

Н.А. Щукина, Г.И. Горемыкина
**КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОЦЕССОВ POS-КРЕДИТОВАНИЯ**
*ФГБОУВО «Российский экономический университет имени Г.В.
Плеханова», Москва, Россия*
*ФГБОУВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва,
Россия*

Целью данного исследования является рассмотрение возможности применения современных интеллектуальных методов и технологий принятия решений для управления сложными слабоструктурированными системами. Методология исследования основана на применении нечеткого когнитивного подхода, анализа причинно-следственных связей, динамического моделирования, анализа устойчивости рассматриваемой системы и анализа сценариев. В исследовании предлагается нечёткий когнитивный подход к моделированию системы управления рисками процессов POS-кредитования коммерческого банка. Моделируемая система представляется в виде нечёткого ориентированного взвешенного мультиграфа с передаваемым по нему импульсным воздействием. Процесс моделирования реализуется в виде последовательного выполнения следующих этапов: определение цели; построение нечёткой когнитивной карты; импульсное динамическое моделирование; анализ сценариев развития и выбор лучшего. Разработанная модель системы управления служит основой для анализа тенденций развития различных ситуаций, возникающих при работе банков в сегменте POS-кредитования. Она позволяет прогнозировать и моделировать стратегии поведения в ответ на внешние воздействия, а также определять траектории управления, которые позволяют снизить внутренние риски процессов POS-кредитования коммерческого банка. Нечеткий когнитивный подход является эффективным инструментом системы поддержки принятия решений в деятельности коммерческого банка и может быть применен для моделирования и анализа функционирования и других слабоструктурированных социально-экономических систем.

Ключевые слова: нечёткое когнитивное моделирование, нечёткий ориентированный взвешенный граф, POS-кредитование, система управления рисками, сценарный подход.

Введение. Банковский сектор является одной из важнейших структур рыночной экономики, который в условиях её цифровизации требует в области кредитования внедрения новых методов и технологий принятия решений, способных повысить эффективность процесса управления [1, 2].

Эволюция банков в условиях становления цифровой экономики предполагает внедрение новых организационных форм. Это индуцирует и возникновение новых банковских рисков. Классические банковские операции по кредитованию претерпевают изменения. Например, поколение

современных заемщиков использует POS-кредиты не только для оплаты товаров и услуг, но и как удобный сервис для осуществления покупки с помощью кредитных карт и CNP-транзакций. По данным компании Frank Research Group за период 01.01.2017 г. – 01.01.2018 г. прирост по объему портфеля POS-кредитов среди банков-лидеров в этом сегменте составил 13,01% до 247,49 млрд. рублей, а за период 01.01.2018 г. – 01.01.2019 г. – 8,63% до 268,85 млрд. рублей. Общий объем выданных POS-кредитов в 2017 году составил 366,4 млрд. рублей, а в 2018 году – 384,4 млрд. рублей [3]. Десять крупнейших банков по размеру портфеля POS-кредитов на 01.01.2019 г. приведены на Рисунке 1.

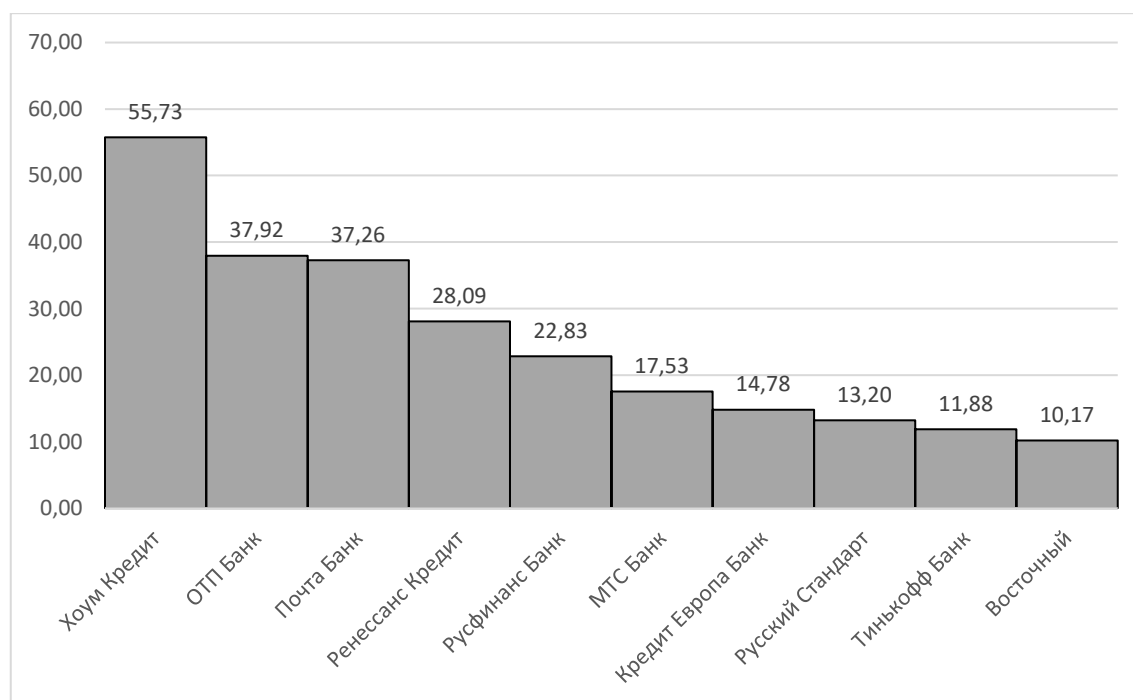


Рисунок – 1. Объем рынка экспресс-кредитов банков-лидеров в сегменте POS-кредитования, млрд рублей

Формирование и реализация эффективной стратегии развития банковского сектора требуют в современных условиях выполнения международных стандартов оценки и управления рисками [4] с поправкой на российский рынок, а также создания и внедрения новых научно-обоснованных моделей и методов оценки, и управления рисками [5].

Внедрение в систему поддержки принятия решений кредитных организаций математических моделей и методов позволяет не только снизить трудоемкость операций и психологический барьер лица, принимающего решения, но и повысить эффективность системы управления. Применение информационных систем и математических моделей позволяет осуществлять интеллектуальный анализ исторических и

текущих данных и даёт возможность моделировать рассуждения человека, учитывая его когницию [6, 7, 8].

Материалы и методы. Наиболее эффективным подходом для моделирования сложных систем, учитывающих причинно-следственные связи между ее элементами, является применение нечеткой когнитивной карты (FCM – Fuzzy Cognitive Map). На целесообразность использования такого подхода как инструмента моделирования систем интеллектуального управления указывают в своих работах Е.Ю. Хрусталёв [9], В.В. Кульба и др. [10], Л.А. Гинис [11], Е.Д. Бутенко [12], Коско Б. [13], Цадирас А.К. [14] и другие авторы. Методология когнитивного моделирования была предложена Р. Аксельродом [15] и применяется для исследования неструктурированных или слабоструктурированных сложных систем, которые можно представить в виде нечёткого взвешенного ориентированного графа, вершины которого являются концептами, описывающими основные характеристики поведения системы. Взвешенные дуги графа характеризуют собой каузальные отношения между концептами, которые можно описать при помощи лингвистических термов, принимающих значения от 0 до 1. Изучение поведения моделируемой системы управления, анализ сценариев её развития и выбор лучшего проводится с применением аппарата импульсных процессов [16, 17, 18, 19].

Процесс моделирования реализуется в виде последовательности выполнения этапов: определение цели; построение нечёткой когнитивной карты; динамическое моделирование с применением аппарата импульсных процессов; анализ сценариев развития ситуации и выбор лучшего.

В данном исследовании методология нечёткого когнитивного моделирования применена для моделирования системы управления рисками процессов POS-кредитования, приводящих к полному или частичному невыполнению обязательств заемщиком.

Целью первого этапа моделирования является когнитивная структуризация. Для выявления наиболее значимых в деятельности конкретного коммерческого банка рисков и установление качественных связей с возможностью количественной оценки силы их влияния на концепты исследовалась работа российских банков, которые ведут активную деятельность в сегменте POS-кредитования. На основе проведённого анализа установлены пятнадцать банковских рисков, наиболее характерных для процессов POS-кредитования.

- R1 – риск злоупотреблений со стороны заёмщика;
- R2 – риск злоупотреблений со стороны сотрудников банка;
- R3 – нормативно-правовой риск;
- R4 – информационный риск (ограничение или отсутствие доступа к информации о заёмщике);

- R5 – риск трудовых отношений;
- R6 – клиенты, банковские продукты, деловая практика;
- R7 – риск нанесения ущерба материальным активам;
- R8 – управление бизнес-процессами Банка;
- R9 – риск сбоя систем;
- R10 – макроэкономический риск;
- R11 – риск потери дохода у клиента;
- R12 – риск рентабельности бизнеса;
- R13 – риск форс-мажорных обстоятельств;
- R14 – риск конкурентной среды;
- R15 – риск потери лицензии.

К факторам, порождающим данные риски, можно отнести следующие факторы ситуации.

- A. Изменения законодательства, сопутствующего кредитованию.
- B. Изменения конкурентной среды.
- C. Изменение цены и спроса на продукцию.
- D. Неналаженные процессы в HR и Службе Безопасности при подборе персонала.
- E. Неправильная оценка клиента.
- F. Неэффективная работа кредитных инспекторов, верификаторов и т.п.
- G. Концентрация портфеля в одной области (недостаточно диверсификации).
- H. Нарушение нормативно-правовых актов в процессе кредитования.
- I. Низкое качество технологий, ИТ систем.
- J. Ошибки, допущенные при оформлении кредитной сделки.
- K. Значительный объем ссуд на одного заёмщика.
- L. Общая закредитованность населения.
- M. Излишне либеральная кредитная политика Банка.
- N. Излишне консервативная кредитная политика Банка.
- O. Несовершенная (долгая, требующая множество документов и т.п.) процедура оформления.
- P. Отсутствие контроля за рисками со стороны менеджмента Банка.
- Q. Недостаточное страхование кредитов.
- R. Концентрация деятельности Банка в новых неизученных сферах бизнеса.
- S. Большое количество длинных кредитов.

Перечисленные риски и факторы коррелируют между собой. Между рисками и факторами, которые на них влияют, с помощью экспертных оценок установлены взаимосвязи, позволяющие перейти к следующему этапу моделирования – построению FCM.

Пусть $G = \langle X; W \rangle$ – нечёткий ориентированный взвешенный граф, где X – множество вершин графа, $W \subseteq X^2$ – множество дуг. Вершины графа (концепты) являются нечёткими множествами. Элементы множества W отражают детерминированные связи между концептами и содержат информацию о степени влияния (весе) связываемых концептов.

Влияние каждого из концептов друг на друга оценивается экспертами по шкале от 0 до 1. Шкала силы связи между концептами представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Сила связи между концептами

Лингвистическое значение	Интервальное значение
не влияет	[0; 0.1)
очень слабо влияет	[0.1; 0.2)
слабо влияет	[0.2; 0.4)
средняя сила влияния	[0.4; 0.6)
сильно влияет	[0.6; 0.8)
очень сильно влияет	[0.8; 1]

Значения результирующего показателя и факторов также задаются по шкале [0; 1] в лингвистическом виде: {очень низкий [0; 0.14), низкий [0.14; 0.28), ниже среднего [0.28; 0.42), средний [0.42; 0.58), выше среднего [0.58; 0.72), высокий [0.72; 0.85), очень высокий [0.85; 1]}.

На основе выявленных концептов и установленных между ними связей и степени зависимости построена нечёткая когнитивная карта рисков процесса POS-кредитования в виде взвешенного ориентированного мультиграфа, представленная на Рисунке 2.

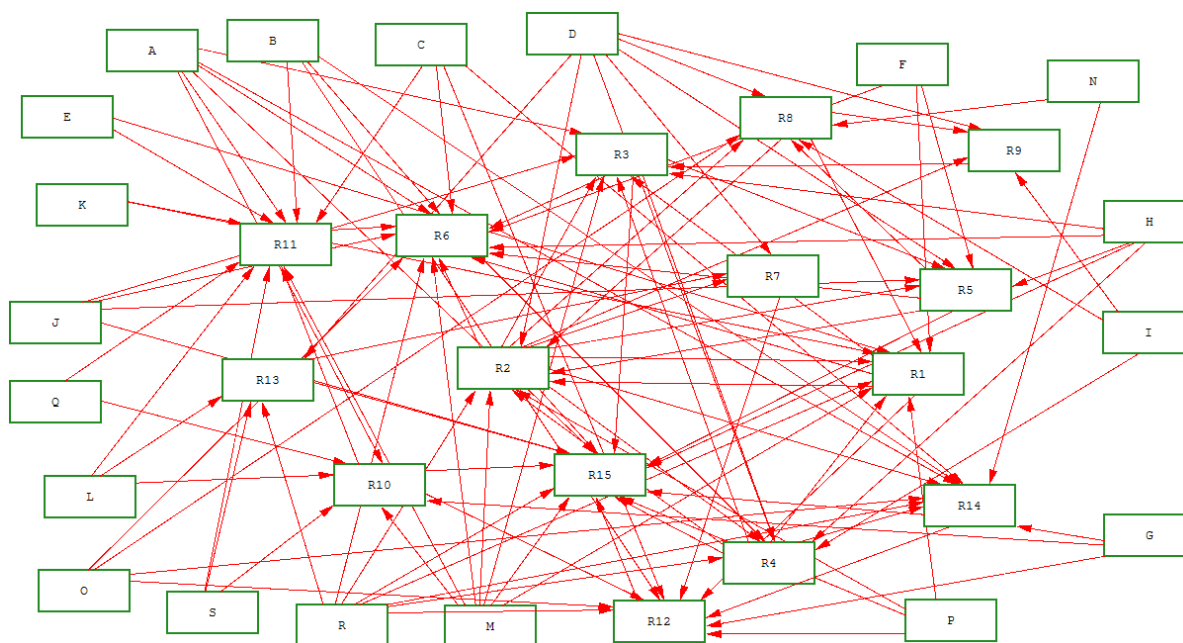


Рисунок – 2. Когнитивная карта системы управления рисками процессов POS-кредитования

Построенный ориентированный мультиграф является слабо связным. Он содержит как контуры с положительной обратной связью, которые усиливают отклонения, так и контуры с отрицательной обратной связью, которые противодействуют воздействиям [20].

Система управления рисками процесса POS-кредитования должна учитывать все возможные причины изменения наиболее характерных рисков. Для проведения анализа поведения системы управления процессом POS-кредитования на основе установленных причинно-следственных связей между концептами построенной нечёткой когнитивной карты необходимо выделить наиболее существенные риски и факторы. Поэтому целесообразно построить укрупненную когнитивную карту процессов POS-кредитования, которая состоит из следующих рисков и факторов:

- X_0 – уровень реализации операционного риска;
- X_1 – уровень реализации кредитного риска;
- X_2 – изменения в законодательстве, сопутствующем процессам POS-кредитования;
- X_3 – изменения конкурентной среды в данном сегменте;
- X_4 – макроэкономические факторы;
- X_5 – форс-мажорные обстоятельства;
- X_6 – внутренние факторы Банка, определяемые задачами его деятельности;
- X_7 – факторы, характеризующие отрасль работы заёмщика;

- X_8 – факторы, относящиеся к характеристике заёмщика (срок кредита, качество кредитной истории);
- X_9 – внутренние факторы Банка, связанные с сотрудниками, занятыми в сегменте POS-кредитования;
- X_{10} – качество технологий, ИТ систем, качество процедуры оформления сделки.

Укрупненная когнитивная карта системы управления рисками процессов POS-кредитования представлена на Рисунке 3.

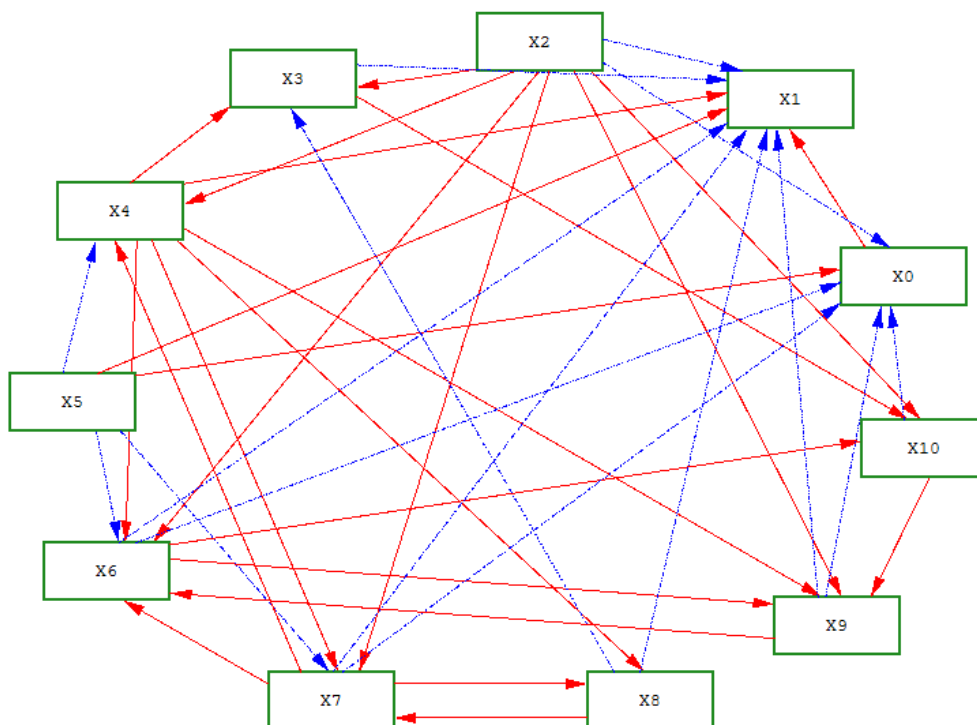


Рисунок – 3. Укрупненная когнитивная карта системы управления рисками процессов POS-кредитования

Для описания процесса изменения системы под действием импульса необходимо наделить (взвесить) концепты X_0, X_1, \dots, X_{10} исходными оценками состояния $v_{00}, v_{10}, \dots, v_{10,0}$ и оценками $v_0(t), v_1(t), \dots, v_{10}(t)$ в произвольный момент времени $t > 0$. Зона воздействия, в которой система подвергается влиянию факторов, представляется в виде внешнего импульса $P(t) = (p_0(t), p_1(t), \dots, p_{10}(t))$, где $p_i(t)$ – импульс, приложенный к концепту X_i в произвольный момент времени $t \geq 0$.

Под управлением процессов POS-кредитования будем понимать упорядоченный набор оценок $v_0(t), v_1(t), \dots, v_{10}(t)$ концептов $X_0, X_1, \dots,$

X_{10} соответственно и воздействие, позволяющее найти их значения в любой момент времени t .

Введём следующие обозначения:

$V_0 = (v_{00}, v_{10}, \dots, v_{10,0})$ – вектор исходных оценок концептов X_0, X_1, \dots, X_{10} ;

$V(t) = (v_0(t), v_1(t), \dots, v_{10}(t))$ – вектор оценок концептов X_0, X_1, \dots, X_{10} в произвольный момент времени $t \geq 0$;

$P(t) = (p_0(t), p_1(t), \dots, p_{10}(t))$ – вектор управляющих воздействий в произвольный момент времени $t \geq 0$;

$W = (w_{ij})$ – матрица весов ориентированного мультиграфа, где w_{ij} – оценка степени влияния концепта X_i на концепт $X_j, i, j = 0, \dots, 10$.

Динамика распространения управляющих воздействий в системе описывается как изменение показателей состояния концептов системы по следующим правилам:

$$V(0) = V_0 + P(0), \quad (1)$$

$$V(t) = V(t-1) + W^T P(t-1) = V_0 + \sum_{k=0}^{t-1} (W^T)^k P(0), \quad t > 0, \quad (2)$$

$$P(t) = V(t) - V(t-1) = (W^T)^t P(0), \quad t \geq 0. \quad (3)$$

Здесь знак « T » означает операцию транспонирования матрицы.

Для анализа поведения построенной модели системы управления важным этапом является проверка её на импульсную устойчивость. Характеристический многочлен $C(\lambda)$ матрицы весов W имеет вид:

$$C(\lambda) = \det(W - \lambda E) = \lambda^7 (\lambda^4 - 0.300\lambda^3 - 0.420\lambda^2 + 0.096\lambda - 0.009),$$

где E – единичная матрица, λ – собственное значение матрицы W .

Корнями многочлена $C(\lambda)$ являются числа -0.6089; -0.0723; 0.3000; 0.6812 и 0 кратности 7. Так как все ненулевые собственные значения различны и не превосходят по абсолютной величине единицу, то необходимые и достаточные условия импульсной устойчивости представленной системы управления выполнены [20]. Таким образом, при введении в систему некоторого начального импульса величины импульсов во всех вершинах орграфа будут ограничены и не смогут бесконечно возрастать.

Результаты и их обсуждение. Выработка стратегий и прогноз развития системы предполагает динамическое моделирование различных сценариев её развития в зависимости от внешних и внутренних воздействий.

Под состоянием построенной системы управления в момент времени t понимаем вектор исходных оценок V_0 концептов X_0, X_1, \dots, X_{10} . Система

переходит из одного состояния в другое в дискретные моменты времени $t = t_1, t_2, \dots, t_k, \dots$, которые назовем 1, 2, ..., k -м шагами процесса соответственно. В начале каждого шага k система может находиться в одном из состояний $V(t_{k-1})$. Управление $P(t_k)$ системой на k -м шаге переводит её из состояния $V(t_{k-1})$ в состояние $V(t_k)$ на основании формулы (2). Стратегией S называем управление системой, которое переводит систему из состояния V_0 в конечное состояние, то есть стратегия – это такая совокупность импульсов, под воздействием которой система переходит из начального состояния в конечное.

Рассмотрим возможные сценарии развития ситуации в сегменте POS-кредитования как в условиях дестабилизирующих обстоятельств (внешние негативные воздействия на систему), так и в условиях их отсутствия.

Анализ общей ситуации на рынке банковских услуг в сегменте POS-кредитования позволяет сформировать исходное состояние системы управления в виде лингвистического и количественного описания концептов следующим образом: X_0 – ниже среднего (0.36); X_1 – средний (0.5); X_2 – ниже среднего (0.36); X_3 – среднее (0.5); X_4 – средний (0.5); X_5 – низкий (0.21); X_6 – средний (0,5); X_7 – выше среднего (0.64); X_8 – выше среднего (0.64); X_9 – средний (0.5); X_{10} – выше среднего (0.64).

Рассмотрим некоторые возможные стратегии развития системы управления рисками POS-кредитования в отсутствие внешних воздействий, то есть в условиях сохранения концептами X_2, X_3, X_4, X_5 и X_7 своих исходных значений и отсутствии внешнего импульсного воздействия.

Стратегия 1. Улучшение показателей, связанных с внутренними факторами коммерческого банка, направленными на снижение злоупотреблений со стороны сотрудников банка, то есть уменьшение значения фактора $X_9 = \{\text{Внутренние факторы коммерческого банка, связанные с сотрудниками}\}$. Придадим импульс концепту X_9 , который изменит его лингвистическую оценку «средний» на значение «выше среднего».

Стратегия 2. Развитие технологий, упрощающих оформление кредита, что означает увеличение значения фактора $X_{10} = \{\text{Качество технологий, ИТ систем, качество процедуры оформления сделки}\}$ и одновременное улучшение показателей, связанных с внутренними факторами коммерческого банка, направленными на снижение злоупотреблений со стороны сотрудников банка, то есть уменьшение значения фактора $X_9 = \{\text{Внутренние факторы коммерческого банка, связанные с сотрудниками}\}$. Придадим импульс концептам X_9 и X_{10} , который повысит их

лингвистическую оценку на один уровень до значений «выше среднего» и «высокий» соответственно.

Стратегия 3. Рассмотрим ситуацию увеличения лингвистического значения концепта $X_6 = \{\text{Внутренние факторы коммерческого банка, определяемые задачами его деятельности}\}$ до значения «выше среднего» на первом шаге моделирования.

Продолжительность моделирования составляет 12 шагов. Результаты моделирования сравнения предложенных сценариев по целевым концептам $X_0 = \{\text{Уровень реализации операционного риска}\}$ и $X_1 = \{\text{Уровень реализации кредитного риска}\}$ приведены на Рисунке 4

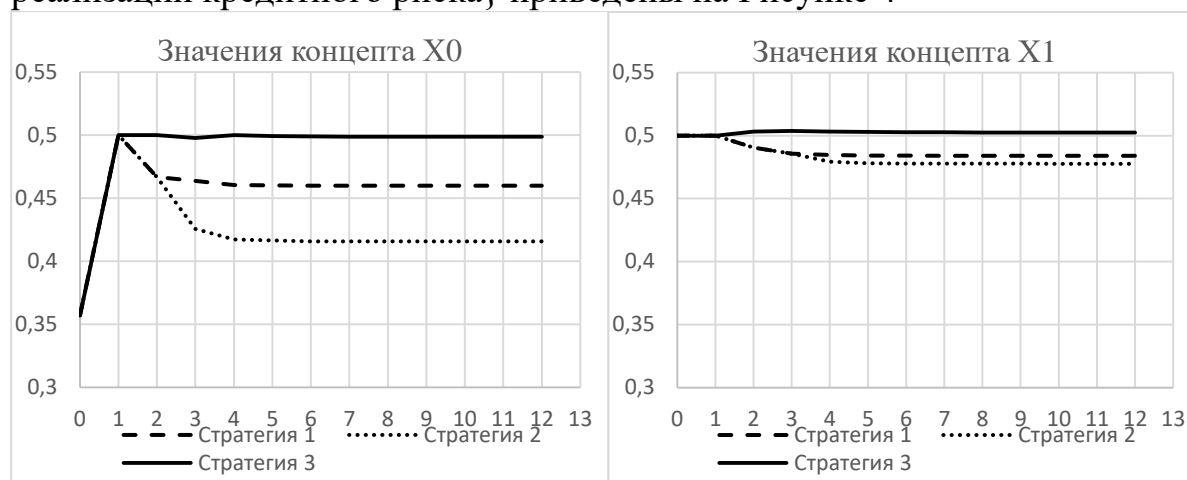


Рисунок – 4. Сравнение результатов моделирования стратегий развития ситуации для значений концептов $X_0 = \{\text{уровень реализации операционного риска}\}$ и $X_1 = \{\text{уровень реализации кредитного риска}\}$

Из Рисунка 4 видно, что лучшей из предложенных стратегий для снижения уровней реализации операционного и кредитного рисков процессов POS-кредитования является стратегия 2, так как значения каждого из целевых концептов по результатам моделирования являются наименьшими.

Влияние финансового кризиса на банковскую систему является актуальной задачей и постоянно привлекает к себе внимание исследователей [21, 22]. Рассмотрим ситуации, которые могут привести к дестабилизации банковской деятельности в сегменте POS-кредитования.

Предположим, что к рассматриваемой системе применено внешнее импульсное воздействие к концептам X_2 , X_3 , X_4 , X_5 или X_7 . Рассмотрим некоторые возможные дестабилизирующие ситуации.

Ситуация 1. Произошли негативные изменения в законодательстве, сопутствующем POS-кредитованию, т.е. концепт X_2 изменил свое лингвистическое значение с «ниже среднего» на «низкий».

Ситуация 2. Ухудшение макроэкономической ситуации (например, повышение уровня инфляции), т.е. концепт X_4 принимает значение «выше среднего», что приводит к снижению объемов производства и негативно сказывается на отрасли потенциального заемщика. На третьем шаге моделирования будем полагать, что концепт X_7 изменит свое лингвистическое значение на 1 уровень.

Визуализация развития рассмотренных ситуаций изображена на Рисунке 5.

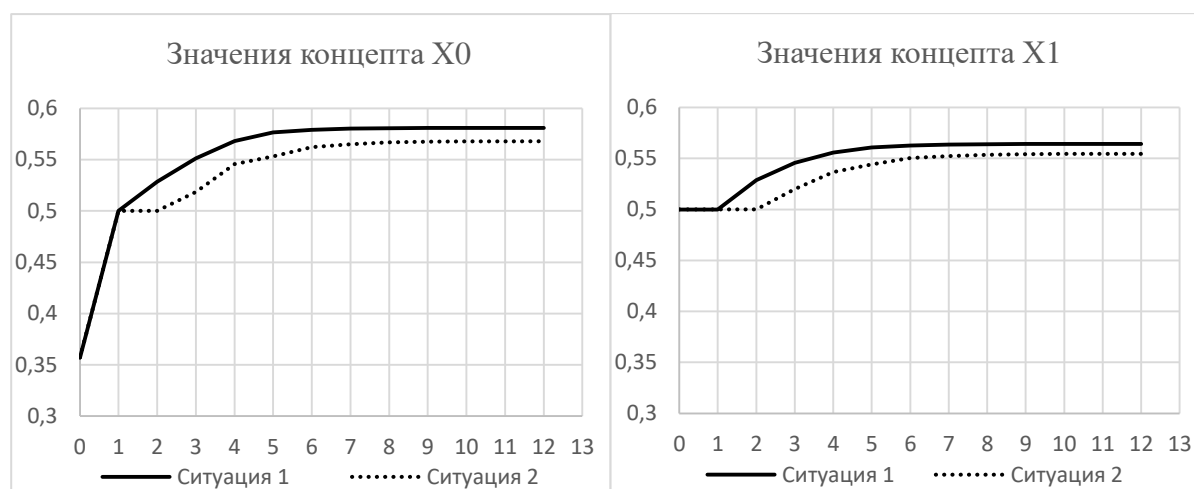


Рисунок – 5. Значения концептов $X_0 = \{\text{уровень реализации операционного риска}\}$ и $X_1 = \{\text{уровень реализации кредитного риска}\}$ в зависимости от развития ситуаций 1 и 2

Предложенные ситуации 1 и 2 требуют рассмотрения для принятия превентивных мер. Рассмотрим возможные стратегии поведения при возникновении ситуации 1 и ситуации 2.

В качестве ответной реакции на ситуацию 1 для снижения уровня реализации операционного и кредитного рисков предлагаются следующие управляющие воздействия. На втором шаге изменить концепты X_9 и X_{10} , увеличив их лингвистические значения до значений «выше среднего» и «высокий» соответственно. На третьем шаге увеличить значение концепта X_6 на уровень до значения «выше среднего». Результат ответных действий на возникновение ситуации 1 приведен на Рисунке 6.

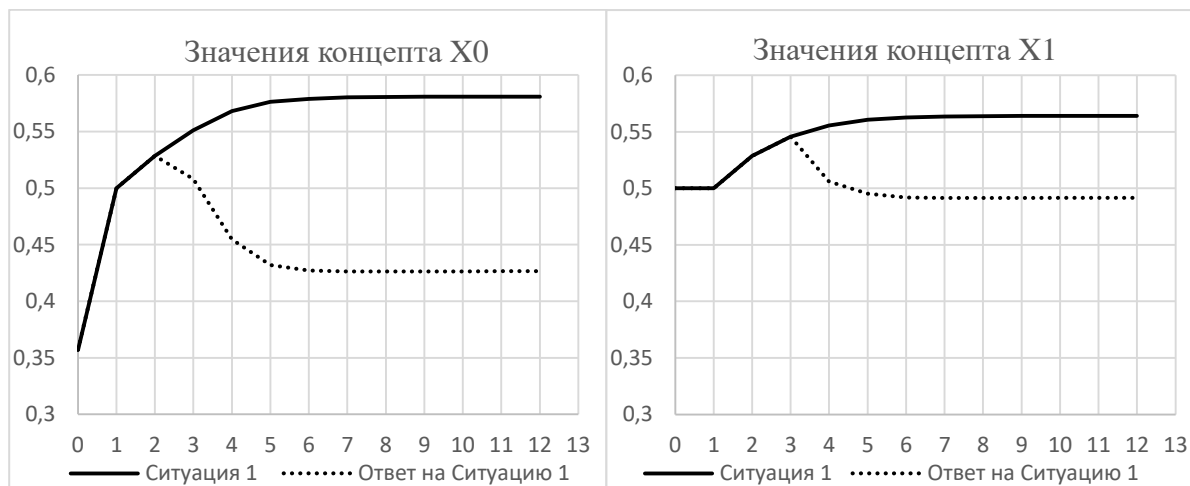


Рисунок – 6. Значения концептов $X_0 = \{\text{уровень реализации операционного риска}\}$ и $X_1 = \{\text{уровень реализации кредитного риска}\}$ в результате реализации возможной стратегии как реакции на ситуацию 1

В качестве ответной реакции на ситуацию 2 для снижения уровня реализации операционного и кредитного рисков предлагаются следующие управляющие воздействия. На втором шаге увеличить значение концепта X_6 на один уровень до значения «выше среднего». На четвертом шаге изменить концепты X_9 и X_{10} , увеличив их лингвистические значения до значений «выше среднего» и «высокий» соответственно. Результат ответных действий на возникновение ситуации 2 приведен на Рисунке 7.

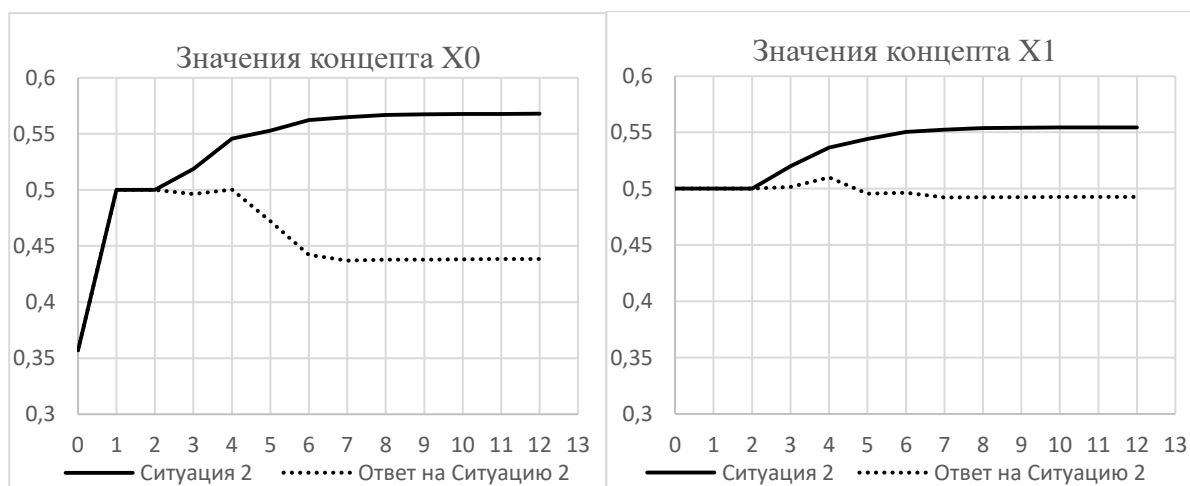


Рисунок – 7. Значения концептов $X_0 = \{\text{уровень реализации операционного риска}\}$ и $X_1 = \{\text{уровень реализации кредитного риска}\}$ в результате реализации возможной стратегии как реакции на ситуацию 2

Разработанная модель системы управления рисками служит основой для анализа тенденций развития различных ситуаций, возникающих при работе банков в сегменте POS-кредитования. Она позволяет прогнозировать

и моделировать стратегии поведения в ответ на внешние воздействия, а также определять траектории управления, которые позволяют контролировать и снижать величину рисков в процессе POS-кредитования. Предлагаемый сценарный подход может быть использован при оценке реализации различных вариантов стратегии развития системы управления рисками процессов POS-кредитования в коммерческом банке.

Заключение. При разработке модели системы управления рисками POS-кредитования применено нечёткое когнитивное моделирование, которое позволяет моделировать рассуждения человека, учитывать его когницию. Моделируемая система представлена в виде нечёткого ориентированного взвешенного мультиграфа с передаваемым по нему импульсом.

Представление системы управления в виде нечеткой когнитивной карты позволяет проводить анализ динамических процессов, протекающих в этой системе, систематизировать причинно-следственные связи между ее элементами и прогнозировать поведение системы.

На основе анализа причинно-следственных связей построенной когнитивной карты можно систематизировать внутренние и внешние факторы рисков коммерческого банка в рассматриваемом сегменте и получить их качественную и количественную оценку. Моделирование распространения импульсного возмущения позволяет оценить возможные управленческие решения и выбрать лучшее. Реализация нечеткой когнитивной модели позволяет формализовать процесс оценки результатов принимаемых управленческих решений и разрабатывать стратегии развития рискованных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Prezenski S., Brechmann A., Wolff S., Russwinkel N. A Cognitive Modeling Approach to Strategy Formation in Dynamic Decision Making. *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 8, P. 1335.
2. Thomson R., Lebiere C., Anderson J.R., Staszewski J. A general instance-based learning framework for studying intuitive decision-making in a cognitive architecture. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 2015. No. 4. Pp. 180-190.
3. Банки-лидеры в сегменте POS-кредитования. Электронный репурс. URL: <https://frankrg.com/1262>
4. COSO 2017. "Conceptual framework for enterprise risk management: integration with strategy and business management" COSO 2017. URL: <https://www.coso.org/Pages/erm.aspx>

5. Лансков П.М., Зенькович Е.В. Интегрированная система внутреннего контроля и управления рисками и внутренний аудит в некредитных финансовых организациях// Деньги и кредит. 2017. № 2. С. 34-36.
6. Львович Я.Е., Сапожников Г.П. Интеллектуализация управления ресурсо-эффективностью некоммерческой образовательной организации с использованием мониторинго-рейтинговой информации// Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2017. № 4 (19). С. 21.
7. Sun R., Ling C.X. Computational Cognitive Modeling, the Source of Power, and Other Related Issues. Artificial Intelligence. 1998. Vol.19. No. 2. Pp. 113-120.
8. Vasantha Kandasamy W.B., Smarandache F. Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps. 2003. 212 p.
9. Хрусталёв Е.Ю. Когнитивная модель развития банковской системы РФ// Экономика и математические методы. 2011. Т. 47. № 2. С. 117-127.
10. Kulba V., Shelkov A., Chernov I., & Zaikin O. Scenario analysis in the management of regional security and social stability. Intelligent Systems Reference Library. 2016. Vol. 98. Pp. 249-268.
11. Гинис Л.А. Развитие инструментария когнитивного моделирования для исследования сложных систем// Инженерный вестник Дона. 2013. № 3 (26). С. 66.
12. Бутенко Е.Д. Искусственный интеллект в банках сегодня: опыт и перспективы// Финансы и кредит. 2018. Т. 24. № 1 (769). С. 143-153.
13. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps. International Journal of Man-Machine Studies. 1986. Vol. 24. Pp. 65-75.
14. Tsadiras A.K. Comparing the inference capabilities of binary, trivalent and sigmoid fuzzy cognitive maps// Information Sciences. 2008. Vol. 178, Iss. 20. Pp. 3880-3894.
15. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton University Press. 1976. 395 p.
16. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука. – 1986. – 496 с.
17. Чепурных Н.В., Новоселов А.Л. Экономика и экология: развитие, катастрофы. М.: Изд-во «Наука», 1996. – 272 с.
18. Чефранова М.А. Построение когнитивной модели процесса кредитования и разработка структурного блока принятия

- управленческих решений на ее основе// Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2011. №. 1. С. 201-208.
19. Christoforou A., Andreou A.S. A framework for static and dynamic analysis of multi-layer fuzzy cognitive maps. *Neurocomputing*. 2017. Vol. 232. Pp.133-145.
 20. Maruyama M. The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Process, *Amer. Scientist*. 1963. 51. Pp. 164-179.
 21. Roberts F.S., Brown T.A. Signed Digraphs and the Energy Crisis, *Amer. Math. Monthly*. 82. 1975. Pp. 577-594.
 22. Черникова Л.И., Евстефеева С.А. Показатели эффективности работы банковского сектора в условиях кризиса//Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. Т. 10. № 5 (335). С. 506-517.
 23. Комаров А.В., Переверзева А.А. Банковская система современной России: вызовы и реалии// Экономика. Бизнес. Банки. 2017. № 1 (18). С. 65-75.

N.A. Shchukina, G.I. Goremykina

**COGNITIVE MODELING OF RISK MANAGEMENT PROCESSES
POS-LOANING**

*Plekhanov Russian University of Economics, Russian Federation, Moscow;
Financial University under the Government of the Russian Federation, Russian
Federation, Moscow*

The purpose of this study is to consider the possibility of applying modern intellectual methods and decision-making technologies to manage complex semi-structured systems. The research methodology is based on the use of a fuzzy cognitive approach, cause-effect relationships analysis, dynamic modeling, stability analysis of the system under consideration, and scenarios analysis. The study proposes a fuzzy cognitive approach to modeling the risk management system of POS-loaning processes in a commercial Bank. The modeling system is represented as a fuzzy oriented weighted multigraph with a pulse effect transmitted through it. The modeling process is implemented in the form of the following stages: goal definition; fuzzy cognitive map construction; impulse processes for dynamic modeling; the situation scenarios analysis and the choice of the best. The developed management system model serves as the basis for the trends analysis in the development of various situations in the POS-loaning segment. It allows to predict and simulate the behavior strategies in response to external stimuli, and to determine the governance trajectory that reduce internal risks processes POS-loaning commercial Bank. Fuzzy cognitive approach is an effective tool to support decision-

making in the activities a commercial Bank risk management and can be used to model and analyze the functioning and other poorly structured socio-economic systems.

Keywords: fuzzy cognitive modeling, fuzzy oriented weighted graph, POS-loaning, risk management system, scenario approach.

REFERENCES

1. Prezenski S., Brechmann A., Wolff S., Russwinkel N. A Cognitive Modeling Approach to Strategy Formation in Dynamic Decision Making. *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 8, P. 1335.
2. Thomson R., Lebiere C., Anderson J.R., Staszewski J. A general instance-based learning framework for studying intuitive decision-making in a cognitive architecture. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 2015. No. 4. Pp. 180-190.
3. Leading banks in the POS-loaning segment. *Electronic rerurs*. URL: <https://frankrg.com/1262>
4. COSO 2017. "Conceptual framework for enterprise risk management: integration with strategy and business management" COSO 2017. URL: <https://www.coso.org/Pages/erm.aspx>
5. Lanskov P.M., Zenkovich E.V. Integrated system of internal control and risk management and internal audit in non-credit financial organizations. *Money and Credit*. 2017. No. 2. Pp. 34-36.
6. Lvovich Y.E., Sapozhnikov G.P. Intellectualization of resource-efficiency management of a non-profit educational organization with the use of monitoring and rating information. *Modeling, optimization and information technologies*. 2017. No. 4 (19). Pp. 21.
7. Sun R., Ling C.X. Computational Cognitive Modeling, the Source of Power, and Other Related Issues. *Artificial Intelligence*. 1998. Vol.19. No. 2. Pp. 113-120.
8. Vasantha Kandasamy W.B., Smarandache F. *Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps*. 2003. 212 p.
9. Khrustalev Ye.Yu. Cognitive Model of the Russian Banking System. *Economics and mathematical methods*. 2011. Vol. 47. No. 2. Pp. 117–127.
10. Kulba V., Shelkov A., Chernov I., Zaikin O. Scenario analysis in the management of regional security and social stability. *Intelligent Systems Reference Library*. 2016. Vol. 98. Pp. 249-268.
11. Ginis L.A. The development of toolkit of cognitive modelling for research of difficult systems. *Engineering journal of Don*. 2013. No. 3 (26). Pp. 66.

12. Butenko E.D. Artificial intelligence in banks today: experience and perspectives. *Finance and Credit*. 2018, vol. 24, iss. 3, pp. 143–153.
13. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps. *International Journal of Man-Machine Studies*. 1986. Vol. 24. Pp. 65-75.
14. Tsadiras A.K. Comparing the inference capabilities of binary, trivalent and sigmoid fuzzy cognitive maps// *Information Sciences*. 2008. Vol. 178, Iss. 20. Pp. 3880-3894.
15. Axelrod R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton University Press. 1976. 395 p.
16. Roberts F.S. *Discrete mathematical models with applications to social, biological and environmental problems*. Moscow. Nauka. 1986. 496 p.
17. Chepurnyh N.V., Novoselov A.L. *Economy and ecology: development, disaster*. Moscow. Nauka. 1996. 272 p.
18. Chefranova M.A. Building a cognitive model of crediting and the development of the structural unit of management decisions on its basis. *Bulletin of Adyghe State University. Series 5: Economy*. 2011. No. 1. Pp. 201-208.
19. Christoforou A., Andreou A.S. A framework for static and dynamic analysis of multi-layer fuzzy cognitive maps. *Neurocomputing*. 2017. Vol. 232. Pp.133-145.
20. Maruyama M. The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Process, *Amer. Scientist*. 1963. 51. Pp. 164-179.
21. Roberts F.S., Brown T.A. Signed Digraphs and the Energy Crisis, *Amer. Math. Monthly*. 82. 1975. Pp. 577-594.
22. Chernikova L.I., Evstifeeva S.A. Performance indicators of the banking sector during the crisis. *Financial analytics: problems and solutions*. 2017. Vol. 10. No. 5 (335). Pp. 506-517.
23. Komarov A.V., Pereverzeva A.A. Banking system of modern Russia: challenges and realities. *Economy. Business. Banks*. 2017. No. 1 (18). Pp. 65-75.