

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и  
Николая Григорьевича Столетовых»

На правах рукописи

ГАНЬШИНА Светлана Игоревна

**КЛИЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИПОТЕЧНОМ  
ЖИЛИЩНОМ КРЕДИТОВАНИИ, ОСНОВАННАЯ НА НЕЧЕТКИХ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛАХ**

Специальность: 08.00.13 – Математические  
и инструментальные методы экономики

Диссертационная работа  
на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель:

Доктор экономических наук, профессор В.Г. Чернов

Владимир, 2022

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ИПОТЕЧНОГО ЖИЛИЩНОГО КРЕДИТОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ С ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ В ЗАЛОГ ОБЪЕКТА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ.....</b>	<b>18</b>
<b>§ 1.1 ИПОТЕЧНОЕ ЖИЛИЩНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ (ИЖК).....</b>	<b>18</b>
<b>§ 1.2 ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДОСТУПНЫМ ЖИЛЬЕМ И ВЛИЯНИЕ ИЖК НА ЕЕ РЕШЕНИЕ .....</b>	<b>20</b>
§ 1.2.1 Доступность ИЖК. Особенности формирования условий предоставления ИЖК.....	24
<b>§ 1.3 ОРГАНИЗАЦИИ – УЧАСТНИКИ РЫНКА ИЖК. ВЛИЯНИЕ КЛИЕНТСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ НА РЫНОК УСЛУГ .....</b>	<b>33</b>
<b>§ 1.4 ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И УСЛОВИЙ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИЖК ЗАЕМЩИКУ .....</b>	<b>35</b>
§ 1.4.1 Оценка потенциального заемщика .....	40
§ 1.4.2 Оценка объекта недвижимости, предоставляемого в залог .....	41
<b>§ 1.5 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЕМЩИКОВ – ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ.....</b>	<b>44</b>
<b>Выводы по ГЛАВЕ 1 .....</b>	<b>55</b>
<b>ГЛАВА 2. КЛИЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ, ОСНОВАННАЯ НА НЕЧЕТКИХ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛАХ, ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ КРЕДИТНЫХ ЗАЯВОК НА ИЖК.....</b>	<b>56</b>
<b>§ 2.1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....</b>	<b>56</b>
<b>§ 2.2 ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИЖК .....</b>	<b>62</b>
<b>§ 2.3 СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОЙ ЗАЯВКИ НА ИЖК.....</b>	<b>69</b>
§ 2.3.1 Нечетко-множественное представление критериев и параметров оценки кредитной заявки .....	78

<b>§ 2.4 Клиент-ориентированная модель поддержки принятия решений в ИЖК, основанная на нечетких продукционных правилах .....</b>	<b>91</b>
§ 2.4.1 Экспертная система, основанная на нечетких продукционных правилах.....	92
§ 2.4.2 Решение задачи оценки целесообразности предоставления ИЖК на основе многокритериального анализа .....	98
§ 2.4.3 Клиент-ориентированная модель оценки кредитных заявок на ИЖК	106
<b>Выводы по ГЛАВЕ 2 .....</b>	<b>108</b>
<b>ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КЛИЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОЙ ЗАЯВКИ НА ИЖК .....</b>	<b>111</b>
<b>§ 3.1 Особенности использования продукционных правил в клиент-ориентированной модели оценки кредитной заявки на ИЖК.....</b>	<b>111</b>
<b>§ 3.2 Модификация алгоритма Мамдани при учете влияния входных переменных на исход оценки кредитной заявки .....</b>	<b>116</b>
<b>§ 3.3 Систематизация подхода в формировании набора критериев оценки кредитной заявки на ИЖК в клиент-ориентированной модели.....</b>	<b>120</b>
<b>§ 3.3.1 Трансформация качества результирующей оценки кредитной заявки на ИЖК в процессе изменения количества входных параметров .....</b>	<b>120</b>
<b>§ 3.3.2 Учет воздействия определенного параметра на результирующую оценку кредитной заявки на ИЖК.....</b>	<b>123</b>
<b>§ 3.3.3 Формирование результирующего решения с учетом совокупного влияния лингвистических значений входных переменных. Коэффициент модификации функции принадлежности .....</b>	<b>127</b>
<b>§ 3.3.4 Коэффициент модификации функции принадлежности, полученной с помощью операции «тень нечеткого множества».....</b>	<b>128</b>
<b>§ 3.4 Применение клиент-ориентированной модели, основанной на нечетких продукционных правилах, для определения предпочтительного решения по кредитным заявкам на ИЖК.....</b>	<b>130</b>

<b>Выводы по ГЛАВЕ 3 .....</b>	<b>135</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>136</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>140</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>141</b>
<b>ТОМ 2:</b>	
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СПИСОК КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	3
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СПИСОК ПАРАМЕТРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОЙ ЗАЯВКИ НА ИЖК.....	6
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПЕРВИЧНЫЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ПЕРВИЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ.....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАДАННЫЕ ПЕРВИЧНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ.....	115
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. РЕШЕНИЕ ПО КРЕДИТНОЙ ЗАЯВКЕ.....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЕ ПО КРЕДИТНОЙ ЗАЯВКЕ .....	148
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. ТЕСТИРОВАНИЕ ИДЕАЛЬНОЙ МОДЕЛИ.....	154
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. ТЕСТИРОВАНИЕ. ЗАЕМЩИК 1.....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. ТЕСТИРОВАНИЕ. ЗАЕМЩИК 2.....	214
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. ТЕСТИРОВАНИЕ. ЗАЕМЩИК 3.....	258

ПРИЛОЖЕНИЕ 13. ПОСТРОЕНИЕ «ТЕНИ» НЕЧЕТКОГО МНОЖЕСТВА ВХОДНОЙ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ НА КАЖДЫЙ ИЗ ВОЗМОЖНЫХ ИСХОДОВ .....	307
ПРИЛОЖЕНИЕ 14. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ.....	417
ПРИЛОЖЕНИЕ 15. ПОСТРОЕНИЕ «ТЕНИ» ВТОРАЯ ГРУППА ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ.....	437
ПРИЛОЖЕНИЕ 16. ВЫБОР ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ РЕШЕНИЯ ПО КРЕДИТНОЙ ЗАЯВКЕ.....	457

## Введение

**Актуальность темы диссертационного исследования.** Проблема обеспечения широких слоев населения благоустроенным, качественным и доступным жильем на протяжении многих десятилетий остается одной из социально и экономически значимых задач нашедших свое отражение в Постановлении Правительства РФ от 30 декабря 2017 года №1710 «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» (далее, Постановление №1710). В мировой практике как эффективный инструмент зарекомендовало себя ипотечное жилищное кредитование (далее – ИЖК), появившееся в России около 20 лет назад. **ИЖК – это ссуда в денежной форме, обеспеченная недвижимым имуществом (или правом требования), и предоставляемая на условиях срочности, возвратности и платности.**

С целью повышения доступности и распространения ИЖК кредитными организациями (далее – кредитор) и Правительством предпринималось много мер. В результате снижения ключевой ставки Банка России и программ государственной поддержки в 2020 году было выдано рекордное количество ИЖК за всю историю наблюдений. Несмотря на то, что развитие ИЖК способствует повышению доступности жилья для населения, при этом конечным выгодаприобретателем является и Государство. Однако, процесс развития ИЖК затруднен разнонаправленными целями участников рынка, так:

- согласно Постановления №1710 – ИЖК стимулирует спрос на жилье;
- кредитные организации заинтересованы в снижении рисков при росте прибыли;
- заемщики стремятся к увеличению доступности, смягчению условий кредитования.

Удовлетворить потребности всех участников процесса ИЖК возможно решением проблем оценки целесообразности и условий предоставления ИЖК потенциальному заемщику под залог объекта жилой недвижимости, выполняемой на основе кредитной заявки (далее – оценка целесообразности предоставления

ИЖК или оценка кредитной заявки). Отметим существенные факторы, указывающие на наличие проблем в данном процессе.

**Во-первых,** широк круг организаций проводящих оценку кредитоспособности заемщиков и предоставляющих кредиты (займы) под залог недвижимости. Велика потребность в универсальном методе и эффективном инструментарии оценки целесообразности предоставления ИЖК.

**Во-вторых,** эпидемиологическая ситуация вызванная Covid-19, способствовала: неоднородности динамики реальной заработной платы в отраслевом разрезе; росту неплатежей и применению кредитных каникул; изменению структуры неплательщиков; росту спроса на дистанционное оформление ИЖК.

**В-третьих,** несовершенство методов оценки кредитных заявок, проявляющееся в:

- растущих невозвратах (задолженностях) по выданным ИЖК в периоды кризисов;
- отсутствии обязательных единых методов и требований к оценке кредиторами заемщиков – физических лиц, порождающем необходимость их разработки каждым кредитором;
- повышении требований к заемщикам, уменьшении сроков и объемов кредитования, как главных мер снижения рисков в неблагоприятной экономической обстановке;
- отсутствии влияния результирующей оценки кредитной заявки на условия кредитования;
- приоритетах и целях государственной политики по повышению доступности ИЖК.

**В-четвертых,** несмотря на достаточно благоприятную текущую ситуацию в ипотечном кредитовании в России нельзя абсолютно исключить развитие неблагоприятных сценариев. Возникновение кризисных ситуаций согласно статистическим и аналитическим данным ЦБ сопровождалось: выходом из

ипотечного рынка значительной части кредиторов; ужесточающимися требованиями к заемщикам; ухудшающимися условиями ИЖК.

**В-пятых**, важна ресурсоемкость оценки кредитной заявки на ИЖК. Автоматизация процесса будет способствовать повышению эффективности деятельности за счет снижения: рисков; ошибок (связанных с человеческим фактором); временных и операционных трудозатрат, а также повышения: объективности и беспристрастности в принятии решений; качества проводимых оценок; конкурентоспособности на рынке. Необходимость автоматизации обусловлена высокими операционными расходами и конкуренцией в предоставлении ИЖК.

**В-шестых**, не эффективность применения статистических моделей для оценки целесообразности предоставления ИЖК, обусловленная: недостаточностью статистически значимых данных; необходимостью учитывать законодательство, накопленный опыт, специфику кредитора; необходимостью анализа кредитной истории заемщика; уникальностью кредитных заявок.

**В-седьмых**, определенный риск несет в себе и снижение ставок по ИЖК. Носящее, как показывает опыт, временный характер, что стимулирует опережающий спрос, вызванный интересом к уменьшающемуся размеру платежей. В то время как, высокая кредитная ставка предполагает более осторожное и взвешенное поведение потенциальных заемщиков.

Все это указывает на актуальность разработки качественно нового подхода, обеспечивающего формирование обоснованных решений о целесообразности предоставления ИЖК. Несмотря на то, что проблемы оценки целесообразности предоставления ИЖК нашли свое отражение и в научных исследованиях, они сохраняют свою значимость и актуальность.

### **Степень научной разработанности проблемы**

Кредитование физических лиц и ИЖК, в частности, получили достаточно широкое освещение в научной и периодической, отечественной и зарубежной литературе. Их анализ позволяет выделить несколько крупных направлений исследований. Первое – исследования ИЖК, разрабатывающие общие положения



и зарубежный опыт, организационные и региональные аспекты, совершенствования и функционирования, проблемы развития и реформирования. Среди российских авторов можно выделить исследования Власова А.В. [38], Воробьевой А.В. [40], Гуженко М.В., Клевцова В.В. [103], Крупина В.О. [117], Кошман А.С. [111], Яруллиной Г.Р. и других.

В работах ведущих специалистов банковского дела Лаврушина О.И. [122], Панова Г.С. рассматривается общий порядок предоставления и обслуживания ИЖК, представлены зарубежные модели ИЖК. Однако не показана степень и границы использования зарубежного опыта в России. Среди зарубежных исследователей и ученых-экономистов особо отметим труды Беккера Г.С., Гелбрейта Дж., Дюранда Д. [225], Стиглица Дж., Фридмана М., Маршала В., Мейера М., Розенфельда Т., Фридмана Д., Хэнда Д.Дж. [228] и других. Данные труды расширили представление и послужили основой для развития финансового механизма системы ИЖК и проблем оценки заемщиков.

Проблемы кредитоспособности физических лиц нашли отражение в работах Будиной Е.С. [35], Герчака А.И. [67], Коваленко О.А. [104], Пахоль В.Б. [155], Перевозчикова А.В., С.В. Уланова [195] и других. Выделим исследования Лозинской А.М. [126], Рощиной Я.А. [176], Семеновой Е.А. по оценке в ИЖК.

Отдавая должное научному вкладу исследователей, отметим, что результаты сконцентрированы преимущественно вокруг потребительского кредитования, реформирования и организационно-правовых аспектов ИЖК. Причем, исследований проблематики оценки целесообразности предоставления ИЖК крайне мало. Явно недостаточно глубоко изучены механизмы и методы, обеспечивающие формирование обоснованных и достоверных оценок кредитных заявок. Данная проблема является сложной и неоднозначной. Научно-практическая значимость обусловила выбор темы, структуру исследования, позволила поставить цель и задачи исследования.

#### **Целью диссертационного исследования:**

является разработка клиент-ориентированной модели поддержки принятия решений в ИЖК, основанной на нечетких продукционных правилах, а так же

математического и программного инструментария для ее реализации. В соответствии с целью диссертации поставлены и решены следующие теоретические и практические **задачи**:

1. Разработать модель и инструменты, обеспечивающие эффективность процесса, обоснованность и достоверность оценки кредитных заявок на ИЖК. Выявить текущие потребности кредиторов и проблемы применения традиционных методов оценки кредитоспособности физических лиц.
2. Определить условия корректного применения математических методов для проведения оценки целесообразности предоставления ИЖК. Обосновать целесообразность применения аппарата теории нечетких множеств для проведения оценки кредитных заявок на ИЖК.
3. Разработать клиент-ориентированную модель оценки целесообразности предоставления ИЖК, обеспечивающую формирование обоснованных и достоверных решений.
4. Разработать и исследовать алгоритм оценки кредитных заявок на ИЖК на основе многокритериального анализа и правил нечеткого логического вывода.
5. Разработать клиент-ориентированную модель поддержки принятия решений в ИЖК, основанную на нечетких продукционных правилах, как инструментария, обеспечивающего высокую эффективность деятельности по оценке кредитных заявок на ИЖК.

Для решения поставленных задач определены объект и предмет исследований.

**Объект исследования** – кредитные и не кредитные организации, осуществляющие предоставление денежных средств под залог жилой недвижимости в России.

**Предмет исследования** – математический, инструментальный аппарат оценки целесообразности предоставления ИЖК в условиях неопределенности и недостаточной подтвержденности данных, при отсутствии статистически значимой выборки.

### **Теоретическая и методологическая основа исследования.**

*Теоретической базой исследования* явилась тщательная проработка отечественного и зарубежного научного и практического применения знаний по тематике диссертации: методов теории нечетких множеств; системного анализа; теории принятия решений в условиях неопределенности; методов многокритериальной оценки альтернатив; математического моделирования процесса принятия решений; представления экспертных знаний и оценок; ИЖК; методов оценки заемщиков, а также законодательных и нормативно-правых документов РФ, справочно-информационных материалов Правительства РФ, ЦБ РФ и Дом.РФ, материалов периодической печати. *Методологической базой исследования* являются методы нечеткой логики, системного анализа, математического моделирования процесса принятия решений, методы многокритериального выбора альтернатив, различные методы научного познания: аналогия, абстрагирование, сопоставление, обобщение.

**Информационная база исследования** представлена законодательными и нормативными документами Правительства РФ, статистическими данными ЦБ РФ, Дом.РФ, Росстата, кредитными заявками реальных заемщиков АО Банк «ПСКБ» и Санкт-Петербургского филиала ПАО «Промсвязьбанк». Обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения, разработанного автором на языке Python. Выводы, сделанные в работе, соответствуют общей логике проведенного исследования.

### **Обоснованность и достоверность результатов исследования.**

**Обоснованность результатов**, выносимых на защиту, обеспечивается использованием комплекса научных методов, корректным применением математического аппарата нечеткой логики, современной методологии научных исследований, аргументацией сформулированных выводов теоретическими и практическими примерами, базисными научными результатами других ученых. Установлено качественное совпадение тестовых результатов, полученных автором, с экспертными сведениями, предоставленными кредиторами. Подтверждается обоснованность публикациями результатов исследования в

рецензируемых научных изданиях. **Достоверность результатов исследования** обеспечена использованием официальных данных Росстата, статистических данных ЦБ РФ и Дом.РФ; применением современных методик и рекомендаций обработки информации, программным тестированием разработанной модели с данными реальных заемщиков (предоставленными кредиторами).

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.**

Диссертационное исследование и научные результаты, выносимые на защиту, соответствуют паспорту специальности 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики», пункту:

1.1. – «Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании»;

1.9. – «Разработка и развитие математических методов и моделей анализа и прогнозирования социально-экономических процессов общественной жизни: демографических процессов, рынка труда и занятости населения, качества жизни населения и др.».

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в разработке клиент-ориентированной модели поддержки принятия решений в ИЖК, основанной на нечетких продукционных правилах и современных информационно-технологических инструментах. Впервые предложено для оценки целесообразности предоставления ИЖК использовать математический аппарат теории нечетких множеств, применение которого наиболее целесообразно в условиях неопределенности и отсутствия условий для корректного применения статистических и вероятностных методов. Предложена модификация нечеткого логического вывода, основанная на операции «тень нечеткого множества» и разработанной системе коэффициентов, в совокупности позволивших формировать обоснованные, качественные оценки кредитных заявок на ИЖК.

Наиболее существенные научные результаты, **полученные лично автором и обладающие научной новизной, выносимые на защиту:**

1. Обоснована рациональность применения математического аппарата теории нечетких множеств для оценки целесообразности предоставления ИЖК, позволяющего получить обоснованную оценку кредитной заявки, исходные данные которой имеют различную степень неопределенности полноты, точности и достоверности информации. Причем, каждая заявка содержит по-своему уникальный набор сведений, описываемый данными разного типа. В связи с этим, невозможно получить статистически значимую и однородную выборку, отсутствуют условия для корректного применения статистических и вероятностных методов.

2. Предложено использовать для оценки целесообразности предоставления ИЖК клиент-ориентированную модель, формирующую решения по кредитной заявке на основе индивидуальных особенностей потенциального заемщика и объекта недвижимости (залога); нечетко-множественный подход, позволяющий оперировать разнотипными данными в условиях неопределенности и при отсутствии однородной, статистически значимой выборки. Разработанный подход позволил использовать качественные экспертные оценки в автоматизированном процессе андеррайтинга кредитных заявок, что повышает обоснованность решений (в сравнении со скорингом) и позволяет более эффективно вовлекать и распределять трудовые и временные ресурсы (в отличие от экспертной оценки и кредитных историй).

3. Разработано формальное описание клиент-ориентированной модели и алгоритм решения задачи оценки целесообразности предоставления ИЖК, как задачи многокритериального выбора альтернатив в условиях неопределенности, позволяющий формировать обоснованную оценку на основе кредитной заявки.

4. Предложена модификация нечеткого логического вывода, основанная на операции «тень нечеткого множества» и разработанной системе коэффициентов модификации функций принадлежности нечетких множеств, описывающих кредитную заявку. Предложенный подход позволил проводить оценку любой

кредитной заявки, учитывая значения каждой ее переменной и количество их качественных оценок, даже для случаев, когда значения некоторых переменных противоположны, что позволило устранить проблемы применения нечеткого логического вывода и улучшить обоснованность принимаемых решений.

**Теоретическая значимость диссертационной работы** состоит в том, что основные положения и выводы диссертации расширяют и развивают научное представление о проблематике оценки целесообразности предоставления ИЖК. Выявлены проблемы традиционных методов и современных требований к оценке кредитных заявок, что позволило сформировать универсальный подход – клиент-ориентированную модель оценки целесообразности предоставления ИЖК, основанную на нечетко-множественном подходе. На основе исследования задач формирования решений по кредитным заявкам и оценки их качества были выявлены проблемы применения нечеткого логического вывода. Для их устранения предложено применение операции «тень» нечетких множеств и разработаны коэффициенты модификации функций принадлежности (описывающих кредитную заявку), способствующих повышению достоверности и обоснованности принимаемых решений.

**Практическая значимость** заключается в том, что предложенная клиент-ориентированная модель поддержки принятия решений в ИЖК, основанная на нечетких продукционных правилах позволяет решить задачи: во-первых, минимизации операционных затрат, повышения качества и эффективности деятельности связанной с оценкой кредитных заявок; во-вторых, инструментарий, предложенный для оценки целесообразности предоставления ИЖК, универсален, адаптируется к техническим и информационным возможностям кредитора, может использоваться различными кредитными и финансовыми институтами, коммерческими и государственными организациями (например, строительными), предоставляющими ссуды под залог недвижимости или ведущими деятельность по оценке целесообразности предоставления ИЖК; в-третьих, разработанная модель оценки может быть рассмотрена, как основа для рекомендаций по оценке кредитных заявок на ИЖК.

**Апробация результатов диссертации.** Основные научные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили одобрение на: VIII Международной научно-практической конференции «Национальные концепции качества: интеграция образования, науки и бизнеса» (ЛГУ им. А.С.Пушкина, г.Санкт-Петербург, 2017 г.); XIII международной научно-практической конференции «Психология XXI века. Актуальные проблемы современной психологии» (СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург, 2017 г.).

Тестирование разработанных подходов, получило положительную оценку и рекомендации к практическому применению от АО Банк «ПСКБ» и Санкт-Петербургского филиала ПАО «Промсвязьбанк». Результаты исследования в настоящее время нашли применение в деятельности: строительной организацией ООО «Консоль»; агентства недвижимости ООО АН «ТРК».

Результаты тестирования и внедрения подтверждены соответствующими справками.

**Публикации.** Основные положения и выводы диссертационного исследования нашли отражения в 18 научных работах общим объемом в 8,01 п.л. (в т.ч. 6,78 п.л. лично), в том числе 9 публикаций объемом 5,6 п.л. (4,5 п.л. лично) в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из двух томов. Том 1: введение, три главы, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы. Работа содержит 36 рисунков и 1 таблицу. Список литературы включает 240 наименований. Общим объемом 167 страниц. Том 2: 16 приложений, 279 рисунков, 213 таблиц. Общим объемом 457 страниц.

**Во введении** обосновывается выбор и актуальность темы диссертации, формулируются цель, задачи, объект и предмет исследования, дается краткая характеристика изучаемой проблемы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

**В первой главе «Особенности ипотечного жилищного кредитования физических лиц с предоставлением в залог объекта жилой недвижимости»**

диссертационной работы показана потребность в универсальном методе оценки целесообразности предоставления ИЖК. Уточнено определение ИЖК, исследованы традиционные методы оценки кредитных заявок и выявлены их положительные стороны и проблемы, рассмотрены потребности участников процесса оценки кредитной заявки на ИЖК.

**Во второй главе «Клиент-ориентированная модель, основанная на нечетких продукционных правилах, для проведения оценки кредитных заявок на ИЖК»** обоснована целесообразность применения математического аппарата теории нечетких множеств для оценки кредитных заявок на ИЖК, проводимой в условиях неопределенности и недостаточной подтвержденности информации, а также в связи с отсутствием условий для корректного применения статистических и вероятностных методов. Обоснована эффективность клиент-ориентированной модели, показаны ее преимущества в сравнении с традиционными методами оценки заемщиков. Сформирована система параметров и критериев оценки заемщиков и объектов недвижимости. Предложена классификация причин возникновения задолженностей по кредитам. Обоснована эффективность применения клиент-ориентированной модели для оценки целесообразности предоставления ИЖК. Рассмотрено решение задачи многокритериального выбора альтернатив для оценки целесообразности предоставления ИЖК (выбор решения на основе системного анализа информации предоставленной заемщиком) с использованием математического аппарата нечетких множеств, разработан алгоритм оценки кредитных заявок.

**В третьей главе «Особенности реализации клиент-ориентированной модели оценки кредитных заявок на ИЖК»** разработаны различные подходы повышения эффективности клиент-ориентированной модели оценки кредитных заявок на ИЖК, основанной на нечетких продукционных правилах. Для решения проблем нечеткого логического вывода предложено применять: различные подходы к формированию правил нечеткого логического вывода; операцию «тень»; разработаны коэффициенты модификации функций принадлежности, в



совокупности позволившие повысить качество и обоснованность решений по кредитным заявкам на ИЖК. Проведено тестирование разработанных методов.

**В заключении** сформулированы основные результаты исследования, выводы и практические рекомендации. **Во втором томе** приложения, содержащие существенные результаты теоретических и практических разработок.

# Глава 1. ОСОБЕННОСТИ ИПОТЕЧНОГО ЖИЛИЩНОГО КРЕДИТОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ С ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ В ЗАЛОГ ОБЪЕКТА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

## § 1.1 Ипотечное жилищное кредитование (ИЖК)

В Российской Федерации деятельность, относящаяся к ИЖК регламентируется «федеральным законом №102-ФЗ от 16 июля 1998 г «Об ипотеке (залоге недвижимости)» [3], и другими нормативно–правовыми актами, разрабатываемыми в соответствии с этим законом [178]» [51]. Предметом ипотеки могут быть непосредственно связанные с землей здания, жилые дома и сооружения при соблюдении условий и требований, установленных законодательством [3, 170]. Введение закона [3] породило у исследователей и практиков потребность уточнения используемой терминологии, и выделить характерные черты ипотеки [79]. Для уточнения термина, используемого в этой работе, выделим часть из многообразия определений.

**«Ипотека** (от греч. *hypothēke* – заклад, залог) – залог недвижимого имущества, главным образом земли и строений, с целью получения ипотечной ссуды. Под ипотекой понимают также закладную и долг по ипотечному кредиту» [1, 170].

В своей работе [117] В.О. Крупин вводит определение:

**«Ипотечный жилищный кредит** – это ссуда в денежной форме, предоставляемая на условиях срочности, возвратности и платности с целью приобретения жилой недвижимости для удовлетворения жилищных потребностей граждан под обеспечение недвижимым имуществом.»

В данном определении необходимо отметить неточность в формулировке «с целью приобретения жилой недвижимости», состоящую в том, что: во-первых, заемщик может испытывать необходимость в получении кредита на цели не связанные с улучшением жилищных условий; во-вторых, объект недвижимости

может находиться в стадии строительства, что не противоречит требованиям законодательства [3, 170]. Подобное определение использует в [111] А.С. Кошман.

**«ИЖК** – это целевая ссуда, выраженная в денежной форме, предоставляемая кредитором заемщику (заемщикам) на условиях платности, срочности и возвратности для приобретения или строительства жилой недвижимости с целью удовлетворения жилищных потребностей заемщика (заемщиков), которая обеспечивается залогом недвижимого имущества.» [111]

**«Нецелевой ипотечный кредит** – особая форма кредитов, предоставляемых под залог недвижимого имущества, находящегося в собственности заемщика.» По сравнению с классическим ИЖК рядом отличительных особенностей обладает **«обратная» ипотека**, позволяющая улучшить материальное положение заемщика, получающего от кредитной организации денежные средства по заранее определенной схеме. Кредитор возвращает проценты за пользование кредитом и денежные средства, обратив взыскание на заложенное имущество, после наступления события, предусмотренного договором ИЖК. [152, 219]

Особо выделим, что правила №102-ФЗ «об ипотеке (залоге недвижимости)» [3] применяются к залогом **незаконченной строительством недвижимости**, строящейся на земельном участке в согласии с условиями законодательства РФ, что послужило развитию отдельного направления ипотечных программ и нашло свое отражение в определении из работы [171]:

**«ИЖК** – это целевой долгосрочный кредит, предоставляемый физическому лицу под сравнительно низкий процент ипотечными банками для строительства или покупки жилья. Обычно приобретаемое жилье закладывается банку до возвращения кредита и процентов.» Данное определение также указывает на целевую направленность денежных средств.

Выделим основные черты, характерные для ИЖК:

- долгосрочный характер (по данным ЦБ [206]) в первом полугодии 2017 г, средневзвешенный срок ИЖК составил: 186 месяцев (15,5 лет) в рублях; 52 месяца (4,3 года) в иностранной валюте;

- залог, находящийся в собственности заемщика – недвижимое имущество или право требования (при покупке строящегося жилья);
- недвижимость, предоставляемая кредитору в залог, остается в собственности заемщика (залогодателя). Однако, залогодатель лишается права распоряжаться недвижимым имуществом без согласия залогодержателя (кредитора).
- предоставляемые по ИЖК денежные средства могут быть целевыми (направляемые на приобретение объекта жилой недвижимости или приобретение прав требования) или нецелевыми (в залог предоставляется объект, находящийся в собственности заемщика, а денежные средства получаемые по ИЖК могут быть направлены по усмотрению заемщика).

Очевидно, что ИЖК используется в весьма широком смысле, в связи с этим для этой работы целесообразно использовать уточненное определение: **ИЖК** – это ссуда в денежной форме, обеспеченная недвижимым имуществом (или правом требования), и предоставляемая на условиях срочности, возвратности и платности.

## **§ 1.2 Проблема обеспечения населения доступным жильем и влияние ИЖК на ее решение**

В России одна из ключевых экономически и социально значимых проблем государственного масштаба заключается в обеспечении широких слоев населения благоустроенным, качественным и доступным жильем. Согласно данным, опубликованным в 2016 году федеральной службой государственной статистики:

- общая площадь жилых помещений, приходящихся в среднем на одного жителя: в городской местности - 24 кв.м; в сельской местности 25,6 кв.м. Однако, в семьях с детьми до 18 лет не испытывают стесненности - 55,3%, а улучшить жилищные условия в ближайшие 2-3 года планирует лишь 24,6%, из них собираются использовать ИЖК 44,8%. Уточним, что в городской среде проживает 74% общей численности населения. [84];

- удельный вес семей, находящихся на учете в качестве имеющих потребность в жилье, в общем числе семей составляет 4,7% (практически не меняется с 2009 г.). Удельный вес семей получивших жилые помещения, в числе семей, находящихся на учете в качестве нуждающихся в жилых помещениях – 5% [174];
- согласно [20] процент семей, обладающих возможностью приобрести жилье, соответствующее стандартам обеспечения жилья, с помощью личных и кредитных средств – 20,27%; Коэффициент доступности жилья – 2,7 [85];
- удельный вес ветхого (1,9%) и аварийного (0,5%) жилищного фонда в общей площади всего жилищного фонда составляет 2,5 % [174];
- благоустройство жилищного фонда: водопроводом – 81,4%; водоотведением (канализацией) – 76,8%; отоплением – 85,4%; горячим водоснабжением – 68,1%; газом (сетевым, сжиженным) – 66,7%; напольными электроплитами – 21,5% [174].

Соответственно, существенная часть жилых помещений обустроена лишь частью требуемых удобств, находится в ветхом и аварийном состоянии, а количество семей нуждающихся в улучшении жилищных условий фактически не снижается. Почти половина населения с детьми испытывает потребность в улучшении жилищных условий, однако, лишь четверть планирует их улучшить, причем почти половина из их числа собирается для этого использовать ИЖК.

К основным факторам, оказывающим влияние **на доступность жилья**, можно отнести соотношение: стоимости жилья, стоимости кредита и доходов населения; а также влияние экономических показателей и государственной жилищной политики. Важно выделить особенности характерные для российского рынка в каждой из обозначенных групп:

- **недвижимость**: развитость жилищного рынка (развитость рынка, уровень цен, объем вводимого в эксплуатацию жилья), высокое отношение цен на недвижимость к доходам населения [159, 221] , недостаточное предложение жилья на рынке, низкая дифференциация рынка недвижимости, недостаточное предложение стандартного жилья [10]. На недвижимость (в том числе

стандартного жилья [194]) активный спрос поддерживается во многом через государственные субсидии. В международной статистике применяется обеспеченность жилыми единицами и комнатами, а не метрами [120];

- **кредиты:** низкий уровень **доступности ИЖК** – уровень **процентной ставки** за пользование кредитом [113] (условия кредитования) [136, 38, 66, 194]. Восстановление и развитие рынка ИЖК, формирующееся через привлекательную процентную ставку [43], являющуюся ключевым драйвером для роста ипотечного рынка [149]. Однако, на протяжении многих лет одной из значимых проблем российского рынка ИЖК остается его относительно высокая стоимость (кроме субсидируемых Государством программ) [38], по сравнению с европейскими странами процентная ставка примерно в 4,7 раза выше, а с США – 2,8 раза [113]; Особенности условий функционирования кредитной банковской системы и неразвитость ссудосберегательных институтов [159]; Ипотечным рынкам ЕС и США свойственна цикличность, требующая разработки международных мер регулирования, направленных на стабилизацию рынка; [200]
- **доходы населения:** некоторая часть населения получает «серый» доход, высокая дифференциация доходов населения по социальным группам, низкая платежеспособность населения [221]. Главная проблема заключается в разрыве между высокими ценами на недвижимость и платежеспособностью населения [120]. Поддержку платежеспособного спроса на недвижимость обеспечивает ИЖК [127];
- **государственная жилищная политика.** В мировой практике **степень развитости** рынка ИЖК принято оценивать через соотношение объема задолженности к ВВП [127]. «ИЖК выступает объектом государственного управления и инструментом повышения доступности жилья» [103]. В результате развития общества и науки роли Государства и индивида при удовлетворении жилищной потребности претерпевают изменения. Роль государства должна положительным образом стимулировать развитие рынка

ИЖК через набор инструментов и дополнительных мер со стороны Правительства, способствующих: регулированию экономических циклов; стимулированию роста ВВП [145]; наращиванию мультипликативного эффекта ИЖК; повышению качества жизни населения и сглаживанию социального неравенства, снижению демографической угрозы. Согласно указа Президента [17] и Постановления [13] обеспечивается большая доступность комфортного жилья и социальная поддержка отдельных категорий граждан; увеличение доли сделок с недвижимостью с привлечением ИЖК. Государством поставлено несколько целей сфокусированных на многостороннем развитии жилищного рынка: уменьшение затрат на строительство и увеличение объемов стандартного жилья; поддержание реального спроса на рынке жилья, за счет роста рынка ИЖК; развития рынка наемного жилья. В результате устойчивого изменения рынка ИЖК, прежде всего, Государство, как нами было исследовано в статье [56] является главным и конечным выгода-приобретателем, при этом достигается повышение благосостояния граждан;

В соответствии с проводимой Правительством жилищной политикой [13] предполагается, что, как и в развитых странах мира, необходимо чтобы ИЖК в России было простым способом решения жилищных проблем людей со средними доходами [26], но остается для населения малодоступным [130, 136] несмотря на:

- ✓ достаточно широкий выбор программ ИЖК, учитывающих специфику социальной группы, в которую может быть включен заемщик (военные, врачи, ученые, молодые семьи), отличающихся набором кредитных условий (например: переменной процентной ставкой, «кредитными каникулами»);
- ✓ вложение существенных ресурсов Государства в программы финансирования ИЖК (например, через: «процентные ставки» [14], «материнский капитал» [9], «целенаправленную помощь заемщикам» [19]) и стимулирование изменения жилищного рынка (например: «жилье для российской семьи» [85]; «Стимул» [167]; «Ипотека и арендное жилье» [166]); семейная ипотека).

– **коэффициент доступности жилья** (далее, КДЖ). Важно отметить, что доступность жилья (недвижимости) взаимосвязана с возвратностью ИЖК (кредита). Учитывая проводимую жилищную политику в работах [96, 121] проведена оценка КДЖ, выявившая низкую показательность коэффициента и потребность в его усовершенствовании. В работе [200], также приводит индекс доступности жилья (NAI), определяемый по формуле:

$$NAI = \frac{I}{QI} \cdot 100\% = \frac{I}{\frac{A}{MI}} \cdot 100\% = \frac{I}{\frac{A}{25}} \cdot 100\%$$

### **Формула 1. Индекс доступности жилья**

где I – среднемесячный доход семьи,

QI – плановый доход, рассчитываемый как соотношение аннуитетного платежа по кредиту (A) и некоторой предельной доли дохода семьи, которая может расходоваться на погашение ИЖК (MI). В США MI принимается равным 25%. NAI равный 100% показывает, что среднерыночное жилье доступно семье со средним доходом. [200]

#### *§ 1.2.1 Доступность ИЖК. Особенности формирования условий предоставления ИЖК*

Большинство кредитных организаций установили зависимость процентной ставки по ИЖК от: валюты кредитных средств, периода кредитования и предоставленного обеспечения. Было выявлено, что почти во всех программах кредитования заемщику недоступен выбор показателя - тип платежей за пользование ИЖК. Необходимо проанализировать критерии, влияющие на **доступность** (стоимость) ИЖК, и подчеркнуть слабость выбранного подхода, для этого рассмотрим каждую составляющую подробнее:

**а. Тип платежей.** В графике платежей: типе платежей, способе начисления процентов за пользование ИЖК и порядке их выплаты. Наиболее распространены: дифференцированные (равные платежи по ссудной задолженности и уменьшающиеся по процентам и общей сумме ежемесячного



платежа); аннуитетные (размер общей суммы ежемесячного платежа неизменный) и возрастающие (предполагает проведение «индексации» – увеличение ежемесячного платежа через несколько лет после предоставления ИЖК).

При одинаковых параметрах кредитования (сумме, процентной ставке, периодичности платежей и сроке кредитования) по графику с дифференцированными платежами общая сумма процентов за пользования ИЖК будет наименьшей, по-возрастающему – наибольшей. Причем, чем позже заемщик проводит «индексацию» в «возрастающем» типе платежа, тем переплаты за проценты по ИЖК будут больше по сравнению с другими типами платежей. Однако, «возрастающий» платеж позволяет заемщику получить наибольшую сумму кредита, по сравнению с другими типами платежей. [112]

**в. Валюта кредитных средств.** Рассмотрим в качестве примера аннуитетные платежи в размере 1000 долларов США, в периоде с 10.01.2007 г. до октября 2017 года включительно. Ретроспективная динамика курса доллара США приведена на рисунке 1 [201]. Очевидно, что в период с 10.01.2007 по 28.10.2017 сумма выплат (в рублях) по кредитному договору существенно менялась [201]: от 23120 рублей (минимальный курс на 16.07.2008) до: 36420 рублей (первый максимум курса на 19.02.2009); 30000 рублей (относительной стабилизации курса на период с 24.09.2009 по 24.09.2010); 35000 – 83600 рублей (рост и существенная нестабильность курса рубля в период с 04.06.2014 по 22.01.2016); 58100 (на 28.10.2017).

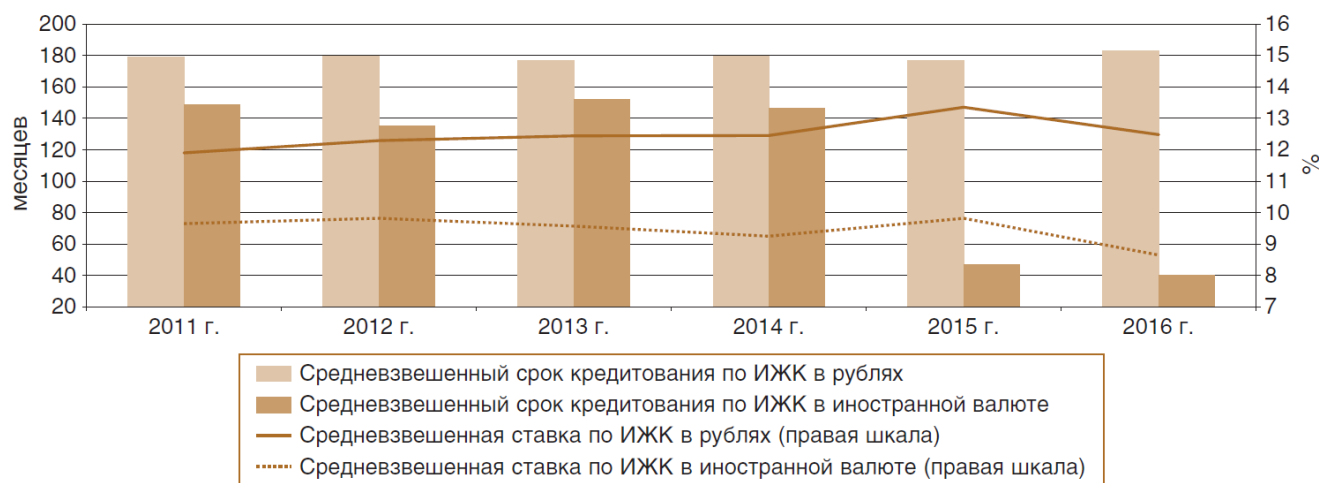
Соответственно, сумма платежа (по «ожидаемому заемщиком курсу») по сравнению с первоначальной существенно менялась и увеличилась более чем в 2 раза за 10 лет.

Высокая активность продаж валютных ИЖК до ипотечного кризиса 2008 года была связана с наличием у российских банков дешевых долгосрочных валютных источников финансирования из зарубежных стран, что снимало с банка-кредитора процентный риск и риск потери ликвидности [220]. Соответственно, возникает риск девальвации валюты, в которой заемщик получает доход [67, 71], и возрастает риск дефолтов по валютным ИЖК [40].

Важно отметить, что, на протяжении всей истории ИЖК в России, независимо от валюты получаемого заемщиком дохода, большинство кредитных организаций предоставляло валютные ИЖК по сравнению с рублевыми кредитами под более низкую процентную ставку (см. рисунок 2 [148]).



**Рисунок 1. Динамика курса доллара США с 10.01.2007 по 28.10.2017**



**Рисунок 2. «Динамика средневзвешенных сроков кредитования и процентных ставок по ИЖК» [148]**

Например: на 01.03.2012 средневзвешенная ставка по валютным кредитам, выдаваемым в РФ, была ниже на 2,5% [202]. Выдача валютной ипотеки практически прекращена лишь в 2017 году (7 кредитов за 7 месяцев) [149]; в 2015 году - 91 кредит [169]; в 2008 году - 17 тыс. [149]. Причем, как видно из рисунка 2, сроки валютных ИЖК существенно снизились после кризиса 2014-2015 годов.

Данные изменения обусловлены повышением ЦБ веса риска по валютным ИЖК на уровень 150%, а для выдаваемых после 01.04.2015 – 300% [220, 11].

Фактически, низкая платежеспособность населения и низкий уровень финансовой грамотности не позволяют потенциальным заемщикам принимать взвешенные решения при выборе валюты ИЖК. Гипотезу подтверждают данные статистики (см. рисунок 2). [148]

**с. Период кредитования.** Увеличение периода кредитования приводит к увеличению процентной ставки за пользование кредитом. В то время как выбор большего периода кредитования, как правило, вызван низкой платежеспособностью заемщика. Необходимо уточнить, что наименьшие процентные ставки доступны при минимальном периоде кредитования и существенно большем (от 50% стоимости объекта недвижимости) первоначальном взносе. В 2017 году только некоторые крупные банки (например, ЮниКредит Банк, Газпромбанк) отказались от зависимости процентной ставки по ИЖК от размера первоначального взноса и сроков кредитования, введя плоскую шкалу процентных ставок [23].

**д. Обеспечение кредитного договора.** В большинстве кредитных организаций договор на ИЖК, с целью приобретения квартиры на вторичном рынке недвижимости (при прочих равных условиях), предоставляется под более низкую процентную ставку по сравнению с незавершенным строительством или загородной недвижимостью. Исключением стали 2015 – 2016 годы благодаря государственному субсидированию процентных ставок по ИЖК на строящееся жилье [14].

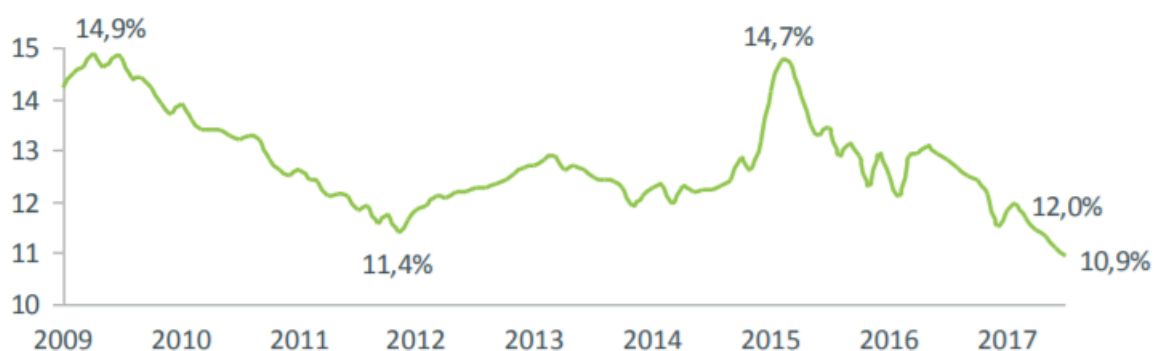
**е. Штрафы за нарушения,** запрет на досрочное погашение (мораторий), условия и величина суммы досрочного погашения могут быть установлены кредитной организацией для всех заемщиков. Хотя в последнее время такая практика достаточно редко встречается, и обычно применяется в программах с процентной ставкой установленной ниже среднерыночной.

**ф. Изменение условий кредитования благонадежных заемщиков.** Возможность снижения процентной ставки по потребительскому кредиту

предоставляется заемщикам, если в течение 12 месяцев выплаты проводились по графику платежей [153].

В течение года спрос на ИЖК неравномерен, и поскольку, эта динамика сопоставима с темпами открытия населением банковских вкладов, то, вероятно, взаимосвязь с характерной сезонностью доходов населения [67]. Хотя, нельзя исключать обусловленность стилем жизни и потребительским поведением населения, подтвержденные в работе [83] выделением сезонной компоненты для прогнозирования объемов ИЖК.

Очевидно, что для заемщиков доступность ИЖК неразрывно связана с условиями кредитования, которые отличаются существенной нестабильностью, подтвержденной динамикой средневзвешенной ставки по выданным ИЖК с 2009 по 2017 годы (см. рисунок 3) [149].

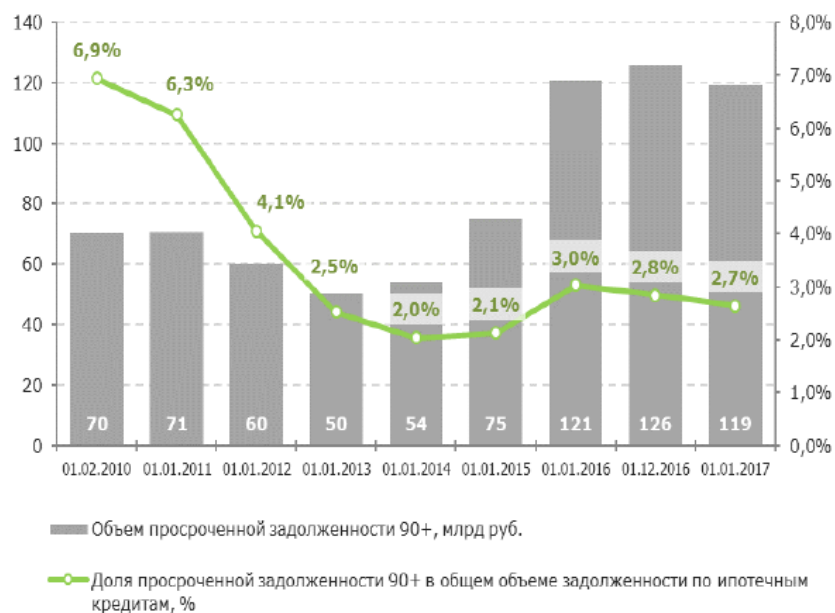


**Рисунок 3. Динамика средневзвешенной ставки по выданным ипотечным кредитам (% годовых)**

Динамика объемов просроченной задолженности с периодом отставания платежей 90 дней и более отражена на рисунке 4 [97].

Результаты влияния мирового ипотечного кризиса 2008-2009 года на ИЖК, по предоставленным в ЦБ РФ данным [203]:

– в 2008 году абсолютные показатели, характеризующие объемы предоставленных ИЖК, снизились: по количеству – в 2,7 раза; по объему – в 4,3 раза;



**Рисунок 4. Динамика доли ИЖК, платежи по которым просрочены на 90 дней и более**

– для отчетного периода была характерное твердое направление к росту объемов просроченной задолженности и ее части в общем объеме задолженности по ИЖК. В общем объеме задолженности по ИЖК, удельный вес просроченной задолженности возрос на 1,7% в рублях и на 3,6% в иностранной валюте, и на 1 января 2010 года достиг 2,3 и 6,3%;

- активно проводилась реструктуризация валютных ИЖК;
- в 2009 году повысились ставки по кредитам: в рублях на 1,4%; в иностранной валюте на 1,9%.

По мнению экспертов, уменьшение объемов ИЖК в отчетный период, прежде всего, было связано с удорожанием кредитных ресурсов, плотной привязкой к западной банковской системе, выполняющей роль источника рефинансирования предоставленных займов [103]. Кроме того, риски вложений в долгосрочные активы возросли, а возможности рефинансирования ранее выданных ИЖК снизились [203].

В 2010 году по сравнению с 2009 годом просроченная задолженность по ИЖК увеличилась [204]: в рублях на 27,2%; в иностранной валюте на 44,5%. Было зафиксировано максимальное значение просроченной задолженности - 7,1% [97].

В первом полугодии 2011 года просроченная задолженность по сравнению с аналогичным периодом 2010 года увеличилась [205]: в рублях на 12,1%; в иностранной валюте на 5,9%. В 2015 году показатель просроченных платежей на 90 дней и более увеличился до 3% [169]. Около 40% валютных ИЖК были просрочены на 90 дней и более [169].

В 2016 году по итогам программы реструктуризации валютных ИЖК объем валютных кредитов снизился почти в 2 раза (в 1,8 раза [148]), что положительно отразилось на показателе качества ипотечного портфеля, и просроченная задолженность снизилась до 2,65% [97].

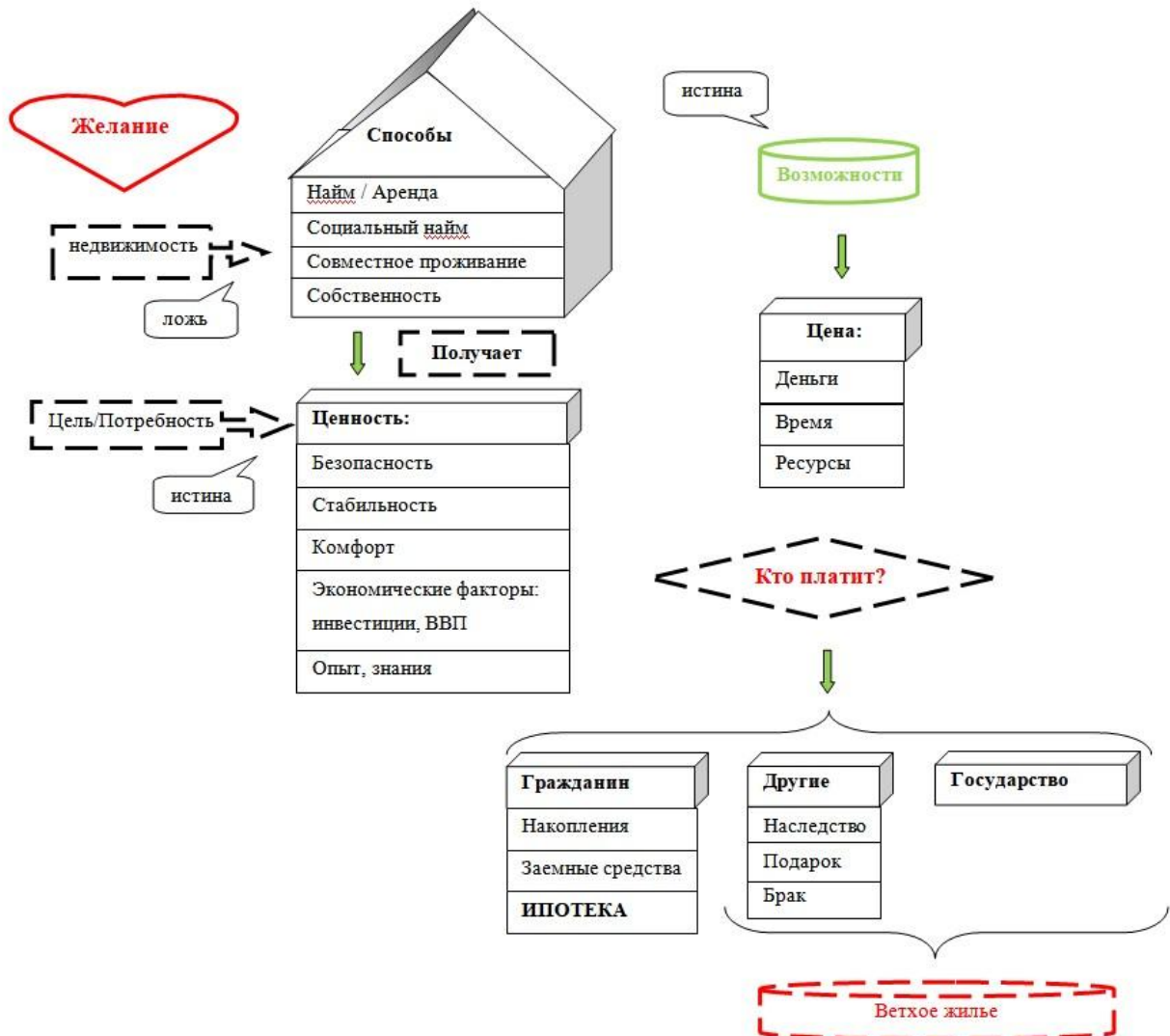
Обозначенные в этом параграфе особенности формирования условий ИЖК и их динамика указывают на высокую зависимость ипотечного рынка от экономического окружения, регулярно дестабилизирующего условия предоставления ИЖК. В периоды экономической нестабильности отмечается значительный рост просроченной задолженности. Очевидно, что кризисы 2008 и 2014 годов лишь обостряли положение «слабых» заемщиков. Растущая просроченная задолженность по валютным ИЖК является одним из качественных примеров, указывающих на явные проблемы в оценке потенциальных заемщиков.

На протяжении многих лет не было достигнуто решение жилищных вопросов управленческими методами, «методами стихийного рынка в условиях традиционных подходов» [118]. Зачастую, в страны с неразвитой экономикой внедряются ведущие институты, получившие в развитых странах высокие оценки. Однако, зачастую они не подходят менее развитой институциональной среде [159].

Руководствуясь пирамидой потребностей А. Маслоу, базовыми составляющими жилищного рынка и связанными с ними экономическими параметрами схематично представим формирование для человека доступного жилья и обозначим в этом пространстве место и сущность ИЖК (см. рисунок 5). [59] Особенности раскроем далее по тексту.

Человеку необходимо реализовать базовую потребность в безопасности, стабильности и комфортном проживании любым из доступных способов: покупка

недвижимости, совместное проживание с третьими лицами, социальный или коммерческий наймы.



**Рисунок 5. Карта решения жилищной проблемы**

Проблема «незрелого общества» связана со стремлением граждан переложить решение своих жилищных или финансовых проблем на третьих лиц или Государство. В результате перераспределения недвижимого имущества между поколениями (совместное проживание с родственниками, получение наследства, как способы решения жилищных проблем) будет усугубляться проблема ветхого жилья.

Возрастает угроза демографической безопасности. Полноценный социум и государство наступает после повышения качества жизни и наиболее соответствующих условий проживания, дающих позитивное действие на развитие

удовлетворительной жизни человека [125]. Имущественное неравенство и низкий уровень социальной защиты выступает, как фактор социальной напряженности [127]. Очевидно, что для роста процента семей, обладающих ресурсами для покупки жилья, отвечающего жилищным стандартам государства, необходимо сочетание различных мер.

В настоящее время, на жилищном рынке платежеспособный спрос поддерживают разнообразные государственные субсидии и доступные кредиты, способствующие «опережающему потреблению». Как было показано для заемщиков доступность ИЖК, связана с условиями кредитования, которые на протяжении 20 лет отличает высокая нестабильность и зависимость от экономики страны. Кроме этого, в кризисы наблюдается негативная динамика просроченной задолженности.

На наш взгляд, необходимо провести более глубокое исследование причин возникновения просроченной задолженности, с целью дальнейшего применения в систематизации и разработке мер препятствующих их последующему повторению [27, 32]. Процесс стандартизации и унификации процедуры и условий предоставления ИЖК ведет к снижению операционных затрат кредитора, что в конечном итоге должно положительно отразиться на всех участниках процесса [115].

По нашему мнению, ключевой задачей, объединяющей в себе все затронутые проблемы, является задача совершенствования оценки целесообразности предоставления ИЖК. Изменение подхода к оценке потенциальных заемщиков, улучшение качества проводимых оценок будет способствовать решению целого комплекса государственных задач, среди которых особое значение имеет повышение доступности ИЖК, решение жилищных проблем населения и задач, поставленных Правительством.

По нашему мнению, для решения задачи совершенствования оценки целесообразности предоставления ИЖК необходимо: рассмотреть деятельность различных организаций на рынке ИЖК, в том числе некредитных и сферы услуг, выделить их особенности (см. §1.3); рассмотреть применяемые для оценки потен-



циальных заемщиков методы (см. §1.5); выявить критерии, на основе которых принимаются решения о целесообразности предоставления ИЖК (см. §1.4).

### **§ 1.3 Организации – участники рынка ИЖК. Влияние клиентских потребностей на рынок услуг**

Ипотека может быть установлена в обеспечение обязательств не только по кредитному договору, но и по договору займа или иного обязательства, основанного на купле-продаже, аренде, подряде и прочего [3].

Среди организаций, предоставляющих ИЖК, прежде всего, выделим: строительные сберегательные кассы (жилищно-накопительные кооперативы), ипотечные (коммерческие) банки, «Дом РФ». При этом, деятельностью связанной с оценкой и предоставлением ипотечных кредитов в той или иной мере занимаются: строительные компании, инвестиционно-финансовые группы, брокеры, кредитные фонды и прочие.

Отдельного внимания заслуживает сектор услуг (консультации, сбор документов и т.п.), спрос на которые, очевидно, обусловлен: большим объемом разнородной информации; низким уровнем финансовой и юридической грамотности; опасениями населения к значительным финансовым сделкам.

Независимо от вида деятельности компании, в настоящее время, наибольший интерес и перспективы развития представляют удаленное привлечение и обслуживание клиентов. Однако, несмотря на применение банками кобрендовых (разработанных совместно банком и агрегатором [196]) продуктов, отсутствие инструментов для удаленной предварительной идентификации клиентов не позволяет полностью исключить посещение банковских офисов клиентами. В будущем проблема интерактивной удаленной аутентификации и идентификации клиента кредитной организацией возможно будет решена согласно процедуре определенной в законопроекте [21].

Для потенциальных заемщиков применение агрегаторов в условиях ограничения времени позволяет исключить самостоятельный сбор и анализ

информации. Поскольку, объективность выводов клиента во многом зависит от характеристик информации: качество, доступность, объем, скорость изменения, актуальность. Соответственно, развитие удаленного обслуживания будет развиваться, в том числе и при расширении спектра предоставляемых услуг.

Для функционирования коммерческих банков в удаленных регионах в работе [24] предложен принцип функционально-сетевой интеграции, позволяющий осуществлять обслуживание клиентов без открытия отделений. Таким образом, можно отметить мировую тенденцию развития банков как финансовых посредников [70].

Соответственно, рынок компаний, заинтересованных в проведении качественной оценки потенциальных заемщиков при выдаче ИЖК не ограничен коммерческими банками. При этом целевые возможности потенциальных заемщиков существенно расширяются, особенно, если в силу различных причин «традиционный» банковский ИЖК им недоступен.

Таким образом, рынок ИЖК значительно шире традиционного представления о нем и может быть представлен, как показано на рисунке 6.

Исследование особенностей деятельности организаций оказывающих услуги на рынке ИЖК не является предметом исследований данной работы. Подробнее про агрегаторы и другие типы компаний, заинтересованные в процедуре оценки потенциальных заемщиков было изложено автором в статьях [45, 53].

Однако, важно подчеркнуть, что все эти компании нуждаются в качественном инструменте для проведения оценки кредитоспособности потенциальных заемщиков. Наибольший интерес представляет практический опыт банка, учитывающий максимум данных доступных о заемщике и требования к розничным заемщикам свойственные классу однородных финансовых инструментов.



**Рисунок 6. Рынок предоставления ИЖК**

#### **§ 1.4 Оценка целесообразности и условий предоставления ИЖК заемщику**

Исходя из определения ИЖК, кредитные средства предоставляются на условиях срочности, платности и возвратности. Если срочность и платность кредита являются относительно простой мерой кредитных отношений, то возвратность заемных средств, требует особого внимания.

Для повышения возвратности кредитных средств применяется обеспечение кредита [77, 86]. Одним из возможных вариантов создающих выполнение должником (залогодателем) взятых на себя обязательств является залог. Широкое распространение залога, как формы обеспечения кредита обусловлено тем, что в кредитных договорах, где обеспечением выступает залог, его принудительное взыскание, проще произвести, чем, в случаях, когда ответственность за заемщика

несет третье лицо, например при: поручительстве, гарантии и прочих видах обеспечения кредита [98, 178]. В ИЖК в качестве залога выступает документально зафиксированное право на объект недвижимости либо незавершенное строительство [1, 170, 172]. Соответственно, кредитор-залогодержатель приобретает право получить компенсацию по договору ИЖК путем взыскания заложенного имущества. Важно отметить, что стоимость обеспечения влияет на уровень риска кредитных убытков, но не меняет кредитный риск финансового инструмента. [12]

Финансовый убыток возникнет по финансовому инструменту у одной из сторон вследствие неисполнения обязанностей другой стороной – кредитный риск [18], т.е. риск невозврата заемщиком полученного кредита или процентов за его использование [170, 172].

Согласно [12], включающих Базелевские соглашения, для всех розничных кредитов предполагается использовать «ППВР (advanced internal ratings-based approach) - "продвинутый" подход на основе внутренних рейтингов» [12], подразумевающий самостоятельное определение банком компонент кредитного риска: вероятность дефолта (PD – probability of default); уровень потерь при дефолте (LGD – loss given default); величина кредитного требования, подверженная риску дефолта (EAD – exposure at default); срок до погашения кредитного требования (M – maturity).

Кредитный риск оценивается низким, если риск дефолта по финансовому инструменту является низким, заемщик стабильно осуществляет платежи по договору ИЖК и неблагоприятные изменения экономических и коммерческих условий в более отдаленной перспективе не обязательно снизят его способность выполнить ранее принятые им обязательства по договору ИЖК [12].

«Вероятность дефолта (PD, %) - числовое значение вероятности дефолта заемщика по конкретному кредитному требованию на период в один год, соответствующее разряду внутренней рейтинговой шкалы заемщиков, к которому отнесено кредитное требование. Минимально возможное значение вероятности дефолта кредитных требований к розничным заемщикам составляет 0,03%.

Значение вероятности дефолта по заемщикам, находящимся в состоянии дефолта, составляет 100%; уровень потерь при дефолте (LGD, %) - доля безвозвратных потерь при дефолте в величине кредитного требования к контрагенту по конкретному кредитному требованию.» [12]

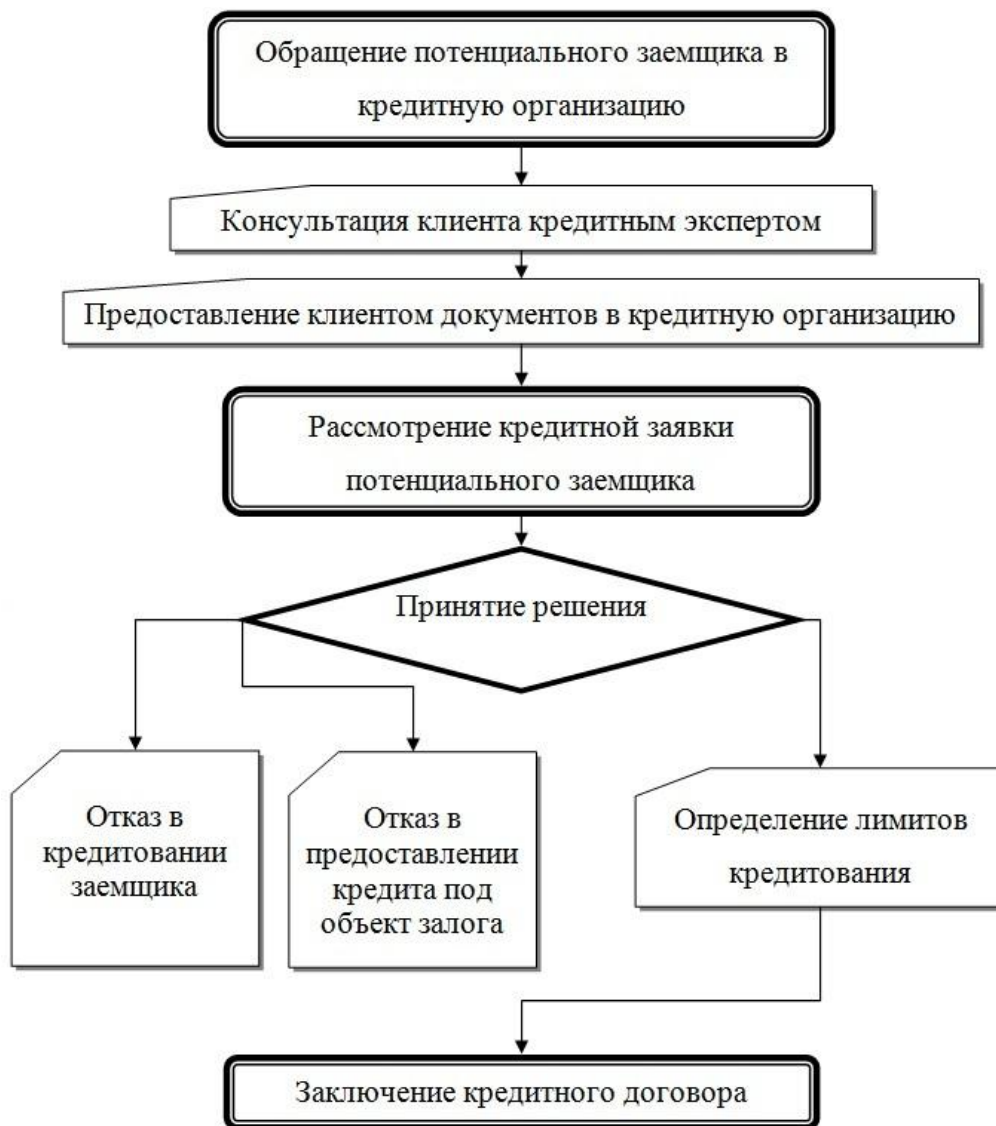
Таким образом, основная цель анализа целесообразности предоставления ИЖК заключается в необходимости ответить на два основных вопроса, ответ на каждый из которых содержит существенный элемент неопределенности, как настоящего, так и будущего состояния:

- будет ли соискатель в заданный период полностью исполнять положения кредитного договора;
- сможет ли объект залога, при его продаже, закрыть ссудную задолженность, проценты по кредиту, а также дополнительные расходы кредитора, вызванные ненадлежащим исполнением заемщиком условий договора ИЖК [51]. При этом необходимо оценить возможность реализации объекта залога в кратчайшие (установленные) сроки.

Очевидно, что оценка благонадежности потенциального заемщика и объекта недвижимости должны проводиться независимо от специфики деятельности организации, предоставляющей ИЖК (далее, кредитор). Особенно важно выяснить истинные цели соискателя, т.е. является ли он мошенником или планирует выполнять обязательства по кредитному договору в полном объеме [197]. Данная процедура выполняется на основе кредитной заявки потенциального заемщика и является обычной операцией, рассмотренной нами подробно в [49]. Схематически процесс рассмотрения кредитной заявки потенциального заемщика может быть изображен, как показано на рисунке 7.

Потенциальный заемщик предоставляет кредитору требуемый пакет документов, в их числе кредитная заявка или анкета – это документ, заполняемый потенциальным заемщиком, с целью получения кредитных средств (ИЖК). В анкете содержится список вопросов, направленный на получение информации, описывающей индивидуальные особенности потенциального заемщика и объекта

недвижимости. Очевидно, что чем более качественно и тщательно подобраны вопросы для анкеты, тем выше возможность собрать максимум достоверных сведений, характеризующих соискателя (его истинные намерения) и объект залога. Подробнее содержание анкеты рассмотрено в § 2.3.



**Рисунок 7. Рассмотрение кредитной заявки**

Затем, по установленному кредитором порядку проводится рассмотрение пакета документов: кредитными экспертами, службой безопасности, юристами, экспертами рынка труда, страховыми службами и прочими. Причем, для проведения части работ могут привлекаться специалисты сторонних организаций, например, для оценки жилой недвижимости. Профессиональное суждение о целесообразности предоставления ИЖК (или об отказе) выносится кредитором на основе анализа совокупности сведений, характеризующих соискателя и объект

недвижимости (см. §1.4.1 и §1.4.2). Набор показателей включенных в кредитную заявку определяется кредитором.

Соответственно, с точки зрения определения возвратности кредита возникает неопределенность достаточности и полноты информации запрашиваемой кредитором и (или) предоставляемой потенциальным заемщиком.

В случае принятия положительного решения потенциальному заемщику предлагается заключить кредитный договор на условиях определенных конкретной программой кредитования, иначе – отказ в кредитовании. В данном контексте под программой кредитования подразумевается некоторый набор условий, квалифицирующий: процесс выдачи заемных средств заемщику; условия погашения заемщиком полученных кредитных средств; условия наступления просрочек и порядок их погашения заемщиком; условия иных ключевых событий, предусмотренных кредитным договором.

В качестве параметров определяющих наиболее рациональные условия предоставления ИЖК можно выделить: максимальный (минимальный) размер кредита, максимальный (минимальный) период кредитования, валюта кредитных средств и прочее. Для определения: суммы кредита, периода кредитования, графика платежей к текущему моменту разработано достаточно много методик и инструментов, реализация которых может быть выполнена в соответствии с требованиями кредитора. Как было рассмотрено нами в [48] применение информационных технологий значительно повышает эффективность данной деятельности. Отметим, что по кредитной заявке возможны особые решения, тогда соискателю предлагается: выбрать другой объект недвижимости; меньшая сумма кредитных средств; предоставить дополнительное обеспечение по кредитному договору и прочее.

### *§ 1.4.1 Оценка потенциального заемщика*

Для кредитной организации наиболее эффективное управление кредитным риском достигается путем оценки потенциальных заемщиков [176]. Главная задача оценки заключается в том, чтобы раскрыть:

- истинные мотивы получения потенциальным заемщиком кредита;
- возможности потенциального заемщика осуществлять платежи по запрашиваемому кредиту своевременно и в полном объеме.

Как правило, при проведении оценки потенциального заемщика принято говорить о его текущей платежеспособности и кредитоспособности. В дальнейшем при изложении материала будем опираться на известные определения кредитоспособности и платежеспособности [171].

Кредитоспособное физическое лицо должно быть дееспособным [29, 104].

Понятие «кредитоспособность» рассматривается экспертами с разных точек зрения. В нем нашли свое отражение и особенности развития общества, российской банковской системы, культуры кредитования, что, безусловно, повлияло и на критерии и показатели, которые используются кредиторами при проведении оценки потенциальных заемщиков. Рассмотрение и анализ показателей, таких как, репутация соискателя, его способность к получению дохода на протяжении многих лет являются характеристиками показывающими величину кредитного риска, и показателями кредитоспособности заемщика. Современное банковское общество в вопросах оценки кредитоспособности не отличается использованием комплексного, всеобъемлющего подхода. Однако, выделение критериев оценки позволяет понять смысл, который вкладывается в это понятие в текущий момент времени. [122]

Материальное состояние заемщика рассматривается руководствуясь методикой, разработанной в кредитной организации, согласно правилам Положения [4].

Очевидно, что создание регламентов по внутренней деятельности по оценке частных лиц всецело возложено на кредитора [4, 60, 104].



### *§ 1.4.2 Оценка объекта недвижимости, предоставляемого в залог*

Исходя из целей предоставления залога, а также, учитывая тенденции к взысканию имущества, можно отметить, что на современном этапе возникла необходимость проводить оценку предмета залога как на входе (при создании залога и подписании договора ИЖК), так все чаще и на выходе, при потребности продажи залога из-за невыплаты кредита [39]. Соответственно, оценивая объект недвижимости, предоставляемый в залог, необходимо выяснить:

- в случае реализации объекта залога обеспечит ли возвратность ссудной задолженности, процентов за кредитование, расходов кредитора, вызванных неподобающим исполнением условий договора ИЖК заемщиком;
- сроки реализации объекта залога.

Существенную роль в быстроте реализации объекта недвижимости играет:

- стоимость на момент продажи [192]. Высокая потребность населения в улучшении жилищных условий должна поддерживать стабильный высокий спрос на недвижимость [151];
- условие, что юридическая документация на залоговые права кредитора оформлена так, что отсутствуют препятствия реализации залогового имущества [4];
- изменение процентной ставки по ИЖК. Зависимость динамики сделок на рынке недвижимости от степени доступности ИЖК будет расти вместе с увеличением объема операций, для реализации которых предполагается привлечение кредитных ресурсов [66]. Наиболее существенно подвержен влиянию первичный рынок жилой **недвижимости** (стоимость 1 кв.м.). В разных сегментах рынка недвижимости эта зависимость неравномерна. По сравнению с элитной недвижимостью в типовых домах изменения стоимости более значительны и происходят быстрее. Вероятно, по мере роста процентной ставки по ИЖК уменьшается инвестиционная привлекательность строящихся домов. При этом доступность ИЖК является одним из источников колебания

доступности жилья, снижение ставки по ИЖК не может повлечь снижение цен на недвижимость; [107]

- уровень развития рынка недвижимости. Следует учитывать, что чем выше амплитуда колебания стоимости 1 кв.м. и меньше продолжительность экономического цикла, тем более развит рынок [156]. Очевидно, что экономические циклы будут присутствовать независимо от наличия института ИЖК [160]. С экономическими циклами и глобальной экономикой взаимосвязаны глобальные факторы, влияющие на функционирование и развитие ИЖК. Стоимость недвижимости подвержена изменениям под действием локальных и глобальных факторов, причем, в каждом сегменте рынка недвижимости степень их влияния различна;
- инфляция, как фактор, влияющий на себестоимость строительства, стимулирует увеличение стоимости на первичном рынке недвижимости. Как следствие увеличивается и стоимости залога, т.е. увеличивается обеспечение ИЖК; [127]
- **зависимость ценообразования от скачков курса рубля.** Хотя с 2007 г. в России законодательно запрещено указывать цены на недвижимость и прочие товары в валюте, зависимость сохранилась. Премиальный сегмент российской недвижимости наиболее сильно подвержен этому влиянию [194]. Можно добавить, что в период неблагоприятной экономической обстановки наблюдается снижение (или прекращение роста) стоимости недвижимости, а после стабилизации наличествует общая тенденция к увеличению стоимости недвижимости [34];
- действие **локальных факторов** в ценообразовании на рынке жилья. Выделим среди них: себестоимость строительства [127], тип застройки: точечная или комплексная [31], застройщик и проводимая маркетинговая компания, этап ввода в эксплуатацию [194], оценочные корректировки (кто влияет: застройщик, риэлтор, страховая компания, покупатель; что влияет: маркетинг, ремонт и обустройство жилья, покупательский спрос, изменение уровня жизни);

- массовое или точечное строительство. Стоимость создаваемой инфраструктуры, концепции и архитектурного стиля в пересчете на 1 кв.м. жилья будет меньше при комплексной застройке, чем при точечном строительстве. Массовое строительство стандартного жилья следует производить в соответствии с государственными стандартами по обеспечению населения жильем [31]. Согласно Стратегии-2020 большое значение должно уделяться качеству городской среды, городской эстетике, пространственному развитию и соразмерности, комфорту среды для жизнедеятельности человека [120];
- размещение **хостелов**. Это создает для жителей дома дискомфортные условия проживания. Ведение такого бизнеса без предварительного перевода недвижимости в нежилой фонд трактуется как незаконное обогащение и нарушение федерального законодательства. **Стоимость недвижимости** в домах с незаконным размещением хостелов существенно падает, примерно на 30% по сравнению с рыночной; [199]
- **деятельность ТСЖ**. На законодательном уровне предстоит решить проблему возможного банкротства ТСЖ [199]. Неэффективная **деятельность ТСЖ** может оказывать негативное влияние на стоимость недвижимости.

Ликвидность объекта залога особенно остро ощущается в кризисных условиях [128]. Очевидна необходимость проведения качественной и объективной оценки объекта недвижимости. Важно отметить, что независимо от того на первичном или вторичном рынке находится объект предоставляемый в залог, необходимо провести проверку его юридической чистоты и только в случае получения положительной оценки приступать к формированию проверки соответствия заявленной цены – рыночной. Подробнее особенности, влияющие на стоимость объекта недвижимости, будут рассмотрены в параграфе § 2.3.

Информативная и полная оценка объекта залога будет способствовать снижению риска мошенничества и повышению в эффективности управления залогом, что позволит кредитору:

- вынести профессиональное суждение о принадлежности объекта недвижимости (залога) к конкретному сегменту рынка;
- удостовериться, что заявленная стоимость объекта недвижимости соответствует рыночной (классу жилья);
- оценить, что стоимость объекта недвижимости достаточна для обеспечения выдаваемого кредита;
- спрогнозировать возможные изменения стоимости залога;
- оценить сроки реализации предмета залога.

Подробнее оценка объекта недвижимости будет рассмотрена в §2.3.

### § 1.5 Методы оценки потенциальных заемщиков – физических лиц

Очевидно, что задача оценки потенциальных заемщиков является нетривиальной и достаточно трудоемкой. Нами разработана схема, отражающая традиционные подходы к оценке кредитных заявок, сформировавшиеся в мировой и отечественной практике представлена на рисунке 8. [51]



**Рисунок 8. Методы оценки потенциальных заемщиков**

В практической деятельности эти методы применяются одновременно, поэтому различия между моделями сглаживаются. В работе [51] подчеркнута два варианта оценки кредитной заявки:

- Первый – оценка кредитной заявки формируется экспертом на основе сведений полученных интеллектуально, из личных навыков, а также из кредитных бюро.
- Второй – оценку кредитной заявки выносит автоматизированная система поддержки принятия решений, «основываясь на заложенных в нее программных и математических методах, экспертных оценках, кредитных историях.» [51]

Далее исследуем обозначенные варианты, выявляя в них сильные и слабые стороны, оценим целесообразность их использования в реальности российского рынка ИЖК.

### **Экспертные оценки**

Эксперт для проведения оценки потенциального заемщика получает кредитную заявку и пакет документов. Основная цель выявить способности к: получению дохода, платежеспособности и кредитоспособности, управлению имуществом и прочему. Выполняется оценка: залога, риска дефолта соискателя, рынка труда и прочее. По сути, эксперт проводит оценку рисков, которые в будущем могут возникнуть перед кредитором или потенциальным заемщиком. Эксперт с точки зрения долговой нагрузки проводит всестороннюю оценку соискателя, тем самым снижает риски кредитной организации и потенциального заемщика [144]. Соответственно, кредитор должен оценивать рыночные условия, тенденции и риски, испытываемые заемщиком и кредитором.

Эксперт, вынося решение о целесообразности предоставления ИЖК, опирается на теоретические и практические навыки, учитывает положения и методические указания, разработанные в законодательных актах и положениях кредитной организации. Кредитор следует общеэкономическому подходу, поскольку, опирается на внутренние требования, руководствуясь экспертными оценками кредитной заявки.

В работе [51] приведены преимущества, содержащиеся в методе экспертных оценок:

- возможность создания экспертом рационального анализа человека (характер, честность, коммуникабельность и т.д.) и материального положения (постоянный доход, капитал и т.д.) соискателя;
- возможность дополнительно обследовать сведения предоставленные соискателем;
- наблюдение и исследование рынка, дают возможность за короткое время вносить поправки в требования к анализу соискателей.

В работе [51] приведены недостатки метода экспертных оценок:

- обязательное применение работников высокой квалификации из разных сфер;
- существенные трудовые и временные издержки для анализа кредитных заявок;
- весомая субъективность («оценка на глаз») из-за того, что при похожих сведениях специалистами могут быть объявлены неравноценные мнения о кредитоспособности определенного соискателя. В связи с тем, что экспертные оценки определяются в некоторой мере достоверными, если количество критериев оценки не превышает 9. Присутствует риск преступного использования своих прав экспертом ради приобретения личной выгоды;
- потребность все время анализировать состояние рынка, тенденций его перемен, рисков, с которыми соприкасается соискатель или кредитор.

В дальнейшем при изложении материала будем опираться на известные определения **кредитной истории** [5, 208] и **бюро кредитных историй** (далее, БКИ) [5, 208]. Деятельность БКИ регулируется законами [5, 6].

Потенциальный заемщик владеет данными о себе в полном объеме, однако кредитору предоставляет существенно меньше информации, причем в случае мошенничества неблагоприятные данные от кредитора скрываются умышленно. В этой связи формируется асимметрия информации, которая частично сглаживается благодаря получения кредитором кредитной истории соискателя.

Однако, существует вероятность наличия ошибок в некоторой доли кредитных историй, что способствует принятию кредиторами некорректных решений о целесообразности предоставления заемных средств конкретным

заемщикам [41]. В работе [51] нами рассмотрена проблема качества информации, содержащейся в кредитных историях, выявлена необходимость проверки заемщиками сведений, хранящихся в БКИ. При этом, ряд заемщиков отказывается формировать кредитную историю из-за риска утечки персональных данных [92]. Соответственно, требуется повышать защиту конфиденциальности [155], чтобы обеспечить в отношении финансовой информации (налоговых и банковских операций) право личности на неприкосновенность частной жизни, и создать механизмы информирования физических лиц при использовании их персональных данных размещенных в БКИ [129].

Согласно [5] формирование кредитной истории возможно только после получения «согласия» от заемщика. В связи с этим, для предотвращения мошенничества целесообразно предоставить кредиторам возможность информировать БКИ об уклонениях заемщиков от выполнения обязательств [108, 155]. Правом предоставления в БКИ информации о задолженности физического лица по гражданско-правовому договору, не являющемуся договором займа или кредита, наделены некредитные организации, получившие решения суда о взыскании задолженности в их пользу [5, 129]. Усугубляется картина и тем, что согласно статье 5 №152-ФЗ от 27 июля 2006г «О персональных данных» [7] срок хранения персональных данных физического лица ограничивается сроком его обслуживания в кредитной организации. Таким образом, исключается возможность хранения персональных данных даже о неблагонадежных заемщиках или мошенниках.

Для оценки качества выполнения заемщиком условий кредитного договора, кредитору важно располагать информацией даже о краткосрочных задолженностях, особенно если отклонения от графика платежей регулярны. Однако, согласно пункту 5 статьи 5 №218-ФЗ источники формирования кредитной истории направляет в БКИ информацию, входящую в состав кредитной истории в соответствии с данным ФЗ, в срок, предусмотренный договором, но не позднее 10 дней со дня реализации деятельности (установления события) или когда наступила известность о совершении такой деятельности

(установлении такого события). Таким образом, возникает вопрос корректности предоставления в кредитное бюро информации о задержке выплат по договорам на срок до 10 дней. [5, 93]

Еще одной проблемой кредитора являются затраты вызванные, децентрализованной российской моделью из независимых БКИ, между которыми не предусмотрен обмен данных [182].

В настоящее время, некоторые БКИ дополнили спектр предоставляемых услуг скорингом, этот метод будет нами подробно рассмотрен в этом параграфе ниже. Особо выделим, что БКИ не несет ответственности перед банком при возникновении просроченной задолженности у оцениваемого им потенциального заемщика. В работе [76] на основе статистического анализа динамики просроченной задолженности в 2009-2016 годах показано, что функционирование БКИ не принесло существенного снижения кредитных рисков. Части просроченных кредитов практически одинаковы, как при анализе только кредитной истории заемщика в БКИ, так и при оценке только кредитной заявки без доступа в БКИ, а наиболее хорошее решение достигалось кредитором при комплексном анализе кредитной истории и кредитной заявки соискателя [25]. Первоначально предполагалось, что формирование кредитной истории будет стимулировать осознанность кредитного поведения заемщиков.

Тем не менее, как показано в работе [111] взаимодействие кредиторов с БКИ является одним из наиболее перспективных способов способствующих повышению качества оценки потенциальных заемщиков и необходимо использовать в обязательном порядке. Что будет способствовать достижению совершенствованию кредитной политики, устойчивости и безопасности функционирования, конкурентоспособности, повышению экономического роста кредитной организации [155].

В работе [58] была исследована проблема доступа к статистически значимой выборке кредитных историй, хранящихся в БКИ. Было обозначено отрицательное влияние ограничений на развитие методов оценки кредитных заявок и для преодоления проблемы было предложено сформировать «площадку»



с актуальной обезличенной информацией о реальных заемщиках и графиках платежей.

Проблемы и особенности, российских БКИ, а также методы их развития исследованы в работах [67, 94, 95, 119, 155]. В методе кредитных историй можно выделить следующие недостатки:

- можно использовать только для соискателей с кредитной историей; [51]
- не принимаются макро и микроэкономические условия; [51]
- в БКИ может не быть данных о: мошенниках и намеренно неплатящих лицах; незначительных изменениях в графиках платежей; [51]
- о заемщиках обнаружены ошибки неполноты и недостаточного качества данных, находящихся в БКИ [41]; [51]
- выявлена потребность кредитора подключаться и анализировать данные о соискателе во всех БКИ из-за специфики функционирующей децентрализованной модели БКИ. [51]

**«Скоринг** (англ. *scoring*) – балльная или рейтинговая методика оценки кредитоспособности потенциального заемщика, выполненная с помощью математической или статистической модели, в которой кредитные истории "прошлых" клиентов классифицированы на группы по кредитному риску» [28, 64, 172]. Скоринг основывается на идеи о том, что функционирование соискателей будет схожим с действиями ранее кредитовавшихся заемщиках, обладающих похожими социально-экономическими параметрами [62, 63, 225]. Скоринг предоставляет возможность обозначить параметры, связанные с устойчивостью или необязательностью платежей заемщика, однако не указывает, почему заемщик не расплачивается по кредиту [28].

Основателем кредитного скоринга традиционно относится D.Durand, выпустившего в 1941 году публикацию [225], содержащую информацию о заемщиках с большой и маленькой вероятностью дефолта. В публикации D.Durand обозначил величины, формирующие понимание параметра кредитного риска, и предложил метод анализа, дающий возможность выделить соискателя в

группе плохих или хороших заемщиков [28]. Для разделения групп по вторичным признакам использовался метод, предложенный ранее в работе [227] Fisher R.A. (метод определения разновидностей ириса по результатам измерений размеров частей растений). Метод оценки потенциального заемщика заключался в присвоении определенных баллов за значения факторов (характеристик), затем все баллы суммировались и полученный результат (интегральный критерий) сравнивался с установленным пороговым значением, преодоление которого давало основание причислить клиента к группе «хороших» заемщиков, т.е. одобрить предоставление кредита. [64]

В дальнейшем развитие классической модели D.Durand получалось благодаря использованию разнообразных алгоритмов и математических методов. Для построения модели из существующих заемщиков отбирается, например, несколько тысяч записей. Каждому кредиту проставляется признак группы («хороший» или «плохой» заемщик). Каждый заемщик, описывается набором факторов (характеристик) из кредитной заявки. Этот набор может значительно отличаться в разных кредитных организациях и изменяться с течением времени. Однако, в работе [230] Hand D.J., Henley W.E. показали, что конечная модель будет включать 8-12 факторов, тогда как при ее построении может участвовать 50-60.

В настоящее время для кредитного скоринга используются различные математические методы: статистические, исследования операций, искусственного интеллекта, причем применяются они как по отдельности, так и в различных комбинациях. Подробнее с применением математических методов для построения кредитного скоринга можно ознакомиться в работах иностранных исследователей [230, 232, 233, 236], в переводе [177] и отечественных исследователей [64, 132, 101, 81, 35, 195].

Серия трудов была посвящена оценке точности методов. Так в работах [224, 228] было показано небольшое отличие в применении скоринговых моделей. Соответственно, вывод заключается в том, что все еще нет сведений о значительных преимуществах какого-либо из классических методов скоринга в

чувствительности получаемых результатов, т.е. соизмеримы степени погрешности при применении этих методов [51, 64].

Обилие совершенно разных методов для построения скоринга объясняется утилитарным подходом: применять то, что работает, а не пробовать описать причину дефолтов или обусловленность от макроэкономических показателей [132]. Более того, разнообразие применяемых методов указывает на то, что ни один из них не имеет существенного преимущества перед альтернативными. [63]

В настоящее время в кредитных организациях скоринг используется для решения ряда задач, среди которых особо следует отметить [35, 177]:

- application scoring (кредитный или анкетный) – заключается в получении оценки кредитоспособности потенциального заемщика на основе, предоставленной кредитной заявки;
- behaviour scoring (поведенческий) – заключается в построении динамической оценки ожидаемого погашения кредита заемщиком на основе истории его платежей;
- collection scoring (взысканий) – заключается в отборе заемщиков с просроченной задолженностью, с целью проведения работ по ее взысканию. В рамках Collection scoring могут быть определены приоритетные направления по работе с недобросовестными заемщиками;
- fraud scoring (мошенничество) – заключается в оценке (выявлении) вероятности мошенничества потенциального заемщика. Банк для создания fraud scoring использует механизмы и методы, которые составляют коммерческую тайну;
- response scoring (отклик) – заключается в оценке отклика клиента на некоторый банковский продукт;
- Pre-sale scoring (пред продажа) – заключается в оценке предварительной оценке предложений для клиентов;
- attriction scoring (удержание) – заключается в оценке вероятности сотрудничества клиента с банком, последующим закрытием счетов.

В работе [51] приведены следующие преимущества скоринга [143, 176, 80, 150, 177]:

1. Автоматизирована операция принятия решения по кредитной заявке [62].
2. По сравнению с экспертной оценкой снижены трудозатраты анализа кредитной анкеты [80].
3. По сравнению с методом экспертных оценок увеличен темп проведения анализа кредитной анкеты [51, 150].
4. Объективность в анализе кредитной заявки. [51]
5. «Качественно построенная модель скоринга позволит повысить экономическую эффективность от кредитной деятельности благодаря: снижению просроченной задолженности, увеличению скорости рассмотрения заявок, регулированию оптимального соотношения между доходностью от кредитных операций и уровнем кредитного риска» [150, 177]. [51]
6. Повышение результативности в организации деятельности кредитного портфеля [157, 80].

В скоринге можно выделить следующие недостатки:

1. Основной устойчивый источник ошибки заключается в ключевой идеи скоринга о схожести поведения потенциальных заемщиков и ранее кредитовавшихся лиц, обладающих одинаковыми характеристиками [64]. Скоринг не отвечает на вопрос «Почему этот заемщик не выплачивает кредит?», однако, отбирает параметры близкие к «неблагонадежности», соответственно формируется некоторая дискриминация клиентов по социально-экономическим параметрам [28]. При этом, не ведется последующий мониторинг кредитной истории клиентов, получивших «отказ», соответственно, нет информации о правильности отклонения потенциального заемщика. Так же важно отметить, что скоринг не дает гарантий, что соискатель, обеспечившийся положительным решением, в дальнейшем будет соблюдать условия кредитного договора.
2. Оценка потенциального заемщика формируется без учета его дохода.

3. Максимально точное разделение заемщиков на «хороших» и «плохих» не допустимо, при условии, что одинаковый пакет ответов может предоставиться либо «хорошим» либо «плохим» потенциальным заемщиком.

4. Сложность в построении скоринговой модели отвечающей текущей социально-экономической ситуации.

5. Высокая зависимость качества выдаваемых ответов, от исходных данных:

a. проблема выявления параметров, основываясь на которых кредит может быть распределен в группу «плохих» или «хороших». Особую группу составляют действующие кредиты (без нарушений графика платежей), что не является гарантией дальнейшего обслуживания договора в полном объеме;

b. соотношение «плохих» и «хороших» кредитов может оказать существенное влияние для различных математических методов;

c. доля субъективности, обусловленная участием эксперта на этапах: выбора периода, за который выделяются заявки, выбора кредитных заявок, выбора параметров по которым присуждаются кредитным заявкам признаки «хороших» или «плохих» заемщиков, присуждается кредитной заявке признак «хороший/плохой» кредит;

d. скоринговая модель не превышает по качеству сведений, основываясь на которых она формировалась, и «знает» о новых заемщиках только данные, находящиеся в массиве информации, по которым она сформирована [177];

e. потребность усовершенствования скоринга в соответствии с изменениями информации, содержащимися в кредитной заявке. Однако, подобные изменения приводят к формированию «пустот» (Reject Inference) в более ранних кредитных заявках, что влечет за собой формирование системной ошибки. Следствием построения модели с наличием кредитных историй с пустотами является недооценка («одобрение» неблагонадежных клиентов) или переоценка («отказ» благонадежным заемщикам) риска. Подробнее с проблемой построения скоринга на основе заявок, содержащих неполную информацию, можно ознакомиться в работе [230];

f. проблема недостаточности сведений характеризующих потенциального заемщика. Отсутствие данных может быть обусловлено: изменениям формы кредитной заявки, случайной «утратой» (не заполнением, потерей) данных, умышленным сокрытием информации. При построении скоринга могут учитываться кредитные заявки с «пустотами», при этом, система не оценивает причины их возникновения;

g. проблема описания характеристик клиента при построении скоринга с различными математическими методами. В различных математических методах могут быть более предпочтительны как непрерывные (например, возраст), так и дискретные (например, образование, пол и т.п.) параметры. Особенности и способы преодоления подобных сложностей описаны в работе [132].

6. Следует особо выделить скоринговые модели с применением нейронных сетей. Решение, полученное по кредитной заявке, практически невозможно объяснить, т.к. в результате обучения модели получают данные, не имеющие никакой экономической интерпретации, т.к. нейронные сети работают, как «черный ящик» [64].

7. Скорингу, как математическому методу присущи методические погрешности. В работе [64] предложено сформированное по результатам кредитования в конкретном банке множество эмпирических значений скоринговой функции, полученных при анализе кредитной заявки, можно использовать как комплексную скоринговую модель. Это позволит отказаться от различного рода аппроксимаций и сверток для ее описания. Это позволяет уменьшить количество и степень влияния методических ошибок, характерных для этих описаний. При этом, подход на основе эмпирической скоринговой функции необходимо изучать не обособленно, а как компоненту комплексной системы мер скоринговой функции, используемой для оценки кредитной заявки. [64]. К сожалению, на текущий момент не представлены практические подтверждения эффективности предложенного подхода.

8. Низкая адаптивность скоринга, связанная с: изменениями социально-экономических факторов, отражающихся на поведении заемщиков; серьезными

социально-экономическими различиями в разных регионах и странах, требует адаптации модели к региону присутствия. [65]

9. Отсутствие оценки личных качеств потенциального заемщика. Как правило, не учитываются особенности отдельных категорий физических лиц [104].

Наиболее красивые и точные скоринговые системы являются результатом выполнения «математического искусства», а не итогом готовых идей [177]. Для формирования наиболее точного прогноза о кредитоспособности заемщика выполняется калибровка («подгонка») скоринговой модели путем согласования выходных данных модели с фактическими данными актуальных заемщиков [186, 216]. Тем не менее, в российских коммерческих банках, скоринговые системы оценки являются наиболее распространенными [30].

### **Выводы по ГЛАВЕ 1**

В диссертационном исследовании рассмотрены особенности и специфика рынка ИЖК, влияние оказываемое ИЖК на социально-экономическое благополучие Государства и населения. Проведена оценка тенденций развития, методов оценки целесообразности предоставления ИЖК, определены:

- возможные пути развития условий предоставления ИЖК с точки зрения потребностей рынка. Введено уточненное определение ИЖК;
- основные проблемы и преимущества применения традиционных методов оценки потенциальных заемщиков;
- неопределенности оценки возвратности ИЖК, как с точки зрения полноты и достаточности запрашиваемой кредитором информации, так и предоставления информации потенциальным заемщиком.

Обоснованы актуальность и возможность повышения эффективности в деятельности по предоставлению ИЖК путем:

- совершенствования методики оценки кредитных заявок на получение ИЖК;
- изменения подхода к оценке условий предоставления ИЖК;
- развития индивидуального подхода к каждому клиенту.

## Глава 2. КЛИЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ, ОСНОВАННАЯ НА НЕЧЕТКИХ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛАХ, ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ КРЕДИТНЫХ ЗАЯВОК НА ИЖК

### § 2.1 Постановка задачи

Проведенный многосторонний анализ рынка ИЖК позволил: определить взаимосвязь развития и процветания Государства с функционированием ИЖК; установить влияние показателей функционирования рынка ИЖК на изменения в ряде значимых секторов экономики (например, в банковском, строительном); выяснить сущность корреляции между протекающими экономическими процессами и ИЖК; показать высокую значимость развития ИЖК в социальном благополучии общества.

Опираясь на статистические данные Росстат за 2017 год [84], можно с уверенностью утверждать, что, не смотря на тенденцию к незначительному увеличению общей площади жилых помещений, приходящихся в среднем на одного жителя, почти половина семей с детьми до 18 лет испытывает различную степень стесненности, однако, более 75% из них в ближайшие 2-3 года не планируют улучшать жилищные условия. Причем, среди населения планирующего улучшить жилищные условия 45,4% предполагают использовать ИЖК [84]. Все это указывает на существенную необходимость в опережающем потреблении жилья населением и отсутствии на рынке ИЖК условий отвечающих нуждам потребителей в достаточной мере. Вследствие этого сдерживается потенциальный рост рынка ИЖК, конечным выгода-приобретателем от развития которого является Государство [56].

Проведенное в первой главе исследование рынка услуг по оценке целесообразности предоставления ИЖК (займов и «рассрочек» под залог недвижимости) позволило выявить, что, на протяжении многих лет, данная деятельность шире традиционного представления о ней и проводится не только кредитными организациями (например, банками), но и рядом других некредитных



организаций (например, строительными компаниями). Причем, для компаний, предоставляющих услуги на рынке недвижимости (например, агентства недвижимости) и финансов (например, агрегаторы) деятельность по оценке кредитных заявок является перспективным направлением бизнеса, меняющем устоявшуюся концепцию рынка финансовых услуг, и, отвечающем насущным запросам потребителей. [45]

Деятельность кредитора по предоставлению ИЖК, включает в себя управление финансовыми активами, такими как: денежные средства, недвижимое имущество и прочее. Конечная цель управления – достижение в будущем определенного (положительного) экономического эффекта [138] получить который в полной мере невозможно без качественных и объективных оценок кредитных заявок, способствующих обеспечению: возвратности капитала, ограничению рисков, минимизации потерь и прочего. При этом, скорость принятия решений и операционные расходы оказывают значимое влияние на достижение поставленной цели и конкурентоспособности кредитора на рынке услуг.

Качество и объективность оценки кредитной заявки существенно зависит от выбранных кредитором методов анализа, моделей принятия решения и направляемых на осуществление данной деятельности ресурсов. Проведенный в первой главе анализ традиционных подходов к оценке потенциальных заемщиков позволил выявить существенные недостатки каждого из них, а также определить их сильные стороны и преимущества применения.

Важно отметить, что на качество выносимых суждений о целесообразности предоставления ИЖК положительное влияние оказывает накопленный кредитором опыт и экспертные знания из различных областей. Однако даже опытному эксперту крайне затруднительно выносить профессиональное суждение с учетом всех особенностей рассматриваемой кредитной заявки. Поскольку, она содержит большой объем неоднородной информации, а количество параметров, которое может быть надежно оценено человеком не превышает девяти [179].

При анализе узконаправленной информации, например, кредитной истории, решение принимаются на основе некоторой специфической компоненты, играющей доминантную роль, что, как было отмечено, не является гарантией и показателем благонадежности или злого умысла со стороны потенциального заемщика. Дополнительно подчеркнем, что суждение о благонадежности соискателя основываясь буквально на экономических параметрах фактически несостоятельно [215]. Поскольку, БКИ является лишь накопителем кредитных историй (экономических показателей), а скоринг формирует решение на основе социально-экономических показателей группы заемщиков.

Для оценки качества решений принимаемых кредиторами можно обратиться к статистическим данным ЦБ, описывающим показатели функционирования рынка ИЖК в России. Опираясь на эту информацию выделим: нестабильность объемов предоставления ИЖК; вариации условий кредитования; динамические изменения доли просроченной задолженности по ИЖК. Значительный рост ипотечных дефолтов просматривается на фоне периодов с существенными политическими и экономическими изменениями, в том числе и на глобальном мировом рынке.

Реальность такова, что социум оказывает влияние различного рода абсолютно на всех его членов. В связи с этим, особый интерес представляют исследования, посвященные влиянию социального окружения на качество исполнения кредитных обязательств заемщиком. Так, было выявлено, что, с одной стороны, присутствует тенденция объявления дефолта заемщика, если в его окружении есть «неплательщики» [229], и, как отмечено в работе [134], особое влияние на молодых людей оказывает кредитная история их родителей, а с другой стороны, проживание заемщика в районе с более высоким уровнем просроченных кредитных обязательств не увеличивает вероятность дефолта этого заемщика (*PD*) [222]. Очевидно, что каждый заемщик формирует личную стратегию обслуживания ИЖК, руководствуясь собственными целями и имеющимися данными (опытом, текущими возможностями и потребностями, оценками перспектив, представлением о наиболее благополучном исходе). Соответственно,

оценка особенностей выделенного индивидуума представляется более значимой, чем когда-либо.

Не менее важно, что, кредитору для принятия решения о предоставлении ИЖК необходимо оперативно получить объективную и комплексную оценку информации о потенциальном заемщике и объекте залога (недвижимости). С целью систематизации информации запрашиваемой у соискателя ИЖК кредитор разрабатывает стандартную (единую для всех кандидатов) кредитную заявку. Информация из заявки может быть условно разделена на несколько типов: количественная (например: возраст, площадь квартиры); качественная (например: кредитная история; имущество, находящееся в собственности заемщика); запрашиваемая в двоичной форме (ответ на вопрос предполагает положительный или отрицательный ответ. Например: судебно-правовая информация). Важно заметить, что предоставляемые потенциальным заемщиком сведения связаны с его индивидуальными особенностями и выбором объекта недвижимости (залога), в этом смысле каждая кредитная заявка на ИЖК является по-своему уникальной [61]. Все это создает очевидные затруднения для корректного применения ряда математических методов и традиционных моделей оценки (не исключая скоринг) при проведении андеррайтинга кредитных заявок на ИЖК.

Как было установлено в первой главе, большинство кредиторов при формировании лимитов и условий ИЖК (таких, как процентная ставка, срок кредитования) руководствуются исключительно собственными издержками, стоимостью привлекаемых ресурсов, рисками и ожидаемым доходом. Для минимизации рисков зачастую ужесточаются требования, предъявляемые к потенциальным заемщикам, ограничиваются лимиты и периоды кредитования.

Очевидно, что кредитор заинтересован в получении дохода непосредственно от кредитной сделки. Соответственно, ключевая цель андеррайтинга заключается в определении уровня благонадежности потенциального заемщика путем нивелирования влияния недостатков (присущих соискателю) на качество обслуживания долга и обосновании намерений, навыков и возможностей потенциального заемщика выполнять условия кредитного

договора своевременно и в полном объеме. Однако, у ИЖК есть особенность заключающаяся в снижении риска убытков через привлечение объекта залога. Следовательно, оценка объекта недвижимости должна быть адекватной.

Под кредитным убытком будем понимать, приведенную стоимость всех ожидаемых недополученных денежных средств за весь период действия договора, соответственно, получение полной суммы позже предусмотренного договором срока указывает на возникновение кредитного убытка. Кредитор, проводя оценку ожидаемых кредитных убытков, должен применять доступные при адекватных усилиях обоснования и подтверждаемую информацию о прошлых событиях, текущих и прогнозируемых будущих экономических условиях. Максимальный период на протяжении, которого организация подвержена кредитному риску (ожидаемым кредитным убыткам) совпадает с периодом действия договора (с учетом опционов на продление). [12]

Фактически же, суждения об исключительности потенциального заемщика и особенностях предоставляемого в залог объекта недвижимости не оказывают существенного влияния на условия кредитования соискателя, поскольку, кредиторы, как правило, ограничиваются принятием решения по кредитной заявке (одобрение или отказ в предоставлении ИЖК). Хотя с точки зрения потребителей, наибольшее влияние на повышение доступности ИЖК оказывает снижение процентной ставки, которое, в настоящее время, в преобладающей степени, реализуется через государственные программы. Не вызывает сомнений насущность изменения выбора условий кредитования на основе качественных индивидуальных оценок потенциального заемщика, т.е. формирования клиент-ориентированного подхода.

Опираясь на приведенные выше особенности становится очевидным, что на рынке ИЖК сформировалось значительное количество проблем, текущее функционирование неспособно удовлетворить: современные потребности заемщиков и кредиторов; запросы Правительства; рекомендации ЦБ. С другой стороны, в каждом из применяемых методов оценки кредитных заявок накоплен значимый опыт и экспертные знания.

Очевидна потребность в изменении течения оценки кредитной заявки на ИЖК. Разработка автоматизированной модели призвана сделать этот процесс более эффективным, менее трудозатратным. В модели необходимо предусмотреть гибкость применения, целостность информации, экспертные знания (накопленный опыт) и возможность внесения изменений в бизнес-требования связанные, как со специфичными параметрами рынка, на котором работает кредитор, так и с социально-экономическими показателями, влияющими на результат оценки кредитоспособности. Немало важно учесть, что рекомендации данные Правительством и ЦБ будут меняться в процессе развития рынка и общества.

Для этого предполагается: усовершенствовать метод оценки кредитных заявок путем введения клиент-ориентированного подхода; использовать современные экономико-математические модели и интеллектуальные информационные технологии (рассмотрено нами в [48]). В связи с этим целесообразно рассмотреть и обосновать возможность применения различных математических моделей и методов для проведения оценки кредитных заявок. Особенности решаемой задачи существенно ограничивают выбор математических методов. С учетом особенностей течения анализа кредитных заявок на ИЖК интересные возможности предоставляют методы теории нечетких множеств.

Для разработки модели необходимо провести детальное рассмотрение кредитных заявок, выявить их особенности и специфику, а в случае необходимости сформировать набор параметров, позволяющих получить максимально информативный и достоверный набор сведений, характеризующий потенциального заемщика и объект недвижимости, предоставляемый в залог. На основе проведенного анализа сформировать систему параметров и критериев оценки позволяющих выносить профессиональные (экспертные) суждения о целесообразности предоставления ИЖК.

Клиент-ориентированная модель поддержки принятия решений в ИЖК, основанная на нечеткой логике будет способствовать: увеличению скорости и

улучшению качества принимаемых решений; повышению объективности и беспристрастности в процессе принятия решений; минимизации ошибок, связанных с человеческим фактором; максимизации четкости и неуклонности следования кредитной политике организации; выработке портрета идеального заемщика и прочее. При этом кредитор получит возможность более эффективно вовлекать в работу высококвалифицированных экспертов и специалистов, материальные ресурсы, что может привести к сокращению издержек в деятельности, связанной с выдачей ИЖК.

## **§ 2.2 Обоснование применения аппарата теории нечетких множеств для оценки целесообразности предоставления ИЖК**

Ранее отмечалось, что на рынках ИЖК и недвижимости периодически наблюдается высокая нестабильность, усиливающаяся под действиями экономических кризисов, и, сглаживаемая направленным комплексом государственных мер. Соответственно, в наличии объективная возможность появления в некоторый момент времени неблагоприятных событий, характеризующихся рисками изменений: финансового положения заемщика и стабильности, выполняемых им кредитных обязательств; ликвидности объекта залога (недвижимости).

В настоящее время, остаются недостаточно исследованными вопросы методической и инструментальной поддержки решения задач моделирования оценки рисков и формирования решений по кредитным заявкам. Данное направление стало инновационным [68], в том числе, и благодаря возможности кредитора использовать собственные модели андеррайтинга [12]. В их основу может быть заложен рекомендуемый Базелевским соглашением метод внутренних рейтингов заемщиков (IRB-подход, или подход внутренних рейтингов (ПВР)), формализованный регулятором РФ в документах [12, 15, 16]. Причем, влияние на деятельность кредитора проблем валидации модели и учета в ее калибровке экономических циклов существенно зависит от значимости модели в системе управления рисками. [188, 189, 190]

Соответственно, присутствует некоторая доля неопределенности фактических причин повлекших зафиксированные дефолты заемщиков, традиционно связываемые с природой негативного окружения самого заемщика. При этом, нельзя исключать и низкий уровень надежности методов и моделей оценки потенциальных заемщиков, применяемых кредиторами, зафиксировавшими в своих кредитных портфелях ипотечные дефолты и рост объема просроченной задолженности. Дополнительно усиливает обозначенную проблему значительный рост ипотечных дефолтов в кризисы, а также риск мошеннического сговора заемщика и кредитора (или его ответственными исполнителями) с целью получения выгоды. Как следствие, в объяснении природы дефолта заемщика присутствует существенная доля неопределенности.

При этом, процесс принятия решения о предоставлении ИЖК протекает в условиях ограниченной (неполной), недостоверной или нечеткой информации о потенциальном заемщике, предполагаемой им стратегии выплаты кредита и навыков преодоления кризисных ситуаций (поиска альтернативных источников погашения ИЖК), степени удовлетворенности потребностей соискателя в результате получения ИЖК. Возникновение возможного недовольства заемщика усугубляет отсутствие стабильности в условиях кредитования, поскольку, снижение процентной ставки по ИЖК широко освещается в СМИ, как рекордное, временное и максимально возможное. Соответственно, неопределенность намерений соискателя ИЖК обостряется. В качестве подтверждающего примера можно привести данные из работы [126], согласно которым 24,3% потенциальных заемщиков, получивших одобрение запрошенного ИЖК, не воспользовались предложением кредитора.

Резюмируя обозначенную выше информацию важно отметить, что при оценке целесообразности предоставления ИЖК потенциальному заемщику, кредитор управляет финансовыми активами в условиях существенной неопределенности относительно их будущего состояния [57]. Надежным источником максимизации прибыли в среде со свободной конкуренцией становится успешное преодоление неопределенности через оценку степени риска

[50, 135]. Под влиянием всех возможных позитивных или негативных сценариев, отличающихся частотой и интенсивностью, каждая из сторон кредитной сделки может принять решение об изменении графика платежей, т.е. очевидно, что неопределенность планового благоприятного исхода кредитной сделки весьма велика. Следовательно, в расчет должны быть приняты возможные влияния рисков разной природы, которые в результате системного действия могут вызвать синергетический эффект. С этой точки зрения для решения поставленной задачи нужен математический аппарат, который мог бы с приемлемой степенью адекватности реагировать на различные характеристики процесса рассмотрения кредитной заявки на ИЖК и обеспечивать различные процедуры ее реализации.

Трудно переоценить влияние математического аппарата на качество решений, получаемых с помощью модели поддержки принятия решений, основанной на математических методах. Как было определено в постановке задачи, в строгую математическую форму требуется преобразовать нечеткие экспертные оценки, заключения и выводы, формируемые в процессе анализа кредитной заявки экспертом (группой экспертов из различных областей), преимущественно оперирующим качественными описаниями в условиях неполной и нечеткой информации о целях и возможностях соискателя кредита. На точность оценки должны влиять только объективные факторы, но не субъективность эксперта [181]. При формировании кредитной заявки важно дать эксперту ресурс оценивать удельный вес этих параметров при принятии решения [51]. Кредитная заявка содержит разнотипные данные часть из которых не может быть представлена в числовой форме, что накладывает ограничения на выбор методов автоматизации экспертной деятельности, предполагающий перевод качественных экспертных оценок в количественные представления.

Математические методы, используемые для учета неопределенности, с течением времени менялись. Как первый способ может быть отмечено **применение вероятностей** [114]. В длительной серии независимых наблюдений случайного эксперта, в качестве оценки вероятности события, может служить частота его наступления. С практической точки зрения, вероятность события – это



отношение количества наблюдений, при которых наступило рассматриваемое событие, к общему количеству наблюдений. Следовательно, вероятность не характеризует единичное событие, а описывает некоторое множество событий. При этом, вероятности не несут никакой информации о том, как они были получены (без дополнительных разъяснений о качественной составляющей вероятностной оценки), что, безусловно, является слабым местом в применении вероятностных методов. [69]

Во второй половине XX века появилось ряд научных исследований, поставивших под сомнение целесообразность применения теории вероятности для учета неопределенности. Известно аксиоматическое определение [139] классической вероятности как характеристика представительной в статистическом смысле совокупности однородных случайных событий. Условие статистической однородности является принципиально необходимым в анализе классической вероятности. Следовательно, рассчитывать на успешное применение вероятностных методов следует лишь при статистической однородности (например, в теории массового обслуживания). Данный период ознаменовался развитием и возросшему интересу к исследованиям неклассической вероятности, минимаксных подходов и теории нечетких множеств [114, 139]:

- a. субъективная (аксиологическая) вероятность – неклассическая вероятность, выражающая познавательную активность эксперта, которому необходимо принимать решения в условиях недостатка информации. Фундаментальные работы в данном направлении проводились Кайбергом, Пойа, Сэвиджем, Фишберном (особый интерес представляет принцип генерации условных вероятностных оценок [139, 198, 226]) и другими. Качественную составляющую вероятной оценке придавал и Гиббс-Джейнс [223, 231] используя принцип максимума правдоподобия;
- b. минимаксный подход. При учете некоего интегрального эффекта предполагается отказ от учета неопределенности «весовым методом», а в качестве весов выступают экспертные оценки. Оценка должна быть

поставлена таким образом, чтобы получить максимально хороший результат в наихудших условиях. Оптимизировать столь жесткие и неоправданно высокие требования минимаксного подхода позволил метод Гурвица, дающий возможность одновременно учитывать наихудший и наилучший сценарии [37, 184];

с. теория нечетких множеств. Основы были заложены в фундаментальных работах Л.Заде [88, 89, 237, 238, 239]. Математический аппарат нечеткой логики, который также может быть использован для борьбы с неопределенностью, позволил:

- построить функциональное соответствие между нечеткими «лингвистическими» описаниями и специальными функциями;
- ввести вероятности, задаваемые нечетко-смысловыми оценками, а не количественно;
- ввести «нечеткие числа». Высказывания вида «значение переменной примерно равно  $X$ », предоставили возможность прогнозировать значения параметров в заданном диапазоне;
- ввести набор операций над «нечеткими числами». Операции сводятся к алгебраическим операциям с обычными числами с заданным «уровнем принадлежности» (достоверности).

Применение теории нечетких множеств в экономике открыло широкий спектр возможностей в применении (от оценки эффективности инвестиций [137, 138, 140] до кадровых решений и управления [89, 109]), а для моделирования финансовых систем в условиях существенной неопределенности нечетко-множественные описания дают набор адекватных формализмов и возможность новой трактовки классических вероятностных и экспертных оценок [116, 138].

Применение математического аппарата теории нечетких множеств предоставляет исследователям и практикам продвинутой формальный аппарат наиболее подходящий для работы как количественными, так и качественными характеристиками [33, 61, 209]. Нечетко-множественные модели позволяют

построить функциональное соответствие между нечеткими лингвистическими описаниями (например, «низкая», «хорошая» и прочие) и специальными функциями, выражающими степень принадлежности значений характеризуемых параметров (например, кредитоспособность заемщика) упомянутым нечетким описанием. При этом, нечетко-множественный подход позволяет принять к рассмотрению все возможные варианты событий, что является безусловным преимуществом в сравнении с вероятностно-статистическими методами, рассчитанными на конечное (дискретное) множество сценариев [114, 211]. Преимущества, предоставляемые применением математического аппарата теории нечетких множеств, позволят:

- a. перейти к вероятностному распределению с нечеткими параметрами;
- b. управлять уровнем достоверности оценок распределения;
- c. перейти от набора экспертных оценок к функциям принадлежности, образующим нечеткий классификатор;
- d. сохранить качество и корректность проводимого анализа за счет применения экспертных оценок в процессе принятия решений;
- e. учитывать все возможные сценарии развития событий в процессе принятия решений.

Фактически, в условиях рыночной неопределенности накопить достаточное количество статистически значимой и однородной информации для применения вероятностного подхода представляется крайне затруднительным, поскольку функционирование рынка ИЖК подвержено непрерывным и трудно предсказуемым изменениям. При этом, очевидно, что на момент андеррайтинга существенная часть действующих и/или дефолтных кредитов была выдана на других кредитных условиях, а представления об оценке потенциальных заемщиков к текущему моменту могли претерпеть значимые изменения. Проблемы научных исследований, вызванные ограничением доступа к статистической информации, и обоснование потребности в формировании «тестовой среды», содержащей обезличенные данные, были представлены в [58].

Из наиболее существенных и значимых причин выделим особо то, что:

- a. каждая кредитная заявка по-своему уникальна [61];
- b. отсутствует достаточное количество статистической выборки с конечным результатом по ИЖК, выданным кредитными организациями:
  - фактически, ИЖК начали предоставляться лишь в 1998 г (т.е. около 20 лет назад), таким образом, существенная часть кредитных договоров, если не производилось их досрочное закрытие, действуют в настоящее время;
  - единовременно [207] согласно [8] в 2005 - 2006 годах проводились сведения о досрочном погашении и рефинансировании ИЖК. Отсутствует полная информация по обслуживанию и закрытию дефолтных ИЖК, так известно, что часть ИЖК закрыта в результате реализации объектов залога; еще одна часть через рефинансирование ИЖК; некоторая часть заемщиков получала государственную поддержку в периоды кризисов;
- c. представляется существенная сложность в получении статистических данных по займам (кредитам) предоставленным физическим лицам под залог недвижимости со стороны некредитных организаций. Поскольку, сведения существенно разобщены и мало доступны, т.к. информация такого рода составляет коммерческую тайну;
- d. выборка по выданным ИЖК и займам (кредитам) содержит «фрагментарность» сведений о потенциальных заемщиках и объектах залогов. Неоднородность данных сформировалась под влиянием специфики работы кредиторов и отсутствия единых требований к оценке заемщиков. Причем, в процессе развития данного вида кредитования набор сведений, запрашиваемых у потенциальных заемщиков, мог существенно и неоднократно изменяться даже у определенного кредитора.

Таким образом, оценка целесообразности предоставления ИЖК на основе кредитной заявки проходит в условиях существенной неопределенности, и результат значительно зависит от окружения (объективности и опыта эксперта, качества статистической информации) в котором получена оценка. Обстоятельную возможность для качественного преодоления неопределенностей

открывает оценка рисков разной природы. Результат будет существенно зависеть от выбранного математического аппарата, используемого для этих целей. В современном представлении применение вероятностного подхода не является эффективным для решения задач со слабо упорядочиваемыми данными (содержащимися в кредитной заявке) [146]. В этом смысле, теория нечетких множеств представляет собой высокоразвитый формальный аппарат для принятия решений в условиях неопределенности, позволяющий экспертам преобразовать исходные данные и сформировать допустимые ограничения результирующих показателей на нечетком интервале, что дает возможность выполнять качественный и объективный анализ разнотипных данных [210].

### **§ 2.3 Система критериев оценки кредитной заявки на ИЖК**

Проведенный анализ показал, что оценка целесообразности предоставления ИЖК потенциальному заемщику выполняется на основе запрашиваемых кредитором документов и кредитной заявки (анкеты). Полученный результат должен отличаться надежностью, информативностью и достаточностью, при этом, он может служить базой для формирования индивидуальных условий кредитования.

Таким образом, чтобы сформировать с помощью модели поддержки принятия решений обоснованную оценку, описывающую или прогнозирующую течение (исход) кредитной сделки, необходимо выполнить детализацию информации, запрашиваемой кредитором. Российские и международные кредитные организации проводят тщательный и всесторонний анализ целесообразности предоставления ИЖК. В Приложении 1 приведен перечень банков, чьи кредитные заявки были представлены на рынке ИЖК в 2008 и 2009 годах. Полный список вопросов из заявок приведен в Приложении 2.

Анализ вопросов, содержащихся в анкетах, позволил сделать вывод, что сведения, запрашиваемые каждым кредитором, с одной стороны являются исключительными, а с другой, формулировки вопросов отличаются

незначительно или несущественно, при этом интенсивность и глубина запроса каждой характеристики различается, при этом некоторые параметры зафиксированы лишь в единственной кредитной заявке.

Фактически во всех кредитных заявках содержалась существенная часть вопросов, позволяющих идентифицировать потенциального заемщика, его семейное положение, трудовую занятость, доход, кредитные обязательства и прочее. В качестве примера приведем доход соискателя. Кредиторы запрашивали сведения, подтвержденные справкой по форме 2-НДФЛ или по форме банка, за период от нескольких месяцев до трех лет. При этом в качестве источника получаемого дохода основная часть кредиторов запрашивала сведения только с основного места работы. Хотя на платежеспособность влияют доходы получаемые клиентом из источников трудовой и нетрудовой деятельности [104]. Также кредиторы запрашивают информацию о наличии в собственности заемщика различных материальных ценностей. Не менее значимой единицей оценки является расходная часть бюджета, разделяемая на основные (аренда, налоги и прочие) и дополнительные (мобильная связь, интернет и прочие) траты. Значимы и финансовые обязательства заемщика, такие как поручительства по кредитам и опека.

С целью снижения риска мошенничества (предоставления кредитору заведомо ложных или недостоверных сведений с целью хищения денежных средств [2]) включены вопросы о правонарушениях потенциального заемщика и его родственников.

Выделяют мошенничества вида: «soft» - недостоверная информация предоставленная заемщиком; «hard» - «криминальный бизнес» и «внутренний» сговор с представителем кредитной организации [35]. Основные способы, используемые для осуществления мошеннических действий и хищения кредитных средств [72, 73, 74, 82]: предоставление кредитору заведомо сфальсифицированные ресурсы (документы, искаженную информацию, судимых или недееспособных лиц и прочее); оформление кредита на благонадежного заемщика с целью дальнейшего изъятия денежных средств; направление

кредитных средств на несвязанные с заявленными цели. В судебной практике рассмотрено ряд имущественных споров, возникших между супругами (или бывшими супругами) вследствие залога или раздела совместно нажитой собственности [161, 162].

Правительство РФ поставило задачу обеспечения доступности информации (МВД РФ) о недействительных паспортах, информации Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним (ЕГРП), сведений бюро кредитных историй о заемщиках [10].

В работе [185] для противодействия мошенничеству в экспресс-кредитовании предложено использовать сети социальных связей. Представляется перспективной часть исследования, связанная с поиском всех кредитных заявок, принадлежащих потенциальному заемщику, с целью: выявления в них несовпадающей информации; анализа критичности расхождений; оценки времени и правомочности изменений. При принятии решения о целесообразности предоставления ИЖК выделяется значимость оценки **полноты и качества данных**, предоставленных потенциальным заемщиком о себе и объекте залога.

В связи с этим, необходимо ввести новый критерий, характеризующий анализируемую информацию с точки зрения риска мошенничества – «**Достоверность**». Тогда структура критериев, оцениваемых кредитором при принятии решения по кредитной заявке, может быть представлена, как показано на рисунке 9. [47, 55]



**Рисунок 9. Критерии оценки потенциального заемщика**

Очевидно, что мошенничество (недостоверность) является неединственной причиной возникновения просроченных платежей по кредитам, важно определить [27, 32] и другие, оценить их взаимосвязь с информацией, запрашиваемой кредитором. Комплексная и качественная оценка кредитной заявки на ИЖК

представляется основным способом, содействующим **снижению риска просроченной задолженности**.

В дальнейшем при изложении материала будем опираться на известные определения **задолженности** [172]. Задолженность подлежит погашению в определенный срок. Задолженность считается просроченной в случае, когда она не оплачена в определенный срок.

В первой главе было установлено, что в периоды кризисов отмечается **рост проблемной задолженности**, а в информационно-аналитических исследованиях причины роста связываются с падением настоящих доходов людей и возрастанием расходов заемщиков на поддержание привычного уровня жизни [46, 100]. Среди причин влекущих нарушения платежной дисциплины заемщиков можно выделить: низкий уровень финансовой грамотности; отсутствие навыков личного финансового планирования; отсутствие стабильного дохода.

Особо отметим, что большинство клиентов берет ИЖК на длительный срок (порядка 15-30 лет). Очевидно, что за столь длительный период кредитования каждый заемщик сталкивается с объективными или непредвиденными обстоятельствами, влекущими изменения его материального положения. Однако, нарушения платежной дисциплины допускает только часть заемщиков, из них только треть можно отнести к жертвам непредвиденных обстоятельств [215]. Соответственно, дополнительного изучения требуют особенности кредитного поведения индивидуума.

«Поведение формируется из: мотивации, способностей, знаний о требуемых действиях и условий (контекста)» [133]. Для кредитного поведения свойственны: социальная ответственность личности [105] (мотивация связана с формированием положительной кредитной истории), «склонность к риску [105], навыки управления кризисными ситуациями, временем и качеством принимаемых решений» [59]. Существуют разные стратегии кредитного поведения, для каждой из них отмечается свой набор феноменов поведения.

Кредитное поведение людей не совпадает с их покупательским выбором [106]. Разные возрастные группы заемщиков направляют кредитные средства на



покупку продукции разных категорий [102], при этом выбирая товары соответствующие социальной группе с которой соотносит себя заемщик [36].

В числе молодых людей просрочки по кредитам взаимозависимы с «высоким уровнем прагматической и дистантной социальной ответственности [105]» [59], причем, непосредственное и важное действие на выбор плана кредитной истории оказывает практика и кредитная история родителей [134]. Гендерный перекокс присутствует в кредитном поведении, однако, увеличение положительного отношения к кредитам отмечалось не зависимо от пола, в случае появления личной положительной кредитной истории [75].

В дальнейшем будем опираться на известное определение психометрического анализа [183]. Исследования психологов представляют собой набор экспертных знаний и оценок взаимосвязи личности и феноменов кредитного поведения.

Резюмируя приведенную в этом параграфе информацию выделим основные группы **причин просроченной задолженности**: мошенничество заемщика; временная неплатежеспособность заемщика; факторы независящие от заемщика; особенности кредитного поведения заемщика (см. рисунок 10). [59]



**Рисунок 10. Причины несвоевременных выплат по кредитному договору**

**а. мошенничество заемщика**

Злоумышленник (или группа) стремясь ввести ответственных лиц кредитора в заблуждение путем обмана или злоупотреблением доверия, действует с прямым умыслом, из корыстных побуждений, без намерения возвращать

кредитные средства в полном объеме или частично [44, 72, 73]. При получении ИЖК целью злоумышленника может являться денежная компенсация получаемая в результате принудительной реализации заложенного имущества на торгах [91].

**b. временная неплатежеспособность заемщика**

Главное отличие от *мошенничества* заключается в намерении заемщика осуществлять возврат кредита. В дальнейшем график платежей может восстановиться, однако, предвидеть изменение платежеспособности достаточно трудно.

**c. факторы независимые от заемщика**

Для проведения своевременной оплаты по кредитному договору заемщику необходимо знать дату и точную сумму платежа, а также иметь возможность произвести оплату. На практике возникали ситуации, когда из-за ошибки операционного работника кредитора сумма произведенного заемщиком платежа была меньше требуемой. Также много ошибок возникает при осуществлении межбанковских переводов, для их проведения заемщику необходимо: правильно указать реквизиты получателя; сумму комиссии за перевод; время, которое занимают межбанковские операции. Повышение информированности заемщика, а также предоставление различных сервисов для проведения оплаты будет способствовать снижению просроченных задолженностей, возникающих по факторам независимым от заемщика [48].

**d. особенности кредитного поведения заемщика.** Для заемщиков данной категории характерно неоднократное нарушение графика платежей с задержками выплат более нескольких дней.

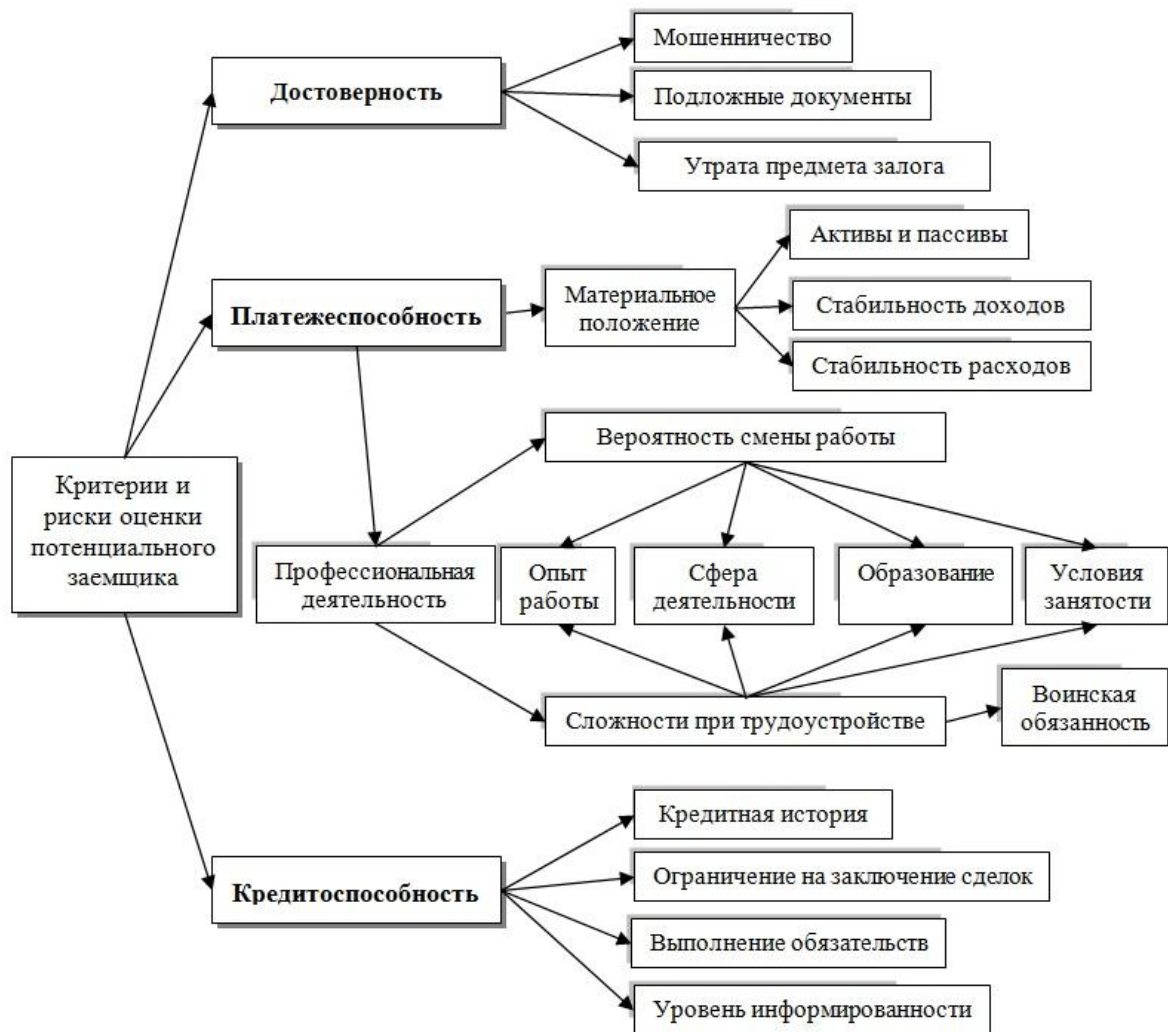
С целью получения максимально информативной характеристики потенциального заемщика и объекта недвижимости на основе кредитных заявок с учетом известных списков особенностей и недостатков был сформирован интегральный список вопросов (см. Приложение 2) и список документов, подтверждающих предоставленную соискателем информацию. Особо отметим, что список был дополнен вопросами, позволяющими оценить социальное поведение потенциального заемщика, например, оплата налогов и штрафов.

Важно, что источником информации о задолженности перед некредитными организациями может быть БКИ [5, 129].

Очевидно, что параметры кредитной заявки могут быть объединены в различные группы по определенным критериям [168]. Значения составляющих «кредитоспособность», «платежеспособность» и «достоверность» формируются из оценок индивидуальных особенностей потенциального заемщика и объекта недвижимости. Например, для представления о реальной платежеспособности потенциального заемщика можно консолидировать информацию об источниках доходов, объемах и видах расходов, финансовых обязательствах соискателя, а также оценить их стабильность и подтвержденность. В работе [47] была представлена структура критериев оценки и взаимосвязи между оцениваемыми параметрами потенциального заемщика (см. рисунок 11). Полный список критериев оценки приведен в Приложении 3.

Согласно [18] по обязательствам, обеспеченным залогом, кредитный риск может быть близок к нулю, в отличие от идентичного по другим параметрам, но не обеспеченного кредита. Порядок расчета ожидаемых потерь представлен в [12]. Однако объект залога призван для снижения риска убытков, и качество оценки объекта недвижимости оказывает непосредственное влияние на исход негативного сценария кредитной сделки – реализации предмета залога. Продажа объекта недвижимости должна быть выполнена в установленные сроки по цене достаточной для покрытия всех убытков и затрат кредитора, вызванных ненадлежащим исполнением заемщиком условий кредитного договора.

Кредиторы, учитывая, что объект недвижимости может находиться в залоге от нескольких месяцев до нескольких десятков лет, выдвигают ряд требований. Например, на момент заключения сделки износ дома не должен превышать 70%, здание не должно требовать капитального ремонта и не подлежать сносу. Значительное внимание отводится наличию перепланировок, особенно несогласованных, нарушающих установленные нормы.

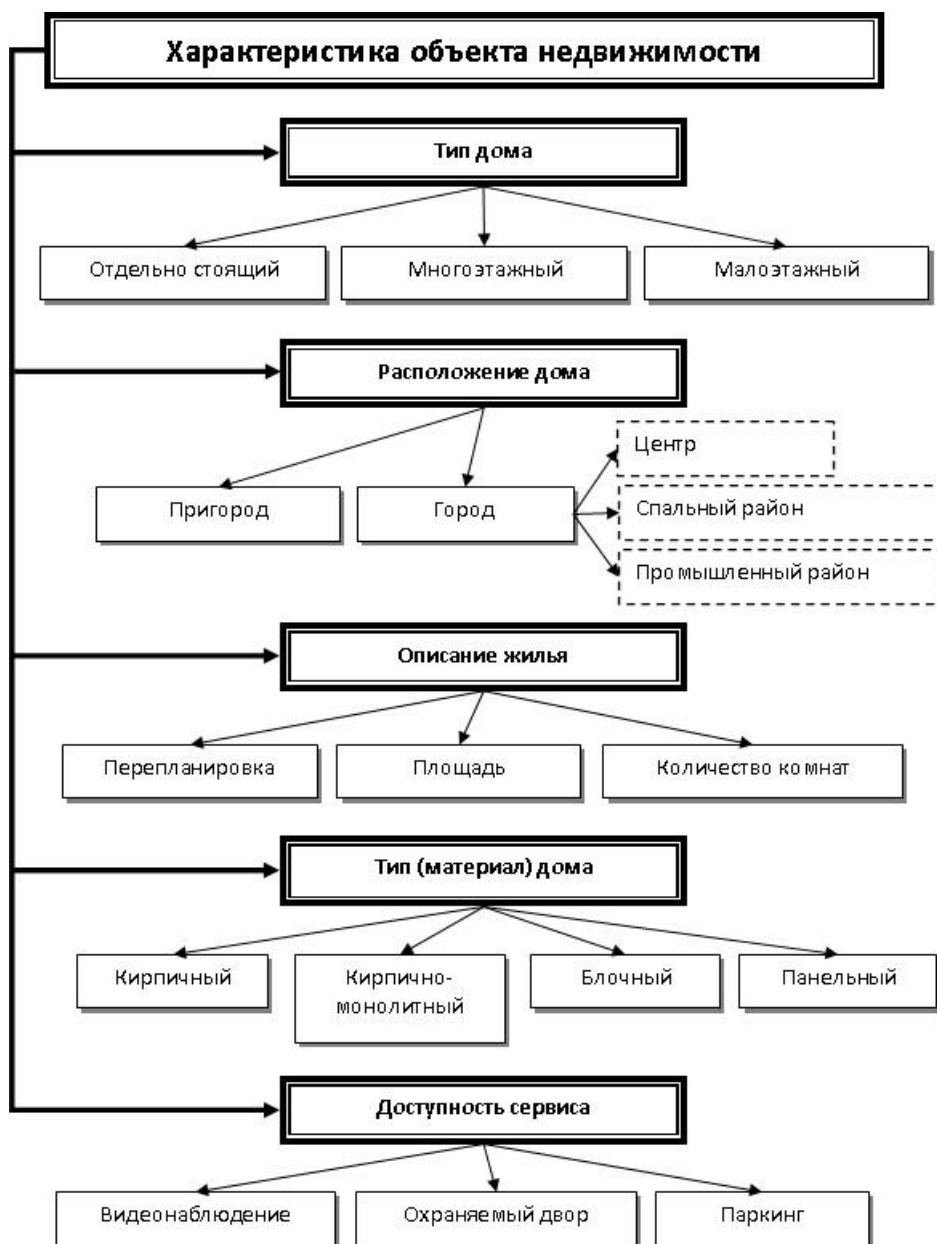


**Рисунок 11. Критерии и параметры оценки потенциального заемщика**

С точки зрения возникновения риска убытков скорость реализации объекта залога имеет существенное значение и зависит, прежде всего, от степени соответствия объекта недвижимости рыночной стоимости [128]. В результате изменения благосостояния населения и уровня доступности жилья может измениться и сегмент рынка, к которому принадлежит объект недвижимости [192].

Для получения точной оценки объекта недвижимости необходимо обладать большим количеством достоверной информации [99]. В результате сохраняется некоторая доля неопределенности о текущей ликвидности залога, а относительно будущего состояния объекта недвижимости и соответствия сегменту рынка неопределенность достаточно высока, поскольку, как было показано ранее, стоимость недвижимости существенно зависит от ряда факторов,

например: экономических циклов, изменений условий ИЖК, государственных программ и субсидий, курса рубля и прочих.



**Рисунок 12. Критерии оценки недвижимости**

В работе [54] (см. рисунок 12) была представлена структура критериев оценки и взаимосвязи между оцениваемыми параметрами объекта недвижимости.

Применение предложенных схем (см. рисунок 11 и рисунок 12) будет способствовать: формированию экспертом более четкой, максимально информативной характеристики потенциального заемщика и объекта недвижимости; увеличению наглядности и обоснованности принимаемых решений. Все это положительно отразится на эффективности кредитной деятельности.

На основе изученных и проанализированных кредитных заявок на ИЖК была разработана система параметров (см. Приложение 2) и критериев оценки потенциальных заемщиков и объектов жилой недвижимости (см. Приложение 5), используемых для принятия решения (см. Приложение 7, 8) о целесообразности предоставления ИЖК.

### *§ 2.3.1 Нечетко-множественное представление критериев и параметров оценки кредитной заявки*

Для реализации нечетко-множественного подхода к принятию решения о целесообразности предоставления ИЖК необходимо формально описать исходные данные кредитной заявки (оцениваемые параметры) и получаемые в итоге андеррайтинга варианты решений (результаты оценки) – выходные данные. При работе с разнотипной информацией эксперт склонен оперировать качественными характеристиками такими как: «высокий», «надежный». Каждому оцениваемому параметру присваивается некоторое значение на основе экспертных суждений о его допустимых границах. Ключевая идея связана с необходимостью использовать нечеткие описания, приближенные к человеческим понятиям, и, позволяющие задавать параметры и результаты на нечетком интервале, каждое значение которого отражает степень некоторой неопределенности показателя.

Основоположником нечеткой логики стал Лотфи Заде, впервые опубликовавший в работе [237] определение **нечеткого множества**, представленное в виде совокупности пар:

$$\tilde{A} = \{(u, \mu_A(u)) | u \in U\},$$

«где  $\mu_A(u)$  – функция принадлежности, указывающая в какой степени элемент  $u$  принадлежит нечеткому множеству  $\tilde{A}$ .» [237]

**«Функцией принадлежности** (membership function; далее, ФП) называется функция, которая позволяет вычислить степень принадлежности произвольного элемента универсального множества к нечеткому множеству. Если

универсальное множество состоит из конечного количества элементов, тогда нечеткое множество записывается в виде  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$ ; тогда нечеткое

множество  $\tilde{A} = \sum_{i=1}^k \mu_A(u_i) / u_i$ . В случае непрерывного множества  $U$  используют

такое обозначение  $\tilde{A} = \int_U \mu_A(u) / u$ . Примечание: знаки  $\sum$  и  $\int$  в этих формулах

означают совокупность пар  $\mu_A(u)$  и  $u$ .» [109]

«Областью определения функция принадлежности  $\mu_A(u)$  является носитель  $U$ ,  $u \in U$ , а областью значений – единичный интервал  $[0;1]$ . Чем больше значение  $\mu_A(u)$ , тем выше оценивается степень принадлежности элемента носителя  $u$  нечеткому множеству  $\tilde{A}$ .» [217]

«**Лингвистическая переменная** (далее, ЛП) описывается набором  $(\chi, T(\chi), U, G, M)$ , в котором  $\chi$  - название этой переменной;  $T(\chi)$  - терм-множество  $\chi$ , т.е. совокупность ее лингвистических значений;  $U$  - универсальное множество;  $G$  - синтаксическое правило, порождающее термы множества  $T(\chi)$ ,  $M$  - синтаксическое правило, которое каждому лингвистическому значению  $\chi$ , ставит в соответствие его смысл  $M(\chi)$ , причем  $M(\chi)$  обозначает нечеткое подмножество множества  $U$ » [88].

В дальнейшем будем опираться на известное определение Терм-множества (*term set*) [217].

Для поставленной задачи необходимо создать систему лингвистических переменных, описывающих данные из кредитной заявки, и формализующие их нечеткие множества. Построение нечетких множеств предполагает: задание имени нечеткой (лингвистической) переменной; области ее определения; терм-множества значений лингвистической переменной; построения функции принадлежности [217].

В работе [87] Заде обосновал необходимость определения вида ФП непосредственно экспертом, поскольку, оценка по своей сути является приближением и для решения значительного ряда задач высокая точность не

требуется. Однако, не смотря на простоту в применении данного подхода возможны субъективные искажения, вызванные субъективностью эксперта. Прямой метод задания правил выбора вида ФП предполагает непосредственное назначение степени принадлежности для исследуемых объектов или непосредственное назначение функции (правила), позволяющей вычислить ее значение. К настоящему времени, для разнообразных нечетких утверждений уже накоплен широкий набор различных вариантов ФП (см. [109, 211]). Соответствующие процедуры в общем виде описаны в многих источниках [88, 180, 211, 217]. Различные методы построения ФП (например: парные сравнения, экспертные оценки, интегральные оценки и другие) представлены в [33, 109, 217].

Для решения поставленной задачи необходимо задать ЛП с учетом специфики оцениваемых параметров. Для формирования терм-множества желательно использовать нечетное число лингвистических значений, если особенность оцениваемого параметра не обуславливает другой набор. С точки зрения формализации экспертных знаний, можно использовать пять лингвистических значений [89, 180], обозначим их, как: «Низкая», «Ниже средней», «Средняя», «Выше средней», «Высокая». Причем, самая лучшая оценка, которая может быть присвоена оцениваемому параметру – «Высокая», а наихудшая – «Низкая».

Процедура задания вида ФП будет описана применительно к конкретным видам параметров оценки кредитной заявки на ИЖК. Уточним, что выбор вида ФП определяется исходя из экспертных оценок. Практическое применение нелинейных ФП влечет за собой существенное усложнение математических расчетов и визуального представления данных. В связи с этим исходный вид ФП – треугольный, не являющийся единственным вариантом, обусловлен простотой в решении и не нарушает общность алгоритмов обработки. Способы задания всех оцениваемых параметров кредитной заявки, созданные для этого ЛП и вид ФП приведены в Приложении 4.

Для формирования решения над нечеткими множествами могут быть выполнены такие операции, как: объединение, дополнение, пересечение,



концентрация, растяжение, разность и другие. Особенности операций представлены в [110, 211, 217].

Поскольку, информация в кредитной заявке содержит набор разнотипных данных (логических, текстовых, числовых), то для удобства проведения вычислений необходимо задать ЛП на едином универсальном множестве. Соответственно, необходимо выполнить процедуру **приведения к нормированному виду, позволяющую значения аргументов** ФП ЛП (данные из кредитной заявки) привести к заданному диапазону [0;1]. Учитывая, что задание ЛП носит индивидуальный характер, то и приведение к нормированному виду выполняется без строго заданного алгоритма, однако, могут быть выделены типовые ситуации, в которых значение первичного параметра – это [61]:

- **число, заданное на отрезке.** Используя максимальные и минимальные значения диапазона, на котором задается первичный параметр, проводится стандартное нормирование. Например, возраст потенциального заемщика (см. далее ЛП «Возраст потенциального заемщика») [61];
- **«число, заданное на интервале.** Нормировку необходимо проводить, как и для числа заданного на отрезке, с тем исключением, что эксперт задает граничные значения, выходя за которые значение ЛП не изменяется. Например, стоимость объекта недвижимости (см. далее ЛП «Стоимость объекта недвижимости»)» [61];
- **«лингвистическое значение** из некоторого заданного конечного множества значений. Для перехода к нормированному значению каждому лингвистическому значению необходимо поставить в соответствие числовое из диапазона [0;1]. Процедура может быть выполнена методом экспертных оценок (например, парных сравнений). Например, вид кредита (см. далее ЛП «Вид кредита»)» [61];
- **логическое значение.** Процедура схожа с нормированием для лингвистических значений и выполняется с помощью экспертных оценок. Например, проверка сведений в кредитном бюро (см. ЛП «Предоставление сведений в кредитное бюро») [61].

Рассмотрим задание и приведение к нормированному виду некоторых ЛП.

## **ЛП «Возраст потенциального заемщика»**

### **Экспертная оценка параметра «Возраст потенциального заемщика».**

В некотором смысле возраст потенциального заемщика и благоприятности прогноза кредитования связаны. Выполним разделение на возрастные группы с точки зрения способности заемщика выполнять кредитные обязательства с оценкой: «Низкая», «Ниже средней», «Средняя», «Выше средней», «Высокая». Причем, оценка «Низкая» присваивается для наименее благоприятного прогноза, а для наиболее благоприятного – «Высокая». Разнонаправленное влияние ряда факторов затрудняет разделение на группы. Важно отметить, что возраст человека имеет физиологические и «социальные» ограничения, оказывающие влияние на: трудоспособность, стабильность дохода, квалификацию и прочее; что в конечном итоге может отразиться на качестве и исходе кредитной сделки.

Примером «социальных ограничений» служат совершеннолетие и пенсионный возраст. В целом, наличие паспорта, который выдается с 14 лет, дает возможность гражданину, как стать клиентом банка, так и устроится на работу. Хотя, нести ответственность в полном объеме гражданин может, только достигнув совершеннолетия. Оценить дальнейшее социальное развитие и влияние на кредитование для группы от 14 до 18 лет крайне затруднительно, поэтому категория может быть отнесена к оценке «Низкая».

Группа от 18 до 30 лет. Отметим, что многие кредиторы повышали минимальный возраст заемщиков до 21 - 23 лет. Данная граница может быть связана с получением профессионального образования, хотя, дополнительное образование многие получают до 35 лет, а ряд профессий предполагает регулярное повышение квалификации. Важно также учесть, что «молодые специалисты» имеют опыта работы от 3 до 5 лет, и поскольку, до достижения заемщиком пенсионного возраста (через 30 – 35 лет) открывается возможность наиболее длительного кредитования. Очевидно, что возрастная группа от 18 до 30 лет обладает высоким потенциалом к дальнейшему развитию потенциального заемщика и длительности кредитования, поэтому группа может быть отнесена к оценке «Выше среднего».

Принято считать, что к 30 годам закладывается профессиональная и материальная база заемщика, которая служит основой для ее дальнейшего развития, при этом, до пенсионного возраста порядка 30 лет и есть возможность достаточно длительного периода кредитования. Соответственно, возрастная группа от 22 до 40 лет может быть отнесена к категории с оценкой «Высокая».

Наиболее стабильной и устойчивой возрастной категорией, являются заемщики в возрасте около 40 лет. Основой для формирования прогноза о социальной и профессиональной деятельности является опыт потенциального заемщика, хотя, до достижения пенсионного возраста остается относительно небольшой период времени. Следовательно, возрастная группа от 30 до 50 лет может быть отнесена к категории с оценкой «Средняя».

Для возрастной группы около 50 лет сравнительно небольшой период до достижения пенсионного возраста. Для заемщиков из некоторых профессиональных сфер (например, наукоемких), возможны значительные изменения. Соответственно, возрастная группа от 40 до 70 лет может быть отнесена к категории с оценкой «Ниже средней».

Даже после достижения пенсионного возраста многие граждане могут иметь доход из разных источников, стабильность которых представляет элемент неопределенности. Например, в части трудового дохода, несмотря на свойственную данной возрастной группе стабильность, при прочих равных условиях, работодатели зачастую отдают предпочтение «молодым специалистам». Для группы от 50 лет может быть оценка «Низкая».

Для корректной оценки верхней границы периода кредитования требуется учет множества индивидуальных особенностей заемщика и глобальных факторов, оказывающих непосредственное влияние на качество и продолжительность жизни людей. Очевидно негативное влияние экологических катастроф, войн, экономических спадов и прочего. Однако, кредиторам существенно проще ограничить период кредитования пенсионным возрастом, чем выполнять столь сложную и неоднозначную оценку.

Из изложенного выше видно, что в отношении благонадежности кредитования различным возрастным категориям могут соответствовать одинаковые оценки. В связи с этим существует трудность построения однозначного соответствия «возраста потенциального заемщика» оценке благоприятности кредитования. Поэтому возрастной диапазон разбит на две части, для которых процедура нормирования выполняется отдельно. Для каждого из вновь полученных универсальных множеств построена ФП. Для потенциального заемщика в возрасте от 14 до 30 лет график ФП, построенный на основе экспертной оценки, показан на рисунке 13, для возраста от 30 лет – на рисунке 14.

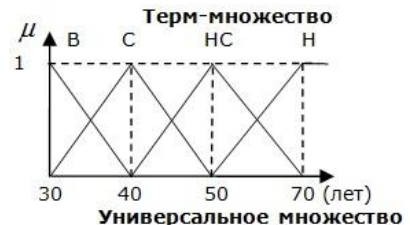
**Алгоритм приведения ЛП «Возраст потенциального заемщика», построенной на основе экспертной оценки, к нормированному виду на универсальном множестве [0;1]:**

1. Если возраст потенциального заемщика не превышает 30 лет, тогда по рисунку 13 можно определить внешний вид ФП. Определить значение по формуле:

$$N = \frac{n-14}{16}; \text{ где } n \text{ – возраст потенциального заемщика.}$$



**Рисунок 13. График ФП ЛП "Возраст потенциального заемщика от 14 до 30 лет включительно", построенной на основе экспертной оценки**



**Рисунок 14. График ФП ЛП "Возраст потенциального заемщика от 30 лет", построенной на основе экспертной оценки**

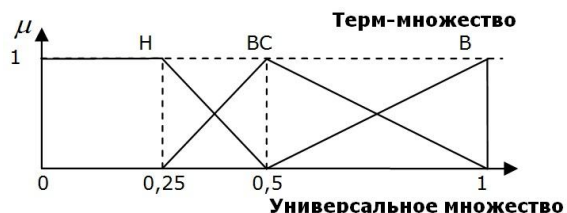
2. Если потенциальный заемщик старше 30 лет, тогда по рисунку 14 можно определить внешний вид ФП. Определить значение по формуле:  $N = 1 - \frac{n-30}{40}$ ;

где  $n$  – возраст потенциального заемщика.

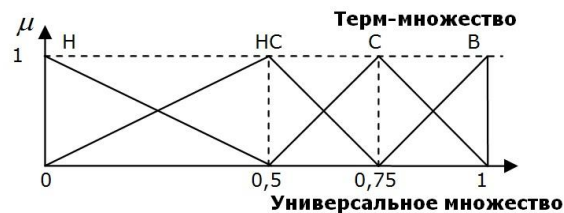
Если потенциальный заемщик старше 70 лет, то  $N = 0$ .

3. Построить график ФП ЛП на универсальном множестве [0;1].

Приведенный к нормированному виду график ФП «возраст потенциального заемщика от 14 до 30 лет включительно» на универсальном множестве  $[0;1]$  изображен на рисунке 15. Для ФП «возраст потенциального заемщика старше 30 лет» график показан на рисунке 16.



**Рисунок 15. График ФП ЛП "Возраст потенциального заемщика от 14 до 30 лет включительно", построенный на универсальном множестве  $[0;1]$**



**Рисунок 16. График ФП ЛП "Возраст потенциального заемщика от 30 лет", построенный на универсальном множестве  $[0;1]$**

### ЛП «Стоимость объекта недвижимости»

#### Экспертная оценка характеристики «Стоимость объекта недвижимости»

В зависимости от благоприятности прогноза кредитования оценим «стоимость объекта недвижимости». Причем, если по различным критериям прогноз наименее благоприятный, то присваивается оценка «Низкая», для наиболее благоприятного – «Высокая».

Теоретически, минимальная стоимость объекта недвижимости может быть достаточно низкой. Учитывая, что недвижимость приобретается с помощью ИЖК, можно установить минимальную и максимальную стоимость по правилу: минимальная - складывается из первоначального взноса и минимальной суммы кредита; максимальная - может соответствовать стоимости малогабаритных квартир стандартного жилья. Данной категории присвоена оценка «Низкая».

Максимальная стоимость объекта недвижимости может быть весьма большой. Однако, привлечение ИЖК накладывает ограничения, установленной кредитором максимальной суммы ИЖК и величиной первоначального взноса, т.е. не превышает размера двух максимальных кредитов. Данной категории присвоена оценка «Высокая».

На рынке недвижимости сложилось разделение объектов по классам: элитное, бизнес, стандартное. Очевидно, что и внутри класса стоимость может

существенно варьироваться. Для определения ЛП «стоимость объекта недвижимости» используем схему:

1. Для каждого сегмента необходимо оценить минимальную и максимальную стоимости – это будут граничные значения, треугольной ФП. Вершину можно определить как среднее арифметическое. Стандартное жилье соответствует оценке «Ниже средней», бизнес - «Средней», элитное - «Выше средней».

2. Построить ФП «стоимость объекта недвижимости» с учетом изложенной экспертной оценки (см. рисунок 17), где:

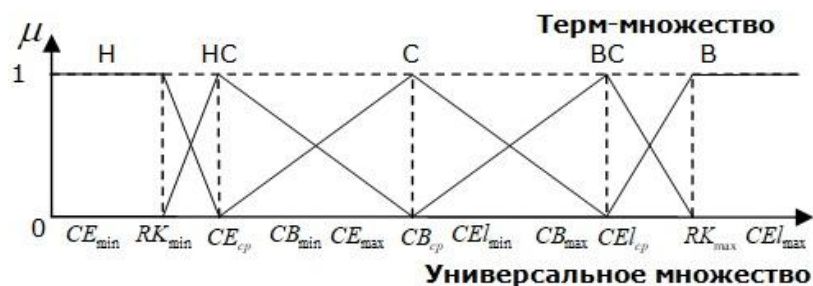
$RK_{\min}$  - минимальный размер кредита;

$RK_{\max}$  - максимальный размер кредита;

$CE_{\min}$  - минимальная стоимость объекта недвижимости стандартного жилья;

$CE_{cp} = \frac{CE_{\min} + CE_{\max}}{2}$  - средняя стоимость объекта недвижимости стандартного

жилья;



**Рисунок 17. График ФП ЛП "Стоимость объекта недвижимости", построенный на основе экспертной оценки**

$CE_{\max}$  - максимальная стоимость объекта недвижимости стандартного жилья;

$CB_{\min}$  - минимальная стоимость объекта недвижимости бизнес класса;

$CB_{cp} = \frac{CB_{\min} + CB_{\max}}{2}$  - средняя стоимость объекта недвижимости бизнес класса;

$CB_{\max}$  - максимальная стоимость объекта недвижимости бизнес класса;

$CEI_{\min}$  - минимальная стоимость объекта недвижимости элитного класса;

$CEI_{cp} = \frac{CEI_{\min} + CEI_{\max}}{2}$  - средняя стоимость объекта недвижимости элитного класса;

$CEI_{\max}$  - максимальная стоимость объекта недвижимости элитного класса.

В связи с тем, что стоимость объекта недвижимости величина непостоянная, минимальные и максимальные размеры, предоставляемых кредитов могут существенно отличаться у разных кредиторов, проиллюстрируем приведение ФП к нормированному виду на условном примере. Допустим, что: минимальная сумма кредита - 50 денежных единиц (далее, д.е.); максимальная сумма кредита - 500 д.е. Стоимость объекта недвижимости: минимальная, стандартное жилье – 100 д.е.; максимальная, стандартное жилье – 150 д.е.; минимальная, бизнес класс – 130 единиц д.е.; максимальная, бизнес класс – 230 д.е.; минимальная, элитное – 200 д.е.; максимальная, элитное – 700 д.е.

График ФП «Стоимость объекта недвижимости», построенный на основе экспертной информации показан на рисунке 18.

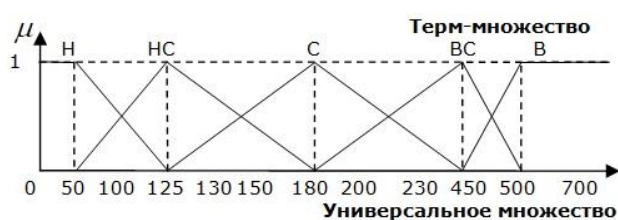
**Алгоритм приведения ЛП «Стоимость объекта недвижимости», построенного на основе экспертной оценке к нормированному виду на универсальном множестве [0;1]:**

1. Определить значение  $N = \frac{n-50}{450}$ ;

где:  $N$  - значение стоимости недвижимости на универсальном множестве [0;1];

$n$  - стоимости объекта недвижимости в д.е.

2. Построить график ФП ЛП на универсальном множестве [0;1].



**Рисунок 18. График ФП ЛП "Стоимость объекта недвижимости", построенный на основе экспертной информации**



**Рисунок 19. График ФП ЛП "Стоимость объекта недвижимости", построенный на универсальном множестве [0;1]**

Приведенный к нормированному виду график ФП «стоимость объекта недвижимости» на универсальном множестве [0;1] показан на рисунке 19.

**ЛП «Вид кредита»**

**Экспертная оценка характеристики «Вид кредита».** Присваивая оценки, будем руководствоваться следующим подходом, если по различным критериям (параметрам) оценка является наименее благоприятной, то присваивается значение «Низкая», для наиболее благоприятной – «Высокая».

Уровень информированности потенциального заемщика о запрашиваемом кредите тем выше, чем больше сходных характеристик между погашенным ранее кредитом и ИЖК. Каждый вид кредита обладает такими особенностями как: период кредитования, вид и периодичность платежей, наличие залога и прочие. По виду предоставляемых кредитов можно выделить: потребительский, автомобильный и ипотечный. В каждом могут быть выделены подвиды, но на ключевых особенностях это не отразится.

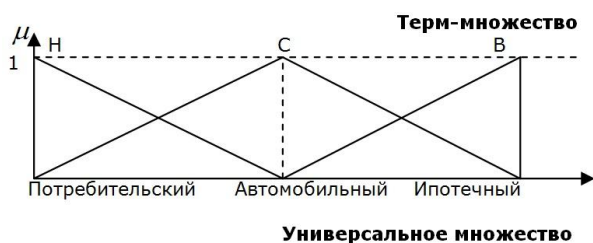
Потребительский кредит наименее похож на ИЖК, т.к. обычно предоставляется без обеспечения, а в случае необходимости привлекается поручительство третьих лиц, и период кредитования не превышает 5 лет. По степени близости к ИЖК потребительскому кредиту может быть присвоена оценка «Низкая».

Автомобильный кредит, также как и ИЖК, выдается под залог. Объект залога в соответствии с условиями кредитной программы может подлежать обязательному страхованию. Но в отличие от ИЖК период кредитования не превышает 5 - 7 лет, этим автомобильный кредит схож с потребительским. По степени близости автомобильного кредита к ИЖК может быть присвоена оценка «Средняя».

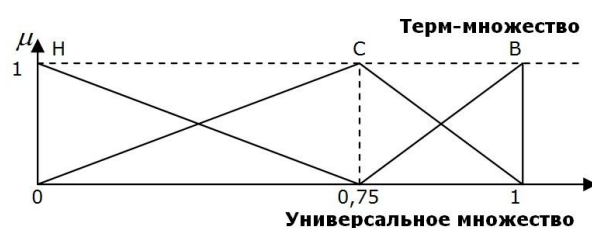
ИЖК будет максимально приближен к запрашиваемому ИЖК. Однако, условия погашенного и запрашиваемого кредитов могут отличаться. Например, ранее клиент воспользовался программой ИЖК для вторичного рынка недвижимости, а запрашиваемый ИЖК действует для приобретения недвижимости на первичном рынке. Следовательно, полной аналогии нет. Однако, по сравнению с другими видами кредитов, схожесть наибольшая. По степени близости ИЖК может быть присвоена оценка «Высокая».

График ФП «Вид кредита» показан на рисунке 20.





**Рисунок 20. График ФП ЛП "Вид кредита", построенный на основе экспертной оценки**



**Рисунок 21. График ФП ЛП "Вид кредита", построенный на универсальном множестве [0;1]**

**Алгоритм приведения ЛП «Вид кредита», построенной на основе экспертной оценки к нормированному виду на универсальном множестве от [0;1]:**

1. Определить значение: потребительский – 0; автомобильный – 0,75; ипотечный – 1.
2. Для сохранения единообразия используем треугольные ФП. Построить график ФП ЛП на универсальном множестве [0;1] (см. рисунок 21).

**ЛП «Предоставление сведений в кредитное бюро».**

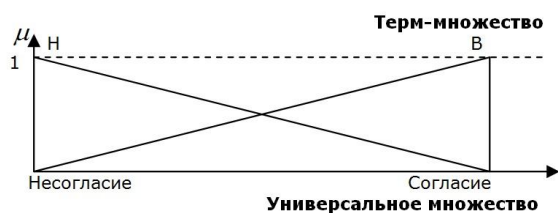
**Экспертная оценка параметра «Предоставление сведений в кредитное бюро».**

В зависимости от благоприятности прогноза кредитования будем руководствоваться следующим подходом, если по различным критериям (параметрам) оценка является наименее благоприятной, то присваивается значение «Низкая», для наиболее благоприятной – «Высокая».

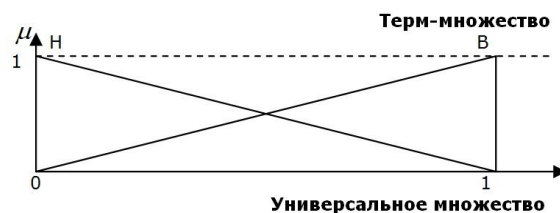
Потенциальный заемщик может выразить свое согласие или несогласие на предоставление данных в кредитное бюро. Значению «Несогласие» – может быть присвоена оценка «Низкая», т.к. указывает на вероятное желание заемщика скрыть возможные отклонения от исполнения условий кредитного договора. Значению «Согласие» может быть присвоена оценка «Высокая».

С учетом изложенной экспертной оценки, внешний вид функции принадлежности «предоставление сведений в кредитное бюро» показан на рисунке 22.

**Алгоритм приведения лингвистической переменной «Предоставление сведений в кредитное бюро», построенного на основе экспертной оценке к нормированному виду на универсальном множестве [0;1]:**



**Рисунок 22. График ФП ЛП "Предоставление сведений в кредитное бюро", построенный на основе экспертной оценки**



**Рисунок 23. График ФП ЛП "Предоставление сведений в кредитное бюро", построенный на универсальном множестве [0;1]**

1. Определить значение:

- несогласие на предоставление сведений в кредитное бюро – 0;
- согласие на предоставление сведений в кредитное бюро – 1.

2. Для сохранения единообразия используем треугольные ФП. Построить график ФП ЛП на универсальном множестве [0;1]. График ФП «предоставление сведений в кредитное бюро» показан на рисунке 23.

Как было показано в начале параграфа на принятие решения по кредитной заявке различную степень влияния оказывает каждая из индивидуальных особенностей потенциального заемщика. Соответственно, необходимо выполнить **ранжирование** ЛП по степени их значимости. Для повышения объективности в работе эксперта при ранжировании целесообразно использовать метод парных сравнений [123]. Результаты ранжирования ЛП отражены в приложениях 6 и 8. Отметим, что усилить значимость первичных (первичных параметров) и вторичных (интегральных критериев) переменных можно, например, с помощью *весовых коэффициентов*.

**Каскадирование.** На практике возникает необходимость поиска решения в несколько этапов, чтобы уменьшить вероятную погрешность, к следующему этапу переходят, используя в качестве входных данных результирующие ФП, полученные на предыдущем шаге. Фактически, можно завершить каждый этап вычислением четкого решения, т.е. проведя дефаззификацию.

**Дефаззификация.** Дефаззификация – это процесс обратный к фаззификации, применительно к решаемой задаче заключается в выборе

единственного значения ЛП (значение критерия оценки или решения по кредитной заявке). Дефаззификация играет важную роль при реализации методов моделирования нечетких систем, использующихся в системах поддержки принятия решений [124, 175]. Основные способы дефаззификации приведены в работе [211, 217]. Для решения исследуемой задачи программно реализованы и сопоставлены методы: центра тяжести; медианы; наибольший/ наименьший/центр из максимумов; максимальное соответствие исходу.

Выбор метода дефаззификации обусловлен спецификой решаемой задачи. Эмпирически установлено, что результирующие оценки, полученные каждым из методов дефаззификации, отличаются незначительно, однако, методом «наибольшее из максимумов» получены решения, наиболее близкие к экспертным оценкам.

#### **§ 2.4 Клиент-ориентированная модель поддержки принятия решений в ИЖК, основанная на нечетких продукционных правилах**

В постановке задачи была определена необходимость автоматизации операционной деятельности по принятию решений о целесообразности предоставления ИЖК с целью повышения эффективности кредитной деятельности. Основная задача **лица принимающего решение** (далее, ЛПР) сделать вывод о целесообразности предоставления ИЖК потенциальному заемщику на основе некоторого набора данных. Соответственно, требуется разработать систему поддержки принятия решений (далее, СППР), формирующую заключение (решение, рекомендацию) о целесообразности предоставления ИЖК, основанное на экспертных знаниях о конкретном виде деятельности, моделировании (разрешения, снятия) проблемных вопросов, описании рынка ИЖК и данных из кредитной заявки.

С одной стороны, в практической деятельности обработка информации выполняется в ИТ-приложениях, с другой, в научной деятельности процесс принятия решений, включающих управление рисками, является дискуссионным

вопросом, сохраняющим актуальность на протяжении многих лет [181]. Независимо от квалификации пользователя, качество получаемых в СППР заключений должно соответствовать экспертному уровню [163] и быть «прозрачным», т.е. иметь качественное объяснение [191]. Очевидно, что качество формализации экспертных навыков (знаний, опыта) непосредственно отражается на реалистичности заключений, выдаваемых СППР [218].

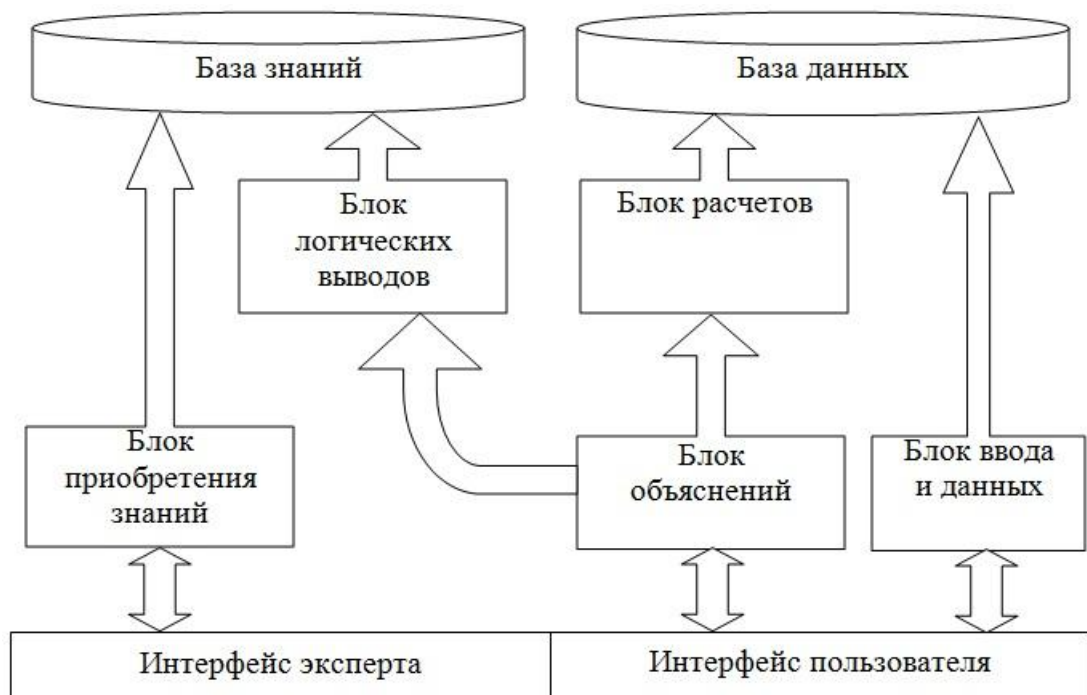
#### *§ 2.4.1 Экспертная система, основанная на нечетких продукционных правилах*

**Экспертные знания** – знания, которыми располагает специалист в некоторой предметной области [187]. Применительно к конкретной ситуации «знание» о некоторой предметной области представляется высококачественной (достоверной) информацией необходимой для решения поставленной задачи. Преобразование (оценка) накопленных данных придает информации специальное значение. В этом смысле, экспертные навыки, доказавшие свою эффективность на практике, представляются уникальной и ценной информацией, которая может успешно применяться на различных этапах кредитной деятельности. С особенностями методов и технологий извлечения и представления экспертных знаний можно ознакомиться в работах [165, 163]. Отметим, что часть работы по извлечению знаний была проведена при составлении кредитной заявки (см. §1.4 и §2.3, в Приложении 2 отражены результаты).

Фактически, для заданных условий наиболее целесообразным, хотя и не единственным вариантом представления решения, является экспертная система. «**Экспертная система** (далее, ЭС) - система искусственного интеллекта, включающая знания об определенной слабо структурированной и трудно формализуемой узкой предметной области, способная предлагать и объяснять пользователю разумные решения» [164].

В настоящее время, ЭС представляется вычислительной системой (программой) моделирующей принятие решений экспертом в условиях

неопределенности на основе базы знаний (наполненной экспертными знаниями о предметной области) [218], с помощью механизма логического вывода и подсистемы объяснений. Стандартная общая структура ЭС показано на рисунке 24 [164]. Подробнее структура ЭС, технологии разработки, а также методика и средства представления знаний рассмотрены в [187, 191, 193]. Особенности программных и технических средств реализации предполагаемого подхода в данной работе не рассматриваются, поскольку, являются лишь инструментом, способствующим удовлетворению существующей потребности в решении поставленной задачи.



**Рисунок 24. Общая структура экспертной системы**

Специфика поставленной задачи предопределяет особенности построения базы знаний и системы вывода [61]. В начале разработки ЭС используется эксперт для анализа и систематизации предметной области, практического опыта, законодательных условий и бизнес-ожиданий. В работе [61] выделено, что эксперт разрабатывает:

- набор первичных параметров, созданный для формирования необходимой информации для анализа индивидуальных особенностей потенциального заемщика и объекта недвижимости;

- систему критериев оценки, с помощью которой оцениваются и выявляются особенности (сильные и слабые качества) потенциального заемщика и объекта недвижимости;
- систему программ кредитования;
- систему решений, принимаемых по кредитным заявкам на ИЖК.

Результат соответствующих исследований приведен в Приложениях 3 - 8 (подробнее § 1.4 и § 2.3). На этапе формализации экспертных знаний вводится **система лингвистических переменных**. Данная процедура может быть выполнена с помощью различных методик. В рамках настоящей работы выделим три группы лингвистических переменных:

*Группа 1* – первичные параметры (переменные), обозначим как  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . На основе кредитной заявки формируется набор первичных параметров (см. Приложение 3) по разработанным нами алгоритмам (см. Приложение 4). Каждая первичная переменная используется для определения критерия оценки (интегрального критерия – лингвистической переменной *группы 2*).

*Группа 2* – интегральные критерии оценки, обозначим как  $b_1, b_2, \dots, b_m$ . Лингвистические переменные (см. Приложение 5), определяемые на основе набора первичных переменных (см. Приложение 6).

*Группа 3* – результирующие решения по кредитной заявке (см. Приложение 7), определяемые на основе набора первичных переменных (см. Приложение 8) обозначим:

- *решение по кредитной заявке* -  $\lambda_1$ . Лингвистическая переменная принимает одно из возможных значений  $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_k$ .  $T(\lambda_1) = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_k)$ ;
- *программа кредитования* -  $\lambda_2$ . Лингвистическая переменная принимает одно из возможных значений -  $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_l$ ,  $T(\lambda_2) = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_l)$ .

где  $n, m, k, l$  – количество рассматриваемых первичных параметров, интегральных критериев оценки, а так же результирующих оценок и программ кредитования.

Для всех лингвистических переменных, участвующих в принятии решения по кредитной заявке, принят единый подход к заданию базовых множеств: лингвистические переменные должны быть заданы на универсальном множестве  $[0;1]$ , причем, с точки зрения экспертной оценки самое наихудшее (минимальное) значение – 0, самое наилучшее (максимальное) значение – 1.

**Продукционная база знаний.** Для хранения долгосрочной информации, описывающей определенную предметную область, в ЭС используется база знаний. База знаний – это совокупность фактов и правил логического вывода в выбранной предметной области [42]. Факты – это статистические значимые сведения о предметной области. Правила – набор инструкций, применяя которые к известным фактам можно получить новые выводы. К качеству информации предъявляются требования относительно ее полноты, достоверности и релевантности.

Фундаментальная цель представления знаний заключается в создании знания из знаний, т.е. возможность процесса логического вывода. Различные способы представления знаний обусловлены стремлением с наибольшей эффективностью представить различные предметные области. Правильный выбор метода способен значительно облегчить решение задачи. Отметим наиболее распространенные модели: продукционная модель (правила), логическая модель, семантическая модель, фреймы, формальные логические модели. Подробнее с каждой из них можно ознакомиться в работах [187, 191].

Анализ различных моделей представления знаний дает основания считать, что наиболее адекватной особенностям исследуемой задаче является продукционная модель, которая в наибольшей степени соответствует логике работы кредитного эксперта. Отметим, что психологические исследования в области моделирования схемы принятия решений экспертами, показали, что при рассуждениях человек использует правила подобные предложениям вида «Если (условие) то (результат)» [191].

Продукционная модель позволяет использовать пространственно-временные, функционально-поведенческие отношения объектов, когда например,

на основе фактов, описывающих ситуацию, необходимо совершить действие (ситуация  $\textcircled{R}$  действие) или на основе некоторых фактов принять решение (посылка  $\textcircled{R}$  заключение) и прочее. С помощью правил могут быть описаны и объекты: объект – набор свойств.

Среди преимуществ продукционной модели знаний отметим: модульность, наглядность, единообразие структуры, естественность, легкость изменения, гибкость. К недостаткам системы можно отнести временные затраты отведенные на проверку применимости правил. Продукционные модели делятся на два типа: с прямым (поиск цели на основе имеющихся данных) и обратным (поиск причин или доказательства по результату) выводами. Отличие заключается в направлении поиска, выбор которого зависит от решаемой задачи.

В классическом представлении база знаний должна включать набор высказываний из всех возможных комбинаций значений, принимаемых исходными параметрами, и величина, принимаемая выходным параметром для этого расклада. Исходные параметры фиксируются из индивидуальных качеств потенциального заемщика и объекта недвижимости, который будет предоставлен в залог (при положительном решении). Выходной параметр – это принимаемое экспертом решение.

Для решения поставленной задачи целесообразно создать базу знаний, содержащую все возможные комбинации значений, принимаемых исходными переменными, и все возможные значения, принимаемые выходной лингвистической переменной. Тогда в общем виде база знаний может быть записана в следующем виде:

*Высказывание 1:* ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_1$  И  $x_2 = \alpha_1$  И ... И  $x_k = \alpha_1$  ТО  $y = \beta_1$

...

*Высказывание m:* ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_1$  И  $x_2 = \alpha_1$  И ... И  $x_k = \alpha_1$  ТО  $y = \beta_m$  (1)

*Высказывание (m+1):* ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_1$  И  $x_2 = \alpha_1$  И ... И  $x_k = \alpha_2$  ТО  $y = \beta_1$

...



*Высказывание N*: ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_n$  И  $x_2 = \alpha_n$  И ... И  $x_k = \alpha_n$  ТО  $y = \beta_m$

Где  $x_1, x_2, \dots, x_k$  - множество исходных лингвистических переменных;

$y$  - выходная лингвистическая переменная (интегральный критерий);

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  - терм-множество, на котором заданы исходные ЛП;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  - терм-множество, на котором задана выходная лингвистическая переменная (интегральный критерий);

$k, n, m$  - количество исходных параметров и элементов терм-множеств.

**Механизм вывода.** Механизм вывода – это механизм, который управляет перебором правил и позволяет формировать логические выводы. В общем случае работа механизма вывода предполагает последовательное выполнение: выборки, сопоставления, разрешения конфликтов, выполнения. Как правило, в механизм вывода встраивается общая схема поиска решений, т.е. метод.

На этапе выборки выполняется отбор данных, знаний и правил, которые могут быть полезны в текущем цикле. Затем, проводится этап сопоставления, позволяющий выявить какие модули готовы к работе на отобранных данных. Теоретически, сопоставление выполняется над всеми активными знаниями в каждом цикле работы механизма вывода. На этапе разрешения конфликтов механизм вывода проводит выбор наиболее эффективного модуля, который будет выполнен в текущем цикле. Затем на этапе выполнения осуществляется исполнение отобранных ранее правил. Так выглядит общее описание управляющей компоненты ЭС.

Управление определяет порядок применения правил и выполняет: сопоставление, выбор, срабатывание, действие. В случае, когда находятся факты, удовлетворяющие левой части правил, правила обрабатываются: если истинна посылка, то заключение должно быть истинно.

*§ 2.4.2 Решение задачи оценки целесообразности предоставления ИЖК на основе многокритериального анализа*

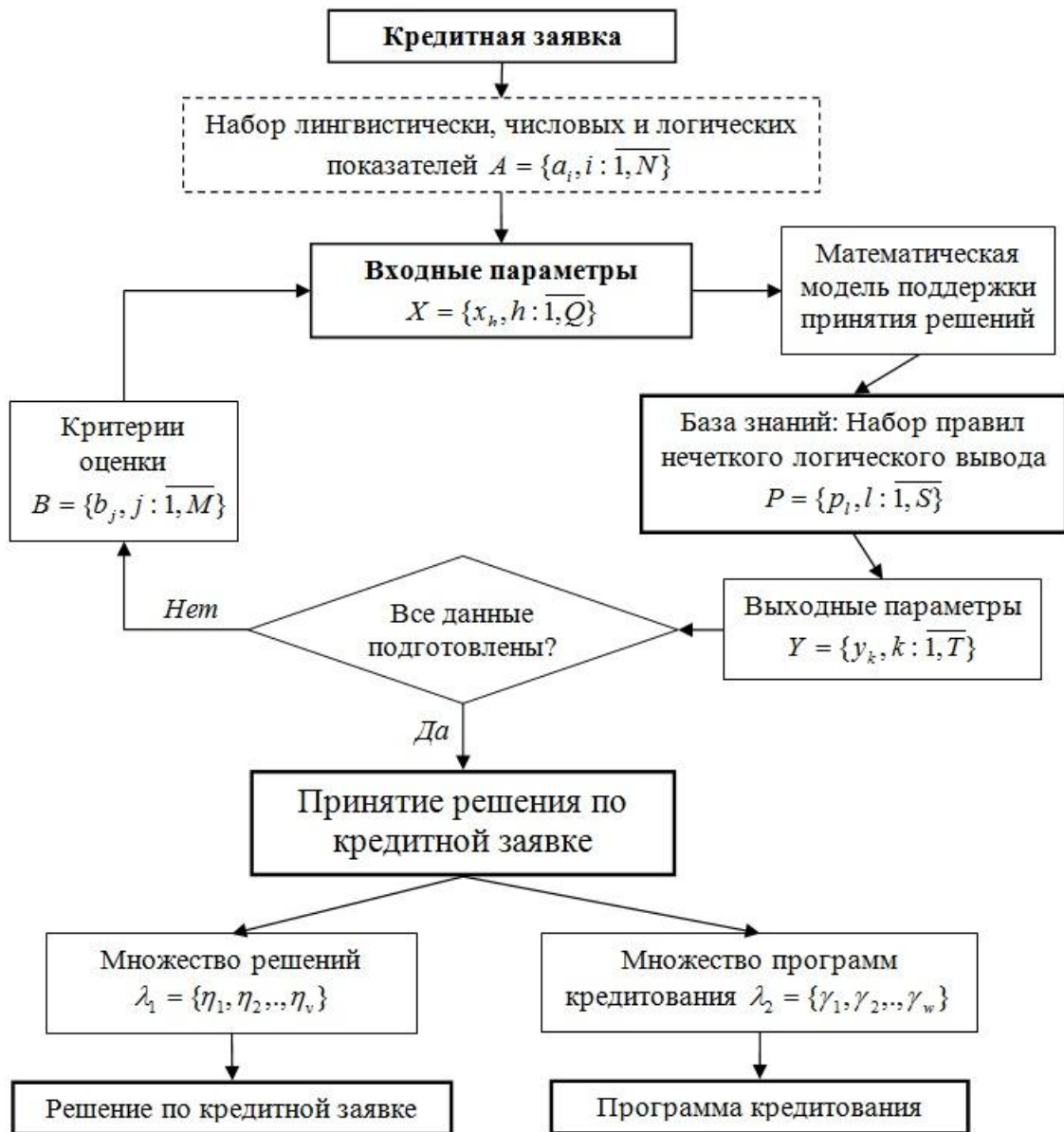
Фактически, в результате оценки кредитной заявки на ИЖК, описывающей индивидуальные особенности потенциального заемщика, выполняется выбор одной из допустимых альтернатив (положительное или отрицательное решение), представляющей в данных условиях наиболее приемлемой (корректной). В случае одобрения кредитной заявки набор альтернатив состоит из программ ИЖК. Соответственно, в наличии набор оцениваемых параметров и набор альтернатив - выводов, и оценка целесообразности предоставления ИЖК может быть представлена как задача, решаемая математическим методом **многокритериального выбора альтернатив**.

Рассмотрим его допустимость, выделим преимущества и недостатки применения. Исходя из формального описания постановки задачи, и предложенного варианта решения, схематическое изображение алгоритма может быть представлено, как показано на рисунке 25.

**Формализованная постановка задачи.**

1. При оценке кредитной заявки используется набор критериев, который формируется конкретной кредитной организацией.
2. Степень соответствия параметров кредитной заявки требованиям критериев формализуется нечеткими множествами, определенными, вообще говоря, на различных универсальных множествах.
3. На основе критериальных оценок формируется вывод (рациональная программа кредитования).
4. Процесс вывода формализуется правилами нечеткого условного вывода.

Рассмотрим процесс решения задачи оценки целесообразности предоставления ИЖК. Набор входных параметров, подлежащих оценке  $X = \{x_h, h : \overline{1, Q}\}$ , представлен:



**Рисунок 25. Алгоритм решения задачи**

- на первом этапе информацией из кредитной заявки –  $A = \{a_i, i: \overline{1, N}\}$ . Отметим, что предварительно данные приводятся к нормированному виду.
- на втором этапе критериями оценки, характеризующими индивидуальные особенности (сильные и слабые качества) потенциального заемщика и объекта жилой недвижимости –  $B = \{b_j, j: \overline{1, M}\}$ .

Остановимся подробнее на каждом из этапов алгоритма принятия решения задачи по оценке целесообразности предоставления ИЖК. Набор первичных параметров  $A = \{a_i, i: \overline{1, N}\}$  (см. Приложение 2) формируется на основе кредитной

заявки. На основе первичных параметров (см. Приложение 6) вычисляются оценки соответствия требованиям критериев  $B = \{b_j, j = \overline{1, M}\}$  (см. Приложение 5).

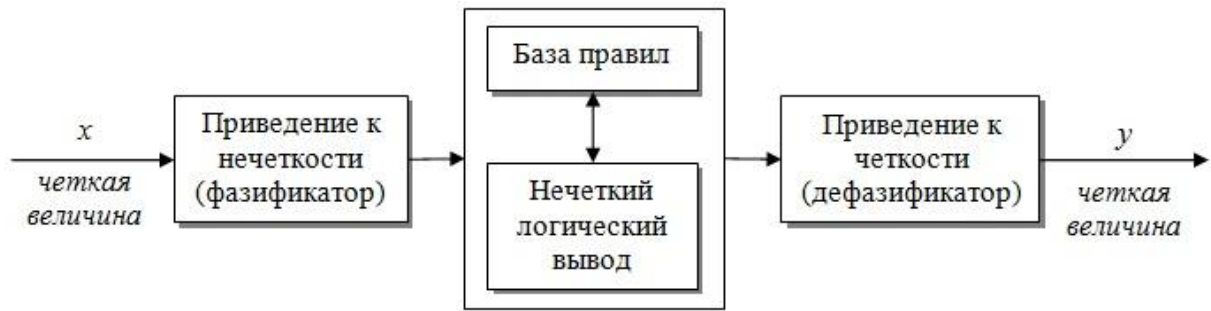
По базе знаний определяется набор возможных исходов (альтернатив)  $Y = \{y_k, k = \overline{1, T}\}$ . Формируется набор правил  $P = \{p_l, l = \overline{1, S}\}$  вида «ЕСЛИ... ТО». Более подробно математический метод вычисления опишем далее. Выбор альтернативы (решения по кредитной заявке) является нечеткой мерой, определяющей такие характеристики, как предоставление кредита и предоставление залога. Определение этих характеристик и является выбором решения по кредитной заявке  $\lambda_1 = \{\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_v\}$ .

Выбор альтернативы (решения по кредитной заявке) является нечеткой мерой, определяющей такие характеристики, как: размер кредита, срок кредитования, характеристика предоставляемого залога, процентная ставка по кредиту, размера комиссии за выдачу (сопровождение) кредита. Определение этих характеристик и является выбором программы кредитования  $\lambda_2 = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_w\}$ .

Правила нечеткого логического вывода могут быть использованы для решения поставленной задачи, т.е. для определения программы кредитования или оценки кредитной заявки.

В условиях нечеткой информации задачу многокритериального выбора альтернатив часто решают с использованием алгоритмов нечеткого логического вывода. Методика нечеткого логического вывода (или правила условного логического вывода) является наиболее распространенной, и нашла свое отражение в моделях: Мамдани, Сугено, Ларсена, Цукамото. Главное их отличие заключается в используемых правилах и логических операциях. Наиболее широкое распространение получил механизм Мамдани. [141]

«В общем случае механизм логического вывода включает четыре этапа: введение нечеткости (фаззификация), нечеткий вывод, композиция и приведение к четкости (дефаззификация)» [191]. Схематическое изображение системы нечеткого логического вывода показано на рисунке 26 [142, 164].



**Рисунок 26. Схема нечеткого логического вывода**

Рассмотрим подробнее механизм нечеткого логического вывода.

*Шаг 1: фаззификация.* На этом шаге производится переход от реальных (четких) значений входных данных – первичных параметров к их нечеткому представлению. В качестве входных данных выступает информация, из кредитной заявки – набор лингвистических, числовых и логических данных. В связи с этим первоначально выполняется процесс отражения аргумента ФП ЛП на числовой отрезок  $[0;1]$ . Правила приведения к нормированному виду достаточно объемны и для каждой переменной вырабатываются индивидуально. Типовые примеры показаны в §2.3.1, а в Приложении 4 – каждого первичного параметра.

Фаззификация заключается в определении степени принадлежности переменной к нечеткому множеству. Процесс фаззификации заключается в определении степени истинности предпосылок и определении ФП, которые будут использоваться при дальнейшей обработке. Для этого выполняется «отсечение» исходной ФП по альфа-уровню с применением правила минимаксной композиции.

Рассмотрим проведение фаззификации на примере ЛП «Стоимость объекта недвижимости», описанной в §2.3.1. Допустим, стоимость объекта недвижимости равна 230 д.е. По алгоритму приведения ЛП к нормированному виду определим значение аргумента на универсальном множестве  $[0;1]$  оно будет равно  $\frac{16}{45}$ . Это значение принадлежит множеству «средний» со значением  $\mu = \frac{18}{45}$  и «выше среднего» -  $\mu = \frac{1}{15}$ . Затем проводим альфа-уровни, для  $\mu = \frac{18}{45}$  и  $\mu = \frac{1}{15}$ , определяем значение принимаемое ФП для данного аргумента (см. рисунок 27):

$$alfa_i = \min_i(A_{ik}(x_k)) \quad (2)$$

где  $A_{ik}(x_k)$  - заданные нечеткие множества с ФП.

Полученные «усеченные» ФП объединяем по правилу максимума:

$$B_i^*(y) = \max_i(\alpha_{fi}) \quad (3)$$



**Рисунок 27. ФП ЛП «Стоимость объекта недвижимости»**

ФП, полученная в результате фаззификации, изображена на рисунке 28.



**Рисунок 28. ФП ЛП «Стоимость объекта недвижимости» после этапа фаззификации**

На шаге 1 количество правил базы знаний, используемых для принятия решения, сокращается. Полученный набор высказываний содержит правила, удовлетворяющие условию, при котором результирующая ФП принимает ненулевые значения.

*Шаг 2: Вычисление ФП интегрального критерия.* Итогом шага 1 являются отобранные высказывания. Для их условной части следует выполнить вычисления степени принадлежности  $\mu_m$ . Одним интегральным критерием  $M = x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_n$  заменим комбинацию входных ЛП высказываний, удовлетворяющих условию, полученному на шаге 1.

Введем обозначение интегрального критерия:  $x_1, x_2, \dots, x_h \Rightarrow X = M_i$  для  $i$ -ого высказывания. Тогда набор высказываний базы знаний (1) может быть представлен в виде:

$$\text{Если } X = M_i \text{ То } Y = y_{ik} \quad (4)$$

где  $i$  - номер высказывания в базе знаний; выходная ЛП  $Y$  - нечеткое множество со своими ФП, в зависимости от целей оценки и этапа вычисления может быть представлена: ЛП  $\lambda_1$  с терм-множеством  $\{\eta_v, v: \overline{1,5}\}$  - решение по кредитной заявке;  $\lambda_2$  с терм-множеством  $\{\gamma_w, w: \overline{1,5}\}$  - множество программ кредитования;  $b_j$  с терм-множеством  $\{\delta_t, t: \overline{1,5}\}$  - критерии оценки (см. Приложения 7, 8 и 5).

Высказывания, в которых значения выходной ЛП совпадают, комбинируются. Для того чтобы вычислить ФП  $\mu_M$  интегрального критерия  $M$  необходимо выполнить агрегирование (свертку) найденных на предыдущем шаге ФП переменных, входящих в интегральный критерий, используя для этого оператор  $\min$ :

$$\mu_{M_i} = \min(\mu(x_1), \mu(x_2), \dots, \mu(x_h)) \quad (5)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_h$  - входные параметры, представленные ЛП, формируемыми на основе кредитной заявки -  $a_1, a_2, \dots, a_n$ ; если оценка кредитной заявке проводится с учетом критериев оценки, то на втором этапе входные параметры представлены критериями оценки  $b_1, b_2, \dots, b_m$ .

*Шаг 3: вычисление результирующей ФП для каждого высказывания.* Производится вычисление результирующей ФП  $\mu_{D_k}(x, y_k)$  на основе ФП интегрального критерия  $\mu_M(x)$  и ФП выходной ЛП  $\mu_Y(y_k)$ . Для этого ФП интегрального критерия  $\mu_M(x)$  комбинируется с каждым из возможных значений выходной ЛП  $\mu_Y(y_k)$ . На практике наибольшее распространение преобразования полученных высказываний получили импликации [211]:

$$- \text{Лукасевича } \mu_{D_k}(x, y_k) = \min[1 - \mu_M(x) + \mu_Y(y_k)] \quad (6)$$

$$- \text{Лукасевича-Мамдани } \mu_{D_k}(x, y_k) = \max[1 - \mu_M(x), \mu_Y(y_k)] \quad (7)$$

$$- \text{Мамдани } \mu_{D_k}(x, y_k) = \min[\mu_M(x), \mu_Y(y_k)] \quad (8)$$

для каждой пары  $(x, y_k) \in X \times Y$ .

Каждая из перечисленных импликаций предоставляет определенные преимущества. Так, например, (8) проста в применении и позволяет при обработке выделить каждое правило, ее важная особенность заключается в том, что ширина значений ФП сохраняется. Среди недостатков (8) следует отметить невозможность применения связки ИЛИ вместо И. Для (6) и (7) данный недостаток отсутствует. Однако, (6) приводит к получению новой ФП, в этой связи требуется некоторая аппроксимация. Особый интерес привлекает (7), т.к. далеко не все ситуации могут быть описаны с помощью набора правил, а (7) обладает свойством [211]:

ЕСЛИ «условие А» ТО В и А близко к А', то ЕСЛИ «условие А'» ТО В'.

Для каждого высказывания (4) выполняется импликация (6), (7) или (8). В результате будет получено  $k$  нечетких множеств  $D_k$  с ФП  $\mu_{D_k}(x, y_k)$ , описывающих все возможные значения выходной ЛП  $Y$ . Каждая из полученных альтернатив описывает степень принадлежности (соответствия) кредитной заявки возможным решениям, принимаемым в результате ее оценки (программе кредитования). В дальнейшем в работе будем использовать импликацию Мамдани (8), поскольку, в вычислении она наиболее простая.

*Шаг 4: принятие решения.* Выделим возможные различия в видах и интерпретациях решений. Выбор предпочтительного решения по кредитной заявке производится одним из способов:

1. сравнения нечетких множеств. Например, сравнением мощностей найденных нечетких множеств. Итоговое решение может быть представлено в виде лингвистического значения.
2. вычисления четкого числового значения интегральной оценки кредитной заявки. Фактически, выполняется процедура дефаззификации (подробнее см. [124, 211, 217]). Способы дефаззификации рассмотрены в § 2.3.1. Итоговое решение представляется в виде лингвистического или числового значения.



Рассмотрим подробнее выбор наиболее достоверного решения (исхода) путем сравнения мощностей нечетких множеств  $D_k$  с ФП  $\mu_{D_k}(x, y_k)$  описывающих значения выходной ЛП  $Y$ . Соответственно, рассчитывается взвешенная мощность полученных нечетких множеств  $D_k$  [211]:

$$M = \sum \frac{x_i}{n_i} da \quad (9)$$

$$M_q = \sum_{z, y \in U} \mu_q(z, y) \quad (10)$$

Подход (9) к оценке мощности нечеткого множества в достаточной степени чувствителен к выбранному шагу вычислений, в то время, как (10) связан с рядом вычислительных неудобств. [211, 213]

Исключить этот недостаток можно применяя классический подход к вычислению мощности нечеткого множества, поскольку, при исполнении вычислений выполняется переход к конечным множествам (от счетных), для которых понятие мощности и количество элементов множества совпадают: [78]

$$M_q = \sum_i n_i d\alpha_i \quad (11)$$

где  $n_i$  - количество элементов множества, таких что  $\mu(x) \geq \alpha$ ,  $d\alpha_i = \alpha_i - \alpha_{i-1}$ .

Очевидно, что выбранный вариант вычисления мощности нечеткого множества незначительно зависит от шага вычислений  $\alpha$ , т.к. увеличение шага  $\alpha$  приводит к уменьшению количества элементов  $n_i$ , но и к увеличению  $d\alpha_i$ . [211]

Определив мощность множества  $D_i$  любым вариантом (9), (10) или (11), можно приступить к выбору результирующего значения – оценки кредитной заявки. С точки зрения решаемой задачи, оценки целесообразности предоставления ИЖК, можно выделить следующий экономический смысл. Набор значений оцениваемых в кредитной заявке соответствует той или иной альтернативе оценки кредитоспособности. Поэтому с увеличением значения  $M_q$  возрастает обоснованность выбора соответствующей этой величине альтернативы (программы

кредитования), возрастает уверенность в правильности выбора. Таким образом, следует выбрать альтернативу, мощность которой будет наибольшей:

$$\mu_{\text{ОПТ}} = \max(\mu_{D_1}(x, y_1), \mu_{D_2}(x, y_2), \dots, \mu_{D_k}(x, y_k)) \quad (12)$$

где  $\mu_{D_k}(x, y_k)$  - ФП нечеткое множество  $D_k$ .

Однако, нами выявлено, что мощности нечетких множеств исхода с лингвистическими оценками «Низкая» и «Высокая» изначально в два раза меньше, мощностей множеств с лингвистическими оценками «Ниже средней», «Средняя», «Выше средней». Соответственно, учитывая подход к выбору решения, лингвистические оценки «Низкая» и «Высокая» менее вероятны.

Для устранения этого недостатка нами предложено проводить сравнение мощностей полученных нечетких множеств  $M_q(D_k)$  с мощностями нечетких множеств «исходов»  $M_q(Y(y_k))$ , решением является то нечеткое множество, мощность которого в наибольшей степени соответствует мощности «исхода»:

$$\mu_{\text{ОПТ}} = \max\left(\frac{M_q(D_k)}{M_q(Y(y_k))}\right) \quad (13)$$

Проведем ряд тестовых экспериментов для выбора способа принятия решения по кредитной заявке, соответствующего поставленной задаче.

#### § 2.4.3 Клиент-ориентированная модель оценки кредитных заявок на ИЖК

Разработанная в этом параграфе СППР, включающая математическую модель, основанную на принципах нечеткой логики, и базу знаний позволят установить взаимосвязь индивидуальных характеристик потенциального заемщика и объекта недвижимости с прогнозом благоприятности кредитной сделки. Фактически, СППР формирует решения, основанные на экспертных заключениях о благонадежности соискателей и фундаментальности обеспечения (залога), что допускает этот подход причислить к клиент-ориентированному. [49]

Определенный выбор делает возможным занятие со всем комплексом признаков, находящихся в кредитной заявке. При этом, будет так, что если большинство параметров, свидетельствуют о неблагонадежности соискателя, то

его интегральная оценка будет сдвигаться в худшую сторону, аналогично численный перевес положительных параметров – в лучшую. Подчеркнем важные свойства, типичные для разработанной клиент-ориентированной модели:

- автоматизированная обработка оценки потенциального заемщика;
- минимизация влияния специфики деятельности кредитора (банк, агрегатор и прочее) на процесс и результат проводимой оценки кредитной заявки. С целью повышения эффективности деятельности внутри компании важно обеспечить возможность каждому кредитору разделить технический и информационный доступ к различным ресурсам;
- обеспечение повышения качества и точности анализа кредитных заявок. Принимаемое решение должно быть объективным, обоснованным и наглядным, учитывать достоверность сведений, предоставленных потенциальным заемщиком;
- применение экспертных знаний и накопленного опыта для проведения оценки кредитных заявок;
- формирование возможности выбора условий кредитования на основе индивидуальных качеств потенциального заемщика, а не действия группы заемщиков с похожими социально-экономическими параметрами;
- создание возможности внесения изменений в систему параметров и критериев оценки кредитных заявок. Важно обеспечить простоту изменений системы и сохранить возможность обработки накопленной ранее информации;
- соблюдение возможности внесения изменений по выбранной кредитной заявке (например, изменение объекта залога, условий кредитования).

Особо выделим получаемые преимущества при переходе от традиционных методов оценки потенциальных заемщиков на клиент-ориентированную модель:

- оценка характерных особенностей потенциального заемщика и объекта недвижимости позволяет устранить основополагающую проблему скоринга – выбор параметров непосредственно относящихся к неблагонадежности заемщика;

- исключена проблема необъективности метода экспертных оценок, предоставляется в большинстве случаев беспристрастность и объективность в экспертных оценках кредитной заявке;
- улучшен метод кредитных историй. Предложен анализ качества кредитной истории потенциального заемщика, показана необходимость установления основания создания просроченной задолженности. Также выделена оценка кредитного опыта соискателя и его близость к запрашиваемому ИЖК;
- созданная клиент-ориентированная модель легко адаптируется к работе в других регионах или странах, поскольку оценка возможности предоставления ИЖК формируется на основе индивидуальных особенностей соискателя и объекта недвижимости. При изменении экономики, условий рынка и прочего достаточно внести изменения в: набор критериев и параметров оценки, степень влияния критерия, экспертные оценки критериев.

## **Выводы по ГЛАВЕ 2**

1. Сопоставление условий и особенностей предоставления ИЖК с возможностями математического аппарата теории нечеткой логики дает основание утверждать, что для решения поставленной задачи применение нечетких множеств может оказаться наиболее целесообразным, поскольку:
  - выявлен ряд факторов доказывающих невозможность корректного применения классических вероятностных подходов;
  - математический аппарат теории нечетких множеств обеспечивает достаточно высокую обоснованность принимаемых решений;
  - инструментарий нечеткой логики позволяет: задавать ЛП для данных разного типа; переводить качественные оценки в количественные представления; одновременно оперировать качественными и количественными параметрами;
  - обеспечивается гибкость в выборе метода оценки.

2. Эффективность созданной клиент-ориентированной модели поддержки принятия решений в ИЖК, основанной на экспертных оценках и нечетком логическом выводе (нечетких продукционных правилах) обеспечена:
  - особенностями применения экспертных навыков. Повышена рациональность привлечения высококвалифицированных экспертов и снижена субъективность человеческого фактора (экспертных суждений) путем формирования базы знаний с информацией об индивидуальных особенностях соискателей и объектов недвижимости;
  - формированием визуально и интуитивно понятного, обоснованного решения. Поскольку, основополагающими факторами в принятии решения стали: экспертные оценки и возможность учета (регулирования) уровня их надежности; рассмотрение всех вариантов развития событий для формирования результирующей оценки;
3. Выделено ряд качественных характеристик, указывающих на возвратность кредита: введена оценка качества информации – **достоверность**; разработаны схемы критериев оценки индивидуальных особенностей соискателя и характеристик объекта недвижимости. Проведена классификация основных причин возникновения просроченной задолженности и показана необходимость их учета при сопровождении кредитной сделки;
4. Устранением недостатков, лежащих в основе традиционных методов оценки заемщиков, поскольку:
  - показано, что поставленная задача относится к классу задач многокритериального выбора альтернатив в условиях неопределенности;
  - формируемое решение основано на экспертных оценках, указывающих на взаимосвязь благонадежности и индивидуальных особенностей. Отсутствует необходимость накопления статистических данных и обоснования выбора вероятностных весов. В отличие от скоринга;

- показано, что отсутствие кредитной истории или наличие в ней признаков неблагонадежности не является препятствием для проведения оценки соискателя. В отличие от кредитной истории;
- заключение по кредитной заявке принимается автоматически и субъективность оценок снижена. В отличие от экспертной оценки;
- предоставлена возможность быстрой и простой адаптации модели оценки к: изменениям рыночной конъюнктуры; к специфике, техническим, информационным и экспертным ресурсам кредитора.

## Глава 3. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КЛИЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОЙ ЗАЯВКИ НА ИЖК

### § 3.1 Особенности использования продукционных правил в клиент-ориентированной модели оценки кредитной заявки на ИЖК

Разработанная в главе 2 клиент-ориентированная модель поддержки принятия решений в ИЖК, основанная на нечетких продукционных правилах может быть использована только в случае, когда агрегирование входных критериев условной части правил образует непустое нечеткое множество. В практической деятельности применение разработанного подхода к существенной части кредитных заявок на ИЖК может привести к сложностям в получении выходных оценок.

В результате агрегирования параметров условной части нечетких высказываний некоторые комбинации входных параметров имеют непересекающиеся (противоположные) лингвистические значения, т.е. возможно возникновение пустого нечеткого множества  $\mu_{Mg} = \emptyset$ . В процессе построения интегрального высказывания условная часть содержит логическую связку «И», обуславливающую применение операции пересечения нечетких множеств.

«Нечеткое множество называется пустым  $\emptyset$ , если  $\forall x \in U (\mu_A(x) = 0)$  его носитель является пустым множеством. Характеристическая функция пустого множества состоит из нулей, характеристическая функция универсального множества состоит из единиц:

$$\chi_{\emptyset} = [0 \ 0 \ \dots \ 0], \quad \chi_U = [1 \ 1 \ \dots \ 1].»[211]$$

В теории множеств считается, что пустое множество  $\emptyset$  принадлежит любому множеству. Также и нечеткое пустое множество с функцией принадлежности  $\mu_{\emptyset}(x) = 0$  принадлежит любому нечеткому множеству. С точки зрения решения задачи, это означает, что решение может быть любым – от отказа в предоставлении ИЖК до наилучших условий кредитования. Учитывая, что

характеристическая функция пустого множества состоит из нулей, то возникает необходимость выбора наиболее пессимистичного решения – отказа в предоставлении ИЖК. При этом, результатом оценки кредитной заявки является непустое нечеткое множество, полученное в результате свертки составного высказывания [61].

Важно отметить, что для многих потенциальных заемщиков характерно наличие одновременно нескольких выраженных особенностей, связываемых как с сильными, так и со слабыми экспертными оценками критериев. Очевидно, что наличие одной или нескольких низких оценок, еще не являются однозначным указанием на низкую надежность соискателя. Соответственно, в наличии достижимость снижения качества принимаемого решения, либо невозможность его осуществления. Для поставленной задачи это не является приемлемым, и необходимо дополнительно исследовать возможные математические методы решения проблемы образования пустого нечеткого множества в результате агрегирования критериев условной части правил.

В классическом представлении для нечеткого логического вывода набор правил должен включать в себя все возможные комбинации значений входных и выходных параметров, поскольку, предполагается, что могут быть «ложными»: посылка – данные из кредитной заявки; и заключение – намерения потенциального заемщика вернуть кредитные средства на условиях определенных в кредитном договоре. В общем случае, база правил может быть записана в виде следующих высказываний:

*Высказывание 1:* ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_1$  И  $x_2 = \alpha_1$  И ... И  $x_k = \alpha_1$ , ТО  $y = \beta_1$

...

*Высказывание N:* ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_k$  И  $x_2 = \alpha_k$  И ... И  $x_k = \alpha_k$ , ТО  $y = \beta_m$

Здесь:

- $x_1, x_2, \dots, x_k$  - множество первичных лингвистических переменных;
- $y$  - интегральный критерий лингвистических переменных;



- $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  - терм-множество, на котором заданы первичные лингвистические переменные;
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  - терм-множество, на котором заданы интегральные критерии;
- $k, n, m$  - количество первичных параметров и элементов терм-множества.

Обработка правил выполняется с использованием операций над нечеткими множествами в соответствии со структурой условной части. Разработаем алгоритм позволяющий изменить ситуацию, обусловленную возникновением пустых пересечений при обработке условной части правил составного высказывания.

Пусть имеется правило вида: Если  $x = A$  и  $y = B$ , То  $z = C$ .

Тогда ФП нечеткого вывода определяется  $\mu = (\mu_A \wedge \mu_B) \wedge \mu_C$ .

Рассмотрим соотношение  $(\mu_A \wedge \mu_C) \wedge (\mu_B \wedge \mu_C)$ , т.к. операция ассоциативна, то перепишем соотношение в виде  $\mu_C \wedge (\mu_A \wedge \mu_B)$ . Отсюда следует, что исходное правило может быть заменено на два простых:

Если  $x = A$ , То  $z = C$

Если  $x = B$ , То  $z = C$

Таким образом, база знаний может быть представлена в следующем виде:

Высказывание 1: ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_1$  ТО  $y = \beta_1$

Высказывание 2: ЕСЛИ  $x_2 = \alpha_1$  ТО  $y = \beta_1$

...

Высказывание  $K$ : ЕСЛИ  $x_k = \alpha_1$  ТО  $y = \beta_1$

Высказывание  $(K + 1)$ : ЕСЛИ  $x_1 = \alpha_1$  ТО  $y = \beta_2$  (14)

...

Высказывание  $2 * K$ : ЕСЛИ  $x_k = \alpha_k$  ТО  $y = \beta_2$

...

Высказывание  $(K * M)$ : ЕСЛИ  $x_k = \alpha_k$  ТО  $y = \beta_m$

Изложенный подход можно распространить на правила, имеющие более сложную структуру условной части. Учитывая, что пересечение некоторых

переменных может давать непустое множество и то, что количество переменных описывающих кредитную заявку велико, составление базы знаний по описанному выше подходу будет крайне трудоемко, то целесообразно первоначально разбить условную часть правил на группы переменных, дающих не пустые пересечения. Для этого воспользуемся следующим алгоритмом:

1. Объединим по правилу минимума ФП  $\mu_1(a_1)$  и  $\mu_2(a_2)$  ЛП  $a_1$  и  $a_2$ .
  - Если  $\mu_1(a_1) \wedge \mu_2(a_2) \neq 0$ , то обозначим вновь полученную ФП  $\mu_c^1$ , а переменные  $a_1$  и  $a_2$  включим в группу  $P_c^1$ .
  - Если  $\mu_1(a_1) \wedge \mu_2(a_2) = 0$ , то ЛП  $a_2$ , не включать в эту группу  $P_c^1$ .
2. Объединим по правилу минимума ФП  $\mu_c^1$  с  $\mu_3(a_3)$  ЛП  $a_1 \wedge a_2$  и  $a_3$ .
  - Если  $\mu_c^1 \wedge \mu_3(a_3) \neq 0$ , то обозначим вновь полученную ФП -  $\mu_c^1$ , а ЛП  $a_3$  включим в группу  $P_c^1$ .
  - Если  $\mu_c^1 \wedge \mu_3(a_3) = 0$ , то переменную  $a_3$  не включать в группу  $P_c^1$ .
3. Выполнить пункты один и два для всех ЛП  $A = \{a_1, \dots, a_k\}$ . В результате будет получена ненулевая ФП  $\mu_c^1$  для группы ЛП  $P_c^1$ , объединенных по правилу минимума.
4. Найдем ЛП  $a_g \notin P_c^1$ , где  $g = \{1; k\}$ . Включим эту переменную в группу  $P_c^2$ .
5. Выполним пункты 1 – 3 для переменной  $a_g$ . Объединим по правилу минимума ФП  $\mu_g(a_g)$  и  $\mu_h(a_h)$ .
  - Если  $\mu_g(a_g) \wedge \mu_h(a_h) \neq 0$ , то обозначим вновь полученную ФП  $\mu_c^2$ , а переменную  $a_h$  включить в группу  $P_c^2$ .
  - Если  $\mu_g(a_g) \wedge \mu_h(a_h) = 0$ , то переменную  $a_h$  не включать в группу  $P_c^2$ .
6. Повторим пункт четыре, но название группы ЛП увеличим на единицу. Таким образом, новая группа ЛП -  $P_c^3$ , а вычисляемая ФП  $\mu_c^3$ .
7. Повторим пункты пять и шесть.

8. Повторим пункты шесть, семь и восемь до тех пор пока все ЛП  $A = \{a_1, \dots, a_k\}$  не будут распределены по группам ЛП  $P_c^1, P_c^2, \dots, P_c^l$ . И получены ФП  $\mu_c^1, \mu_c^2, \dots, \mu_c^l$ .

Теперь база знаний вида (14) может быть записана в следующем виде:

Высказывание 1: ЕСЛИ  $P_c^1$  ТО  $b = \gamma_1$

Высказывание 2: ЕСЛИ  $P_c^2$  ТО  $b = \gamma_1$

...

Высказывание  $l$ : ЕСЛИ  $P_c^l$  ТО  $b = \gamma_1$

(15)

Высказывание  $(l+1)$ : ЕСЛИ  $P_c^1$  ТО  $b = \gamma_2$

...

Высказывание  $(l * m)$ : ЕСЛИ  $P_c^l$  ТО  $b = \gamma_m$

Здесь:  $m$  - количество первичных параметров и элементов терм-множества.

Для каждого правила вычисляется нечеткая импликация. В случае алгоритма Мамдани для этой цели используется операция *min*:

$$\mu_{di}^j = \min(\mu_c^i(P_c^i), \mu(b^j)), \quad b = \gamma_j \quad (16)$$

Таким образом, при использовании алгоритма Мамдани можно разрешить проблему пустых пересечений при преобразовании условной части правил вывода. С одной стороны, предложенный алгоритм увеличивает число правил базы знаний, а с другой более простая структура правил существенно упростит процедуру поиска решения.

Однако при вычислении нечеткой импликации, что необходимо при формировании возможного решения по кредитной заявке, возникает аналогичная проблема пустых пересечений. В этом случае возникает ситуация, когда отрицательное решение принимается при наличии хотя бы одной отрицательной оценки по заявке.

Проведем тестовый эксперимент на идеальной модели (см. Приложение 9. Таблица 1). Предположим, что одна лингвистическая переменная имеет оценку

«Низкая», а остальные четыре – «Высокая». Тогда будет сформировано две группы с оценками «Низкая» и «Высокая», мощность каждого из которых 125,5.

Один из вариантов решения может заключаться в ограничении набора правил используемых при обработке, так чтобы в итоге было получено непустое нечеткое множество. Очевидно, что подобный подход требует вовлечения в процесс оценки кредитных заявок дополнительных ресурсов, что далеко не всегда представляется возможным. Очевидна необходимость выработки универсальных способов вычисления нечеткой импликации для решения проблемы пустых пересечений нечетких множеств [212].

Важно отметить, что для вычисления импликаций требуется выполнение условия, что все операнды определены на едином универсальном множестве. Соответственно, для выполнения условия все элементы предварительно приводятся к нормированному множеству, т.е. выполняется отражение аргумента функции принадлежности лингвистической переменной на числовой отрезок  $[0;1]$ . Поскольку, каждая лингвистическая переменная требует индивидуального подхода, то процедура проводится без строго заданного алгоритма. Задание лингвистических переменных на нормированном множестве было рассмотрено ранее в примере см. § 2.3.1 и в Приложение 4 приведен полный перечень переменных. Очевидна необходимость выработки универсальных способов вычисления нечеткой импликации для решения проблемы пустых пересечений нечетких множеств [212].

### **§ 3.2 Модификация алгоритма Мамдани при учете влияния входных переменных на исход оценки кредитной заявки**

Важно отметить, что каждая кредитная заявка по-своему уникальна и содержит нечеткую информацию разных типов: качественную, количественную, логическую. В связи с тем, что в традиционном алгоритме Мамдани для свертки критериев в условной части правил используются операции пересечения и (или) объединения, которые определены только для множеств, заданных на одном и

том же универсальном множестве, вместо соответствующих функций принадлежности используются их дискретные значения (синглтоны). При этом, применение операции пересечения нечетких множеств приводит к тому, что наихудшая оценка по некоторому критерию определяет вывод, что в данной задаче может привести к некорректному результату.

Для нечетких множеств  $\tilde{A}$ ,  $\tilde{B}$  и  $\tilde{C}$  определенных нечеткими функциями принадлежности  $\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y), \mu_{\tilde{C}}(z)$  рассмотрим правило:

$$\text{Если } \langle x = \tilde{A} \rangle u \langle y = \tilde{B} \rangle, \text{ то } \langle z = \tilde{C} \rangle$$

Для получения вывода по алгоритму Мамдани необходимо вычислить импликацию  $(\tilde{A} \cap \tilde{B}) \rightarrow \tilde{C}$ .

$$\tilde{D} = \tilde{C} \cap (\tilde{A} \cap \tilde{B}) \text{ или } \mu_{\tilde{D}} = \mu_{\tilde{C}} \cap (\mu_{\tilde{A}} \cap \mu_{\tilde{B}}).$$

$$\text{Выполняется соотношение } \mu_{\tilde{C}} \cap (\mu_{\tilde{A}} \cap \mu_{\tilde{B}}) = (\mu_{\tilde{C}} \cap \mu_{\tilde{A}}) \cap (\mu_{\tilde{C}} \cap \mu_{\tilde{B}}). \quad (3.1)$$

Это дает возможность отказаться от свертки критериев в условной части правил и перейти к вычислению частных импликаций для отдельных критериев с последующей их агрегацией на основе операции пересечения. Данные результаты сохраняются и при переходе к более сложным правилам. Как было показано ранее наличие большого числа критериев предполагает возможность формирования в условной части правил нескольких групп, дающих непустые пересечения, а также проведение обработки в соответствии с равенством (3.1). Тем не менее, при определении частных импликаций фактически вновь возникнут пустые пересечения нечетких множеств.

Непосредственное использование соотношения (3.1) невозможно, т.к. в общем случае нечеткие множества  $\tilde{A}$  и  $\tilde{C}$ ,  $\tilde{B}$  и  $\tilde{C}$  определены на различных универсальных множествах. Поэтому для вычисления импликаций предлагается использовать операцию «тень нечетких множеств», описанную в работе [90, 214].

Пусть имеются нечеткие множества:

$$\tilde{A} = \{\mu_{\tilde{A}}(y)/y\}, y \in [0,1], \quad \tilde{B} = \{\mu_{\tilde{B}}(x)/x\}, x \in [0,1]$$

«Введем операцию  $Sh(\tilde{A}, \tilde{B})$  – тень (*shadow*-тень) нечеткого множества  $\tilde{A}$ , которое будем называть источником, на нечеткое множество  $\tilde{B}$ , которое будем называть приемником проекции. Операция «тень»  $Sh(\tilde{A}, \tilde{B})$  должна удовлетворять следующим условиям:

- $Sh(\tilde{A}, \tilde{B})$  – нечеткое множество;
- $Sh(\tilde{A}, \tilde{A}) = \tilde{A}$ ;
- $Sh(\tilde{A}, \tilde{B}) = \emptyset$  – пустое множество, если множества  $\tilde{A}$  и  $\tilde{B}$  ортогональны или хотя бы одно из множеств пустое.» [212]

Процедуру построения «тени»  $Sh(\tilde{A}, \tilde{B})$  определим следующим образом [212]:

$$Sh(\tilde{A}, \tilde{A}) = \left\{ \varphi \left[ \mu_{\tilde{A}}(y), \mu_{\tilde{B}}(x') \right] / [y, x' = f(y)] \right\} \quad (17)$$

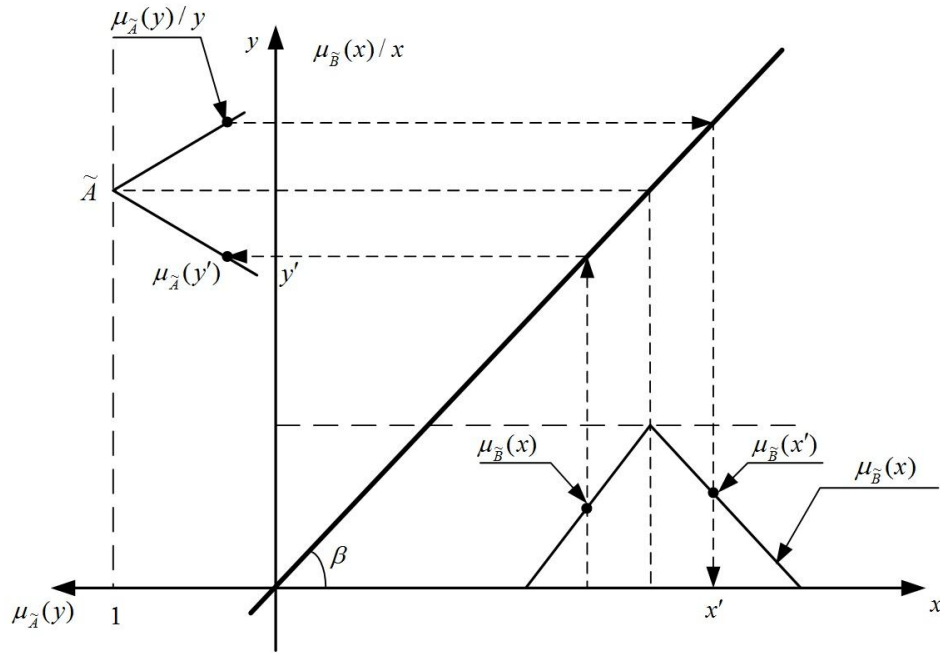
где  $f(y) = \frac{CG \left| \mu_{\tilde{B}}(x) \right|}{CG \left| \mu_{\tilde{A}}(y) \right|} y$  – проекционная функция;

$CG \left| \mu_{\tilde{B}}(x) \right|$  и  $CG \left| \mu_{\tilde{A}}(x) \right|$  – координаты центра тяжести фигур, ограниченных ФП  $\mu_{\tilde{B}}(x)$  и  $\mu_{\tilde{A}}(y)$  соответственно;  $\varphi$  – функционал, задающий вид преобразований над ФП;  $y \in [0,1], x \in [0,1]$

Графически процедура построения «тени»  $Sh(\tilde{A}, \tilde{B})$  изображена на рисунке 29. Для простоты графических представлений используем треугольные ФП. [212]

Если угол наклона  $\beta$  проекционной функции  $f(y) = 0^\circ$  или  $f(y) = 90^\circ$ , то нечеткие множества  $\tilde{A}$  и  $\tilde{B}$  ортогональны. Выделим основные свойства операции «тень нечеткого множества», которые могут оказать существенное влияние на решение поставленной задачи [90, 214]:

- операция не коммутативна  $Sh(\tilde{A}, \tilde{B}) \neq Sh(\tilde{B}, \tilde{A})$ ;
- операция не ассоциативна  $Sh(\tilde{A}, Sh(\tilde{B}, \tilde{C})) \neq Sh(Sh(\tilde{A}, \tilde{B}), \tilde{C})$ ;



**Рисунок 29. Вычисление «тени»  $Sh(\tilde{A}, \tilde{B})$**

– операция не дистрибутивна:

$$Sh_{\min}(\tilde{A}, Sh_{\max}(\tilde{B}, \tilde{C})) \neq Sh_{\max}(Sh_{\min}(\tilde{A}, \tilde{B}), Sh_{\min}(\tilde{A}, \tilde{C})),$$

$$Sh_{\max}(\tilde{A}, Sh_{\min}(\tilde{B}, \tilde{C})) \neq Sh_{\min}(Sh_{\max}(\tilde{A}, \tilde{B}), Sh_{\max}(\tilde{A}, \tilde{C})),$$

– операция идемпотентна  $Sh_{\max}(\tilde{A}, \tilde{B}) = Sh_{\min}(\tilde{A}, \tilde{B})$ .

Операцией «тень нечетких множеств» подробно описана в работе [90, 212], характерные для данной операции свойства и их доказательства приведены в работе [214].

Применение операции «тень нечеткого множества» позволит при обработке правил нечеткого логического вывода формировать решения, включающие влияние каждого входного параметра, приведенного в кредитной заявке, что способствует формированию комплексных оценок. В отличие от предложенного в §3.1 варианта, сведена к нулю необходимость вовлечения экспертов в процесс оценки кредитных заявок с непересекающимися лингвистическими значениями параметров.

Соответственно, применение операции «тень нечеткого множества», как инструмента для решения проблемы пустых пересечений нечетких множеств оказывает благоприятное влияние на решение поставленной задачи.

### **§ 3.3 Систематизация подхода в формировании набора критериев оценки кредитной заявки на ИЖК в клиент-ориентированной модели**

Экспоненциальный рост объема данных о потенциальных заемщиках и условиях рынка с одной стороны, вынуждает крупные банки осуществлять сбор доступной информации и структурировать ее согласно выработанным приоритетам, а с другой открывает возможности для исследования и применения альтернативных методов оценки соискателей, что представляется весьма перспективным в условиях дефицита данных, описывающих кредитное поведение потенциальных заемщиков.

Тенденции роста количества оцениваемых параметров не вызывают сомнений. Отметим, что для решения поставленной задачи было отобрано 130 параметров (см. Приложение 2). Соответственно, процесс андеррайтинга в условиях дефицита времени, сформированного конкурентными условиями рынка ИЖК, становится трудновыполнимым даже для опытных экспертов. В связи с этим, представляется весьма важным исследовать влияния количества переменных и их качественных оценок на формирование результирующей оценки (решения).

#### **§ 3.3.1 Трансформация качества результирующей оценки кредитной заявки на ИЖК в процессе изменения количества входных параметров**

Решение о целесообразности предоставления ИЖК формируется на основе анализа кредитной заявки, включающей значительное число запрашиваемых характеристик – более ста. Причем по запрашиваемым характеристикам может не быть данных. Тогда встает проблема оценки особенностей извлекаемых решений.



Задание связи между количеством используемых параметров и качеством результата представляется одним из возможных решений.

Как правило, для увеличения точности проводимой оценки, возникает стремление увеличить количество параметров, характеризующих оцениваемую величину. Однако, достигнув некоего порогового значения, дальнейшее увеличение критериев оценки будет крайне слабо способствовать повышению качества проводимой оценки, в то время как расчеты будут весомерно усложняться. Таким образом, необходимо определить рациональное количество параметров для оценки целесообразности предоставления ИЖК. [211]

Рассмотрим целесообразность применения функции ценности количества параметров  $V(q)$  для решения поставленной задачи:

$$q = \frac{Q_i}{Q_r},$$

где  $q$  – оптимальное количество параметров;

$Q_i$  – количество параметров в  $i$ -ом правиле условного логического вывода;

$Q_r$  – общее количество параметров.

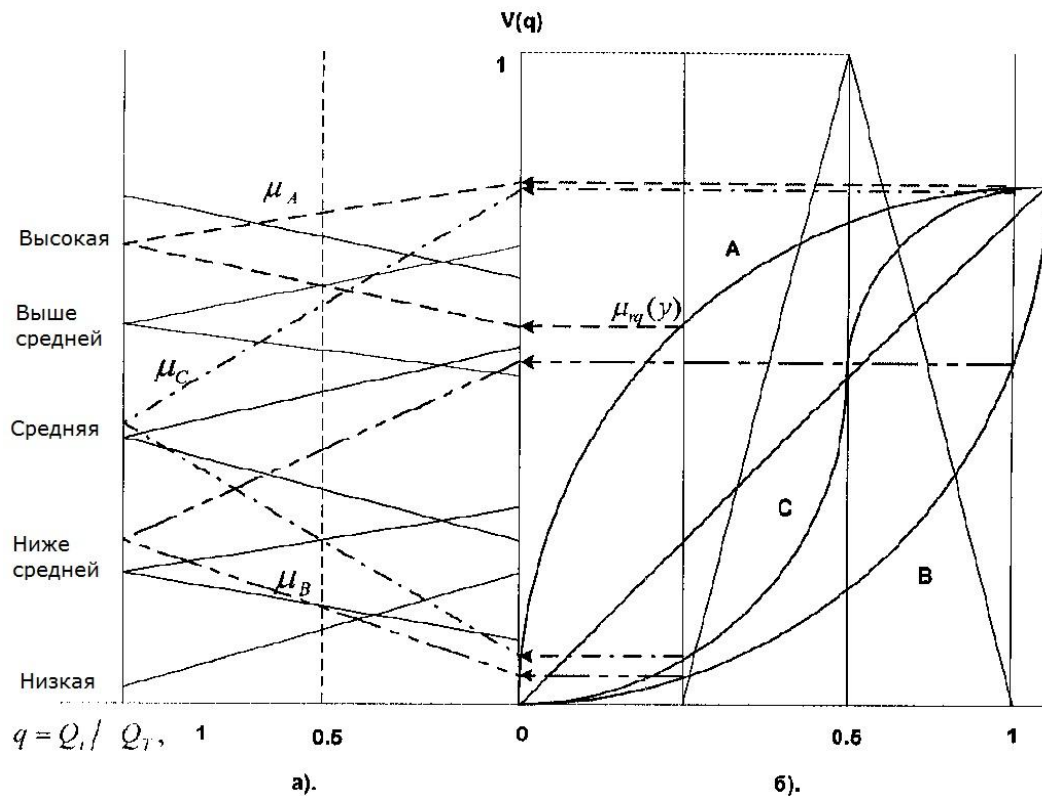
Очевидно, что представление о значимости конкретного параметра при принятии решения о целесообразности предоставления ИЖК будет обусловлено субъективным мнением эксперта. Например, если влияние количества используемых параметров на качество принимаемого решения равномерно, то функция ценности количества критериев будет иметь линейный вид (см. рисунок 30). [211]

На левой части рисунка 30 (фрагмент «а») показаны ФП нечетких оценок влияния количества параметров на качество выводов. Кривая  $A$  – показывает, что увеличение количества оцениваемых параметров значительно улучшает качество оценки. Кривая  $B$  – показывает противоположную точку зрения.

Рассмотрим подробнее методику оценки оптимального количества параметров  $q$ :

1. Пусть  $r_n$  - оценка, полученная в итоге вычислений и ФП  $\mu_{rq}(y)$ , которая строится в системе координат функции ценности количества параметров.

Причем, координата максимума  $\mu_{r_q}(y)$  совмещается с точкой  $Q_i$  - точка, указывающая на количество параметров в  $i$ -правиле.



**Рисунок 30. Зависимость качества принимаемого решения от количества оцениваемых параметров**

2. Выполняется проецирование функции  $\mu_{r_q}(y)$  с помощью функции ценности количества параметров на сегмент «а» (см. рисунок 30), на котором представлены соответствующие ФП нечетких оценок качества вывода: «Низкая», «Ниже средней», «Средняя», «Выше средней», «Высокая». Проекция полученного вывода представлена на фрагменте «а» (см. рисунок 30):  $\mu_A$  - для кривой А;  $\mu_B$  - для кривой В;  $\mu_C$  - для кривой С.

3. Оценка качества вывода  $r_q$ . Очевидно, что имея в наличии одну единственную характеристику потенциального заемщика или объекта недвижимости, принять адекватное решение о целесообразности предоставления ИЖК не представляется возможным. Наличие же нескольких оцениваемых в кредитной заявке параметров дают больше уверенности в обоснованности принимаемого решения. Таким образом, первоначальное увеличение количества

оцениваемых параметров будет способствовать повышению качества проводимой оценки. С учетом указанной особенности оценки целесообразности предоставления ИЖК, кажется логичным выбор функции ценности количества параметров имеющей вид А (см. рисунок 30).

Перейдем к оценке качества вывода  $r_q$ , для этого рассчитаем степень включения нечеткого множества, определенного ФП  $\mu_A$ , в нечеткие множества, соответствующие оценкам «Выше среднего» (BC) и «Высокая» (B) (см. рисунок 30). Для этого можно воспользоваться соотношениями [131, 211]:

$$v(\tilde{A}_{r_q}, BC) = \int_{y \in Y} \mu_A(y) \rightarrow \mu_{BC}(y), \text{ для оценки «Выше среднего»,}$$

$$v(\tilde{A}_{r_q}, B) = \int_{y \in Y} \mu_A(y) \rightarrow \mu_B(y), \text{ для оценки «Высокая».$$

Таким образом, данная методика позволит оценить качество сделанного выбора в зависимости от числа используемых критериев.

### *§ 3.3.2 Учет воздействия определенного параметра на результирующую оценку кредитной заявки на ИЖК*

Рассмотрим небольшой пример: потенциальный заемщик имеет временную регистрацию в регионе проживания и работы. В этом же регионе потенциальный заемщик планирует приобрести недвижимость с помощью ИЖК. В будущем у заемщика может возникнуть дополнительный риск при условии, что недвижимость приобретается на первичном рынке, поскольку, при трудоустройстве требуется регистрация по месту пребывания.

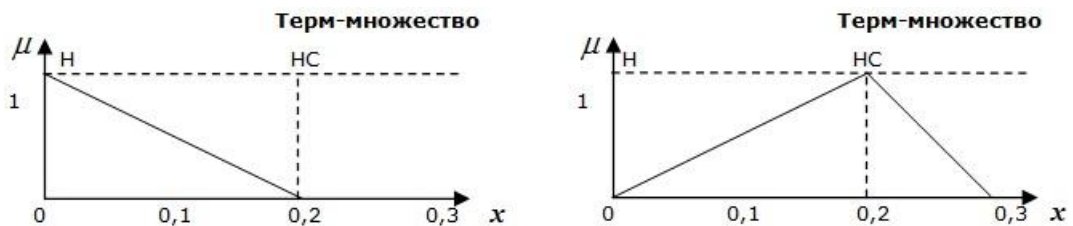
Приведенный пример отражает, что каждая единица данных (входной параметр) носит субъективный характер и его влияние может быть сглажено или усилено действием информационного окружения (например, недостаточная подтвержденность предоставленной информации, сомнительность сделки и прочее). Для приведенного примера влияние будущего риска снижается для покупки недвижимости на вторичном рынке и повышается – на первичном.

Соответственно, возникает необходимость предоставить возможность изменять влияние некоторых критериев по мере необходимости (например, определенной экспертом).

Одним из доступных способов представляется применение учета веса критериев. Один из традиционных способов заключается в возведении в степень  $w_j$  ФП оценки конкретного критерия.

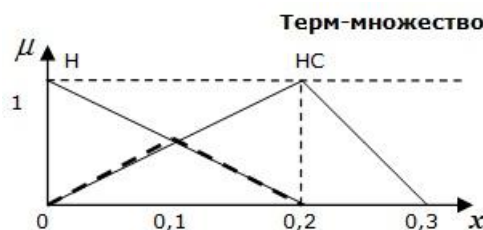
$$X_j(w_j) = \{\mu_{X_j}^{w_j}(u)/u\}$$

Очевидно, что операция возведения в степень ФП приводит к изменению первоначального вида ФП  $\mu_{X_j}(u)$  (а значит, изменятся и значения ФП), что в свою очередь приведет к изменению результирующей ФП  $\mu_M$ . Важно, что применение данного подхода может привести к принятию более оптимистичного решения по кредитной заявке. Рассмотрим на простом примере влияние на результирующую ФП возведения в степень исходной. Исходные ФП изображены на рисунке 31.



**Рисунок 31. Исходные функции принадлежности  $\mu_1$  и  $\mu_2$**

Предположим, что веса *Критерия 1* и *Критерия 2* равны, т.е.  $w_1 = w_2 = 1$ . ФП множества, полученного в результате свертки,  $M_1 = \mu_{kp1} \wedge \mu_{kp2}$  будет иметь вид, изображенный на рисунке 32.



**Рисунок 32. ФП, полученная в результате парной свертки**

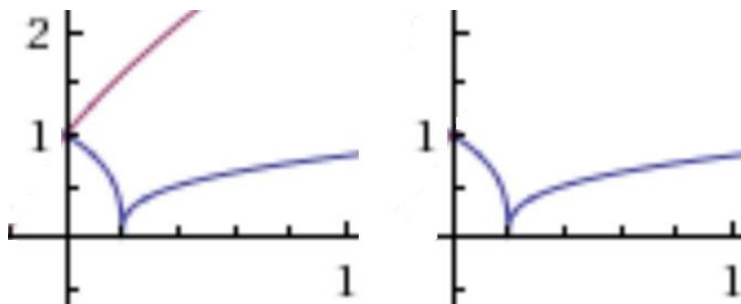
$$M_1 = \mu_{kp1} \wedge \mu_{kp2}$$

Обычно,  $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$ , при равноценных критериях  $w = \frac{1}{n}$ . Поскольку степень влияния одного и того же веса будет одинаковой для всех критериев, то вес просто не рассматривается. Теперь, предположим, что, по мнению эксперта, *Критерий 2* по сравнению с *Критерием 1* оказывает большее влияние на результат оценки, т.е.  $w_1 < w_2$ ,  $w_1 + w_2 = 1$ ,  $w_1 = \frac{1}{3}$ ,  $w_2 = \frac{2}{3}$ . Используя классический подход, необходимо возвести ФП *Критерия 2* в степень  $w_2$ .

ФП, полученная в результате возведения в степень, и результат свертки показаны на рисунке 33 (построен с помощью [240]), из которого видно, что множество, построенное с учетом весовых коэффициентов, будет отличаться от мощности множества полученного без учета весовых коэффициентов (см. рисунок 33).

Кроме того, возможно уменьшение значения  $\max\{\mu(x)\}$ . Если максимальное значение функции равно единице, то при возведении в степень ничего не изменится. Может оказаться так, что это уменьшение будет противоречить экономическому смыслу задачи. Для устранения этого недостатка можно использовать другую процедуру учета влияния параметров [211].

Рассмотрим исходные функции принадлежности  $\mu_{Kp1}(z)$  и  $\mu_{Kp2}(z)$ , изображенные на рисунок 31.



Обозначим уровень значимости Критерия 1, как  $w_{Kp1}$ , а Критерия 2 -  $w_{Kp2}$ . Причем уровни значимости критериев неравны  $w_{Kp1} \neq w_{Kp2}$ .

**Рисунок 33. Парная свертка ФП  $\mu_1^{1/3}$  и  $\mu_1^{2/3}$  и результат свертки**

Опишем алгоритм, позволяющий учесть влияние веса критерия оценки на итоговое решение:

1. Вычислить ФП  $\mu_r(z) = \{\mu_{Kp1}(z), \mu_{Kp2}(z)\}$ , где  $\mu_r(z) = \min(\mu_{Kp1}(z), \mu_{Kp2}(z))$

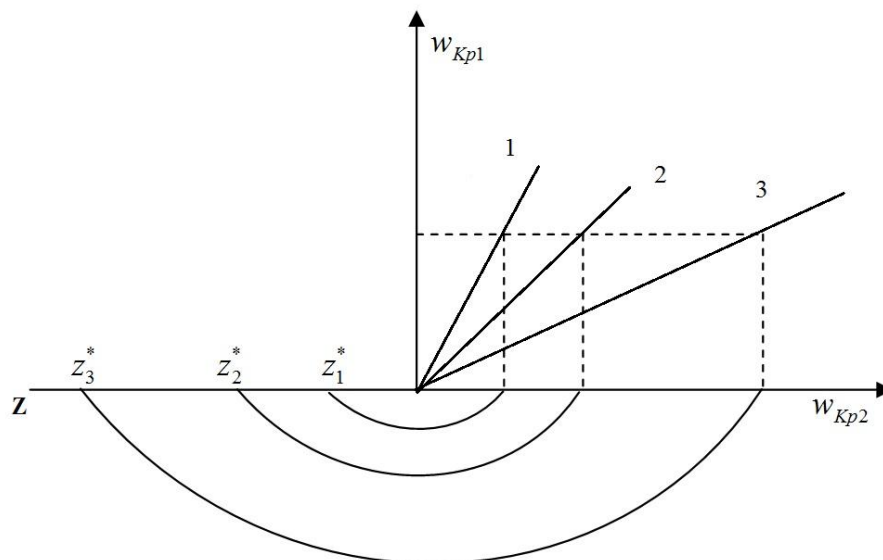
2. Определить носитель и координату центра тяжести полученного нечеткого множества  $z$ :

$$z = \text{supp}\{r\},$$

$$z^* = \frac{\sum_z \mu_r(z)z}{\sum_z \mu_r(z)}$$

3. В работе [211] предлагается определять функцию важности (ценности) критериев – как функцию, которая определяет зависимость между весами критериев и значением координаты центра тяжести ФП, полученной в результате пересечения исходных. На рисунке 34 показано графическое представление важности критериев.

Случай, когда по оценке эксперта Критерий 1 и Критерий 2 имеют одинаковый вес, т.е.  $w_{Kp1} = w_{Kp2}$  показан на рисунке 34 линией 2. Отклонение от этой линии (изменение угла наклона или переход функции важности (ценности) к нелинейному виду) показывает изменение того или иного критерия оценки, что в свою очередь приводит к смещению центра тяжести получаемого множества  $\mu_r(z)$ .



**Рисунок 34. Графическое представление функции важности (ценности) критериев оценки**

Описанный метод позволит сохранить внешний вид ФП и ее максимальное значение, тем самым позволяя избежать недостатков, описанных в традиционном подходе. Однако реализация данного метода крайне трудоемка в случае, если количество оцениваемых критериев больше двух. В связи с этим на множестве критериев необходимо построить пары, дающие не пустые пересечения, определить веса частичных комбинаций, а затем построить для них интегральную функцию ценности [211]. Более подробная информация о подходах позволяющих учесть вес критериев оценки описана в работе [211].

*§ 3.3.3 Формирование результирующего решения с учетом совокупного влияния лингвистических значений входных переменных. Коэффициент модификации функции принадлежности*

В случае проведения оценки кредитной заявки экспертом более вероятно, что его решение будет смещаться в сторону качественной оценки, которой было оценено большинство параметров кредитной заявки.

Гипотетически, увеличение количества оцениваемых (входных) параметров будет способствовать приращению отклонения качественной оценки (решения), получаемой с помощью разработанной модели, от экспертной оценки. Произвольный пример показывающий, что решения, принимаемые с помощью разработанной модели и экспертом, могут отличаться приведен в Приложении 9 (см. таблица 9).

В качестве одного из возможных подходов может быть предложен учет количества всех лингвистических значений входных переменных при формировании результирующей оценки. Предварительно выделим основные традиционные подходы, позволяющие изменять вид ФП:

- операция возведения в степень. Основная проблема заключается в возможном изменении первоначального вида ФП (подробнее см. § 3.3.2);
- операции концентрирования и размытия нечетких множеств [211]. Применение данных операций позволит влиять лишь на два варианта исхода, в то время как

количество возможных лингвистических значений исходов (программ кредитования) произвольно.

В работе [52] предлагается умножить ФП на коэффициент –  $n$ , позволяющий учесть воздействие числа входных лингвистических оценок на исход (решение). Значение коэффициента  $n$  пропорционально количеству лингвистических оценок входных переменных для данного исхода. Было принято, что если все лингвистические оценки входных переменных совпадали, то вид ФП сохраняется, т.е.  $n=1$ , а для случаев, когда лингвистическое значение исхода отлично от лингвистических значений всех входных переменных  $n = 1/2$ . Нормируем коэффициент на  $[0,5; 1]$ , тогда: [52]

$$n_i = 1 - \frac{\left(1 - N_i / n\_count\right)}{2} \quad (19)$$

где  $n_i$  – коэффициент учета количества лингвистических оценок в  $i$ -м исходе;

$N_i$  – количество лингвистических оценок входных переменных для  $i$ -го исхода с выбранным  $i$ -м лингвистическим значением;

$n\_count$  – количество входных (оцениваемых) лингвистических переменных.

Благоприятное влияние разработанного коэффициента (19) на качество принимаемого решения по кредитной заявке подтверждено экспериментально (см. Приложение 9, таблица 3).

### **§ 3.3.4** *Коэффициент модификации функции принадлежности, полученной с помощью операции «тень нечеткого множества»*

Обратимся к виду ФП - исходному и получаемому в результате выполнения операции «тень» нечеткого множества на каждый из возможных вариантов исхода. Входной вид ФП в результате «проекции» (применение «тени», описанной в §3.2) изменяется незначительно. Очевидно, что при выполнении «проекции» на «исход» по мере смещения лингвистической оценки (графика ФП) должна меняться и степень итоговой значимости. Чем дальше будет смещаться



«тень» проецируемого нечеткого множества от исходной лингвистической оценки этого множества, тем влияние полученной «проекции» (лингвистической оценки и ФП) на выбор варианта «исхода» (выходной переменной) на который выполняется проекция должно становиться слабее. Данное утверждение подтверждается сравнением мощностей нечетких множеств [52], полученных в результате проекции (см. Приложение 9, графа «Метод тени» в таблице 8).

Для усиления (снижения) влияния нечеткого множества применяется операция возведения ФП в степень, рассмотренная в §3.3.2. Однако, изменение первоначального вида ФП, может существенно усложнить процесс интерпретации получаемого решения.

В этой связи, введение коэффициента модификации выходной ФП может оказаться целесообразным. Под воздействием коэффициента должен меняться вид ФП в зависимости от расстояния между графиками ФП первоначального и «спроецированного» нечетких множеств. Как правило, расстояние Хэмминга используется для определения расстояния между нечеткими множествами [110, 211]. Тем не менее, такой вариант существенно затруднит процесс принятия решения в условиях особенностей поставленной задачи и ограничений выбранного подхода. Проще вычислить расстояние между нечеткими множествами как модуль разности между координатами центров тяжести исходного и спроецированного нечетких множеств на оси X. Между проекцией и нечетким множеством коэффициент расстояния может быть вычислен [52]:

$$m = \frac{1}{1 + |CG|\mu_A(x) - CG|\mu_{Sh(A,B)}(x)|} \quad (18)$$

где  $m$  – коэффициент расстояния между нечетким множеством и проекцией;

$CG|\mu_A(x), CG|\mu_{Sh(A,B)}(x)|$  - координаты центра тяжести фигур, ограниченных ФП проецируемого нечеткого множества  $\mu_A(x)$  и его проекции  $\mu_{Sh(A,B)}(x)$  на ФП нечеткого множества  $\mu_B(x)$ .

Необходимо отметить, что операция умножения ФП на коэффициент также может привести к изменению вида ФП. Однако, в рамках поставленной

задачи для простоты вычислений нами применяются только линейные ФП, умножение которых на коэффициент не приводит к изменению внешнего вида ФП. Ограничения возможности применения разработанного коэффициента для других видов ФП не требуется для решения поставленной задачи и может быть темой отдельного исследования.

Изменения ФП «тени» нечеткого множества при применении коэффициента расстояния показаны в Приложении 9 (см. Таблица 2, графа «Метод «тень» с применением коэффициента расстояния от проецируемого множества»). Очевидно, что применение коэффициента (18) благоприятно отражается на виде ФП и будет способствовать достижению поставленной цели – повышению качества оценок.

### **§ 3.4 Применение клиент-ориентированной модели, основанной на нечетких продукционных правилах, для определения предпочтительного решения по кредитным заявкам на ИЖК**

В диссертационном исследовании была разработана клиент-ориентированная модель поддержки принятия решений в ИЖК, основанная на нечетких продукционных правилах. В Приложении 1 отражен перечень кредитных организаций, чьи кредитные заявки были проанализированы, чтобы выявить максимально полный список параметров (см. Приложение 2), используемый для оценки кредитной заявки на ИЖК.

Из списка параметров, собранных в Приложении 2, формируется список первичных лингвистических переменных, отраженных в Приложении 3. Каждая из лингвистических переменных задается по алгоритму определенному в Приложении 4. В Приложении 5 собраны критерии оценки, которые определяются на основе групп первичных параметров, собранных как определено в Приложении 6. Вид лингвистических переменных решения по кредитной заявке и программы кредитования приведены в Приложении 7, а параметры, на основе которых они определяются, приведены в Приложении 8.

Для упрощения тестовых экспериментов проведем часть из них на «идеальной модели». Особенность, модели заключается в том, что:

- лингвистические значения оценок входных и выходных ЛП: «Н» - Низкая, «НС» - Ниже средней, «С» - Средняя, «ВС» - Выше средней, «В» - Высокая. Лингвистические переменные заданы в Приложении 9 таблице 4;
- для одинаковых лингвистических значений графики ФП входной и выходной ЛП совпадают;
- при применении импликации Мамдани (см. §2.4.2 формула 8) и операции «тень нечетких множеств» (см. § 3.2) в экспериментах, будут одновременно применяться коэффициенты модификации функций принадлежности (см. §3.3.3 и §3.3.4);
- кредитная заявка описана десятью ЛП, представленными в Приложении 9 таблице 5, их графики в Приложении 9 таблице 4 графе «График функции принадлежности входной лингвистической переменной».

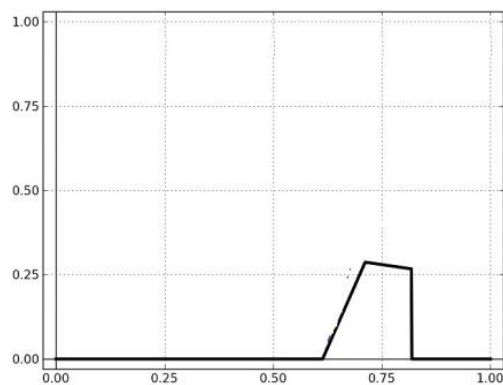
Учитывая специфику поставленной задачи, отметим, что предложенные в диссертационном исследовании методы оценки целесообразности предоставления ИЖК на основе кредитной заявки являются весьма трудоемкими. В этой связи автором лично разработана программа на языке Python, формирующая рекомендации по кредитным заявкам с помощью разработанных математических методов оценки кредитных заявок на ИЖК.

Подробное описание тестовых экспериментов весьма громоздко и трудоемко, т.к. оценка каждой кредитной заявки описывается с помощью 130 исходных лингвистических переменных.

При этом, в соответствующих разделах диссертации достаточно подробно описаны вопросы, представляющиеся техническими: составления правил и формул, описывающих конкретную кредитную заявку; применение математических методов. Кроме того, процесс оценки кредитной заявки автоматизирован. В этой связи, в описании тестирования приводятся только существенные детали.

С целью снижения трудоемкости проведения и оценки экспериментов выполним их в разработанной нами программе. Результирующие ФП для высказываний вида (13), импликация Мамдани приведены в Приложении 9 таблица 6. Результирующее решение согласно формулы (12), получено для нечеткого множества  $D_{\text{ВышеСредней}}(x, y_{\text{ВышеСредней}})$ , мощность которого составляет 43,71 (см. Приложение 9 таблица 7), лингвистическая оценка «Выше Средней», представлено на рисунке 35.

Таким образом, с точки зрения благоприятности кредитования получены положительные, достаточно надежные и умеренно (относительно) высокие оценки. Соответственно, Заемщику может быть предоставлен ИЖК с достаточно мягкими условиями кредитования.



**Рисунок 35. Решение по кредитной заявке**

Далее проведем ряд экспериментов с выбором результирующей оценки одним из способов сравнения нечетких множеств (нечеткое множество, мощность которого максимальна; нечеткое множество, мощность которого максимально совпадает с мощностью исхода) и проведением дефаззификации методом «наибольший из максимумов». Результаты экспериментов приведены в Приложении 9 таблице 8. Результирующие оценки наиболее качественные и близкие к экспертным суждениям в большинстве экспериментов были получены методом дефаззификации «наибольший из максимумов».

Проведенные эксперименты показали, что успешное устранение проблемы пустых пересечений достигается с помощью операции «тень» нечетких множеств. При этом, эмпирически подтверждено, адекватное смещение лингвистического

значения выходной переменной в сторону наилучшей или наихудшей оценки при увеличении количества входных переменных с соответствующими качественными оценками.

С целью повышения убедительности и обоснования возможности практического применения, разработанной нами клиент-ориентированной модели поддержки принятия решений в ИЖК, основанной на нечетких продукционных правилах, проведем оценку предоставленных коммерческими банками кредитных заявок реальных заемщиков. Для оценки качества результирующей оценки кредитной заявки, полученной экспериментальным путем, сравним его с экспертной оценкой коммерческого банка (решением кредитного комитета). Особо отметим, что с целью сохранения банковской тайны и персональных данных, предоставленная для тестовых экспериментов информация обезличена.

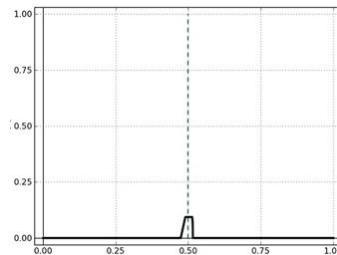
**Заемщик 1.** Кредитная заявка приведена в таблице 1 частично (полная информация см. Приложение 10, таблица 1). С помощью разработанной клиент-ориентированной модели проведем оценку целесообразности и условий предоставления ИЖК Заемщику 1. Используем для этого импликацию Мамдани, операцию «тень», метод дефаззификации «наибольший из максимумов», предоставляющих решения наиболее близкие к экспертным суждениям.

**Таблица 1. Кредитная заявка. Заемщик 1**

Категория	Сведения	Подтверждающие документы
Личная информация о заявителе (заемщике)	<b>Заемщик 1</b>	Паспорт, Заграничный паспорт, ИНН, СНИЛС
	25 лет	
	Российское гражданство	
	Женский пол	
	Невоеннообязанный	

Оценка кредитной заявки Заемщика 1 подробно описана в Приложении 10. Решение представлено нечетким множеством с лингвистической оценкой «Средняя» (см. рисунок 36).

С точки зрения благоприятности кредитования, сведения в кредитной заявке Заемщика 1, получили достаточно надежные и положительные оценки. Следовательно, Заемщику 1 может быть предоставлен ИЖК. Полученное решение не противоречит экспертным суждениям и решению кредитного комитета о целесообразности предоставления ИЖК Заемщику 1.



**Рисунок 36. Результирующая оценка кредитной заявки Заемщика 1, учитывающая критерии оценки**

В Приложениях 10 – 12 описаны тестовые эксперименты по оценке реальных заемщиков. Полученные в них результаты не противоречат экспертным суждениям и решениям кредитного комитета. Результаты тестовых экспериментов подтверждают корректность работы разработанной клиент-ориентированной модели поддержки принятия решений в ИЖК, основанной на нечетких продукционных правилах.

В заключение добавим, что для принятия решения о целесообразности предоставления ИЖК с помощью разработанной модели выполняется оценка всех параметров кредитной заявки, как показано в примере. В результате получается лингвистическая оценка кредитной заявки. Для определения условий предоставления ИЖК кредитору необходимо провести соответствие между полученной лингвистической оценкой кредитной заявки и кредитным регламентом организации. Например, в регламенте может быть определено, что чем ниже значение лингвистической оценки кредитной заявки, тем меньше срок кредитования и сумма кредита. Составление подобного регламента позволяет быстро менять кредитную политику организации без изменения экспертных оценок индивидуальных особенностей потенциального заемщика и объекта залога.

### Выводы по ГЛАВЕ 3

1. Разработаны подходы обеспечивающие повышение качества оценок кредитных заявок на ИЖК и эффективности применения разработанной клиент-ориентированной модели, основанной на правилах нечеткого логического вывода, в частности предложены:
  - a) модификация представления правил базы знаний;
  - b) применение операции «тень» нечеткого множества для решения проблемы пустых нечетких множеств;
  - c) разработан коэффициент модификации операции «тень» нечеткого множества;
  - d) разработан коэффициент, позволяющий учитывать влияние лингвистических значений входных переменных на принимаемое решение по кредитной заявке.
2. Обоснована возможность применения разработанной клиент-ориентированной модели оценки кредитных заявок на ИЖК, основанной на нечетких продукционных правилах, для решения задачи оценки целесообразности предоставления ИЖК. Результаты, полученные в тестовых экспериментах, не противоречат решению кредитной организации.

## Заключение

Исследование проблематики рынка ИЖК, направлений и проблем его развития, в том числе обозначенных Правительством, сложностей и особенностей в проведении оценок кредитных заявок, с учетом потребностей кредиторов, оказывающих данную услугу, а также конечного потребителя (заемщиков), необходимо отметить полученные результаты:

- выявлена специфика ИЖК;
- проведена оценка проблем развития рынка ИЖК. В рамках оценки кредитных заявок сформулированы возможные варианты решения обозначенных проблем;
- обозначены проблемы традиционных методов оценки потенциальных заемщиков. Сформулированы современные требования, предъявляемые к оценкам со стороны различных кредитных организаций (кредиторов), правительства и населения;
- показаны особенности характерные для потенциальных заемщиков и объектов недвижимости, оказывающие влияние на оценку кредитной заявки;
- сформулированы основные причины возникновения задолженности (несвоевременных выплат) по кредиту;
- раскрыты проблемы обеспечения возвратности кредита.

Полученные результаты указывают на необходимость совершенствования методики оценки кредитных заявок на ИЖК и изменения подхода к оценке условий предоставления ИЖК, что позволит повысить эффективность кредиторов в деятельности связанной с предоставлением ИЖК, прежде всего за счет:

- повышения обоснованности принимаемых решений;
- минимизации ошибок связанных с человеческим фактором;
- сокращения финансовых и временных затрат на проведение процедуры оценки кредитных заявок на ИЖК;
- своевременного (быстрого и простого) изменения информации, влияющей на принятие решений по кредитным заявкам на ИЖК;



- снижения риска полного или частичного «невозврата» кредитных средств, из-за некорректной оценки кредитной заявки;
- снижение риска необоснованного отказа в предоставлении кредита потенциальным заемщикам, с характеристиками, приближающимися к группе «статистически недобросовестных заемщиков» (см. § 1.5 метод скоринга);
- увеличение количества благонадежных заемщиков, за счет возможности предоставления более конкурентно-способного кредитного продукта, а значит и повышения качества кредитного портфеля.

Задача оценки кредитной заявки на ИЖК может рассматриваться, как плохо структурированная задача с неполной и недостаточной информацией об истинных намерениях потенциального заемщика и его поведении в кризисных ситуациях. Весьма вероятно, что при изменении текущих обстоятельств (экономических циклов, уровня дохода, экономического окружения и прочего) будет меняться и первоначальная стратегия погашения ИЖК. При этом в наличии неполные знания природы возникновения просроченной задолженности. Соответственно, сложно добиться воспроизводимости уникальной кредитной истории любого заемщика. Все это указывает на обоснованность применения математического аппарата теории нечетких множеств для оценки целесообразности предоставления ИЖК.

Предложенная клиент-ориентированная модель оценки целесообразности предоставления ИЖК по сравнению с традиционными методами, обладает обоснованностью принимаемых решений в достаточной мере, что обусловлено особенностями разработанного подхода. Поскольку, каждое решение выносится на основе оценки персональных свойств потенциального заемщика и объекта недвижимости. Оценка каждой характеристики основана на экспертных суждениях, выполненных отвлеченно от конкретного потенциального заемщика и его окружения, что обеспечивает объективность, беспристрастность и независимость в экспертных оценках. Тем самым минимизирована возможность злоупотребления со стороны экспертов должностными полномочиями, а качество

и корректность проводимого анализа кредитных заявок сохранены. При этом, обоснованность принимаемых решений усиливается рассмотрением всех возможных вариантов сценариев благодаря применению математического аппарата нечетких множеств.

Выявленные затруднения в применении традиционного алгоритма нечеткого логического вывода, обусловленные спецификой решаемой задачи, привели к разработке нового подхода, включающего модификацию структуры алгоритма нечеткого логического вывода, операцию «тень» и коэффициенты преобразования функций принадлежности описывающих кредитную заявку.

Разработанная СППР в ИЖК дает эффективный инструментарий, позволяющий на основе особенностей, свойственных конкретному заемщику и объекту недвижимости, определить «классность» кредитной заявки на ИЖК. СППР – эффективный инструментарий, существенно сокращающий временные и трудовые затраты кредитного эксперта на анализ и принятие решения по кредитной заявке на ИЖК. К недостаткам разработанного метода можно отнести высокие трудовые затраты эксперта при подготовке входной информации, что, в целом, характерно для любой информационной системы, работающей с большими объемами данных. Однако, это недочет компенсирует сокращение времени принятия решения, повышение качества и обоснованности принимаемых решений, представляемых в очевидно понятном графическом виде.

Работоспособность, адекватность и практическая применимость разработанной клиент-ориентированной модели подтверждена результатами тестовых экспериментов (с данными реальных заемщиков), которые не противоречили решениям кредиторов. Одобрение и рекомендации к практическому применению получены со стороны ведущих кредитных организаций, в деятельности крупных строительных компаний и агентств недвижимости найдено практическое применение.

Разработанная СППР может применяться: кредитными организациями, строительными компаниями, брокерами, а также другими коммерческими и

государственными учреждениями, осуществляющими деятельность, связанную с оценкой целесообразности и непосредственным предоставлением ИЖК.

Разработанная автором клиент-ориентированная модель оценки кредитных заявок на ИЖК внедрена и положительно зарекомендовала себя в практической работе строительных организаций и агентств недвижимости.

Повышение эффективности кредитных организаций от деятельности связанной с ИЖК и снижение рисков будет способствовать снижению стоимости ИЖК для благонадежных заемщиков. Что в свою очередь будет способствовать повышению доступности жилья для ряда заемщиков. Для Государства в целом это будет способствовать:

- решению жилищных проблем населения;
- снижению количества семей, нуждающихся в улучшении жилищных условий;
- повышению уровня благосостояния граждан;
- в конечном итоге росту ВВП.

Возможность дальнейшего развития метода оценки кредитных заявок, как с позиции формирования индивидуальных программ кредитования по кредитной заявке, так и путем повышения качества проводимых оценок.

## Список сокращений и условных обозначений

- **АИЖК** - Открытое акционерное общество «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию»;
- **БКИ** - Бюро кредитных историй;
- **д.е.** - денежные единицы;
- **ИЖК** – Ипотечное жилищное кредитование;
- **Кредитор** – организация, предоставляющая ИЖК;
- **ЛП** – лингвистическая переменная;
- **Оценка целесообразности предоставления ИЖК** (оценка кредитной заявки) – оценки целесообразности и условий предоставления потенциальному заемщику ИЖК под залог объекта жилой недвижимости;
- **РФ** – Российская Федерация;
- **СППР** – система поддержки принятия решений;
- **ССК** - строительная сберегательная касса;
- **Стратегия** - Стратегия развития ИЖК в Российской Федерации до 2030 года;
- **ФЗ** – федеральный закон;
- **ФП** – функция принадлежности;
- **ЭС** – экспертная система.

## Список литературы

- [1] Закон Российской Федерации от 19 мая 1992г №2872-1 (ред. от 06.12.2011, с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2013) «О залоге» [Электронный ресурс]: [закон РФ: принят Гос. Думой]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 01.01.2013).
- [2] Статья 159.1. Мошенничество в сфере кредитования "Уголовный кодекс Российской Федерации" от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.08.2017) [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 29.07.2017).
- [3] Федеральный закон от 16 июля 1998г №102-ФЗ «Об ипотеке (залоге недвижимости)» [Электронный ресурс]: [федер. закон: принят Гос. Думой 24 июня 1997 г.: по состоянию на 06.12.2011]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.06.2019).
- [4] Положение Банка России от 26 марта 2004 г. №254-П «О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).
- [5] Федеральный закон от 30 декабря 2004 г. №218-ФЗ (ред. от 03.12.2011) «О кредитных историях» [Электронный ресурс]: [федер. закон: принят Гос. Думой 22 декабря 2004 г.: по состоянию на 03.12.2011]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).
- [6] Федеральный закон от 30 декабря 2004 г. №219-ФЗ (ред. от 30.12.2008) «О внесении изменений в некоторые законодательные акты РФ в связи с принятием закона «О кредитных историях» [Электронный ресурс]: [федер. закон: принят Гос. Думой 22 декабря 2004 г.: по состоянию на 01.01.2009]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).
- [7] Федеральный закон от 27 июля 2006г. №152-ФЗ (ред. от 25.07.2011) «О персональных данных» [Электронный ресурс]: [федер. закон: принят Гос. Думой

08 июля 2006 г.: по состоянию на 25.07.2011]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[8] Указание Центрального Банка Российской Федерации от 13.12.2006 г. N1761-У «О проведении единовременного обследования досрочного погашения ипотечных жилищных кредитов». Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.01.2007 г. N8775. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[9] Постановление Правительства РФ от 12.12.2007 № 862 (ред. от 25.05.2017) "О Правилах направления средств (части средств) материнского (семейного) капитала на улучшение жилищных условий" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 25.05.2017).

[10] Стратегия развития ипотечного жилищного кредитования в российской федерации до 2030 года: [Распоряжение Правительства российской федерации: №1201-р от 19 июля 2010] [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[11] Инструкция Банка России от 03.12.2012 № 139-И «Об обязательных нормативах банков». Код 8831 и 8738 соответственно. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[12] Письмо Банка России от 29.12.2012 N 192-Т "О Методических рекомендациях по реализации подхода к расчету кредитного риска на основе внутренних рейтингов банков". [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[13] Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 323 (ред. от 17.08.2017) "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации". – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[14] Постановление Правительства РФ от 13.03.2015 N 220 (ред. от 28.09.2018) "Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям и акционерному обществу "ДОМ.РФ" на

возмещение недополученных доходов по выданным (приобретенным) жилищным (ипотечным) кредитам (займам)" . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[15] Положение Банка России от 06.08.2015 № 483- П «О порядке расчета величины кредитного риска на основе внутренних рейтингов». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[16] Указание Банка России от 06.08.2015 № 3752-У «О порядке рассмотрения Банком России ходатайств банков о применении подхода на основе внутренних рейтингов к расчету кредитного риска» . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[17] Указ Президента РФ от 31.12.2015 N 683 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации". – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[18] Приказ Минфина России от 27.06.2016 N 98н "О введении документов Международных стандартов финансовой отчетности в действие на территории Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых приказов Министерства финансов Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 15.07.2016 N 42869) . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[19] Постановление Правительства РФ от 11 августа 2017 г. № 961 "О дальнейшей реализации программы помощи отдельным категориям заемщиков по ипотечным жилищным кредитам (займам), оказавшихся в сложной финансовой ситуации" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

[20] Постановление Правительства РФ от 30.12.2017 N 1710 (ред. от 07.05.2019) "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации". – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).

- [21] Проект Федерального закона № 157752-7. О внесении изменений в Федеральный закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» (о создании механизма интерактивной удаленной аутентификации и идентификации клиента кредитной организации). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).
- [22] Проект Федерального закона № 185240-7 «О внесении изменений в Федеральный закон «О содействии развитию жилищного строительства» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 13.05.2017).
- [23] Анализ развития конкурентной среды на рынке ипотечного кредитования в феврале-марте 2017 г. Аналитические материалы АО "АИЖК". – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://дом.рф/wp-content/uploads/2016/06/КА\\_2017\\_feb\\_march.pdf](https://дом.рф/wp-content/uploads/2016/06/КА_2017_feb_march.pdf) (дата обращения: 13.06.2019).
- [24] Аникин, А.В. Механизм проникновения крупных банковских игроков на ипотечный рынок крымского федерального округа: компромисс с учетом выгоды и риска санкций / А.В. Аникин, Н.И. Яшина, А.А. Зиновьев, Н.Н. Лапушкин, И.В. Шишканов // FUNDAMENTAL RESEARCH. – 2016. – № 8. – С.76-81.
- [25] Астахова, В.Б. Взаимообусловленность развития бюро кредитных историй и эффективности банковских кредитов / В.Б. Астахова // Региональная экономика. Юг России. – 2009. – №10. – С. 667-676.
- [26] Афонина, А.В. Все об ипотеке: получение и возврат кредита / А.В. Афонина. - М.: Омега-Л, 2006.- 170 с.
- [27] Ахмедова, Н.Х. Анализ последствий реализации кредитного риск-менеджмента в коммерческих банках РФ в 2010 году / Н.Х. Ахмедова// Известия Иркутской государственной экономической академии. - 2011.- №4.-С.35-38.
- [28] Бабина, Н.В. Скоринг как метод оценки кредитного риска потребительского кредитования / Н.В. Бабина // Финансы и кредит. – 2007. - №3. - С.30-36.



- [29] Банкова, К.В. Разработка моделей и методов формирования и оптимизации структуры портфеля потребительских кредитов коммерческого банка : дис. ... канд.эк.наук : 08.00.13 / Банкова Ксения Владиславовна. – Самара, 2019. – 137 с.  
<https://vak.minobrnauki.gov.ru/advert/100041261>
- [30] Банникова, К.В. Использование скоринговых моделей для оценки кредитоспособности заемщика в России / К.В. Банникова // Известия Академии управления: теория, стратегии, инновации. - 2011.- №4.- С.14-16.
- [31] Баулина, О.А. Проблемы и перспективы жилищного строительства современной России / О.А. Баулина, В.В. Ключин // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2016. – № 2. – С.1-16
- [32] Белякова, О.Н. Кредитный риск в области потребительского кредитования/ О.Н. Белякова // Школа университетской науки: парадигма развития. - 2012. - Т.2. - №6. - С.215-218.
- [33] Борисов, А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. - Рига: Зинатне, 1990. - 184с.
- [34] Борисов, Е.В. Ценовые «пузыри» на рынке недвижимости /Е.В. Борисов // Банковское дело. – 2006. – №1. – С.23-28.
- [35] Будина, Е.С. Математические и инструментальные методы оценки рисков в розничном кредитовании на основе композиции статистического и экспертного подходов : автореф.дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.13 / Будина Елена Сергеевна. – Пермь, 2010. – 23с.
- [36] Бурдьё, П. Социальное пространство и символическая власть /П.Бурдьё// Thesis. – 1993. – № 2. – С.137-145.
- [37] Виленский, П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, Е.Р. Орлова, С.А. Смоляк. – М.: Дело, 1998. – 248с.
- [38] Власов, А.В. Совершенствование механизма ипотечного жилищного кредитования : автореф.дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.10 / Власов Александр Викторович. – Москва, 2012. –28с.

- [39] Вовк, А.В. Особенности оценки залогов в условиях кризиса. Сборник тезисов и докладов 01.10.2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.avg.ru/prensa/press/2009/10/336/](http://www.avg.ru/prensa/press/2009/10/336/) (дата обращения: 11.04.2010).
- [40] Воробьева, А.В. Модели и методы управления рисками ипотечного кредитования / А.В. Воробьева // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2017. – № 3 (93). – С.151-161.
- [41] Воронин, Б.Б. Рынок услуг бюро кредитных историй: результаты третьего года развития / Б.Б.Воронин // Регламентация банковских операций. Документы и комментарии. – 2008. – №5. – С.23-25.
- [42] Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А.Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. Учебник. – Спб.: Питер, 2000. –384 с.
- [43] Галиева, Г.М. Ипотечное кредитование в России: проблемы и пути решения / Г.М. Галиева // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2010. - №6. – С.80-84.
- [44] Гамза, В.А. Аферы в кредитно-финансовой сфере: меры предупреждения и борьбы / В.А.Гамза. – М.: Вершина, 2007. – 224 с.
- [45] Ганьшина, С.И. Влияние глобальных изменений рынка на функционирование и развитие ИЖК / С.И. Ганьшина // Российский экономический интернет-журнал. – 2017. – №3 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.e-rej.ru/> (дата обращения: 13.06.2019).
- [46] Ганьшина, С.И. Влияние особенностей личности на выбор модели решения жилищных проблем / С.И. Ганьшина // Психология XXI века. Актуальные проблемы современной психологии: материалы XIII междунар. науч.-практ. конф. 23–24 ноября 2017 г. – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2017. – 132 с.
- [47] Ганьшина, С.И. Индивидуальный подход к оценке критериев и рисков потенциальных заемщиков в ипотечном жилищном кредитовании / С.И.Ганьшина // Вольное экономическое общество России. – 2010. – Т.137. - С.709-714.
- [48] Ганьшина, С.И. Информационные технологии как инструмент развития ипотечного жилищного кредитования / С.И. Ганьшина // Проблемы современной экономики: сборник материалов II Международной научно-практической

конференции / под общ.ред. Ж.А. Мингалевой, С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство НГТУ. – 2010. – Ч.2. – С.324 - 327.

[49] Ганьшина, С.И. Клиент-ориентированный подход оценки (выдачи) ипотечного кредита / С.И. Ганьшина, А.Ю.Лексин, В.Г. Чернов // Вестник филиала Всероссийского заочного финансово-экономического института в г. Владимире.– 2009. - №4. - С.28-31

[50] Ганьшина, С.И. Методика оценки потенциального заемщика в ипотечном жилищном кредитовании, основанная на нечетко множественной математической модели / С.И. Ганьшина // Инновационное развитие современной экономики: теория и практика: сб. материалы VI научно-практической конференции студентов, аспирантов, и молодых ученых. Москва, 25 ноября 2010г. – М.: Издательство Центр ЕАОИ, 2010. - С.423-425.

[51] Ганьшина, С.И. Методы оценки потенциальных заемщиков в ипотечном жилищном кредитовании [Электронный ресурс] / С.И. Ганьшина // Управление экономическими системами: (электронный научный журнал). – 2012. - №6(42). – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/> (дата обращения: 13.06.2019).

[52] Ганьшина, С.И. Модификация операции «тень» и кратность лингвистических оценок в клиент-ориентированной модели ИЖК, основанной на нечетких продукционных правилах [Электронный ресурс] / С.И. Ганьшина // Управление экономическими системами: (электронный научный журнал). – 2013. – №10(58). – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/> (дата обращения: 13.06.2019).

[53] Ганьшина, С.И. Организации, формирующие рынок ипотечного жилищного кредитования [Электронный ресурс] / С.И. Ганьшина // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – №4-1. – С.51-56. Режим доступа: <http://economyandbusiness.ru/wp-content/uploads/2019/05/Ekonomika-i-biznes-4-1.pdf> (дата обращения: 13.06.2019).

[54] Ганьшина, С.И. Оценка недвижимого имущества в ипотечном жилищном кредитовании / С.И. Ганьшина // Актуальные проблемы экономики, социологии и права в современных условиях. 7-я Международная научно-практическая конференция, г. Пятигорск, 08-09 октября 2010г. / Международная академия

финансовых технологий; Отв. за вып. А.Е. Медовый. – Пятигорск: Издательство МАФТ, 2010. – С. 56-60.

[55] Ганьшина, С.И. Оценка рисков в ипотечном жилищном кредитовании / С.И. Ганьшина // Актуальные вопросы развития инновационной экономики в современном обществе: материалы международной научно-практической конференции (22 сентября) / Отв.ред. Л.А.Тягунова. - Саратов: ИЦ «Наука».- 2010. – Ч.1. – С. 100 - 103.

[56] Ганьшина, С.И. Повышение уровня благосостояния Государства через проведение жилищной политики в секторе ИЖК [Электронный ресурс] / С.И. Ганьшина // Финансовая жизнь. – 2019. – №2. – С.51-54. Режим доступа: <http://www.flife-online.ru> (дата обращения: 13.08.2019).

[57] Ганьшина, С.И. Применение нечеткой логики для автоматизации экспертных знаний (опыта) об ипотечном жилищном кредитовании / С.И. Ганьшина // Проблемы и перспективы социально-экономического реформирования современного государства и общества: материалы международной научно-практической конференции 2-3 ноября 2010г.: Москва, 2010. – С.21-22.

[58] Ганьшина, С.И. Проблемы интеграции научных исследований в финансовый сектор страны на примере ипотечного жилищного кредитования / С.И. Ганьшина // Национальные концепции качества: интеграция образования, науки и бизнеса: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции / под редакцией д.э.н., проф. Е.А. Горбашко. – СПб.: Изд-во Культ-информ-пресс, 2017. – 256 с.

[59] Ганьшина, С.И. Проблемы оценки кредитного поведения заемщиков в ипотечном жилищном кредитовании / С.И. Ганьшина // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2017. – №3. – С. 186-189.

[60] Ганьшина, С.И. Экспертная система для ипотечного кредитования, основанная на нечетких продукционных правилах / С.И. Ганьшина, В.Г. Чернов // Прикладная информатика. - 2012. - №4(40). - С. 88-99.

[61] Ганьшина, С.И. Экспертная система поддержки принятия решений в ипотечном жилищном кредитовании, построенная на базе нечеткого логического

вывода / С.И. Ганьшина, В.Г. Чернов // Научно-практический и информационно аналитический журнал финансовая аналитика проблемы и решения. - 2012. - №2(92). - С. 2-7.

[62] Гараган, С.А. Автоматизация проверки благонадежности потенциальных заемщиков [Электронный ресурс] /С.А. Гараган // the Retail Finance. - 2010. - №10. - Режим доступа: <http://www.rfinance.ru/> (дата обращения: 13.06.2019).

[63] Гараган, С.А. Кредитный скоринг [Электронный ресурс] /С.А. Гараган // the Retail Finance. – 2012. - №25. – Режим доступа: <http://www.rfinance.ru/> (дата обращения: 11.09.2013).

[64] Гараган, С.А. Метод эмпирической скоринговой функции и его использование в кредитном процессе [Электронный ресурс] /С.А. Гараган // . - Режим доступа: [http://crosys.org/empirical\\_scoring\\_function.html/](http://crosys.org/empirical_scoring_function.html/) (дата обращения: 11.09.2013).

[65] Гараган, С.А. Повышение адаптивности управления кредитным процессом [Электронный ресурс] /С.А. Гараган, О.А. Павлов // Банковское кредитование. – 2009. - №4. - Режим доступа: <http://www.lawmix.ru/bux/23934/> (дата обращения: 11.09.2013).

[66] Гарипова, З.Л. Роль ипотечного жилищного кредита в обеспечении экономического роста / Гарипова, З.Л. // Финансы и кредит. – 2014. – № 32(608). – С.56-61

[67] Герчак, А.И. Организация и развитие деятельности бюро кредитных историй как элемента инфраструктуры банковской системы Российской Федерации : автореф.дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.10 / Герчак Алексей Иванович. – Иваново, 2007. – 17с.

[68] Глущенко В.В. Банковские инновации: анализ процедур оценки кредитоспособности заемщиков // Банковское дело. – 2014. – № 8 (248). – С. 60–66.

[69] Гнеденко, Б. В. Курс теории вероятностей / Б. В. Гнеденко. - М.: 2007.- 448 с.

[70] Голованов, А.А. Банковское кредитование в условиях диверсификации бизнеса / А.А. Голованов // Деньги и кредит. – 2015. – № 1. – С.30-33.

- [71] Гончаренко, Т.В. Ипотечное кредитование в российской банковской практике / Т.В. Гончаренко, А.С. Морозов // FUNDAMENTAL RESEARCH. – 2015. – № 6. – С.562-565.
- [72] Демчук, И.Н. Мошенничество в банковской сфере и способы его предупреждения / И.Н. Демчук // Сибирская финансовая школа. - 2009. - №6.- С.134-139.
- [73] Демчук, И.Н. Мошенничество в кредитном деле и способы его предупреждения / И.Н. Демчук // Вестник томского государственного университета. – 2008. - №315. – С.154-160.
- [74] Демчук, И.Н. О теории рисков и классификации банковских рисков / И.Н. Демчук // Сибирская финансовая школа. – 2009. – №1. – С.95-106.
- [75] Дикий, А.А. Гендерная асимметрия долгового поведения / А.А. Дикий // Женщина в российском обществе. – 2010. – №4. – С.73-83.
- [76] Дмитриева, Н.Ю. Тенденции и перспективы развития бюро кредитных историй в регионах России / Н.Ю. Дмитриева, Н.Н. Прончатова-Рубцова // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2017. – № 1(49) . – С.180-190
- [77] Дубров, А.М. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: Учеб.пособие / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталеv; под ред. Б.А. Лагоши. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 176 с.
- [78] Дюбуа, Д. Теория возможностей. Приложение к управлению знаниями в информатике / Д.Дюбуа, А. Прад ; пер. с фр. – М.: Радио и связь, 1990. – 312 с.
- [79] Дятлов, Д.В. Ипотечный кредит: понятие, виды, классификация / Д.В. Дятлов, М.В. Антонова // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. - 2012. - №2. - С. 240-245.
- [80] Дяченко, О. Автоматизированный скоринговый процесс снижает операционные расходы, повышает качество кредитного портфеля и уменьшает риски банка. - Национальный Банковский Журнал. - 2012. - №1(92). – С. 38 – 42.

- [81] Дяченко, О. Рост невозвратов требует доработки кредитного скоринга [Электронный ресурс] / О. Дьяченко // Банковское обозрение. -2006.- №5 (83). - С.72-76 . - Режим доступа: <http://www.bosfera.ru/bo/2006/05/rost-nevozvratov-trebuuet-dorabotki-skoringa> (дата обращения: 13.06.2019).
- [82] Егорова, О.Ю. Банковское мошенничество – обратная сторона медали / О.Ю. Егорова // Банковское дело. – 2009. - №2. – С. 76-79.
- [83] Едророва, В.Н. Анализ факторов динамики ипотечного жилищного кредитования в нижегородской области / В.Н. Едророва, М.С. Бурова // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 21(372). – С.29-39.
- [84] [83] Жилищное хозяйство в России. 2016: Стат. сб./ Росстат. – Ж72 М., 2016. – 63 с.
- [85] Жилье для российской семьи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://программа-жрс.рф/> (дата обращения: 13.06.2019).
- [86] Жук, Д.Е. Управление кредитным и процентным рисками в процессе ипотечного кредитования / Д.Е. Жук // Российское предпринимательство. – 2011. - №5-1. – С. 136-140.
- [87] Заде, Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Л.А. Заде; пер. с англ., в кн.: Математика сегодня. - М.: Знание, 1974. - С. 5-49.
- [88] Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде. - М.: Мир, 1976.-165 с.
- [89] Заде, Л.А. Принятие решений в расплывчатых условиях / Л.А. Заде, Р. Беллман. М.: Мир, 1976. – 386 с.
- [90] Заде, Л.А. Тени нечетких множеств [Электронный ресурс] / Л.А. Заде // Проблемы передачи информации. - 1966. - Т.П. - Вып. 1. - С. 37–44 . - Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/links/1c9d406ce4b3fbfc0773c50105e69bfe/ppi1943.pdf/> (дата обращения: 23.02.2015).

- [91] Зварыгин, В.Е. Некоторые вопросы, связанные с определением предмета мошенничества по статье 159 УК РФ / В.Е. Зварыгин, Н.О. Машинникова // Вестник Удмуртского университета, серия «Экономика и право». – 2016. – № 11. – С.95-99.
- [92] Зеленский, Д.Ю. Анализ практики работы бюро кредитных историй в России / Д.Ю. Зеленский // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2011. – №3. – 41с.
- [93] Изофенко, Р.Н. О развитии института кредитных историй в России / Р.Н. Изофенко // Управление в кредитной организации. – 2009. - №2.- С.42-44.
- [94] Изофенко, Р.Н. О совершенствовании института кредитных историй / Р.Н. Изофенко // Управление в кредитной организации. - 2009. - №2. - С.42-44.
- [95] Изофенко, Р.Н. Положительные уроки кредитных бюро / Р.Н. Изофенко // Регламентация банковских операций. Документы и комментарии. – 2009. - №3. – С.53-54.
- [96] Иноземцева, Е.Ю. Оценка доступности жилья в Самарской области / Е.Ю. Иноземцева // Финансовые исследования. – 2014. – № 2(43). – С.85-92.
- [97] Итоги развития рынков жилья и ипотеки в 2016 году. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://дом.пф/wp-content/uploads/2016/04/44.pdf/> (дата обращения: 13.06.2019).
- [98] Кабушкин, С.Н. Управление банковским кредитным риском: учеб.пособие / С.Н. Кабушкин . – 4-е изд., стер. – Минск: Новое знание, 2007. – 336с.
- [99] Карпалин, С.Г. Ценообразование и ценообразующие факторы на рынке недвижимости / С.Г. Карпалин // Вестник Томского государственного университета. – 2012. - №362. – С.142-145.
- [100] Карташов, Б.А. Региональные проблемы ипотечного бизнеса в России / Б.А. Карташов, Н.Ю. Шадрина // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-4. – С.808-811.
- [101] Катилова, Н.В. Практика кредитного скоринга [Электронный ресурс] / Н.Катилова // PC Week/RE («Компьютерная неделя»). – 2006. – №(554) 44. –



Режим доступа: <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=73691/> (дата обращения: 17.10.2014).

[102] Киреева, О.В. Мотивационный компонент отношения к кредитам лиц разного возраста / О.В. Киреева, А.Н. Демин, И.А. Помазан // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского Государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С.1049-1065.

[103] Клевцов, В.В. Ипотечное кредитование в механизме жилищного финансирования: теория, методология, практика : автореф.дис. ... доктора эконом.наук: 08.00.10/Клевцов Виталий Владимирович. - Москва, 2012. - 50с.

[104] Коваленко, О.А. Методический подход к оценке кредитоспособности физических лиц: автореф.дис. ... канд. Эконом. наук: 08.00.10 / Коваленко Ольга Александровна. - Новосибирск, 2011.- 18с.

[105] Комашева, Ю.С. Факторы кредитного поведения молодежи / Ю.С. Комашева, Ю.О. Косточка // Молодежь и системная модернизация страны: материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых 25-26 мая: Курск, 2016. – том 1. – С.244-247.

[106] Комелькова, И.А. Социологический анализ потребительских предпочтений при анализе кредитного поведения населения /И.А.Комелькова// Современное общество: вопросы теории, методологии, методы социальных исследований. – 2016. – Том 1. – С.140-151.

[107] Корнилов, Н.И. Влияние ипотечных ставок на ценообразование на первичном рынке жилья / Н.И. Корнилов // Статистика и экономика. – 2015. – № 2. – С.190-193.

[108] Коротков, Б.С. Бюро кредитных историй: по ту сторону баррикад / Б.С. Коротков // Банковский ритейл. - 2008. - №3. - С.87-91.

[109] Кофман, А. Введение в теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Х. Хил Алуха. – Минск: Выш. шк., 1992. – 432 с.

[110] Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств: пер. с франц. – М.: радио и связь, 1982. – 432 с.

- [111] Кошман, А.С. Трансформация системы ипотечного жилищного кредитования в условиях финансовой нестабильности : на примере США и России : автореф.дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.10, 08.00.14 / Кошман Анна Сергеевна. – Москва, 2012.-24с.
- [112] Коростелева, Т.С. К вопросу о влиянии способа погашения долга на доступность ипотечного кредита / Т.С. Коростелева // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 6(192). – С.17-21.
- [113] Коростелева, Т.С. Сравнительный анализ систем ипотечного жилищного кредитования России, Европы и США / Т.С. Коростелева // Финансы и кредит. – 2013. – № 16(544). – С.46-56.
- [114] Кравец, А.С. Природа вероятности / А.С. Кравец. - М.: Мысль, 1976. – 173 с.
- [115] Кривошапова, С.В. Ипотека как инструмент удовлетворения жилищных потребностей населения / С.В. Кривошапова, М.И. Непрокина // FUNDAMENTAL RESEARCH. – 2015. – № 10. – С.388-392.
- [116] Круглов, В.В. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода / В.В. Круглов, М.И. Дли. - М.: Физматлит, 2002. – 252 с.
- [117] Крупин, В.О. Ипотечное жилищное кредитование и пути его совершенствования: автореф.дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.10 / Крупин Валериан Олегович. – Москва, 2009. – 26с.
- [118] Кувшинова, Ю.А. Актуальные проблемы развития системы ипотечного жилищного кредитования в России / Ю.А. Кувшинова, Т.В. Жовнерчук // Вестник академии. Вопросы предпринимательства. – 2010. - №2. - С. 43 – 46.
- [119] Кузнецова, А.В. Бюро кредитных историй как элемента инфраструктуры кредитного рынка России : автореф.дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.10 / Кузнецова Анна Владимировна. – Москва, 2010. – 23с.
- [120] Куликов, А. Г. Концептуальные вопросы развития жилищной сферы и ипотеки в Российской Федерации / А. Г. Куликов // Деньги и кредит. – 2014. – № 8. – С.43-51.

- [121] Куликов, А. Г. Развитие ипотечного жилищного кредитования в России: вопросы радикального обновления методологической базы / А. Г. Куликов, В. С. Янин // Деньги и кредит. – 2014. – № 2. – С.3-13.
- [122] Лаврушин, О.И. Банковское дело: Современная система кредитования / О.И. Лаврушин, О.Н.Афанасьева, С.Л.Корниенко. - 6-е изд. - М.: КНОРУС, 2011. - 264с.
- [123] Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений / О.И. Ларичев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2002. - 392 с.
- [124] Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-петербург, 2005. – 736 с.
- [125] Лещайкина, М.В. Исследование социальной комфортности проживания населения (Межстрановой эконометрический аспект) : автореф.дис. ... канд.эконом.наук : 08.00.13 / Лещайкина Марина Владиславовна. – М., 2015. – 28 с.
- [126] Лозинская, А.М. Оценка кредитного риска при ипотечном жилищном кредитовании : дис. ... канд.эк.наук : 08.00.10 / Лозинская Агата Максимовна. – М., 2015. – 220 с.
- [127] Лубсанов Б. Р. Необходимость развития ипотечного жилищного кредитования в России на современном этапе / Б. Р. Лубсанов // Baikal Research Journal. – 2016. – Т. 7, № 5. – С.7-19.
- [128] Максимов, С.Н. Девелопмент (развитие недвижимости): Организация. Управление. Финансирование / С.Н. Максимов. - СПб.: Питер, 2003. - 256 с.
- [129] Мамута, М.В. Вопросы развития кредитных бюро в России / М. В. Мамута, О. С. Сорокина, В. Л. Тянь // Деньги и кредит. – 2015. – № 2. – С.45-50.
- [130] Маховикова, М.В. Анализ уровня доступности ипотечного жилищного кредитования в РФ / М.В. Маховикова // Научные труды вольного экономического общества России. – 2011. – том 151. – С.241-268.
- [131] Мелихов, А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Бернштейн, С.Я. Коровин. - М.: Наука, 1990.-272 с.

- [132] Модели кредитного и поведенческого скоринга [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://masters.donntu.edu.ua/2006/kita/shepeleva/library/metod\\_scoring.pdf/](http://masters.donntu.edu.ua/2006/kita/shepeleva/library/metod_scoring.pdf/) (дата обращения: 17.12.2013).
- [133] Мотивация и результативность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.new-org.ru/?m=motivation\\_texts&an=motivation\\_perform/](http://www.new-org.ru/?m=motivation_texts&an=motivation_perform/) (дата обращения: 13.08.2017).
- [134] Мужичкова Ю. Е. Социально-психологические предпосылки проблемного долгового поведения / Ю.Е. Мужичкова // В сб.: Экономическая психология: современные проблемы и перспективы развития. XV международная научно-практическая юбилейная конференция: материалы конференции. Под ред. А. Е. Карлика, Э. Х. Локшиной. — М., 2015. - 235с.
- [135] Найт Ф. Понятия риска и неопределенности. // М.: Дело. 2003. 360с.
- [136] Недосекин, А.О. Анализ функции полезности ипотечного жилищного кредита для российского домашнего хозяйства [Электронный ресурс] / О.А. Недосекин // Банки и риски. – 2005. – №1. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
- [137] Недосекин, А.О. Нечетко множественный анализ риска фондовых инвестиций» / А.О. Недосекин. – СПб: Сезам, 2002. – 181 с.
- [138] Недосекин, А.О. Оценка риска бизнеса на основе нечетких данных [Электронный ресурс] / А.О. Недосекин. - Режим доступа: [http://www.ifel.ru/content/docs/an\\_books/Book4.pdf/](http://www.ifel.ru/content/docs/an_books/Book4.pdf/) (дата обращения: 23.07.2015).
- [139] Недосекин, А.О. Финансовый анализ в условиях неопределенности: вероятности или нечеткие множества? [Электронный ресурс] / А.О. Недосекин. - Режим доступа: <http://www.vmgroun.ru/publications/public5.htm/> (дата обращения: 23.07.2015).
- [140] Недосекин, А.О. Финансовый менеджмент на нечетких множествах [Электронный ресурс] / А.О. Недосекин //Аудит и финансовый анализ, 2003. - №3. - Режим доступа: <http://sedok.narod.ru/> (дата обращения: 23.07.2015).

- [141] Нечеткая логика [Электронный ресурс]. - Техническая коллекция Schneider electric. – 2009. - №31. - 32 с. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/274617/> (дата обращения: 23.07.2015).
- [142] Нечеткая логика - математические основы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.basegroup.ru/library/analysis/fuzzylogic/math/](http://www.basegroup.ru/library/analysis/fuzzylogic/math/) (дата обращения: 23.07.2015).
- [143] Никаненкова, В.В. Кредитный скоринг как инструмент оценки кредитоспособности заемщиков / В.В. Никаненкова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. - 2012. - №2. - С.32-38.
- [144] Никулина, Н.Н. Андеррайтинг в банковском секторе / Н.Н. Никулина, С.В. Бережина, М.Е. Шашкина // Экономические науки. – 2017. – № 1. – С.176-182.
- [145] Новакова, С.Ю. Дихотомичность (противоречивость) функций ипотечного кредита в макроэкономической динамике и социальных последствиях [Электронный ресурс] / С.Ю. Новакова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2016. – Том 8. – № 6. – Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/> (дата обращения: 13.08.2017).
- [146] Норткотт Д. Принятие инвестиционных решений: Пер. с англ. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2007 – 247 с.
- [147] О рекомендациях по проведению стресс-тестирования кредитных организаций, подготовленных международными организациями с учетом уроков глобального кризиса [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.cbr.ru/analytics/bank\\_system/stress\\_recom/](http://www.cbr.ru/analytics/bank_system/stress_recom/) (дата обращения: 14.06.2019).
- [148] О состоянии рынка ипотечного жилищного кредитования в 2016 году. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.cbr.ru/content/document/file/63079/am\\_2016.pdf](http://www.cbr.ru/content/document/file/63079/am_2016.pdf) (дата обращения: 21.10.2017).
- [149] Объемы выдачи ипотеки в июле 2017 г. выросли на 40%, а ставки по ипотечным кредитам достигли исторического минимума . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://дом.рф/wp->

[content/uploads/2016/04/Spravka\\_ipoteka\\_avgust\\_5.pdf](content/uploads/2016/04/Spravka_ipoteka_avgust_5.pdf) (дата обращения: 14.06.2019).

[150] Овсепян, А.В. Система кредитного скоринга на базе решений SAS Institute как основа устойчивости коммерческого банка [Электронный ресурс] / А.В. Овсепян // Информационные ресурсы, системы и технологии. - 2012. - С.1-4. Режим доступа: <http://irsit.ru/files/article/159.pdf> (дата обращения: 14.06.2019).

[151] Озеров, Е. С. Экономический анализ и оценка недвижимости / Е.С. Озеров. – СПб.: Издательство «МКС», 2007. - 536 с.

[152] Открытое акционерное общество "Агентство по реструктуризации ипотечных жилищных кредитов» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.arhml.ru/> (дата обращения: 11.05.2013).

[153] Открытое акционерное общество «Промсвязьбанк». Частным лицам. Кредиты со скидкой. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.psbank.ru/> (дата обращения: 11.05.2013).

[154] Оценка АИЖК: Ставки по ипотечным кредитам снизились до уровня 2014 года. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://дом.пф/wp-content/uploads/2016/04/itogi\\_2016.pdf](https://дом.пф/wp-content/uploads/2016/04/itogi_2016.pdf) (дата обращения: 16.05.2018).

[155] Пахоль, В.Б. Взаимодействие бюро кредитных историй и коммерческих банков в процессе управления кредитным риском : автореф.дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.10 / Пахоль Виктория Борисовна. – Волгоград, 2010. – 26с.

[156] Печенкина, В.В. Анализ цикличности рынка жилой недвижимости / В.В. Печенкина, Е.А. Иванова // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. – 5 (212). – С.24-30.

[157] Пишулин, А. Система кредитного скоринга: необходимости и преимущества [Электронный ресурс] / А.Пишулин // Финансовый директор. – 2008. – №10. – Режим доступа: [https://gaap.ru/articles/sistema\\_kreditnogo\\_skoringa\\_neobkhdimosti\\_i\\_preimushchestva/](https://gaap.ru/articles/sistema_kreditnogo_skoringa_neobkhdimosti_i_preimushchestva/) (дата обращения: 14.06.2019).

- [158] Подходы к организации стресс-тестирования в кредитных организациях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cbr.ru/analytics/bank\\_system/stress/](http://www.cbr.ru/analytics/bank_system/stress/) (дата обращения: 14.06.2019).
- [159] Полтерович, В.М. Стратегия формирования ипотечного рынка в России / В.М. Полтерович, О.Ю. Старков // Экономика и математические методы. -2007. – Том 43. – №4. – С.3-22.
- [160] Полтерович, В.М. Формирование ипотеки в догоняющих экономиках: проблема трансплантации институтов / В.М. Полтерович, О.Ю. Старков. – М. : Наука, 2007. – 127с.
- [161] Понька, В.Ф. Залог недвижимого имущества: риски для кредитора / В.Ф. Понька // Экономические науки. – 2016. – № 3 (136). – С.72-73.
- [162] Понька, В.Ф. Раздел общей совместной собственности, обремененной залогом / В.Ф. Понька // Экономические науки. – 2016. – № 2 (135). – С.83-85.
- [163] Попов, Э.В. Реинжиниринг бизнес-процессов интеллектуальное моделирование / Э.В. Попов, М.Д. Шапот // Материалы семинара «Динамические интеллектуальные системы в управлении и моделировании». - М.: ЦРДЗ. - 1996.- С.22-30.
- [164] Попов, Э.В. Статические и динамические экспертные системы /Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. - М.: Финансы и статистика, 1996. - 320с.
- [165] Приобретение знаний / пер. с япон.; под ред. С. Осуги, Ю. Сазки. - М.: Мир, 1990. - 304 с.
- [166] Приоритетный проект «ипотека и арендное жилье». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/> (дата обращения: 17.03.2019).
- [167] Программа «Стимул». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.aigk.ru/ru/participants/program\\_stimul/](http://www.aigk.ru/ru/participants/program_stimul/) (дата обращения: 12.04.2015).
- [168] Рабинович, А.Р., Юдина, Г.А. Управление кредитными рисками при кредитовании физических лиц на примере Восточно-сибирского Банка Сбербанка России / А.Р. Рабинович, Г.А. Юдина // В мире научных открытий. – 2010. – №3 . – С.148-151.

- [169] Развитие рынков ипотеки и жилищного строительства в 2015 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://дом.пф/wp-content/uploads/2016/04/razvitie\\_ipoteki\\_jil\\_stroi\\_2015.pdf](https://дом.пф/wp-content/uploads/2016/04/razvitie_ipoteki_jil_stroi_2015.pdf) (дата обращения: 14.06.2019).
- [170] Разумова, И.А. Ипотечное кредитование: учеб. пособие / И.А. Разумова. – СПб.: Питер, 2006. – 208с.
- [171] Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь [Электронный ресурс] / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 495 с. – Режим доступа: <http://slovari.yandex.ru/> (дата обращения: 14.06.2019).
- [172] Розничный банковский бизнес: Бизнес-энциклопедия / Б. Б. Воронин, И. А. Демчев, В. М. Кутьин [и др.]; вып. ред. А.С. Воронин. - М.: ЦИПСИР: Р64 Альпина Паблшерз, 2010. - 526с.
- [173] Регионы России. Социально-экономические показатели, 2016 г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 14.06.2019).
- [174] Российский статистический ежегодник. 2016: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2016. – 725с.
- [175] Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А.П. Ротштейн. - Винница: Универсум-Винница, 1999. - 320 с.
- [176] Рощина, Я.А. Оптимизация управления кредитным риском при ипотечном кредитовании в РФ : автореф.дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.13 / Рощина Янина Александровна. – Москва, 2010. – 26с.
- [177] Руководство по кредитному скорингу / под ред. Элизабет Мэйз. - Минск: Гревцов Паблшер, 2008.- 464 с.
- [178] Русипотека. Аналитический центр по ипотечному кредитованию и секьюритизации [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://rusipoteka.ru/>
- [179] Саати, Т.Л. Математические модели конфликтных ситуаций / Т.Л. Саати. – М.: Советское радио, 1977. – 304 с.



- [180] Саати, Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
- [181] Середенко, Е.С. Оценка экономической эффективности аналитических информационных систем : автореф.дис. ... канд.эконом.наук : 08.00.13 / Середенко Евгений Сергеевич. – М., 2014. – 27 с.
- [182] Сикоева, Н.А. Проблема использования бюро кредитных историй / Н.А. Сикоева // Вестник Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова. Общественные науки. – 2010. – №2. – С.83-85
- [183] Скиба, С. Психометрический скоринг как дополнение к традиционному кредитному скорингу [Электронный ресурс] / С. Скиба, И. Метелица // 55-я межотраслевая конференция Scoring 13 июля: Москва, 2017. - 58с. – Режим доступа: <http://scorconf.ru/> (дата обращения: 14.06.2019).
- [184] Смоляк, С.А. Учет специфики инвестиционных проектов при оценки их эффективности [Электронный ресурс] / С.А. Смоляк // Аудит и финансовый анализ. – 1999. - №3. - Режим доступа: [http://www.cemi.rssi.ru/about/persons/index.php?SECTION\\_ID=6&ELEMENT\\_ID=230](http://www.cemi.rssi.ru/about/persons/index.php?SECTION_ID=6&ELEMENT_ID=230) (дата обращения: 19.09.2013).
- [185] Снегова Е.Г. Разработка модели оценки рисков в розничном экспресс-кредитовании : автореф.дис. ... канд.эконом.наук : 08.00.13 / Снегова Елена Геннадьевна. – М., 2013. – 24 с.
- [186] Сорокин, А.С. Построение скоринговых карт с использованием модели логистической регрессии [Электронный ресурс] / Сорокин, А.С. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2014. – № 2. – Режим доступа: <https://naukovedenie.ru> (дата обращения: 21.08.2017).
- [187] Сотник, С.Л. Экспертные системы [Электронный ресурс] / С.Л. Сотник. – Режим доступа: <http://ииклуб.рф/aiexpert.htm> (дата обращения: 21.04.2015).
- [188] Старченко, Е.Н. Повышение финансовой грамотности населения как фактор решения социальных проблем / Е.Н. Старченко, Д.Г. Вержицкий, Т.В. Копышева // FUNDAMENTAL RESEARCH. – 2015. – № 6. – С.401-405.

- [189] Стежкин, А.А. О надзоре за банками, использующими подход внутренних рейтингов к оценке кредитного риска (на примере банка Англии) / А. А. Стежкин, Ю.А. Шатохина // Деньги и кредит. – 2016. – №9. – С.47-53.
- [190] Стежкин, А. А. О подходах к оценке рыночного риска на основе Базеля III / А. А. Стежкин, Н.О. Малых // Деньги и кредит. – 2013. – №5. – С.21-24.
- [191] Статические и динамические экспертные системы: Учеб. пособие / Э.В.Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. - М.: Финансы и статистика, 1996. - 320 с.
- [192] Тарасевич, Е.И. Управление эксплуатацией недвижимости / Е.И. Тарасевич. - СПб: Издательство «МКС», 2006. - 838 с.
- [193] Таунсенд, К. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ / К. Таунсенд, Д. Фохт; пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1990. – 320 с.
- [194] Тетушкин, В. А. Ценообразование и качество современной недвижимости / А.В. Тетушкин // Наука и бизнес: пути развития. – 2014. – № 4(34). – С.149-153.
- [195] Уланов, С.В. Скоринговые модели и средства управления рисками для поддержки принятия кредитных решений : автореф.дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.13, 08.00.10 / Уланов Сергей Викторович.- Ижевск, 2007. – 24с.
- [196] Финансовые агрегаторы, или как выбрать лучший кредит за 5 минут. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bankir.ru/> (дата обращения: 22.08.2017).
- [197] Финлей, С. Управление потребительским кредитованием. Как банкам привлечь клиентов и при этом не потерять на плохих кредитах / С. Финлей. – Издательство Гревцов Паблшер Букс, 2010. - 328с.
- [198] Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. - М.: Наука, 1978. - 352с.
- [199] Хованская, Г.П. Первоочередные задачи по совершенствованию законодательства в области жилищной политики и жилищно-коммунального

комплекса / Г.П. Хованская, Н.В Самосудова // Недвижимость: экономика, управление. – 2016 – № 4. – С.6-11.

[200] Хусиханов, Р.У. Развитие национальных рынков ипотечного кредитования в условиях глобального финансово-экономического кризиса : автореф.дис. ... канд.эконом.наук : 08.00.14 / Хусиханов Резван Умарович. – М., 2016. – 24 с.

[201] Центральный банк Российской Федерации. База данных по курсам валют. Динамика официального курса заданной валюты [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.cbr.ru/currency\\_base/dynamics.aspx](http://www.cbr.ru/currency_base/dynamics.aspx) (дата обращения: 22.10.2018).

[202] Центральный банк Российской Федерации. Статистика. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования. Сведения о жилищных кредитах [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.cbr.ru/statistics/](http://www.cbr.ru/statistics/) (дата обращения: 22.10.2018).

[203] Центральный банк Российской Федерации. Статистика. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования Сведения о жилищных кредитах. Аналитические материалы. О состоянии рынка ипотечного жилищного кредитования в 2009 году [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://cbr.ru/statistics/ipoteka/am\\_2009.pdf](http://cbr.ru/statistics/ipoteka/am_2009.pdf) (дата обращения: 14.06.2019).

[204] Центральный банк Российской Федерации. Статистика. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования Сведения о жилищных кредитах. Аналитические материалы. О состоянии рынка ипотечного жилищного кредитования в 2010 году [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://cbr.ru/statistics/ipoteka/am\\_2010.pdf](http://cbr.ru/statistics/ipoteka/am_2010.pdf) (дата обращения: 14.06.2019).

[205] Центральный банк Российской Федерации. Статистика. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования Сведения о жилищных кредитах. Аналитические материалы. О состоянии рынка ипотечного жилищного кредитования в первом полугодии 2011 года [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://cbr.ru/statistics/ipoteka/am\\_1-2011.pdf](http://cbr.ru/statistics/ipoteka/am_1-2011.pdf) (дата обращения: 14.06.2019).

[206] Центральный банк Российской Федерации. Статистика. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования. Публикации. Аналитические

материалы. О состоянии рынка ипотечного жилищного кредитования в первом полугодии 2017 года [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.cbr.ru/statistics/ipoteka/am\\_1-2017.pdf](http://www.cbr.ru/statistics/ipoteka/am_1-2017.pdf) (дата обращения: 14.06.2019).

[207] Центральный банк Российской Федерации. Статистика. О досрочном погашении ипотечных жилищных кредитов в 2005-2006 годах (по данным единовременного обследования Банком России кредитных организаций) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://cbr.ru/statistics/ipoteka/2007\\_ipoteka.pdf](http://cbr.ru/statistics/ipoteka/2007_ipoteka.pdf) (дата обращения: 14.06.2019).

[208] Центральный банк Российской Федерации. Центральный каталог кредитных историй [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.cbr.ru/ckki/> (дата обращения: 14.06.2019).

[209] Чернов, В.Г. Методика оценки кредитоспособности предприятий сферы малого бизнеса, основанная на нечетко множественной математической модели / В.Г. Чернов, А.В. Илларионов // Финансы и кредит, 2006.- №20.- С.72-78.

[210] Чернов, В. Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств / В. Г. Чернов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007. — 312 с.

[211] Чернов, В.Г. Основы теории нечетких множеств. Решение задач многокритериального выбора альтернатив: учеб. пособие / В.Г. Чернов; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 106 с.

[212] Чернов, В.Г. Проекция нечетких множеств и ее применение для многокритериального альтернативного выбора / В.Г. Чернов // Кибернетика и высокие технологии XIX века, труды VI международной конференции, Воронеж. – 2005. - С.154 – 158.

[213] Чернов, В.Г. Решение бизнес задач средствами нечеткой алгебры: в 2 кн. кн. 2. Электронная таблица Fuzzy Calc / В.Г. Чернов [и др.]. – М.: Тора-Центр, 1998. – 120 с.

[214] Чернов, В.Г. Решение задач многокритериального альтернативного выбора на основе геометрической проекции нечетких множеств / В.Г. Чернов // Информационно-управляющие системы. - 2007. - №1(26). – С. 3-7.

- [215] Чуприс, С.Н. Тенденции финансового поведения в ситуации задолженности субъектов территориального управления и населения / С.Н. Чуприс // Экономическая психология: прошлое, настоящее, будущее. – 2016. – №3-2. – 68с.
- [216] Широбокова, М.А. Сравнение методов калибровки скоринговой модели при прогнозировании логистической регрессий / М.А. Широбокова, А.В. Лётчиков // Вестник Удмуртского университета, серия «Экономика и право». – 2017. – Том 27 № 2. – С.74-79.
- [217] Штовба, С.Д. "Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику" [Электронный ресурс]. - Режим доступа:  
<http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php> (дата доступа: 14.06.2019).
- [218] Экспертные системы [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/expert-systems.html> (дата доступа: 14.06.2019).
- [219] Языков, А.Д. Реструктуризация ипотечных кредитов: Учебное пособие / под ред. А.Д. Языкова и Е.В. Чепенко. - М.: Фонд содействия государственной регистрации недвижимости, 2010. – 328 с.
- [220] Языков, А.Д. Существенные факторы риска при выдаче ипотечного кредита / А.Д. Языков, А.А. Цыганов // Деньги и кредит. – 2017. - №8. – С.40-44.
- [221] Яруллина, Г.Р. Развитие региональной системы ипотечного жилищного кредитования : на примере Республики Татарстан : автореферат дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.10 / С.-Петерб. гос. инженер.-эконом. ун-т Санкт-Петербург, 2006. – 19с.

### **Иностранные**

- [222] Agarwal S., Ambrose B.W., Chomsisengphet S., Sanders A.B. (2012). Thy Neighbor's Mortgage: Does Living in a Subprime Neighborhood Affect One's Probability of Default? // Real Estate Economics. – 2012. – Vol. 40(1). – P. 1–22.
- [223] Boucher, C. Derivation of Maximum Entropy Principles in Two-Dimensional Turbulence via Large Deviations / C. Boucher, R.S. Ellis, B. Turkington // Journal of Statistical Physics. - 2000. – vol. 98.

- [224] Crook, J.N. Recent developments in consumer credit risk assessment / J.N. Crook, D.B. Edelman, L.C. Thomas // *European Journal of Operation Research*. – 2007. - №183. - p.1447-1465.
- [225] Durand, D. Risk elements in consumer installment financing. / D. Durand. - NY: National Bureau of Economic Research, 1941. – p.128.
- [226] Fishburn, P. Choice Probabilities and Choice Functions / P. Fishburn // *Journal of Mathematical Psychology*. – 1978. - Vol. 10. - p. 327-352.
- [227] Fisher, R.A. the use of multiple measurements in taxonomic problems / R.A. Fisher // *Annals of Eugenics*. - 1936. - N7. - p. 179-188.
- [228] Glennon, D. Development and Validation of Credit-Scoring Models / D. Glennon, N.M. Kiefer, C.E. Larson, Hwan-sik Choi // *CAE Working Paper*. – 2007 . – N 07. – p.12
- [229] Guiso L., Sapienza P., Zingales L. (2013). The Determinants of Attitudes toward Strategic Default on Mortgages: Attitudes toward Strategic Default // *Journal of Finance*. – 2013. – Vol. 68(4). – p. 1473–1515.
- [230] Hand, D.J. Statistical classification methods in consumer credit / D.J. Hand, W.E. Henley // *Jornal of the Royal Statistical Society, Series A*. - 1997. - Vol. 160. p.523-541.
- [231] Janes, E.T. The Gibbs Paradox / E.T. Janes. - Washington University, 1996. – 357p.
- [232] Liu, Y. New issues in credit scoring application. Arbeitsbericht / Y, Liu. - Institut fur Wirtschaftsinformatik, 2001.
- [233] Newell, A. Human problem solving / A. Newell, M.A. Simon. - Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1972, p.167
- [234] Stress Testing by Large Financial Institutions: Current Practice and Aggregation Issues – Bank for International Settlements, Basel, 2000. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bis.org/publ/cgfs14.pdf> (дата доступа: 14.06.2019).
- [235] A Survey of Stress Tests and Current Practice at Major Financial Institutions - Bank for International Settlements, Basel, 2001. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.bis.org/publ/cgfs18.pdf> (дата доступа: 14.06.2019).

- [236] Thomas, L.C. A survey of credit and behavioural scoring: forecasting financial risk of lending to consumers / L.C. Thomas // International Journal of Forecasting. - 2000. - V.16. - p.149-172.
- [237] Zadeh, L.A. Fuzzy sets / L.A. Zadeh // Inf. Control. – 1965. - N8. -p.338-353
- [238] Zadeh, L.A. Fuzzy sets as a basic for a theory of possibility / L.A. Zadeh // Fuzzy sets and Systems. – 1978. - N1. - p. 3-28
- [239] Zadeh, L.A. The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems / L.A. Zadeh // Fuzzy sets and Systems. – 1983. - N11. - p.199-227
- [240] WolframAlpha [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.wolframalpha.com> (дата доступа: 14.06.2019).