизнес-процессов. Существует множество других, таких как ERP-системы, Customer Relationship Management (CRM) системы, Document Management Systems (DMS). Все эти инструменты попадают под обобщающий термин Process-Aware Information Systems (PAIS).

Таким образом BPM – это возрождённая форма BPR. Однако у этих инструментов есть различия. Рассмотрим рисунок 4, на котором изображён круг ответственности менеджера, ответственного за бизнес-процесс, также известного как владелец процесса (process owner), в который входит:

- 1) планирование и организация процесса,
- 2) мониторинг и контроль процесса.

Данный рисунок помогает понять разницу в масштабе (scope) между BPR и BPM. Хотя оба подхода начинают с бизнес-процесса, BPR в основном заботится о планировании и организации процесса. С другой стороны, BPM предоставляет концепции, методы, техники и инструменты, которые раскрывают все аспекты управления процессом: планирование, организация, контроль, а также его выполнение. Другими словами, BPR является подмножеством методов, которые можно использовать в контексте BPM.

Первый вопрос, который необходимо прояснить команде, приступающей к реализации инициативы BPM – это какие бизнес-процессы надо стремимся улучшить? Ещё до того, как будет обсуждаться возможность применения BPM, вероятно, уже будет иметься представление о том, какие операционные проблемы должна решать команда и какие бизнес-процессы создают эти операционные проблемы. Другими словами, команда не будет начинать с нуля. Например, если проблема заключается в том, что инженеры на объекте жалуются, что их работе мешают трудности с получением строительного оборудования в случае необходимости, очевидно, что эту проблему следует решать, рассматривая процесс аренды оборудования. Тем не менее, этот процесс необходимо разграничить более чётко. В частности, необходимо ответить на такие вопросы, как:

- 1) начинается ли процесс с момента выбора арендодателя оборудования?
- 2) Заканчивается ли этот процесс с доставкой арендованного оборудования на строительную площадку?
- 3) Возможно, этот процесс закончится при возврате оборудования арендодателю?
- 4) Или же этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока поставщику не будет выплачена плата за аренду оборудования?

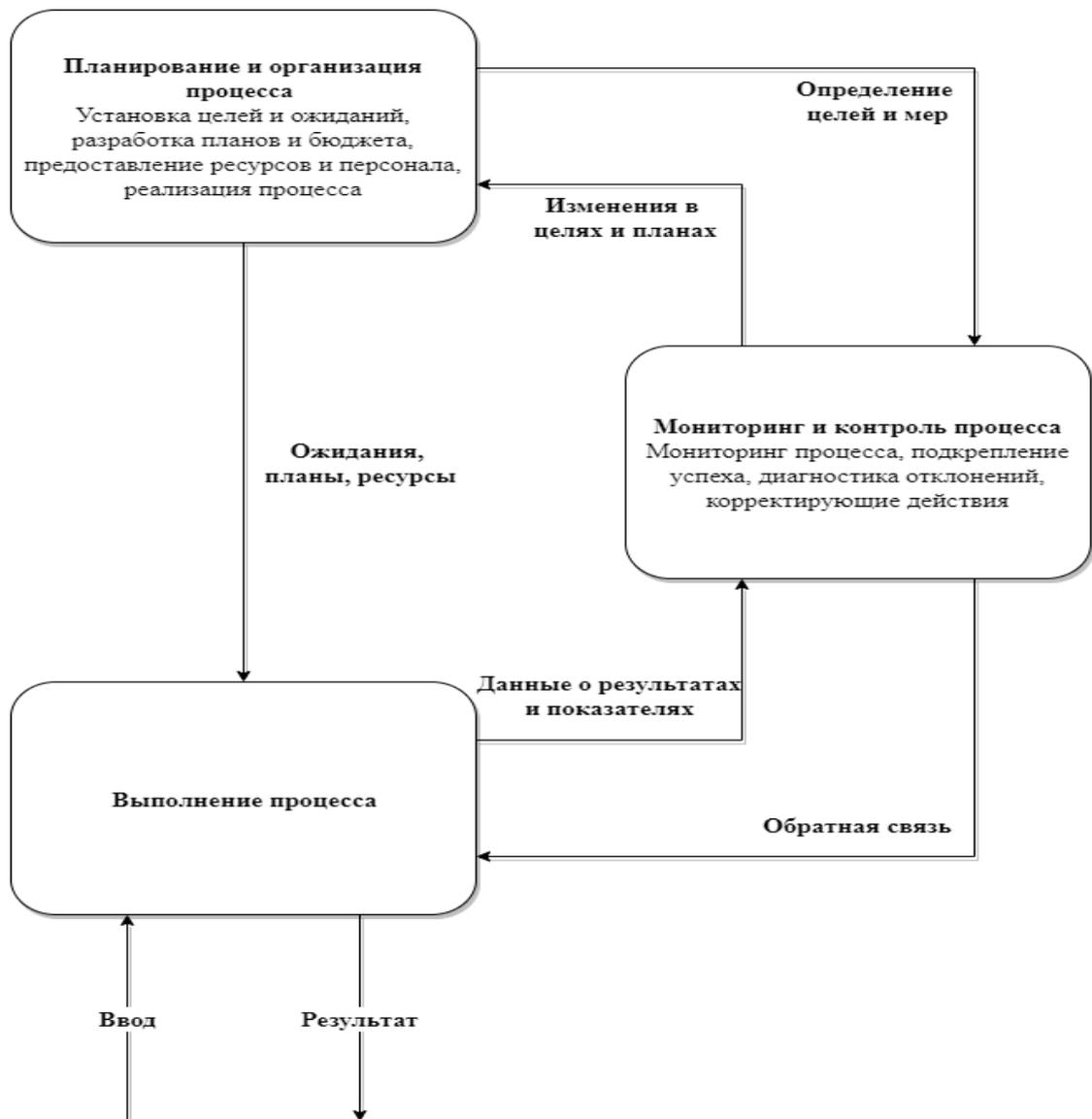


Рисунок 4 – Рабочая функция владельца процесса [37]

На эти вопросы может быть легко или сложно ответить, в зависимости от того, сколько процессного мышления (process thinking) имело место в организации до этого. Если организация уже участвовала в инициативах BPM раньше, вполне вероятно, что имеется какой-то перечень бизнес-процессов и что объем этих процессов определен, по крайней мере, до некоторой степени. В организациях, которые ранее не участвовали в BPM, команде внедрения BPM должна начать, по крайней мере, с определения процессов, которые имеют отношение к рассматриваемой проблеме, определения границ этих процессов и определения отношений между этими процессами. Этот начальный

этап инициативы BPM называется идентификацией процесса (process identification). Эта фаза ведёт к так называемому построению архитектуры процессов (Process architecture): совокупности взаимосвязанных процессов, охватывающих большую часть работы, которую организация выполняет для достижения своей миссии целесообразным образом.

В целом, цель участия в инициативе BPM – обеспечить то, чтобы бизнес-процессы, охватываемые инициативой BPM, приводили к неизменно положительным результатам и приносили максимальную пользу организации при обслуживании клиентов. Измерение ценности, которую приносит процесс является важным шагом в BPM. Прежде чем приступить к подробному анализу любого процесса, важно чётко определить показатели производительности процесса (process performance measures или process performance metrics), которые будут использоваться для определения того, находится ли процесс в хорошей или плохой форме. Типичные показатели эффективности процесса относятся к стоимости, времени, качеству и гибкости.

Показатели, связанные с затратами, представляют собой повторяющийся (т.е. с определённой периодичностью) класс показателей эффективности в контексте BPM. Например, возвращаясь к процессу аренды оборудования, возможной мерой производительности является общая стоимость всего оборудования, арендуемого компанией за временной интервал (например, в месяц). Другой широкий и повторяющийся класс мер – это меры, связанные со временем. Примером может служить среднее время, прошедшее между моментом подачи заявки на аренду оборудования инженером и доставкой оборудования на строительную площадку. Эту меру обычно называют временем цикла (cycle time). Третий класс повторяющихся мер – это меры, связанные с качеством, в частности, с частотой ошибок. Коэффициент ошибок – это процент случаев, когда выполнение процесса заканчивается отрицательным результатом. В случае аренды оборудования одной из таких мер является количество единиц оборудования, возвращаемых по причине их непригодности

или из-за дефектов поставленного оборудования. Наконец, меры гибкости отражают степень, в которой производительность процесса поддерживается в изменяющихся или ненормальных условиях, например, когда инженер внезапно увольняется или когда поставщик становится банкротом.

Определение показателей эффективности (и связанных с ними целей производительности) имеет решающее значение в любой инициативе BPM. Эта идентификация обычно рассматривается как часть этапа идентификации процесса, хотя в некоторых случаях может быть отложена до более поздних этапов.

После того, как команда BPM определила, с какими процессами они имеют дело и какие показатели эффективности следует использовать, следующим этапом для команды является детальное понимание работы бизнес-процесса. Эта фаза называется раскрытием процесса (process discovery). Обычно одним из результатов этого этапа является одна или несколько моделей процесса as-is. Эти модели процессов as-is отражают понимание, которое люди в организации имеют о том, как выполняется работа. Модели процессов предназначены для облегчения взаимодействия между заинтересованными сторонами, участвующими в инициативе BPM. Следовательно, они должны быть простыми для понимания. В принципе, можно было бы моделировать бизнес-процесс с помощью текстовых описаний. Однако такие текстовые описания слишком громоздки для чтения и их легко неверно истолковать из-за двусмысленности, присущей тексту произвольной формы. Поэтому диаграммы часто используются для моделирования бизнес-процессов. Диаграммы позволяют легче понять процесс. Кроме того, если диаграмма составлена с использованием языка моделирования, понятного всем заинтересованным сторонам, остаётся меньше места для любых недопониманий. Однако эти диаграммы могут быть дополнены текстовыми описаниями. На практике аналитики обычно документируют процесс, используя комбинацию диаграмм и текста.

Существует множество языков для схематического моделирования бизнес-процессов. Возможно, одними из самых старых являются блок-схемы

(flowchart). В своей самой простой форме блок-схемы состоят из прямоугольников, которые представляют действия, и ромбов, которые представляют точки в процессе, в которых принимается решение. В более общем плане мы можем сказать, что независимо от конкретной используемой нотации схематическая модель процесса обычно состоит из узлов двух типов: узлов активности и узлов управления. Узлы действий описывают единицы работы, которые могут выполняться людьми или программными приложениями, или их комбинацию. Узлы управления фиксируют поток выполнения между действиями. Хотя не все языки моделирования процессов поддерживают его, третьим важным типом элементов в моделях процессов являются узлы событий. Узел событий сообщает нам, что в процессе или в среде процесса может или должно произойти что-то, что требует ответной реакции, например, поступление сообщения от клиента с просьбой об отмене заказа на покупку. В модели процесса могут появляться другие типы узлов, но узлы активности, узлы событий и узлы управления являются самыми основными.

Существуют несколько расширений блок-схем, например межорганизационные блок-схемы (cross-organizational flowcharts). В этих блок-схемах существует разделение на так называемые дорожки (swimlane), которые обозначают разные организационные единицы (например, разные отделы в компании). По своей сути диаграммы деятельности в Unified Modeling Language (UML) представляют собой межорганизационные блок-схемы. Однако диаграммы активности UML выходят за рамки простых межорганизационных блок-схем, предоставляя символы для захвата объектов данных, сигналов и параллелизма среди других аспектов. Ещё один язык для моделирования процессов – это Event-driven Process Chains (EPC). EPC имеют некоторое сходство с блок-схемами, но они отличаются от блок-схем тем, что рассматривают события как полноценные элементы. Другие языки, используемые для моделирования процессов, включают диаграммы потоков данных (data-flow diagrams) и Integrated DEfinition for Process Description Capture Method (IDEF3).

Один из широко используемых стандартов для моделирования процессов является Business Process Model and Notation (BPMN). Последняя версия которого – BPMN 2.0.2, выпущен как стандарт Object Management Group (OMG) в январе 2014 года [35]. В BPMN действия представлены в виде прямоугольников с закруглёнными углами. Узлы управления, называемые шлюзами (gateways), представлены в виде ромбов. Действия и узлы управления связаны с помощью стрелок (называемых потоками последовательности), которые определяют порядок, в котором выполняется процесс.

После подробного разбора бизнес-процесса «as-is», следующим шагом будет выявление и анализ проблем в этом процессе. Одна потенциальная проблема в процессе аренды оборудования заключается в том, что время цикла слишком велико. В результате чего инженеры не успевают получить необходимое оборудование. Это может вызвать задержки в выполнении различных работ, что может привести к задержкам в самих строительных проектах. Чтобы проанализировать эти проблемы, необходимо собрать информацию о времени, затраченном на каждую задачу внутри процесса. Более того, аналитику необходимо собрать информацию о количестве переделывании уже выполненной работы (когда одна или несколько задач повторяются из-за того, что что-то пошло не так), выполняемых в процессе. Например, когда клерк определяет подходящее оборудование в каталоге поставщика, но позже обнаруживает, что эта единица оборудования недоступна в требуемые даты, клерку может потребоваться повторно провести поиск альтернативного оборудования от другого поставщика. Клерк тратит драгоценное время, просматривая каталоги и связываясь с поставщиками, чтобы проверить наличие оборудования. Чтобы проанализировать эту проблему, аналитику необходимо выяснить, в каком проценте случаев клерку необходимо определить альтернативный элемент оборудования (переделывание). Имея эту информацию возможно использовать различные методы, чтобы отследить причины длительного цикла.

Ещё одна потенциальная проблема в процессе аренды оборудования заключается в том, что иногда оборудование, доставленное на строительную

площадку, не подходит. Затем инженер сайта должен отклонить его (пример негативного результата). Чтобы проанализировать эту проблему, необходимо выяснить, как часто возникают такие негативные результаты. Кроме того, необходимо выяснить, почему возникают эти негативные результаты т.е. где что-то идёт не так. Иногда отрицательный результат может быть результатом недопонимания, например, между инженером и клерком. В других случаях причиной могут быть неточные данные (например, ошибки в описании оборудования) или ошибка на стороне поставщика. Выявляя, классифицируя и понимая основные причины таких негативных результатов, возможно в конечном итоге найти способы их устранения или минимизации. Выявление и оценка проблем и возможностей для улучшения процесса называется фазой анализа процесса (process analysis).

Два обсуждаемых выше вопроса тесно связаны с показателями эффективности. Например, первая проблема связана со временем цикла и временем ожидания, которые являются типичными показателями производительности процесса. Точно так же вторая проблема связана с процентом брака оборудования, который, по сути, является коэффициентом ошибок – ещё одним типичным показателем производительности. Таким образом, оценка проблем процесса часто идёт рука об руку с измерением текущего состояния процесса в отношении определённых показателей эффективности.

После того, как проблемы в процессе были проанализированы и, возможно, количественно оценены, следующим этапом является определение и анализ потенциальных средств устранения этих проблем. На этом этапе аналитик рассмотрит несколько возможных вариантов решения проблемы. При этом требуется помнить, что изменение процесса для решения одной проблемы может потенциально вызвать другие проблемы в будущем. Например, чтобы ускорить процесс аренды оборудования, можно подумать об удалении этапов утверждения с участием инженера. Однако, потенциально, это изменение будет означать, что арендуемое оборудование может иногда не быть оптимальным, поскольку точка зрения инженера не принимается во внимание.

Инженер имеет глобальное представление на строительные проекты и может предложить альтернативные способы более эффективного удовлетворения потребностей в оборудовании строительного проекта.

Изменить процесс не так просто, как кажется. Люди привыкли работать определённым образом и часто сопротивляются изменениям. Более того, если изменение подразумевает модификацию информационных систем, лежащих в основе процесса, изменение может быть дорогостоящим или может потребовать изменений не только в организации, которая координирует процесс, но и в других организациях. Например, можно было бы исключить переделывание в процессе аренды оборудования, если бы поставщики предоставили онлайн-интерфейс, позволяющий клеркам легко извлекать все доступные единицы оборудования, которые можно использовать для данной работы. Однако это изменение в процессе потребует, чтобы поставщики изменили свою информационную систему, чтобы их система предоставляла их клиентам актуальную информацию о доступности оборудования в реальном времени. Это изменение, по крайней мере частично, находится вне контроля компании, процессы которой реинженерируются. Если предположить, что поставщики смогут внести такие изменения, более радикальным решением будет предоставление мобильных устройств инженерам на объекте, чтобы они могли обращаться к каталогу оборудования (включая информацию о наличии) в любое время и в любом месте. Таким образом, клерка не нужно будет вовлекать в процесс на этапе поиска оборудования. Независимо от того, жизнеспособно ли это более радикальное изменение или нет, потребуется углублённый анализ затрат на изменение процесса относительно преимуществ, что такое изменение обеспечит.

Имея понимание проблем в процессе и потенциальный набор возможных решений, возможно предложить переработанную версию процесса. Эта to-be версия процесса является основным результатом фазы перепроектирования процесса (process redesign phase.). Здесь важно заметить, что анализ и редизайн неразрывно связаны и, что вариантов редизайна может быть несколько.

Каждый из этих вариантов должен быть проанализирован, чтобы можно было сделать осознанный выбор, какой вариант предпочтительнее.

После перепроектирования необходимо внести необходимые изменения в рабочий план и ИТ-системы организации, чтобы будущий процесс в конечном итоге мог быть запущен. Этот этап называется осуществлением процесса (process implementation). В случае процесса аренды оборудования этап осуществления процесса будет включать в себя создание информационной системы для записи и отслеживания запросов на аренду оборудования, утверждением заказов и счетов, связанных с этими запросами. Развёртывание такой информационной системы означает больше, чем установка новой ИТ-системы. Это также влечёт за собой привлечение участников процесса к новой системе и обучение их, чтобы они выполняли свою работу в духе переработанного процесса.

В более общем смысле, реализация процесса включает в себя два взаимодополняющих аспекта: управление организационными изменениями (organizational change management) и автоматизация процессов (process automation). Управление организационными изменениями относится к набору действий, необходимых для изменения способа работы всех участников, вовлечённых в процесс. Эти мероприятия включают:

- 1) объяснение изменений участникам процесса до такой степени, чтобы они понимали, какие изменения вносятся, и почему эти изменения выгодны для компании.

- 2) Внедрение плана реализации изменений, чтобы заинтересованные стороны знали, когда изменения вступят в силу и какие переходные меры будут использоваться для решения проблем во время перехода к to-be процессу.

- 3) Обучение пользователей новому способу работы и отслеживание изменений, чтобы обеспечить плавный переход к to-be процессу.

С другой стороны, автоматизация процессов включает в себя настройку или реализацию ИТ-системы (или реконфигурацию существующей ИТ-системы) для поддержки to-be процесса. Эта ИТ-система должна поддерживать

участников процесса в выполнении задач процесса. Это может включать в себя назначение задач участникам процесса, помощь участникам процесса в расстановке приоритетов в своей работе, предоставление участникам процесса информации, необходимой им для выполнения задачи, а также выполнение автоматических перекрёстных проверок и других автоматизированных задач, где это возможно. Есть несколько способов реализовать такую ИТ-систему. Один из таких подходов заключается в расширении модели to-be процесса, полученной на этапе редизайна процесса, с целью сделать её исполняемой в BPMS.

Со временем могут потребоваться корректировки внедрённого бизнес-процесса, когда он больше не соответствует ожиданиям. Для этого процесс нужно контролировать. Требуется тщательно изучить данные, собранные путём мониторинга процесса, чтобы определить необходимые корректировки. Эти действия охватываются этапом мониторинга процесса (process monitoring). Отсутствие постоянного мониторинга и улучшения процесса приводит к его деградированию. Как однажды сказал М. Хаммер: «Каждый хороший процесс в конечном итоге становится плохим», если не будет постоянно адаптироваться и улучшаться, чтобы идти в ногу с постоянно меняющимся ландшафтом потребностей клиентов, технологий и конкуренции. Вот почему жизненный цикл BPM следует рассматривать как циклический: результат фазы мониторинга возвращается в фазы обнаружения, анализа и перепроектирования.

Подводя итог, мы можем рассматривать BPM как непрерывный цикл, состоящий из следующих фаз, представленных на рисунке 5.

1) Process identification. На этом этапе устанавливается бизнес-проблема. Процессы, относящиеся к решаемой проблеме, идентифицированы, разграничены и установлены связи между ними. Результатом идентификации процесса является новая или обновлённая архитектура процесса, которая даёт общую картину процессов в организации и их взаимосвязей. Затем эта архитектура используется для выбора одного или нескольких процессов для работы на

оставшихся фазах жизненного цикла. Как правило, process identification выполняется параллельно с идентификацией показателей эффективности.

2) Process discovery (также называемое as-is process modeling). Здесь документируется текущее состояние каждого из выбранных процессов, обычно в форме одной или нескольких моделей процессов as-is.

3) Process analysis. На этом этапе проблемы, связанные с процессом as-is, выявляются, документируются и, по возможности, количественно оцениваются с использованием показателей эффективности. Результатом этого этапа является структурированный сборник проблем. Приоритетность этих проблем определяется исходя из их потенциального воздействия и предполагаемых усилий, необходимых для их решения.

4) Process redesign (также называемый process improvement). Цель этого этапа – выявить изменения в процессе, которые помогут решить проблемы, выявленные на предыдущем этапе, и позволят организации достичь поставленных целей по эффективности. С этой целью несколько вариантов изменения анализируются и сравниваются с точки зрения выбранных показателей эффективности. Следовательно, process redesign и process analysis идут рука об руку: по мере того, как предлагаются новые варианты изменений, они анализируются с использованием методов process analysis. В конце концов, наиболее многообещающие варианты изменений сохраняются и объединяются в переработанный процесс. Результатом этого этапа обычно является модель to-be процесса.

5) Process implementation. На этом этапе подготавливаются и выполняются изменения, необходимые для перехода от процесса as-is к процессу to-be. Внедрение процесса охватывает два аспекта: управление организационными изменениями и автоматизацию. Управление организационными изменениями относится к набору действий, необходимых для изменения способа работы всех участников, вовлечённых в процесс. Автоматизация процессов относится к разработке и развёртыванию ИТ-систем (или расширенных версий, существующих ИТ-систем), которые поддерживают to-be процесс.

б) Process monitoring. После того, как переработанный процесс запущен, соответствующие данные собираются и анализируются, чтобы определить, насколько хорошо процесс выполняется с точки зрения показателей производительности и целей производительности. Выявляются узкие места, повторяющиеся ошибки или отклонения от предполагаемого поведения и предпринимаются корректирующие действия. Новые проблемы могут возникнуть в тех же или других процессах, что требует постоянного повторения цикла.

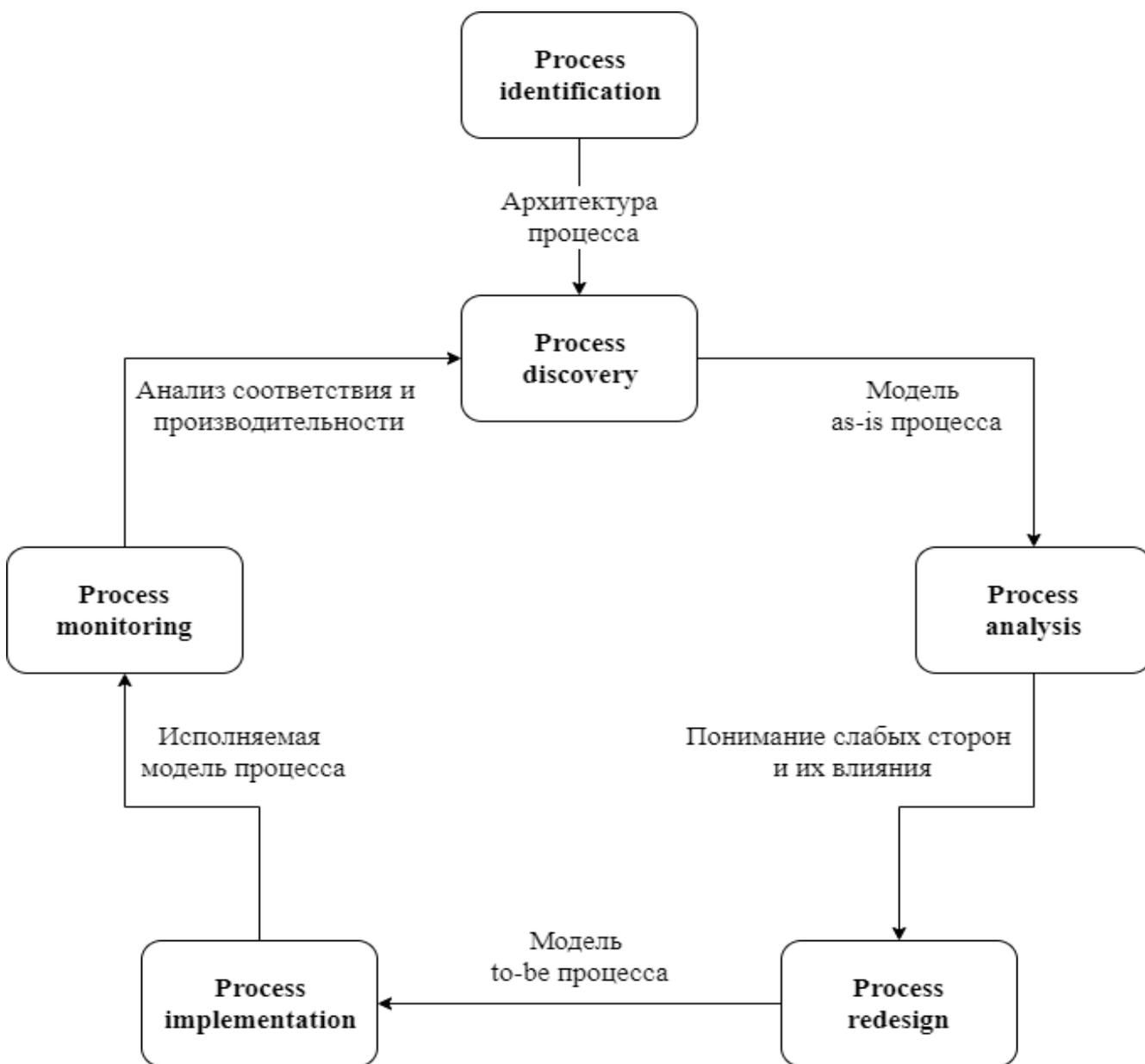


Рисунок 5 – Жизненный цикл BPM (составлен автором)

Жизненный цикл BPM также помогает понять роль технологий в BPM. Технологии в целом, и особенно информационные технологии (ИТ), являются ключевым инструментом улучшения бизнес-процессов. Неудивительно, что ИТ-специалисты, например системные инженеры, часто играют важную роль в инициативах BPM. Однако для достижения максимальной эффективности одной технологии недостаточно, т.к. технологии – это всего лишь один инструмент для управления и выполнения процессов. Системным инженерам требуется работать вместе с аналитиками процессов, чтобы понять, какие проблемы влияют на данный процесс, и как лучше всего решить эти проблемы, будь то с помощью автоматизации или другими способами.

Типичная инициатива BPM включает менеджеров на разных уровнях организации, административных и полевых работников (участники процесса), бизнес-аналитиков и системных аналитиков, а также ИТ-специалистов. Рассмотрим все роли, которые прямо или косвенно участвуют в инициативах BPM [26]:

1) топ-менеджмент (management team). В зависимости от того, как организовано управление компанией, можно найти следующие должности. Главный исполнительный директор (Chief Executive Officer, сокращается до CEO) несёт ответственность за общий успех бизнеса компании. Главный операционный директор (Chief Operations Officer, сокращается до COO) отвечает за определение организации операций. В некоторых компаниях COO также отвечает за выполнение процессов, в то время как в других компаниях для этой цели предусмотрена специальная исполнительная должность - главный директор процессов (Chief Process Officer, сокращается до CPO) или директор по процессам и инновациям (Chief Process and Innovation Officer, сокращается до CPIO) [25]. Директор по информационным технологиям (Chief Information Officer, сокращается до CIO) отвечает за действенную и эффективную работу инфраструктуры информационной системы. В некоторых организациях проекты по изменению процессов возглавляются CIO. Главный финансовый ди-

ректор (Chief Financial Officer, сокращается до CFO) отвечает за общие финансовые результаты компании. CFO также может нести ответственность за определённые бизнес-процессы, особенно те, которые имеют прямое влияние на финансовые результаты. Другие руководящие должности, которые участвуют в жизненном цикле процессов, включают директора по персоналу (Human Resources (HR) director). Директор HR играет ключевую роль в процессах, в которые входят значительное количество участников процесса. В любом случае топ-менеджмент несёт ответственность за надзор за всеми процессами, инициирование инициатив по реинжинирингу, предоставление ресурсов и стратегического руководства заинтересованным сторонам, участвующим на всех этапах жизненного цикла BPM.

2) Владельцы процессов (process owner). Владелец процесса несёт ответственность за эффективную и результативную работу данного процесса. Как обсуждалось ранее, владелец процесса несёт ответственность, с одной стороны, за планирование и организацию, а с другой - за мониторинг процесса. В роли планирования и организатора владелец процесса несёт ответственность за определение показателей эффективности и целей, а также за инициирование и руководство проектами улучшения, связанными с его процессом. Владелец процесса также несёт ответственность за обеспечение ресурсов, чтобы процесс выполнялся бесперебойно на ежедневной основе. Выполняя свою роль мониторинга, владельцы процессов несут ответственность за обеспечение достижения целей процесса и за принятие корректирующих действий в случае, если эти цели не достигнуты. Владельцы процессов также предоставляют рекомендации участникам процесса по устранению особых ситуаций и ошибок, возникающих во время выполнения процесса. Таким образом, владелец процесса участвует в моделировании, анализе, перепроектировании, внедрении и мониторинге процессов. Один и тот же человек вполне может отвечать за несколько процессов. Например, в небольшой компании один менеджер может нести ответственность как за процесс оплаты заказа, так и за процесс послепродажного обслуживания клиентов.

3) Участники процесса (process participant). Участники процесса – это люди, которые ежедневно выполняют действия в рамках бизнес-процесса. Они проводят рутинную работу в соответствии со стандартами и инструкциями компании. Участники процесса координируются владельцем процесса, который отвечает за нестандартные аспекты процесса. Участники процесса также участвуют в качестве экспертов в предметной области при обнаружении и анализе процессов. Они поддерживают работы по редизайну и внедрению.

4) Аналитики процессов (process analyst). Аналитики процессов проводят идентификацию, обнаружение (в частности, моделирование), анализ и изменение процессов. Они координируют реализацию процесса, а также мониторинг процесса. Они отчитываются перед руководством и владельцами процессов и тесно взаимодействуют с участниками процесса. Аналитики процессов обычно имеют один из двух уровней подготовки. Аналитики процессов, занимающиеся организационными требованиями, производительностью и управлением изменениями, имеют опыт работы в бизнесе, тогда как те, кто занимается автоматизацией процессов, имеют опыт работы в сфере ИТ.

5) Методист процессов (process methodologist). Методолог процесса предоставляет экспертные знания и советы аналитикам процессов по выбору подходящих методов, техник и программных инструментов для использования на каждой стадии жизненного цикла BPM. Эта роль также отвечает за координацию технического обучения BPM для аналитиков процессов. Методолог процесса обычно имеется только в крупномасштабных инициативах BPM.

6) Системные инженеры (system engineer). Системные инженеры участвуют в перепроектировании и внедрении процессов. Они взаимодействуют с аналитиками процессов для определения системных требований. Они переводят требования в проект системы и несут ответственность за внедрение, тестирование и развёртывание этой системы. Системные инженеры также поддерживают связь с владельцем процесса и участниками процесса, чтобы убедиться, что разработанная система эффективно поддерживает их работу. Часто внедрение, тестирование и развёртывание системы передаются на аутсорсинг,

и в этом случае группа инженеров системы будет хотя бы частично состоять из подрядчиков.

7) Группа BPM (также называемая BPM Center of Excellence). Крупные организации, которые занимались BPM в течение нескольких лет, обладают огромным количеством ценных знаний о том, как планировать и выполнять проекты BPM, а также значительным объёмом документации по процессам. Группа BPM отвечает за сохранение этих знаний и документации, и обеспечение их использования для достижения стратегических целей организации. В частности, группа BPM отвечает за поддержание архитектуры процесса, приоритезацию проектов реинжиниринга процессов, оказание поддержки владельцам процессов и аналитикам процессов, а также обеспечение согласованного ведения документации по процессам и эффективности работы систем мониторинга процессов. Другими словами, группа BPM несёт ответственность за поддержание культуры BPM и согласование усилий BPM со стратегическими целями организации. Не во всех организациях есть специальная группа BPM. Группы BPM чаще всего встречаются в крупных организациях с многолетним опытом работы в сфере BPM.

Жизненный цикл BPM включает в себя ряд методов и инструментов для идентификации процессов и управления отдельными процессами. Хотя эти методы и инструменты важны, успех BPM в организации зависит от многих других факторов, выходящих за рамки их возможностей. Важно обеспечить соответствие инициатив BPM стратегическим целям организации (strategic alignment). Также важно, чтобы роли и обязанности в инициативах BPM и связанных с ними процессах принятия решений были чётко определены, а также чтобы существовали системы измерения, руководящие принципы и соглашения, чтобы гарантировать, что инициативы BPM реализуются согласованным образом (governance). Также важно, чтобы участники процесса были вовлечены в инициативы BPM, которые влияют на их процессы, и были информированы о них, а также чтобы менеджеры и аналитики, участвующие в таких инициативах, обладали необходимыми навыками. И последнее, но не менее

важное: важно развивать организационную культуру, которая реагирует на изменения процессов и охватывает процессное мышление. Другими словами, не следует недооценивать роль, которую люди и культура организации играют в успехе ВРМ. В общем, для устойчивого успеха ВРМ организация должна рассматривать ВРМ как такое же важное направление управления предприятием, что управление рисками и управление производительностью.

В данном исследовании была рассмотрена история эволюции процессного подхода, выявлена зависимость данной методологии от высокой специализации работника и его чётко определённых обязательств. Были прослежены причины появления нового класса работников – менеджеры. Проведён анализ концепта BPR и выявлены причины падения его популярности и причины возрождения в форме ВРМ. Рассмотрен жизненный цикл и роли участников ВРМ. Можно сделать вывод о высокой важности ВРМ в работе современных организаций в контексте существующей конкуренции.

## **1.2 Теория контрактов**

В настоящее время теория контрактов получила признание и толчок к развитию благодаря признанию многолетних трудов исследователей нобелевскими премиями [2]. Действительно, многие области экономической деятельности включают в себя заключение официальных или неформальных контрактов. Классический подход теории контрактов подразумевает составление полных контрактов, то есть таких контрактов, где обе стороны, заключающие договор, закрепляют свои права и обязанности для каждого возможного случая в будущем. Из-за асимметричности информации при составлении контрактов задача их составления не является тривиальной в комплексной рыночной экономике. Так О. Харт (Oliver Hart) и его соавторы оспаривают экономическую целесообразность составления полных контрактов ввиду своей нетривиальности и высокой затраты времени и ресурсов при их составлении. Поэтому

можно заключить, что неполные контракты является актуальным исследовательским направлением теории контрактов.

Большинство моделей в теории контрактов представляют собой игру с нулевой суммой, в которой участвует различное число принципалов и агентов. Классифицировать эти модели можно по роду скрытой информации (тип агента или действие агента) и по тому, у кого имеется инициатива (у информированного или не информированного игрока). Рассмотрим некоторые модели в теории контрактов.

В монополистической модели неблагоприятного отбора (*monopolistic screening*) присутствует один принципал, который хочет заключить контракт с одним из агентов, который владеет конфиденциальной информацией о себе. Наиболее хорошо известное применение этой модели – это монополист-принципал продаёт, а агент покупает. Продавец пытается определить тип каждого отдельного покупателя и побудить их выбрать различный потребительский пакет в попытке получить излишек благодаря ценовой дискриминации второй степени. Предполагается, что у принципала имеется абсолютное преимущество в переговорах (*bargaining power*), то есть агент может только выбрать предложенный вариант или уйти.

Один из вариантов поведения принципала – это пулинг (*pooling, bunching*): предложить один контракт, который все типы агентов примут. Однако, обычно куда более целесообразно принципалу предложить контракт, в рамках которого разные типы агентов выберут разные пакеты блага в зависимости от своей функции полезности. Таким контрактом, например, может стать тариф.

Эта и другие модели неблагоприятного отбора используются, помимо дискриминации второй степени [27], в вертикальной дифференциации по качеству товаров [29], нахождении оптимального подоходного налога [28], регулировании естественной монополии [10].

Особенность другой модели теории контрактов, информативных сигналов (*signaling*), заключается в том, что агент знает своё тип и имеет желание

доказать принципалу, что он высокого типа. В отличие от модели неблагоприятного отбора, где агент тоже знает свой тип, но не заинтересован в выявлении своего типа. Классический пример информативных сигналов – это образование при приёме на работу. Очень часто при найме на работу важна не специальность, полученная в университете, а высокие оценки, которые дают работодателю сигнал о высокой производительности и обучаемости кандидата.

В модели постконтрактного оппортунизма (*moral hazard*) присутствуют два игрока: принципал, который является владельцем фирмы, и агент, который является работником этой фирмы. Принципал нанимает агента для выполнения какой-то трудовой деятельности. Агент может выбрать одно из набора действий, которое принципал не наблюдает. Функция прибыли принципала, результат которой он знает, зависит от выбранного агентом действия и от случайной переменной с известным распределением. Налицо конфликт интересов между принципалом и агентом. Полезность агента равна разнице вознаграждения, полученного от принципала, и потраченных агентом усилий. Полезность принципала равна разнице прибыли принципала и вознаграждения, переданного агенту.

Сначала нужно понять, сколько принципал выиграет от применения того или иного уровня усилий, а затем необходимо посчитать, сколько стоит заставить агента выбрать нужный уровень усилий.

Модели постконтрактного оппортунизма широко применяются в страховых рынках, при работе в партнёрстве нескольких агентов.

Во всех вышеописанных моделях обе стороны могли составить полный контракт, который описывал бы каждый случай, который мог возникнуть после его подписания. Однако, способность сторон составить такой контракт может быть ограничена из-за следующих причин:

- 1) непредвиденные обстоятельства – стороны не могут заранее определить все возможные случайности,

2) стоимость написания контракта – даже если стороны смогут предвидеть все возможные случайности, их может быть настолько много, что будет слишком дорого их записывать в контракт,

3) стоимость обеспечения выполнения контрактов – суд должен понять условия контракта и подтвердить описанные в нём случаи и действия для того, чтобы обеспечить его выполнение.

Из-за описанных выше причин контракты могут быть неполными, так как они не описывают, что делать в таких случаях. Из-за этого возникают следующие последствия:

1) стороны должны полагаться на постконтрактные переговоры при непредвиденных обстоятельствах,

2) потенциальное оппортунистическое поведение во время постконтрактных переговоров может препятствовать обеим сторонам в принятии эффективного действия на ранних этапах,

3) организационные договоры, такие как распределение прав собственности, власти и финансового контроля, становятся важными.

Владелец актива имеет право решать, как этот актив используется в той мере, в какой это не указано в контракте. Из-за этого принципа компания-владелец актива имеет и преимущество при наступлении непредвиденных обстоятельств.

Рассмотрим типичный пример неполного контракта. Есть угольная шахта и располагающаяся рядом электростанция, которой требуется уголь, чтобы производить электричество. Один способ регуляции взаимодействия – это подписать долгосрочный контракт, в котором обе компании равноправны. Такой контракт уточнял бы количество, качество и цену угля на много лет вперёд. Но любой подобный контракт был бы неполным из-за непредвиденных обстоятельств.

Например, электростанции требуется, чтобы уголь был чистым, но сложно уточнить, что это значит, так как существуют много потенциальных

примесей в угле. Через десять лет после подписания контракта становится понятно, что содержание золы – важная характеристика и что уголь, содержащий много золы, сжигать дороже угля, содержащего мало золы, однако угольной шахте дешевле его производить.

Обе компании могут пересмотреть контракт. Однако угольная шахта будет иметь преимущество в переговорах, она может потребовать высокую цену за переход к малозольному углю. У электростанции может не быть хороших альтернатив, так как транспортировка угля из другой шахты может быть очень дорогой.

Это так называемая проблема шантажа. Из-за своего расположения угольная шахта может вымотать более выгодные условия для себя у электростанции. Невозможно написать контракт, который полностью обходит проблему шантажа, однако электростанция может этого ожидать. Боясь вымогательства, электростанция может не становится зависимой от этой шахты. Например, она может десертифицировать своих поставщиков угля, но из-за этого увеличатся транспортные издержки.

Причина данной проблемы – это остаточные права контроля владельца угольной шахты. Приобретение электростанцией шахты заранее – другое решение данной проблемы, так как остаточные права контроля перейдут электростанции, и шахта не сможет угрожать ей.

Однако у такой вертикальной интеграции есть и обратная сторона. Предположим, что раньше угольная шахта управлялась владельцем. После приобретения электростанции менеджер угольной фирмы остаётся, но он становится наёмным рабочим электростанции. Если у менеджера угольной шахты появилась бы идея по увеличению эффективности работы шахты, то раньше он мог бы претворить свою идею в жизнь и получил бы выгоду от неё. Однако теперь владелец электростанции имеет право вето и, используя его, может извлечь часть этой выгоды для себя. Менеджер это знает, поэтому его стимул для инноваций уменьшен.

Таким образом, рассмотрены три модели полных контрактов и одна модель неполных контрактов, продемонстрированы возможные решения данных задач и в каких случаях данные модели применяются. Можно сделать вывод о том, что теория контрактов направлена на поиски путей сокращения рисков и распределения ответственности между участниками контрактных отношений, а также объяснение поведения принципала и агента в ситуациях, которые вызывают перечисленные проблемы.

### **1.3 Кредитный скоринг. Историческая ретроспектива**

Большую часть истории человечества кредитоспособность индивидов устанавливалась субъективно-характерной оценкой заёмщика [36]. Однако в 1941 году Д. Дюранд (David Durand) в статье под названием «Risk Elements in Consumer Instalment Financing» рассмотрел 7200 кредитных отчётов предоставленных 37 компаниями [32]. Используя критерий хи-квадрат Д. Дюранд выявил переменные, которые позволяют отличить «хорошие» и «плохие» займы и разработал «индекс эффективности» для оценки результативности каждой переменной в классификации заёмщиков. В качестве инструмента автором выбран дискриминантный анализ для разработки одной из первых скоринговой модели. Однако эта модель так и не нашла популярности [43].

В 1956 году Б. Фэйр (W. R. «Bill» Fair) и Э. Исаак (Earl J. Isaac) объединили усилия в создание стандартизированной и беспристрастной кредитной скоринговой системы [42]. Как выяснилось, «хорошие» заёмщики обычно владели городским телефоном, дольше жили по одному адресу, дольше работали на одном месте и были старше. Б. Фэйр и Э. Исаак, создав компанию Fiar, Isaac and Company, принялись предоставлять консультативные услуги по скорингу физических лиц, в виде продажи картонных скоринговых карточек банкам. Кредитный специалист заполнял их информацией потенциального заёмщика, суммировали баллы и проверяли достигали ли они приемлемого уровня риска.

Распространение FICO скоринговых карт и рост бюро кредитных историй таких, как Retail Credit Company (сменившие название на Equifax в 1975 [14]), которые владели информацией о миллионах американцев и без проблем делились ею с любым покупателем, привлекли внимание законодателей. Были проведены слушания конгресса касательно защиты личной информации граждан. Всё это кульминировало в 1970 году, когда был принят закон Fair Credit Reporting Act, который требовал от бюро кредитных историй, чтобы они предоставляли отчёты только тем, у кого были правомерные цели, обязали бюро обеспечивать точность информации и дали возможность потребителям право просматривать и поправлять их файлы. Equal Credit Opportunity Act в 1974 году сделал незаконным дискриминацию заёмщиков по половому признаку или по его семейному положению. В 1976 году этот закон получил поправку, которая запрещала использовать расу, религию и некоторые другие характеристики для проведения кредитной оценки.

Несмотря на законодательное регулирование бизнес Fair, Isaac and Company продолжал расти большими темпами. Кредитный скоринг представлялся очевидно научным инструментом помогающий снизить издержки кредиторам и из предмета роскоши превратился в ещё один пункт обязательных расходов для видения бизнеса. Самая большая революция в кредитном скоринге случилась в 1989 году. Работая с Equifax, Experian и TransUnion, тремя бюро кредитных историй, которые к тому времени доминировали рынок, Fair, Isaac and Company представили первый потребительский кредитный рейтинг. В этой системе потребителю присваивалось число между 300 и 850, где чем больше число, тем лучше был кредитный рейтинг. Данная модель стала известна как FICO (в честь компании её создавшей) и стала стандартом американских кредиторов вплоть до наших дней.

Была рассмотрена история кредитного скоринга от её возникновения до наших дней. Можно сделать вывод о том, что хоть и кредитная оценка и суще-

ствовала многим дольше, появление субъективного анализа при помощи кредитного скоринга сильно улучшил прибыль кредитором и предоставил более выгодные условия заёмщикам.

#### **1.4 Машинное обучение**

В нашу эпоху современных технологий существует один ресурс, которого у нас изобилие – это большое количество структурированных и неструктурированных данных. Начиная со второй половины XX века, машинное обучение выделилось из области искусственного интеллекта и включало в себя самообучающиеся алгоритмы, которые получали знания из данных, чтобы делать прогнозы. Вместо того, чтобы требовать найденных человеком вручную закономерностей и построенных им моделей из анализа большого количества данных, машинное обучение предлагает более эффективную альтернативу для получения знаний из данных для постепенного улучшения производительности прогнозных моделей и принятия основанных на данных решениях. Не только машинное обучение становится всё более и более важным в компьютерных исследованиях, но и играет ещё большую роль в нашей повседневной жизни. Благодаря машинному обучению мы можем наслаждаться сильными спам-фильтрами электронной почты, удобными программами распознавания текста и голоса, надёжными поисковыми системами, и, естественно, такому мощному инструменту нашлось применение и в экономической сфере. Классифицировать алгоритмы машинного обучения можно по типу обратной реакции [38]:

1) обучение с учителем – способ машинного обучения, при котором испытываемая система наблюдает пары вход-выход и находит функцию, которая восстанавливает зависимость между ними.

2) Обучение без учителя – способ машинного обучения, при котором испытываемая система находит паттерны во входных данных без прямой ответной реакции от экспериментатора.

3) Обучение с подкреплением – способ машинного обучения, при котором испытываемая система учится с использованием серии подкреплений: наград и наказаний. Например, в конце шахматной игры испытываемой системе говорят, что она выиграла (награда) или проиграла (наказание). На плечи испытываемой системы ложится ответственность за определение действия, более всего повлиявшего на результат, чтобы изменить своё поведение и в будущем получить большую награду.

Обучение с учителем можно в свою очередь классифицировать по типу выходного результата:

1) задача классификации – это задача, выходной результат которой имеет конечное множество значений (классов). Например, определение психотипа клиента по его поведению на сайте.

2) Регрессионная задача – это задача, выходной результат которой имеют вид числа. Например, кредитный скоринг.

Цель линейной регрессионной – найти модель отношений между одним или несколькими признаками и непрерывной целевой переменной. В отличие от классификационных задач, регрессионный анализ пытается прогнозировать результат на непрерывной шкале, а не при помощи категорических классов.

Рассмотрим некоторые алгоритмы построения моделей машинного обучения. Одним алгоритмом решения регрессионных задач является простая одномерная линейная регрессия, график данной функции представлен на рисунке 6.

Цель данного алгоритма – смоделировать отношение между одним признаком (объясняющей переменной  $x$ ) и непрерывным оценочным ответом (целевая переменная  $y$ ). Уравнение линейной модели с одной объясняющей переменной выглядит следующим образом

$$y = w_0 + w_1x \quad (1)$$

где

$w_0$  – это весовой показатель представляет собой место пересечения оси  $y$ ;

$w_1$  – это весовой показатель объясняющей переменной.

Требуется найти веса линейного уравнения, чтобы описать отношение между объясняющей переменной и целевой переменной, что может быть использовано, чтобы спрогнозировать поведение новой объясняющей переменной, которая не была в обучающей выборке.

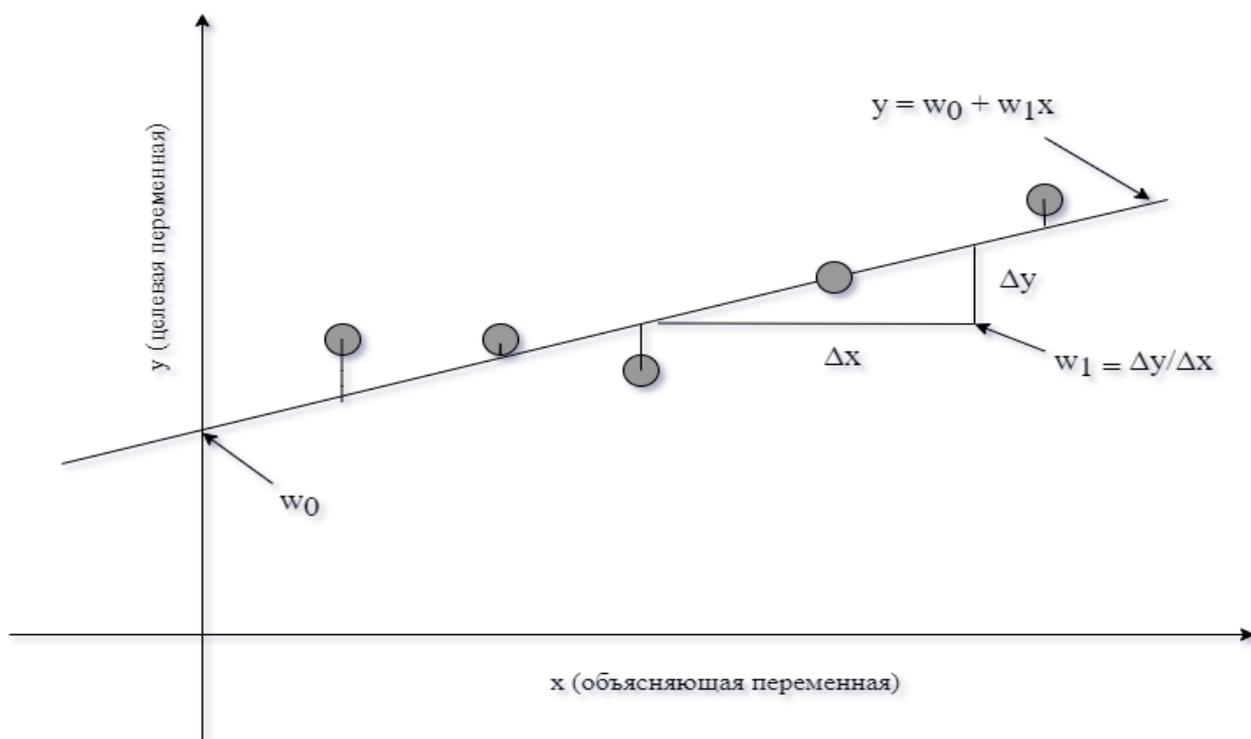


Рисунок 6 – Пример функции простой одномерной линейной регрессии (составлен автором)

На основе вышеописанного линейного уравнения, линейную регрессию можно представить как нахождение лучшей подходящей прямой линии через точки выборки. Лучше всего подходящая линия также называется регрессионной линией. Вертикальные линии, исходящие от регрессионной линии до точек выборки, называются остатками, они показывают неточность прогнозирования. Их минимизация в теории может привести к более точным прогнозированиям, однако на практике это может привести к переобучению, когда модель хорошо работает на обучающей выборке, но относительно плохо в реальности. Это связано, например, с экстраполяцией правил работы системы из шума.

Если к этому добавить больше объясняющей переменных, то модель становится многомерной и за каждую такую переменную добавляется новое измерение. Регрессионный анализ применяется в прогностической аналитике, в оптимизации операционной эффективности благодаря оптимизации бизнес-процессов, в поддержке систем принятия решений и во многих других областях [33].

Рассмотрим алгоритм обучения дерева решений. Классификаторы дерева решений подразумевают обучение с учителем и привлекательны, если важна интерпретируемость. Как и следует из названия «дерево решений», модель можно представить как разбиение информации, принимая решения на основе серии вопросов. На основе признаков в обучающей выборке модель находит серию вопросов, чтобы сделать выбор классов из выборки. Деревья могут задавать вопросы на категоричные переменные (пол, гражданство и т.п.), так и на вещественные числа (возраст, вес, заработная плата и т.п.). Используя алгоритм решения, мы начинаем у корня дерева и делим выборку по признакам таким образом, чтобы получить наибольшее количество информации. Далее требуется повторить подобное разбиение каждого дочернего узла, пока «листья» не станут «чистыми». Чистота подразумевает, что вся выборка на каждом узле принадлежит к одному классу. На практике это может привести к очень «глубоким» деревьям с множеством узлов, что в свою очередь приводит к переобучению. Поэтому обычно деревья «обрезают», устанавливая лимит на максимальную глубину дерева. Получения наибольшего количества информации при каждом разбиении – это разница между примесью родительского узла и суммой примесью дочерних узлов, то есть чем ниже примесь дочерних узлов, тем больше полученная информация. Для простоты и уменьшения комбинаторного пространства поиска большинство библиотек используют бинарные деревья решений, то есть родительский узел делится на два дочерних. Три наиболее распространённых метрики для оценки примеси и критерия разбиения – это примесь Джини, энтропия и классификационная ошибка.

Рассмотрим пример дерева решений на рисунке 7. Были выделены два класса пассажиров «Выжил» и «Погиб». Алгоритм определил, что первым критерием разбития стоит выбрать пол пассажира, так на лист в случае женского пола приходится 36% выборки и вероятность выживания в том случае равна 73%. Вторым критерий возраст в случае, если возраст пассажира мужчины более 9,5 лет, тогда его вероятность выжить равна 17% и на этот лист приходится 61% выборки. Третий критерий – это количество братьев и сестёр, если их количество строго меньше трёх, то вероятность выжить равна 89%, а на этот лист приходится 2%. В случае же если количества братьев и сестёр три и более вероятность выжить равна 2%, на этот лист приходится 2% выборки.

Обычно само по себе обучение дерева решений не применяется в машинном обучении из-за проблем с переобучением или неточностью прогнозов. Деревья решений применяются в оценивании биномиальных опционов, в реальных опционах, для оценки соревнующихся проектов одной компании, в разведочном анализе данных и т.д [21]. Однако существует алгоритм, который решает данную проблему деревьев решений – случайный лес (random forests), который представляет собой ансамбль деревьев решений. Идея заключается в том, чтобы усреднить несколько глубоких деревьев решений, которые страдают от высокой вариации, чтобы построить более стабильную модель, у которой лучше обобщённая производительность и которая менее подвержена переобучению.

Алгоритм случайного леса, представленного на рисунке 8, может быть описан в четыре шага:

- 1 создать подвыборку размером  $n'$  из тренировочного набора размера  $n$  через случайную выборку с заменой (bootstrapping).

- 2 Построить дерево решений из подвыборки по правилу: на каждом узле случайно выбрать  $d$  параметров без замены и разбить узел используя параметр, обеспечивающий наилучший результат целевой функции (например, максимизация полученной информации).

- 3 Повторить шаги 1–2  $k$  раз.

4 Агрегировать прогнозирование каждого дерева по классификации голосованием большинства.

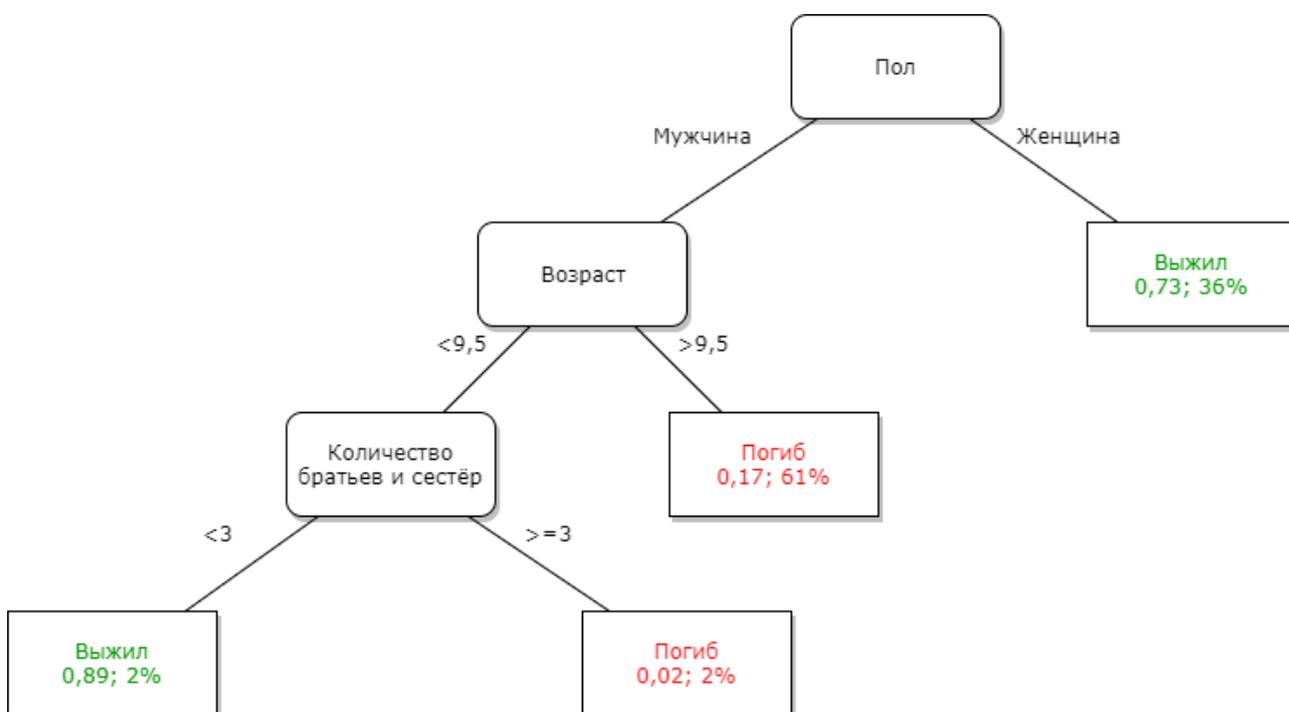


Рисунок 7 – Модель дерева решений показывающая вероятность выживания пассажиров во время крушения парохода Титаник [23]

Хотя алгоритм случайного леса не может предложить тот же уровень простоты интерпретации, как дерева решений, большое преимущество случайного леса – это то, что не требуется так сильно беспокоиться о выборе хороших значений гиперпараметров. Например, обычно нет необходимости обрезать случайный лес, так как ансамбль достаточно устойчив к шуму, исходящему от индивидуальных деревьев решений.

На практике единственный параметр, о котором надо волноваться – это количество деревьев  $k$  из третьего шага для случайного леса. Обычно, чем больше количество деревьев в лесу, тем лучше производительность классификатора случайного леса за счёт повышения вычислительной стоимости. Хотя и менее распространённые на практике, другие гиперпараметры, которые мо-

гут быть оптимизированы – это размер бутстрап выборки  $n'$  и количество параметров  $d$ . Через размер бутстрап выборки  $n'$  можно контролировать компромисс отклонение-дисперсия случайного леса.

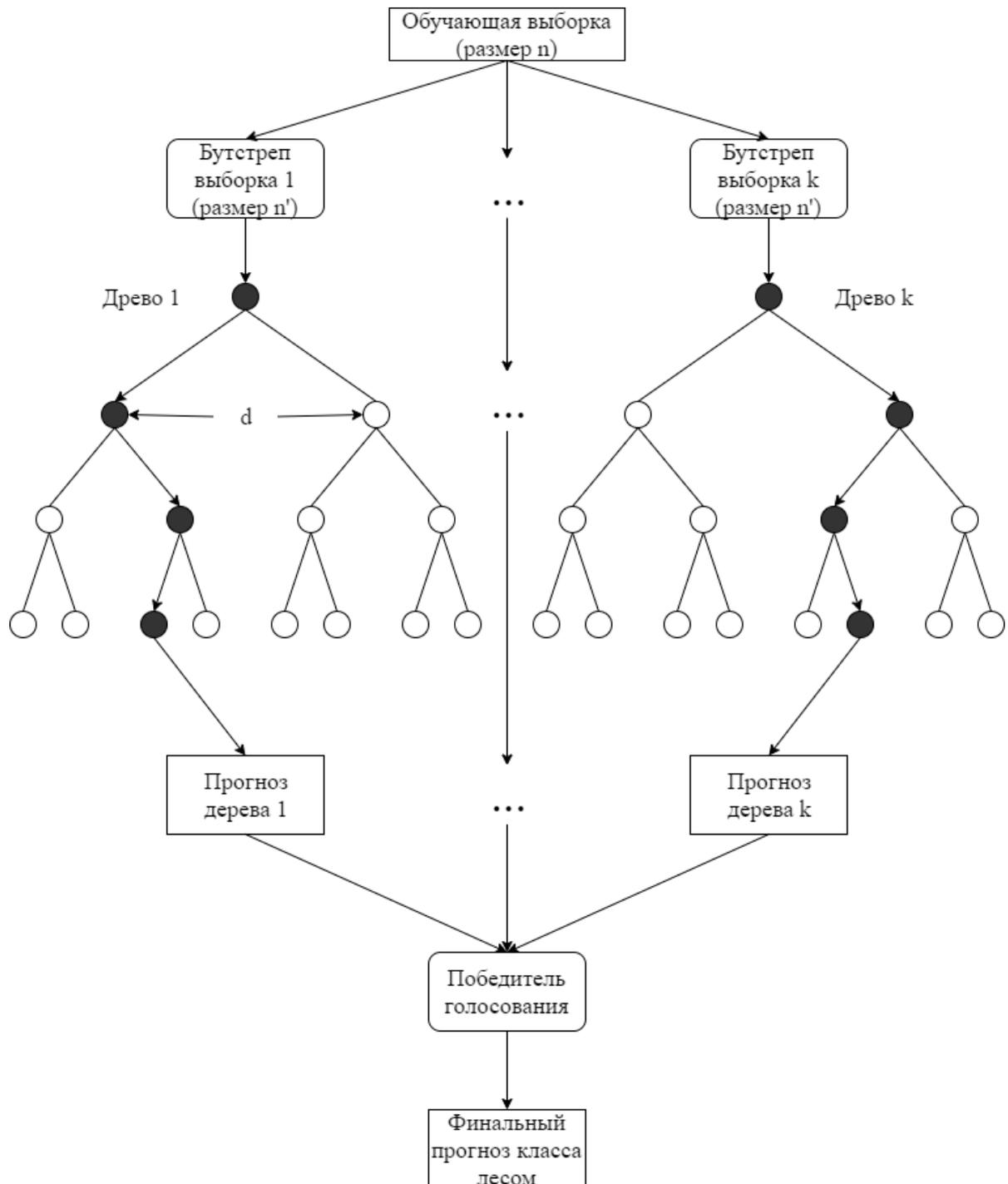


Рисунок 8 – Модель алгоритма случайного леса (составлен автором)

Уменьшение размера бутстрапа выборки увеличивает разнообразие между индивидуальными деревьями, так как вероятность, что определённая обучающая выборка включена в бутстрап выборку ниже. Таким образом, уменьшение размера бутстрап выборки может увеличить случайность случайного леса и это может помочь в уменьшении эффекта переобучения. Однако, уменьшение размера бутстрапа обычно приводит к более низкой общей производительности модели. И наоборот, увеличение размера выборки бутстрапа может увеличить степень переобучения, так как бутстрап выборки и, следовательно, индивидуальные деревья становятся более похожи на друг друга, они учатся сильнее походить на оригинальную обучающую выборку. Обычно в имплементациях алгоритма размер бутстрап выборки равен количеству наблюдений в оригинальной обучающей выборке, как правило, это приводит к хорошему компромиссу отклонение-дисперсия. Количество параметров  $d$  на каждом разделении должно быть меньше, чем общее количество параметров в обучающей выборке. Разумное значение по умолчанию для большинства имплементаций алгоритма равно

$$d = \sqrt{m} \quad (2)$$

где

$m$  – количество параметров в обучающей выборке.

Случайный лес применяется в банковском секторе, на рынке ценных бумаг, в электронной коммерции и т.д. [34]

Другая группа алгоритмов машинного обучения – это кластеризация. Кластеризация – это статистическая процедура, которая позволяет разбить выборку в значимые подгруппы (кластеры) без наличия предварительных знаний о её членах. Каждый кластер, который возникает во время анализа определяет группу объектов, которые разделяют определённую степень сходства между собой, но более непохожи на объекты в других кластерах, поэтому кластеризация является алгоритмом обучения без учителя. Существует множество алгоритмов кластеризации, самые популярные из которых это: метод  $k$ -средних, иерархическая кластеризация, кластеризация посредством сдвига среднего

значения, кластеризация на основе плотности. Хотя алгоритмы нахождения самих кластеров различны, все они стремятся к одному и тому же.

Кластеризация методом  $k$ -средних является наиболее популярным методом кластеризации и относится к группе кластеризации на основе прототипа, то есть каждый кластер представлен прототипом, который может быть, или центроидом (средний) похожих точек с продолжительными параметрами, или медоидом (наиболее репрезентативный) в случае с категорическими параметрами. Алгоритм  $k$ -средних очень хорошо находит кластеры сферической формы, но один из его недостатка – это то, что требуется уточнить количество кластеров  $k$  априори. Неверно выбранное значение  $k$  может привести к плохо выполненной кластеризации.  $K$ -средних можно применять к двумерным и более выборкам.

Рассмотрим алгоритм кластеризации  $k$ -средних, график модели, представленный на рисунке 9:

1 случайно выбираем  $k$  центроидов из элементов выборки как начальные центры кластеров.

2 Определяем каждый элемент выборки к ближайшему центроиду.

3 Двигаем центроиды в центр элементов, к которым они были определены.

4 Повторить шаги 2 и 3 пока принадлежать к кластерам не перестанет меняться или будет достигнуто максимальное количество итераций.

Схожесть между объектами можно определить как расстояние, и обычно для измерения дистанция кластерных выборок с продолжительными параметрами используют квадратную евклидову дистанцию между двумя точками в  $m$ -размерном пространстве. На основе евклидовой метрики дистанции возможно описать  $k$ -средний алгоритм как обычную оптимизационную проблему итеративной минимизации посредством метода наименьших квадратов. Кластерные алгоритмы находят широкое применение в исследовании рынка, когда проводится работа с многомерными данными, полученными из опросов и

тестовых панелей [9]. Также кластерные алгоритмы используются при группировании товаров, доступных для продажи в сети интернет в набор уникальных продуктов [39].

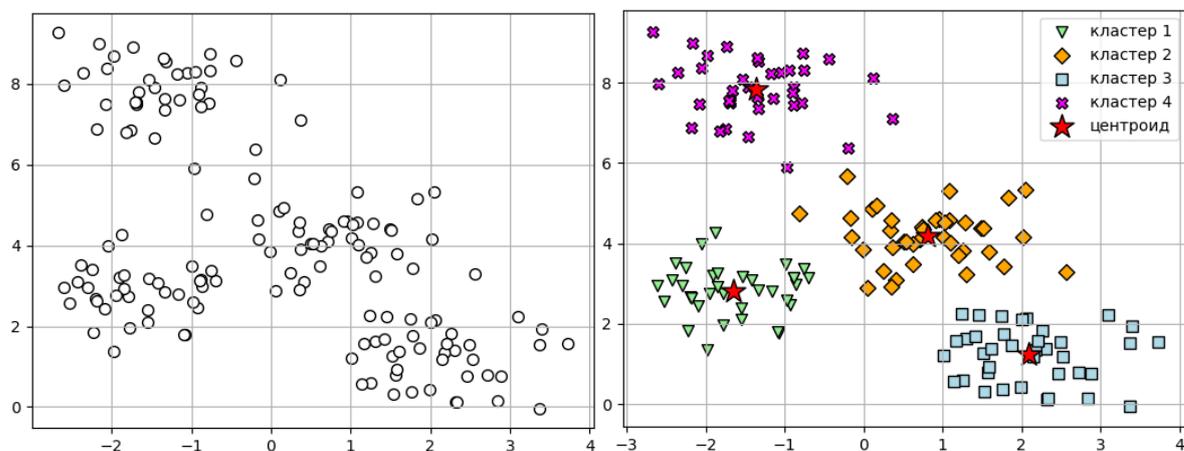


Рисунок 9 – Модель кластеризации данных  
при помощи k-средней до и после (составлен автором)

Таким образом, были выделены основные типы задач в машинном обучении и рассмотрены алгоритмы их решения, изучена работа этих алгоритмов, выделены их особенности использования, а также области применения моделей алгоритмов в экономике. Был сделан вывод об актуальности и важности машинного обучения в современном мире, где имеется избыток данных и большая потребность в информации.

## **2 Анализ существующих моделей кредитного скоринга**

### **2.1. Анализ зарубежных моделей кредитного скоринга**

Сейчас модель FICO используется подавляющим большинством американских банков и кредиторов [30]. Источником кредитной информации выступают три национальные бюро кредитной истории. Из-за потенциальных различий имеющейся информации о потребителе в различных бюро, рейтинг FICO может колебаться в зависимости от того, какое бюро предоставило информацию для генерации рейтинга FICO.

Кредитный скоринг распространяется быстро по развивающимся странам. Всего за пару лет китайская компания Ant Financial (в прошлом Alipay), которая является дочерней компанией Alibaba Group построила обширную скоринговую систему Zhima Credit (Sesame Credit) покрывающую 325 миллионов людей. Преимущество хорошего рейтинга для потребителей распространяются не только на более благоприятные условия предоставляемых кредитов, отчасти из-за интегрированности с платёжным приложением Alibaba Group – Alipay. Например, хороший кредитный рейтинг потребителя облегчает получение визы, уменьшает арендные депозиты, а также улучшает положение на сайтах знакомств. Подобный подход к анализу и поощрению граждан стал основной системы социального кредита Китая.

Также в развивающихся странах кредиторам приходится работать с ограниченным количеством информации хотя для эффективной работы скоринговых моделей требуется историческая информация клиента. В России потребительское кредитование существовало с 80-х годов XX века, однако, инструменты для оценки кредитоспособности граждан сильно отличались от инструментов стран развитого капитализма. После перехода к рыночному хозяйству вопрос кредитования стал мотивироваться намного сильнее. Сейчас в России действует 10 бюро кредитных историй [1], однако 95% историй сосре-

доточено в пяти – «Национальное бюро кредитных историй», «Эквивалент Кредит Сервисиз», «Объединенное Кредитное бюро» и «Кредитное бюро Русский Стандарт».

Из-за партнёрства с 2008 года национального бюро кредитной истории и Fair Isaac Corporation [4], схожести шкалы рейтинга (с 300 до 850 баллов) и основных оцениваемых показателей [3] можно сделать вывод, что скоринговая модель данного бюро очень схожа с рейтингом FICO.

На рейтинг FICO влияет множество факторов из финансовой истории потребителя. Хотя точные формулы расчёта кредитного рейтинга являются секретом известны их основные компоненты и их относительная важность для оценки общего населения, для некоторых групп, например, люди, которые не пользовались кредитами долгое время, для них относительная важность компонентов может отличаться как показано на рисунке 10.



Рисунок 10 – Сравнительная важность при скоринге моделей FICO [31]

Платёжная история (35%), состоящая из наличия или отсутствия негативной информации. Например, банкротства, залоги, приговоры суда, списания, потери права выкупа, поздние оплаты по кредиту и т. п.

Объем задолженности (30%) по кредитам. По данному компоненту берётся в расчёт несколько факторов: объем долгов по всем счетам, с учётом типов займов, количество счетов, процент утилизации кредита.

Продолжительность кредитной истории (15%). Более старая кредитная истории положительно влияет на рейтинг.

Типы полученных кредитов (10%). Потребители получают больший рейтинг, если их история включает управление различных типов кредитов, например, рассрочка, возобновляемый, ипотека и т. п.

Недавние запросы на кредиты (10%). Исследования показывают, что открытие несколько кредитных счетов за короткой промежуток времени представляет повышенный риск для кредиторов.

Главный характеризующий фактор и главный потенциальный недостаток рейтинга FICO это чрезмерная зависимость от исторической информации для оценки текущего потенциала потребителя. Почти все компоненты оценки так или иначе опираются на кредитного прошлого потребителя. Так, например, в США в контексте экономики развитого капитализма, в которой уже долгое время ведётся учёт кредитной истории и поддержание своего кредитного рейтинга является частью экономической культуры, по состоянию на 2015 год 45 миллионов совершеннолетних граждан [12], которым не могут быть присвоены рейтинг FICO, это почти 20% населения США [24]. Потребители, которым не могут присвоить кредитный рейтинг можно поделить на две группы. К первой группе в 26 миллионов человек относятся потребители без какой-либо кредитной истории т. н. кредитно невидимые. Ко второй группе в 19 миллионов относятся потребители, у которых присутствует какая-то кредитная история, но или её слишком мало для оценки или она слишком стара. В результате анализа структуры потребителей, которым не может быть присвоен кредитный рейтинг по возрасту, представленный на рисунке 11, можно заметить, что молодым людям относительно вероятнее не смогут присвоить кредитный рейтинг и люди старше 65 лет с большей вероятностью никогда не брали кредиты. Однако сложно понять, насколько эффект возраста (большая

вероятность кредитным история уменьшаться или устаревать со временем) и эффект когорты (люди, родившиеся раньше 1950, имели более тонкие кредитные истории в течение их жизни, возможно показывая, меньшую кредитную отчётность периоды их жизни, когда они активно пользовались ими).

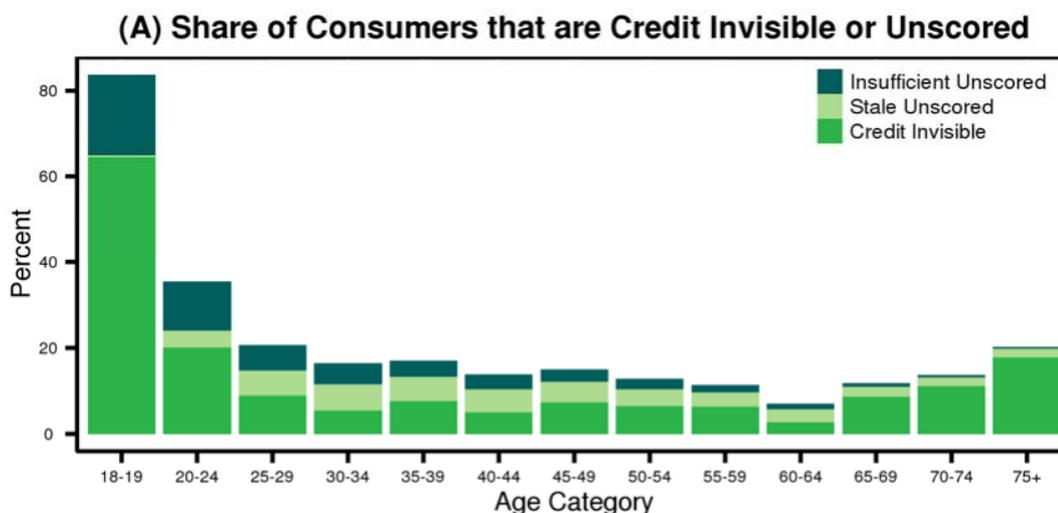


Рисунок 11 – Доля потребителей, которым не могут присвоить кредитный рейтинг в США по возрасту [12]

Структура потребителей, которым не может быть присвоен кредитный рейтинг по уровню дохода представлена на рисунке 12. У почти 50% потребителей с низким доходом отсутствует или недостаточная кредитная история. Чем больший доход у потребителей, тем, больше вероятность получить кредитный рейтинг. В сравнение только 10% потребителей с высоким доходом не могут получить рейтинг. Хотя потребители с низким доходом являются относительной малой доли от общего числа кредитно невидимых или имеющих недостаточно кредитной истории (5 миллионов из общих 45 миллионов потребителей) в процентном отношении своей категории они лидируют.

Этот критический недостаток модели значимо влияет на её применения в странах с развивающейся экономикой, где доступно малое количество исторической кредитной информации о потребителе. Так, например, на январь

2019 года у объединённого кредитного бюро имелись данные на 77,7 миллионов граждан [33], т. е. только на 53% население государства. Поэтому использование данной модели как основной в России проблематична.

У Fair Isaac Corporation есть некоторые другие скоринговые модели, которые специализированы для определённых типов кредитов, а также для случаев, когда недостаточно кредитной истории для скоринга.

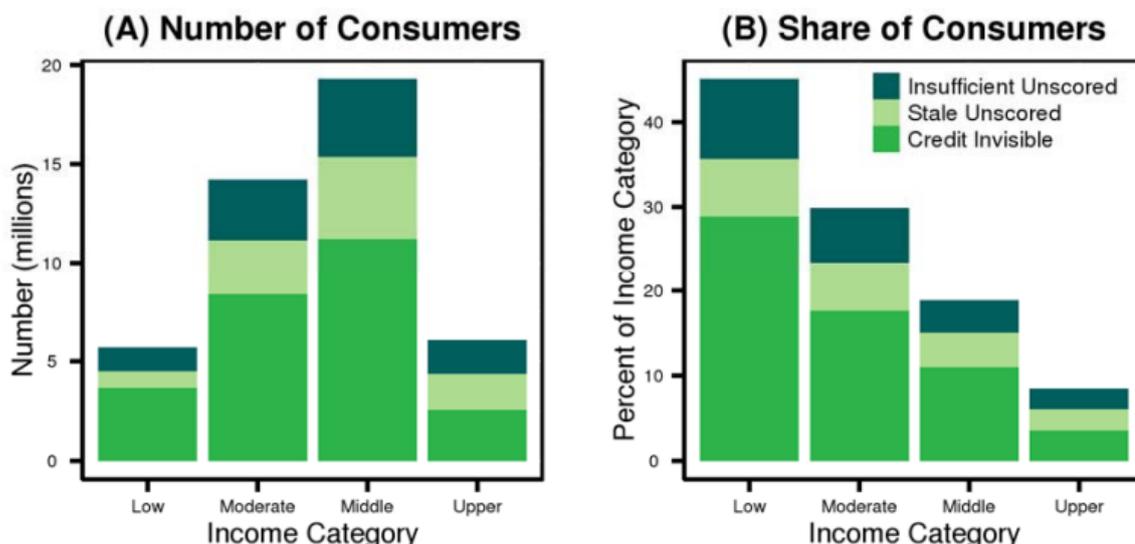


Рисунок 12 – Доля потребителей, которым не могут присвоить кредитный рейтинг в США по уровню дохода [12]

У Fair Isaac Corporation есть некоторые другие скоринговые модели, которые специализированы для определённых типов кредитов, а также для случаев, когда недостаточно кредитной истории для скоринга. Рассмотрим такую модель под названием UltraFico [15]. Четыре компонента определяющие данную модель:

1) длительность открытого счета. Потребители с относительно долгими отношениями с их дебетовым и накопительными счетами менее вероятно будут проявлять недобросовестное провидения или обанкротятся.

2) Свежесть и относительная частота банковских транзакций. Потребители, которые более часто проводят транзакции имеют меньший кредитный

риск нежели те, кто редко пользуются своим дебетовым и накопительным счетам.

3) Признаки наличия постоянных денег у потребителя. Если денежный поток входящих в дебетовый счёт больше выходящего из него, то можно говорить с меньшими кредитными рисками.

4) История позитивного баланса счета. Потребители, которые не позволяют их счетам упасть в негативную зону, обычно несут относительно меньший кредитный риск.

Обе модели имеют недостаток – это относительная лёгкость «обыграть» модель. Зная большинство рассматриваемых факторов для скоринга потребитель может оставить благоприятный для себя финансовый след, не повышая свою надёжность как заёмщика.

Другое направление в кредитном скоринге это сбор больших данных непосредственно из телефона потребителя. Стартапы Signifi [11] и Leddo [16], а также ZestFinance [44] предоставляют свои приложения которые собирают данные и на основе этой информации предоставляют банкам возможность скоринга потребителей, у которых до это было недостаточно кредитной истории для получения выгодного кредита. Данные, которые используются для оценки могут быть телефонные звонки, текстовые сообщения, геолокация и т. п. Особенности данного решения – это то, что некоторые законодательства не позволяют использовать информацию, которую нельзя предоставить потребителю и исправить в случае ошибки. Также потребители могут исказить результаты, зная о том, что за ними ведётся оценочное наблюдение, хотя понять оценочные критерии будет на порядок сложнее.

## **2.2 Анализ отечественных моделей кредитного скоринга**

Объединённое Кредитное бюро выявляет следующие негативные факторы, влияющие на выданного им персонального кредитного рейтинга: наличие просрочек платежей свыше 30 дней; высокая долговая нагрузка; большое

количество запросов на проверку кредитной истории за последние полгода; небольшой «возраст» кредитной истории (менее 1 года) [6]. Также у Объединённого Кредитного бюро есть совместный проект с ИТ-компанией Яндекс в котором они смешивают свои полученные независимо от друг друга оценки [7]. Схожий проект у Яндекса также есть с Эквифакс Кредит Сервисиз. Яндекс в своих моделях использует более одной тысячи разноплановых факторов, которые он получает от пользователей своей экосистемы, состоящей из поискового сервиса, браузера, онлайн-карты, платёжной системы, поиска работы, выбора недвижимости, заказа еды и такси и т. д. Этапы алгоритма работы сотрудничества Яндекс можно представить следующим образом:

- 1) Яндекс получает запрос на пользователя с двумя хешированными идентификаторами: номером мобильного телефона и адресом электронной почты.

- 2) Яндекс идентифицирует пользователя и на основе собранных о нем данных строит модель, делает оценку и выдаёт некий процент.

- 3) Яндекс передаёт данную оценку в БКИ, которую они могут использовать в той мере, в которой посчитают нужной.

Эквифакс Кредит Сервисиз это российское отделение американской Equifax Inc., входящей в большую тройку американских бюро кредитных историй. Из особенностей скоринга Эквифакс, помимо сотрудничества с Яндексом, имеет скоринговую модель на основе кредитной информации о родственниках клиента [8]. Компания Эквифакс реализует алгоритм работы данной модели в следующей последовательности:

- 1) Эквифакс получает запрос об информации потребителя из банка.

- 2) Эквифакс пытается обнаружить в своей системе родственников на основе фамилии, имени и отчестве человека, адресе проживания и регистрации, контактного телефона, данных о поручителях и созаёмщиках из заявки.

- 3) Эквифакс оценивает кредитное поведение потенциальных родственников и на основе этого оценивает самого потребителя.

4) Эта оценка опционально накладывается на финальный рейтинг и передается банку.

Предложенная модель решает важную задачу – недостаточность кредитной истории у большого количества потенциальных заемщиков. На конец 2019 года в базе исторических историй Эквифакса находилось 60 миллионов граждан и вероятность, что в базе будет кредитная история хотя бы об одном родственнике потребителя составляла 80%. Однако качество оценки сильно зависит от алгоритма сочетания потребителя и его родственников. Например, известна проблема индикации мужа и жены, если у них разная фамилия.

Как показано на примере с FICO, большинство классических моделей кредитного скоринга сильно опираются на историю предыдущих займов из-за этого люди, не имеющие таковой, могут оказаться без хорошего предложения сейчас. Также проблема возникает, когда люди знакомые с системой пытаются её обыграть, например, используя кредитную карту каждый месяц, не превышая лимит, для оплаты счетов в течении нескольких лет, чтобы получить хороший кредит на квартиру в будущем.

Вышеописанные стартапы в этом плане решают обе эти проблемы одним камнем. Также попытки использовать информацию о заемщиках, полученную из социальных сетей, из их телефонов или на основе их родственников является крайне актуальным направлением для рынка российского кредитования.

### **3 Описание практической реализации решения**

#### **3.1 Построение типичной модели бизнес-процесса оценки кредитоспособности заёмщика**

Рассмотрим типичный бизнес-процесс оценки кредитоспособности заёмщика в нотации IFD0 на рисунке 13. Заявка на получение кредита созданная на сайте банка, внутри мобильного приложения банка или в отделении банка входит в процесс и на выходе она получает или отказ на получение кредита, или набор предложений по кредитованию. В данном процессе используются следующие механизмы:

1) список стоп-факторов – это список факторов наличие хотя бы одного из которых уменьшает вероятность получения кредита заёмщиком практически до нуля. Например, несоответствие заявленного уровня дохода занимаемой должности, частая смена работы, рисковая цель получения кредита и т.д.

2) Скоринговая карта.

3) Базы данных Автоматизированной Банковской Системы, Бюро Кредитных Историй, Пенсионного Фонда Российской Федерации, Министерства Внутренних Дел Российской Федерации и т.д. – это информация предоставляемая внутренними (АБС) и внешними базами данных информацию о заёмщике.

Контролирующими элементами данного процесса являются:

1) утверждённый алгоритм проверки, который используют сотрудники службы информации.

2) Утверждённый алгоритм анализа кредитной истории.

3) Кредитная политика банка.

После декомпозиции данного процесса получим процесс, представленный на рисунке 14. Заявка одновременно направляется в процесс «Проверка заёмщика на мошенничество» и в процесс «Скоринг». В процессе «Проверка

заёмщика на мошенничество» сотрудник службы безопасности проводит верификацию предоставленной информации о заёмщике по заранее утверждённому сценарию (утверждённый алгоритм проверки), и по её завершению или сразу заканчивает весь процесс отказом или передаёт справку в процесс «Скоринг». Для этой цели он использует список стоп-факторов и базы данных как механизм.

Процесс «Скоринг» получает на входе заявку и справку, и на выходе выдаёт или отказ, или предложение на заявку. Этот процесс использует следующие механизмы базы данных, список стоп-факторов и скоринговую карту. Управляет данным процессом утверждённый алгоритм анализа кредитной истории и кредитная политика банка.

Рассмотрим представленный на рисунке 15 декомпозированный процесс «Скоринг» в нотации IDF3. Справка и заявка входят в процесс «Анализ кредитной истории», который контролирует утверждённый алгоритм анализа кредитной истории. Кредитный эксперт, используя список стоп-факторов и базы данных, проводит процесс и отправляет заявку в процесс «Оценка при помощи скоринговой карты».

При входе в процесс «Оценка при помощи скоринговой карты» заявка обрабатывается с использованием скоринговой карты автоматически в компьютере и на основе данного процесса выносится вердикт: отказ или предложение кредита. Кредитная политика банка производит контроль данного процесса.

Проблема данного процесса заключается в большой зависимости от доступной информации о заёмщике. Предположим, что верификация предоставленной информации в процессе «Проверка заёмщика на мошенничество» выполняется на приемлемом уровне. В этом случае проблемным местом является процесс «Скоринг».

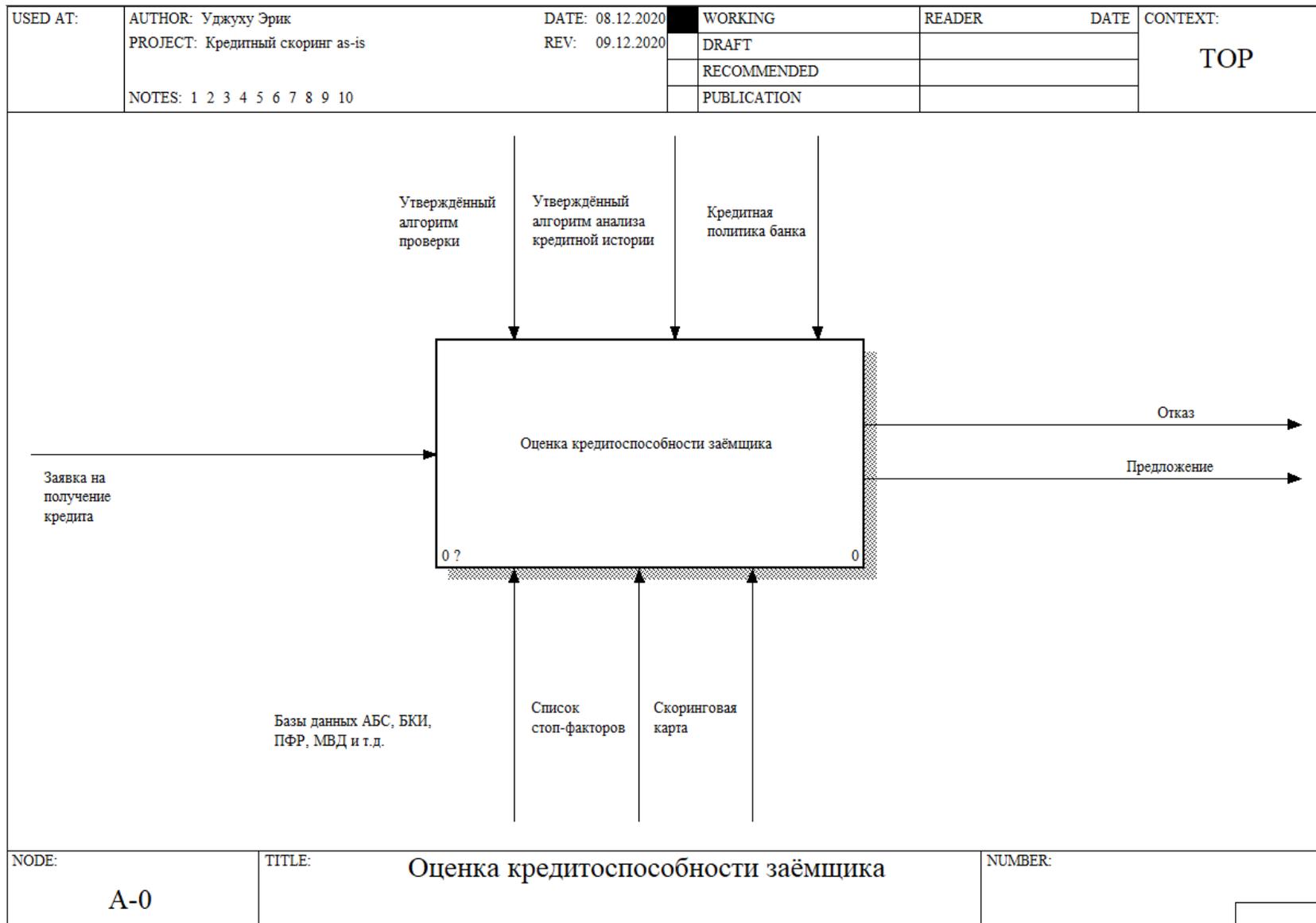


Рисунок 13 – Модель бизнес-процесса «Оценка кредитоспособности заёмщика» (составлен автором)

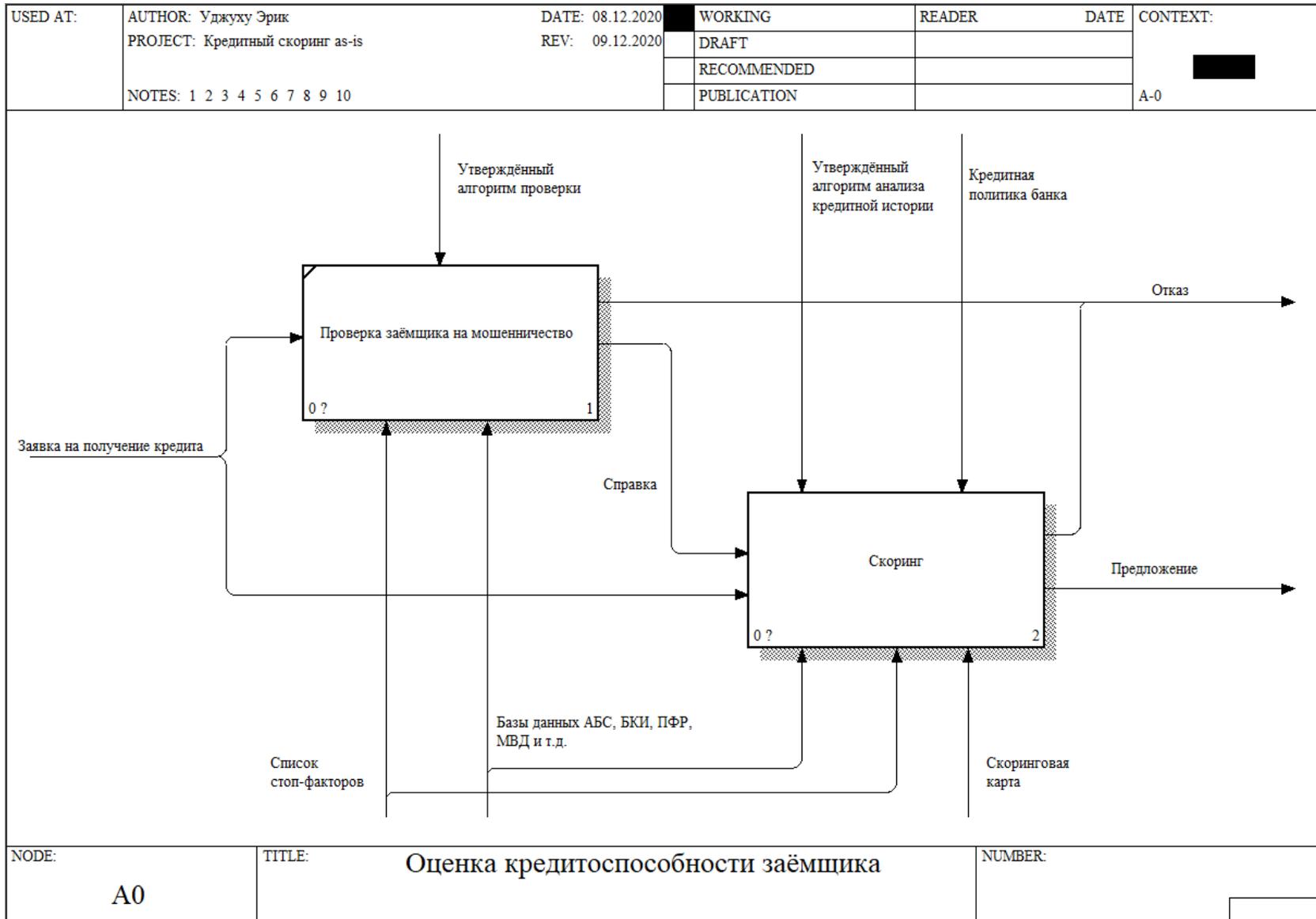


Рисунок 14 – Декомпозированная модель бизнес-процесса (составлен автором)

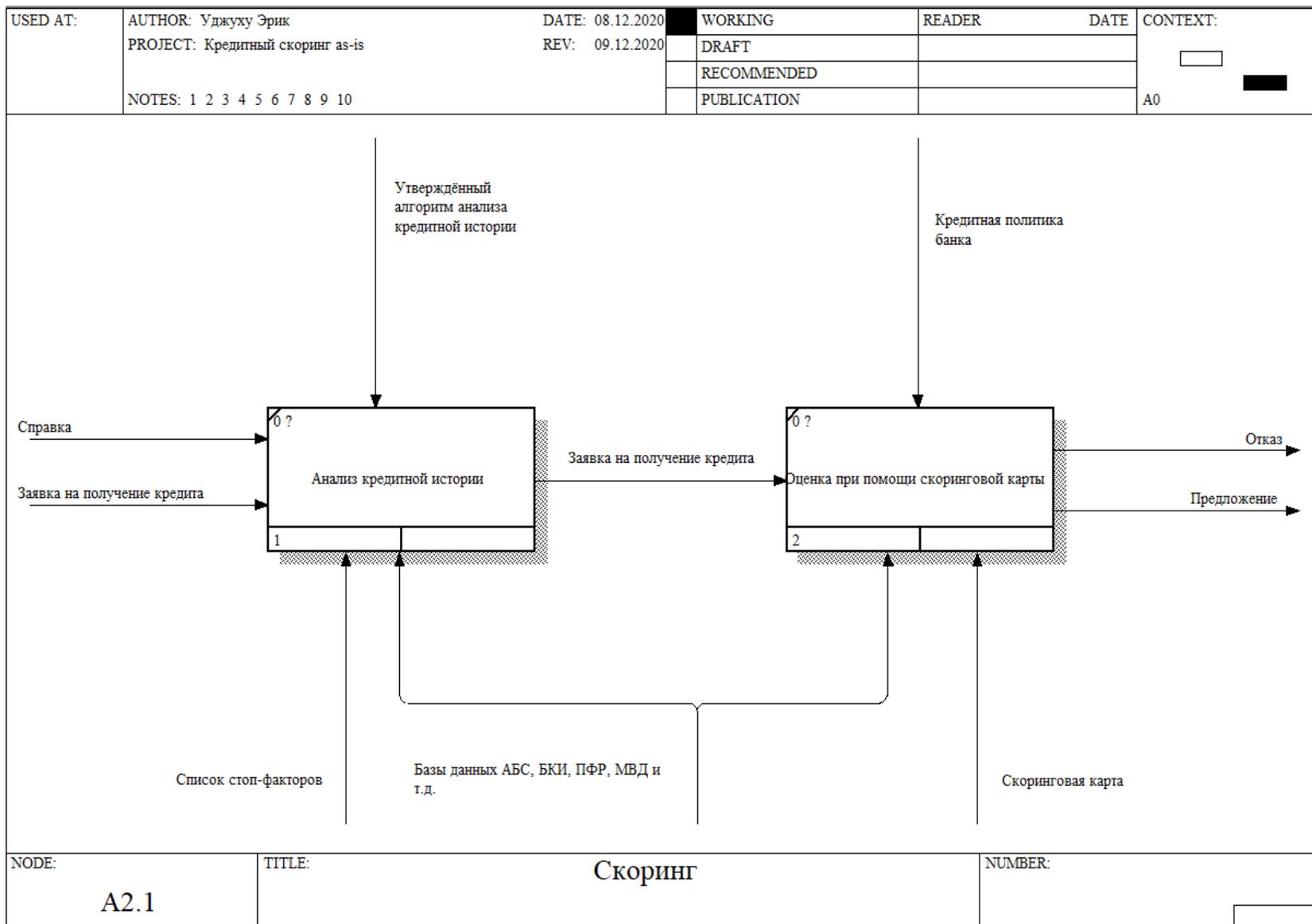


Рисунок 15 – Декомпозированный процесс «Скоринг» (составлен автором)

В этом процессе из-за отсутствия исторических данных о предыдущих кредитах, предложении банка будет менее привлекательно для заёмщика, чем если бы банк владел большим количеством информации. Так как банк делает поправку на неизвестность для максимизации средней прибыли в долгосрочной перспективе. Решением данной проблемы является получение большого количества информации о заёмщике и модель, которая может эту информацию интерпретировать.

### **3.2 Реинжиниринг модели бизнес-процесса оценки кредитоспособности заёмщика**

Рассмотрим рисунок 16, на котором представлен изменённый бизнес-процесс «Скоринг». В изменённом бизнес-процессе «Скоринг» после процесса «Оценка при помощи скоринговой карты» идёт развилка, если доступно достаточно информации для создания предложения или отказа, в котором есть высокий уровень уверенности то, процесс протекает, как и раньше. В противном случае протекает процесс «Дополнительной сбор и анализ информации». Заёмщику поступает предложение об установке приложения на телефон, которое будет собирать информацию о его владельце. Это действие позволяет собрать дополнительную информацию для неблагоприятного отбора при помощи модели машинного обучения, которая предсказывает тип заёмщика на основе Big Data собранных с его телефона. Отказ от подобного предложения может послужить информативным сигналом и позволит, например увеличить кредитную ставку для всех заёмщиков, уверенность в которых была низкая до этого шага и которые отказались его проходить. Однако этот шаг также позволит увеличить уверенность в правильно распределённом типе заёмщика будь то «плохой» или «хороший», что увеличит в долгосрочной перспективе среднюю прибыльность кредитов для банка.

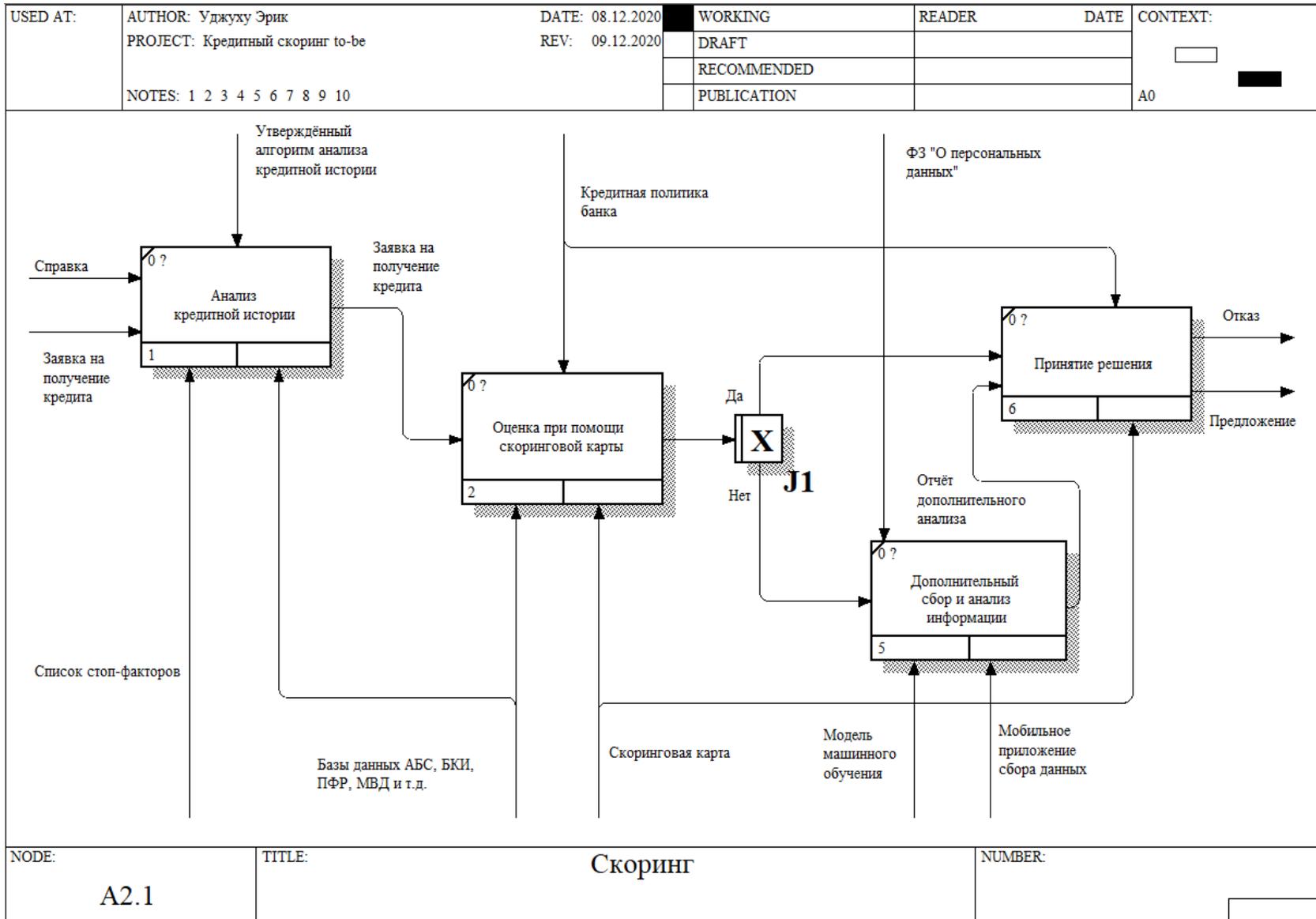


Рисунок 16 – Изменённый процесс «Скоринг» (составлен автором)

Выбор метода машинного обучения или ансамбль методов требуется оставить на выбор data scientist, который будет заниматься построением модели машинного обучения. Так как мобильное приложение будет собирать данные обращаясь к системной информации операционной системы, написание кроссплатформенного приложения становится невозможным. Требуется написание двух приложений, одно под Android на родном языке Kotlin, другое для iOS на Swift. У обоих приложений может быть частично общая кодовая база, но каждое приложение требует своего специалиста.

С экономической точки зрения затраты на разработку и внедрение данной модели разделить на: заработную плату специалистам на разработку и поддержку и на использование вычислительных мощностей для сбора и хранения информации.

Для реализации проекта потребуется:

- 1) один senior data scientist с з/п ~250 тысяч рублей [18],
- 2) программист мобильного приложения на языке Kotlin для ОС Android с з/п около 200 тысяч рублей [19],
- 3) программист мобильного приложения на языке Swift для ОС iOS с з/п около 200 тысяч рублей [20],
- 4) рента сервер для сбора и хранения информации около 30 тысяч рублей [22].

Общая сумма выходит в 680 тысяч рублей в месяц.

Был рассмотрен пример типового бизнес-процесса «Оценка кредитоспособности заёмщика» и проведён его реинжиниринг. В ходе которого добавлен новый процесс в ходе которого собирается дополнительная информация о заёмщике с использованием мобильного приложения и выполняется дополнительный неблагоприятный отбор, позволяющий провести разделение заёмщиков, о которых имеется недостаточно информации на «плохих» и «хороших». Даже отказ от данного процесса позволяет банку получить дополнительную информацию о заёмщике посредством информативного сигнала. Была проведена примерная оценка затрат на разработку и внедрения данной модели.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе по результатам выполненных теоретических и практических исследований разработана бизнес-модель кредитного скоринга не опирающейся на кредитную историю, позволяющая провести кредитную оценку новой группы заёмщиков.

К основным результатам проведённой работы можно отнести:

1) была рассмотрена история эволюции, жизненный цикл и роли участников ВРМ благодаря чему были выявлены закономерности перехода от полной универсальности работника к абсолютной специализации.

2) Исследованы три модели полных контрактов и одна модель неполных контрактов, а также методы их решения.

3) Представлена история кредитного скоринга и сделан вывод о важности появления субъективной оценки заёмщика.

4) В контексте кредитного скоринга раскрыты основные типы задач и методы их решения в машинном обучении, был сделан вывод об актуальности и важности машинного обучения в области data mining.

5) Проведён анализ современных моделей кредитного скоринга и выявлены проблемы при их применении к российскому кредитному рынку.

6) Был рассмотрен пример типового бизнес-процесса «Оценка кредитоспособности заёмщика» и проведён его реинжиниринг. В ходе которого добавлен новый процесс в ходе которого собирается дополнительная информации о заёмщике с использованием мобильного приложения и выполняется дополнительный неблагоприятный отбор, позволяющий провести разделение заёмщиков, о которых имеется недостаточно информации на «плохих» и «хороших». Даже отказ от данного процесса позволяет банку получить дополнительную информацию о заёмщике посредством информативного сигнала. Была проведена примерная оценка затрат на разработку и внедрения данной модели.

Внедрение результатов работы позволяет расширить целевую аудиторию кредитования, а также повысить среднюю прибыльность кредитов в долгосрочной перспективе.

В дальнейшем рекомендуется провести исследование структуры собираемой информации при помощи мобильных предложений, а также методов машинного обучения, подходящие для выполнения задачи в полной мере. Другим направлением исследования может стать построение модели на основе Big Data собранной не из мобильного предложения, а из сети Интернет, например, из социальной сети «ВКонтакте», «Твиттер», «Одноклассники» и т.д.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Банк России: государственный реестр бюро кредитных историй. – URL: <https://www.cbr.ru/ckki/registry> (дата обращения 10.12.2020).
- 2 Измалков С.Б., Сонин К.И. Основы теории контрактов / С.Б. Измалков, К.И. Сонин // Вопросы экономики. – 2017. – № 1. – С. 5–21.
- 3 Национальное бюро кредитных историй: скоринговая система оценки кредитоспособности клиентов. – URL: <https://www.nbki.ru/poleznaya-informatsiya/scoringovaya-model-ocenki> (дата обращения 10.12.2020).
- 4 Новости национального бюро кредитных историй: НБКИ начинает предоставление кредитных скорингов FICO российским банкам. – URL: <https://www.nbki.ru/company/news/?id=16> (дата обращения 10.12.2020).
- 5 Объединённое кредитное бюро: 60,6 млн россиян имеют высокий кредитный рейтинг. – URL: <https://bki-okb.ru/corp/analitika/606-mln-rossiyan-imeyut-vysokiy-kreditnyu-reyting> (дата обращения 10.12.2020).
- 6 Объединённое кредитное бюро: частые вопросы. – URL: <https://bki-okb.ru/node/796> (дата обращения 10.12.2020).
- 7 РБК: клиентов банков оценят по кредитам их родственников. – URL: <https://www.rbc.ru/finances/20/09/2019/5d83ab0a9a79475f6ed823e3> (дата обращения 10.12.2020).
- 8 РБК: Яндекс начал оценивать для банков платежеспособность россиян. – URL: <https://www.rbc.ru/finances/24/12/2019/5e00e2409a79478017f453e6> (дата обращения 10.12.2020).
- 9 АУТМ: using cluster analysis for market research. – URL: <https://aytm.com/blog/using-cluster-analysis-for-market-research/> (дата обращения 10.12.2020).
- 10 Baron D. Regulating a Monopolist with Unknown Costs / D. Baron, R. Myerson // Econometrica. – 1982. – Vol.50 (№4). – P. 911–930.
- 11 Business Wire: Cignifi and Equifax partner to bring next-generation credit

scores to unbanked population in Latin America. – URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20160330005361/en/Cignifi-Equifax-Partner-Bring-Next-Generation-Credit-Scores> (дата обращения 10.12.2020).

12 Consumer Financial Protection Bureau: who are the credit invisibles? – URL: <https://www.consumerfinance.gov/data-research/research-reports/data-point-credit-invisibles> (дата обращения 10.12.2020).

13 Davenport T. The new industrial engineering: information technology and business process redesign / T. Davenport, J. Short // MIT Sloan Management Review. – 1990. – №31(4). – P. 11–27.

14 Equifax UK: credit experts since 1899. – URL: [https://www.equifax.co.uk/resources/what\\_we\\_do/credit-experts-since-1899.html](https://www.equifax.co.uk/resources/what_we_do/credit-experts-since-1899.html) (дата обращения 10.12.2020).

15 FICO: introducing the UltraFICO™ Score. – URL: <https://www.fico.com/ultrafico> (дата обращения 10.12.2020).

16 Forbes: как профиль в социальных сетях позволяет банкам изучить будущего заёмщика. – URL: <https://www.forbes.ru/finansy/internet-i-svyaz/236259-kak-profil-v-sotsialnyh-setyah-pozvolyaet-bankam-izuchit-budushchego> (дата обращения 10.12.2020).

17 Hammer M. Reengineering work: Don't automate, obliterate // Harvard Business Review. – 1990. – №68 (4). – P. 104–112.

18 Hh.ru: вакансии «Data scientist». – URL: <https://krasnodar.hh.ru/search/vacancy?clusters=true&area=113&searchVacancy text=Data+scientist> (дата обращения 10.12.2020).

19 Hh.ru: вакансии «Разработчик Android». – URL: <https://krasnodar.hh.ru/search/vacancy?clusters=true&area=113&searchVacancy&text=%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA+android> (дата обращения 10.12.2020).

20 Hh.ru: вакансии «Разработчик iOS». – URL: <https://krasnodar.hh.ru/search/vacancy?clusters=true&area=113&searchVacancy&>

text=%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA+ios (дата обращения 10.12.2020).

21 Investopedia: using decision trees in finance. – URL: <https://www.investopedia.com/articles/financial-theory/11/decisions-trees-finance.asp> (дата обращения 10.12.2020).

22 IQ Host: аренда выделенных серверов. – URL: <https://iqhost.ru/services/arenda-gpu/> (дата обращения 10.12.2020).

23 Kaggle: Titanic. Machine learning from disaster. – URL: <https://www.kaggle.com/c/titanic> (дата обращения 10.12.2020).

24 Kids count data center from the Annie E. Casey Foundation: US Adult Population. – URL: <https://datacenter.kidscount.org/data/tables/99-total-population-by-child-and-adult#detailed/1/any/false/573/39,40,41/416,417> (дата обращения 10.12.2020).

25 The chief process officer: a role to drive value. White paper. By Kirchmer M., Franz P. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/263464989\\_Chief\\_Process\\_Officer\\_-\\_The\\_Value\\_Scout](https://www.researchgate.net/publication/263464989_Chief_Process_Officer_-_The_Value_Scout) (дата обращения 10.12.2020).

26 Lohmann P. Business process management skills and roles: an investigation of the demand and supply side of BPM professionals / P. Lohmann, M. Zur Muehlen. – Proceedings of the 13th International Conference on Business Process Management (BPM). – Lecture Notes in Computer Science, vol. 9253. – Berlin: Springer. – 2015. – P. 317–332

27 Maskin E. Monopoly with incomplete information / E. Maskin, J. Riley // The RAND Journal of Economics. – 1984. – № 2. – P. 171–196.

28 Mirrlees J. An Exploration in the Theory of Optimum Income Taxation. // The Review of Economic Studies. – 1971. – № 2. – P. 175–208.

29 Mussa M., Rosen S. Monopoly and product quality // Journal of economic theory. – 1978. – № 18. – P. 301–317.

30 My FICO: FICO Scores Bridge. – URL: <https://www.myfico.com/credit-education/fico-scores-bridge> (дата обращения 10.12.2020).

31 My FICO: What's in my FICO Scores? – URL: <https://www.myfico.com/credit-education/whats-in-your-credit-score> (дата обращения 10.12.2020).

32 National Bureau of Economic Research: risk elements in consumer installment financing, technical edition by David Durand, 1941. – URL: <https://www.nber.org/books/dura41-2> (дата обращения 10.12.2020).

33 NewGenApps: applications of regression analysis in business. – URL: <https://www.newgenapps.com/blog/business-applications-uses-regression-analysis-advantages/> (дата обращения 10.12.2020).

34 NewGenApps: Random Forest analysis in ML and when to use it. – URL: <https://www.newgenapps.com/blog/random-forest-analysis-in-ml-and-when-to-use-it/> (дата обращения 10.12.2020).

35 Object Management Group: about the business process model and notation specification version 2.0.2. – URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/> (дата обращения 10.12.2020).

36 Opploans: a brief history of credit scores by Andrew Tavin. – URL: <https://www.opploans.com/blog/a-brief-history-of-credit-scores> (дата обращения 10.12.2020).

37 Rummler G. Improving Performance: Managing the White Space on the Organizational Chart 2nd Edition / G.Rummler, A. Brache. – San Francisco: Jossey-Bass, 1995. – 256 p.

38 Russell S. Artificial Intelligence a Modern Approach 4th Edition / S. Russell, P. Norvig. – New Jersey: Pearson Education, 2020. – 1136 p.

39 ScienceDirect: grouping of retail items by using K-Means Clustering. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915035929> (дата обращения 10.12.2020).

40 Smith A. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. – London: W. Strahan and T. Cadell, 1776. – 1152 p.

41 Taylor F. The Principles of Scientific Management. – New York: Harper Bros., 1911. – 144 p.

42 The Economist: numbers game. A brief history and future of credit scores.  
– URL: <https://www.economist.com/international/2019/07/06/a-brief-history-and-future-of-credit-scores> (дата обращения 10.12.2020).

43 Thomas L.C. Readings in Credit Scoring: Foundations, Developments, and Aims / L.C. Thomas, D.B. Edelman, J.N. Crook. – Oxford: Oxford University Press, 2004. – 338 p.

44 Zest AI: solutions. – URL: <https://www.zest.ai/solutions> (дата обращения 10.12.2020).

# СПРАВКА

## о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

### Проверка выполнена в системе Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Уджуху Эрик
Подразделение	
Тип работы	Магистерская диссертация
Название работы	МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СКОРИНГА НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ
Название файла	Уджуху_Диссертация.docx
Процент заимствования	<b>5.93 %</b>
Процент самоцитирования	<b>0.00 %</b>
Процент цитирования	<b>8.46 %</b>
Процент оригинальности	<b>85.60 %</b>
Дата проверки	<b>13:49:18 18 декабря 2020г.</b>
Модули поиска	Модуль поиска ИПС "Адилет"; Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Модуль поиска "Интернет Плюс"; Коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Модуль поиска переводных заимствований по elibrary (EnRu); Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu); Коллекция eLIBRARY.RU; Коллекция ГАРАНТ; Модуль поиска "КубГУ"; Коллекция Медицина; Диссертации и авторефераты НББ; Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU; Модуль поиска перефразирований Интернет; Коллекция Патенты; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Кольцо вузов; Переводные заимствования
Работу проверил	user - - ФИО проверяющего
Дата подписи	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"><div style="width: 60%;"></div><div style="width: 35%; text-align: right;">Подпись проверяющего</div></div>

Чтобы убедиться  
в подлинности справки,  
используйте QR-код, который  
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование  
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.  
Предоставленная информация не подлежит использованию  
в коммерческих целях.