

УДК 338:6П2.15.7:336.77

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
КРЕДИТНЫМ РИСКОМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ**

Рахимбердиев Қ.Б., PhD., доцент

Старший преподаватель кафедры Эконометрики ТГЭУ «Ташкентский государственный экономический университет», Факультет цифровой экономики и информационных технологий, г. Ташкент

Orcid: 0000-0003-2290-5786

Аннотация. В статье анализируются теоретико-методологические основы цифровой трансформации коммерческих банков и возможности повышения экономической эффективности деятельности коммерческих банков на основе внедрения цифровых технологий. Также разработана математическая модель процесса оптимального управления активами и пассивами и кредитным риском коммерческих банков. Представлены методические указания по программной реализации предлагаемой математической модели и ее использованию при управлении процессом кредитования на блокчейн платформа кредитования UzBCS.

Ключевые слова. Цифровая трансформация, коммерческие банки, финтех-технологии, блокчейн, система кредитования, *UzBCS*, математическое моделирование процесса кредитования, кредитный риск.

METHODOLOGICAL BASIS OF OPTIMAL CREDIT RISK MANAGEMENT BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES IN COMMERCIAL BANKS

Rakhimberdiev K.B., PhD, Associate Professor

Senior Lecturer, Department of Econometrics, Tashkent State University of Economics, Faculty of Digital Economy and Information Technology, Tashkent

Orcid: 0000-0003-2290-5786

Abstract. The article analyzes the theoretical and methodological foundations of digital transformation of commercial banks and the possibilities of increasing the economic efficiency of commercial banks through the introduction of digital technologies. A mathematical model of the process of optimal asset and liability management and credit risk of commercial banks has also been developed. The article presents guidelines for the software implementation of the proposed mathematical model and its use in managing the lending process on the UzBCS blockchain lending platform.

Keywords: Digital transformation, commercial banks, fintech technologies, blockchain, lending system, UzBCS, mathematical modeling of the lending process, credit risk.

Введение. В настоящее время последовательное внедрение цифровых технологий в экономическую и социальную сферы по всему миру оказывает значительное влияние прежде всего на финансовый рынок. Таким образом, мировая экономика всё больше вовлекается в процесс международной цифровой трансформации. Этот процесс технологической перестройки называется цифровизацией. Основная цель внедрения цифровизации

заключается в достижении высокой экономической эффективности за счёт предоставления клиентам современных, качественных и безопасных финансовых услуг. В этих целях банковская система Республики Узбекистан совершенствуется на основе передовых цифровых технологий, переходя на качественно новый уровень, соответствующий технологическим требованиям национальной цифровой экономики[1].

Цифровая трансформация способствует эволюционному развитию бизнес-моделей, внедрению современных концептуальных решений в банковскую систему-от совершенствования технологий интернет-банкинга до глубокой трансформации традиционных денежно-кредитных операций. Внедрение инновационных цифровых технологий в деятельность банков и финансовых учреждений является основным механизмом обеспечения устойчивого и долгосрочного роста их эффективности. Кроме того, процесс цифровизации является одним из ключевых стратегических приоритетов развития банковских и кредитных технологий в мировой экономике[2].

По этой причине при цифровизации экономических процессов необходимо сосредоточиться на следующих вопросах:

- Исследовать фундаментальные теоретические основы процесса цифровизации коммерческих банков;
- Разработать теоретико-методологические основы классификации, кластеризации и использования научных направлений, теорий, концепций, моделей и методов, необходимых для цифровизации системы кредитования коммерческих банков;
- Разработать концептуальные модели выявления и использования эффективных средств защиты информации для обеспечения безопасного предоставления финансовых услуг в коммерческих банках;

- Проанализировать современные финансовые технологии, применяемые коммерческими банками для повышения эффективности процесса кредитования, и сформировать методологические основы их внедрения.

Обзор литературы. В последние годы применение методов экономико-математического моделирования в сфере финансов, в частности, при оптимизации кредитной деятельности коммерческих банков, признано одним из наиболее актуальных научных направлений. В связи с этим Головенчик Г.Г., Егорова Н.Е., Смулов А.М., Королева Е.А., Бухарин С.В., Нейштад М.Л., Балашова А.И., Гусарова О.М., Комаров П.И., Денисов Д.Е. и Сивелева М.А. Такие ученые, как, глубоко проанализировали способы эффективного использования систем кредитного скоринга для моделирования процесса кредитования и оценки платежеспособности заемщиков.

Данное исследование сосредоточено на применении статистических и вероятностных моделей в оценке кредитного риска, анализе клиентского портфеля и принятии решений. В частности, разработка моделей кредитного скоринга обосновала возможность объективной оценки финансового положения заемщика, автоматизации принятия решений и снижения субъективных подходов. Данные подходы важны для минимизации влияния человеческого фактора на банковскую деятельность, оперативности принятия решений и повышения качества кредитного портфеля.

В указанной литературе разработан широкий спектр теоретических и практических основ модернизации системы кредитования, ее оптимизации посредством математического моделирования и обеспечения ее безопасности с использованием цифровых технологий. Они создают прочную основу для цифровой трансформации существующих банковских систем, управления кредитными рисками и повышения эффективности кредитных портфелей.

Анализ и результаты. Из поднятых вопросов следует, что необходимо изучить теоретические и методологические основы эффективной цифровизации коммерческих банков.

Таблица 1.

Эволюция цифровизации банковских систем.

Периоды развития	Этапы разработки	Классификация этапы развития
I-период	Производство и внедрение пластиковых карт коммерческих банков	Создает возможности для развития различных банковских услуг и улучшения финансового сектора
II-период	Разработка и внедрение новых технологий использования пластиковых карт коммерческих банков и банкоматов	Он позволяет клиентам пользоваться банковскими услугами удаленно. Данная банковская организация предоставляет возможность пользоваться данными банковскими услугами в регионах за пределами страны.
III-период	Появление электронных торговых площадок, фондовых бирж (NASDAQ)	Внедрение Интернета и современных сетевых технологий способствовало развитию финансовых рынков и фондовых бирж. Это создало возможность для банков и финансовых учреждений расширить дистанционные услуги.

IV- период	Преимущества и внедрение финтех технологий	Fintech (финансовые технологии) — это институт, который внедряет современные технологии для улучшения финансового сектора и разрабатывает новые финансовые технологии. Развитие финансовых технологий Fintech создало возможности для появления проектов, конкурирующих с традиционными банковскими услугами, и увеличения объемов банковских финансовых транзакций.
V- период	Улучшение систем цифровизации финансового сектора	Широкое внедрение интернет-технологий и цифровых инноваций в банковском и финансовом секторах
VI- период	Внедрение технологий блокчейн	Создание и внедрение крипто валют, крипто бирж и технологий крипто кредитования на основе технологии блокчейн для улучшения финансового сектора

В современных условиях рыночной экономики необходимо формирование систем управления высокого уровня, позволяющих эффективно, конкурентоспособно и безопасно организовать деятельность коммерческих банков. Таким образом, в настоящее время развитое и современное банковское управление включает в себя следующее.



Рисунок 1. Ключевые аспекты современного банковского менеджмента.

A. Экспертиза. Это заключается в анализе действий, которые выполняются и должны выполняться в системе управления банка, включая следующее:

- Анализ банковского дела и финансовых рынков - анализ роли финансовых рынков в управлении банком (денежный рынок, рынок капитала, валютный рынок, рынок облигаций), защита позиций банка и клиентов банка, значение портфеля облигаций для баланса банка, инструменты центрального банка (тендеры РЕПО, О/Н-кредит);
- **Нормативно-правовая среда.** Постановления и указы Президента Республики Узбекистан по вопросам развития банковского сектора, Денежно-кредитной политики Центрального банка Республики Узбекистан, а также нормативно-правовые вопросы на основе международных Базеля III/IV, CRD/CRR-требования к капиталу, SRMR-регулирование международного единого механизма урегулирования, BRRD-оздоровление и модернизация банков, MREL/TLAC-соответствующие минимальные требования к ликвидности, DGS-система гарантирования вкладов, SREP-совершенствование

моделей надзорного контроля и оценки, ICAAP/ILAAP-распределение капитала и ликвидности, LCR/NSFR-показатели ликвидности, EMIR-инфраструктура рынка, IRRBB-управление процентным риском и др[1][4].

- **Управление рисками.** Основные методы управления рисками (кредитный риск, рыночный риск, риск ликвидности, операционный риск, бизнес-риски) и измерения рисков. Кредитный риск (ожидаемые и непредвиденные потери, снижение кредитного риска, риск кредитного спреда), риск ликвидности банка, валютный риск, риск ликвидности. Методы измерения и количественной оценки банковского риска (сценарии «что если», MD, PVBP, VaR, ожидаемый дефицит) и т. д.
- **Эффективность процесса банковского кредитования.** Розничные и корпоративные банковские услуги, политика рисков и оптимальное управление ими для клиентов разного социального статуса, кросс-продажи, оптимизация банковских услуг с учетом потребностей клиентов;

Реализация услуг современных банковских и кредитных организаций в B2B или дистанционном режиме способствует повышению масштабируемости процесса кредитования. В этом случае необходима регулярная оптимизация кредитного портфеля для предотвращения дефицита денежных ресурсов в банковско-кредитной организации [2]. Требуется экономико-математическое моделирование процесса банковского кредитования и регулярная оптимизация кредитного портфеля. Основой решения данной задачи является использование полной модели банковской системы, разработанной Н.Е. Егоровой и А.М. Смуловым, при моделировании оптимального управления процессом кредитования [3], [4].

Моделирование процесса оптимального управления активами и пассивами банка на платформе банковско-кредитной организации на основе блокчейна [5]: Данная модель учитывает взаимосвязи, возникающие в процессе формирования

состава активов и пассивов банка и изменения его капитала. Математическая модель коммерческого банка представлена следующим образом. В предлагаемой модели все активы и обязательства банковской организации включают в себя следующие совокупности:

Множество активов: S - Набор сроков; L - Набор ликвидных средств; A_{gb} - Набор активов, размещённых на определённый срок в головном банке (главный офис банка, имеющего определённую сеть филиалов);

Множество пассивов; V -Набор пассивов до востребования; T -Набор срочных пассивов; P_{gb} - Набор привлечённых ресурсов в головном банке.

Приведём каноническую форму математической модели комплексного управления коммерческим банком, включающую вышеуказанные наборы активов и пассивов.

$$\sum_{i \in S} r_i^A \cdot A_i + r_{gb}^A \cdot A_{gb} - \sum_{j \in T} d_j^P \cdot P_j + d_{gb}^P \cdot P_{gb} \geq M_{min} \quad (1)$$

$$\sum_{i \in L} \frac{A_i}{\sum_{j \in V} P_j} \geq N \quad (2)$$

$$\sum_{j \in V} P_j + \sum_{j \in T} P_j + P_{gb} + P_p = \sum_{i \in L} A_i + \sum_{i \in S} A_i + A_{gb} + A_p + RV^T \quad (3)$$

$$P_j^{min} \leq P_j \leq P_j^{max}, \forall j \quad (4)$$

$$A_i^{min} \leq A_i \leq A_i^{max}, \forall i \quad (5)$$

$$P_p, A_p, RV^T, N, P_j^{min}, P_j^{max}, A_i^{min}, A_i^{max}, Q_{min} = const \geq 0 \quad (6)$$

где, r_i^A - процентная ставка по i -му виду кредита; A_i - активы типа i ; d_j^P - депозиты по типу j ; r_j - процентная ставка по типу j ; N - коэффициент ликвидности, установленный Центральным банком Республики Узбекистан; Q_{min} - требование к минимальной стоимости привлечённых средств; K_{min} - требование

к минимальной стоимости кредитной системы коммерческого банка; K_{max} - максимальная прибыль кредитной системы коммерческого банка; D_{min} - минимальная прибыль депозитной системы коммерческого банка; M_{min} - минимальное значение прибыли; A_{gb}, P_{gb} - размещённые и привлечённые ресурсы банка; A_p, P_p - прочие активы и пассивы; RV^T - обязательные резервы по пассивам; A_i, P_j, A_{gb}, P_{gb} - основные переменные модели[6].

Поскольку вопрос оптимальной структуры баланса коммерческого банка является многокритериальным, он состоит из нескольких целевых функций:

1. Прибыль по максимальной процентной ставке

$$F_1 = \sum_{i \in S} r_i^A \cdot A_i + r_{gb}^A \cdot A_{gb} - \sum_{j \in T} d_j^P \cdot P_j + d_{gb}^P \cdot P_{gb} \rightarrow \max \quad (7)$$

2. Максимальный размер средств, которые могут быть самостоятельно привлечены банком и его филиалами

$$F_2 = \sum_{j \in T \cup V} P_j \rightarrow \max \quad (8)$$

3. Максимальный коэффициент временной ликвидности на произвольный момент времени (гарантия своевременного выполнения требований клиентов);

Максимальная рентабельность кредитной системы коммерческих банков приводит к максимальной прибыли банковской организации. Из уравнения (8) видно, что общее уравнение баланса банковской организации тесно связано с кредитной и депозитной системами, что можно увидеть, определив (9) следующим образом.

$$K_{min} = \sum_{i \in S} r_i^A \cdot A_i + r_{gb}^A \cdot A_{gb}, \quad D_{min} = \sum_{j \in T} d_j^P \cdot P_j + d_{gb}^P \cdot P_{gb} \quad (9)$$

Процесс банковского кредитования многофункционален и может рассматриваться как многокритериальный вопрос, как и кредитование, в этом

экономическом процессе. Предложенную модель можно рассматривать как решение следующих проблем в процессе создания уравнений (1) - (6).

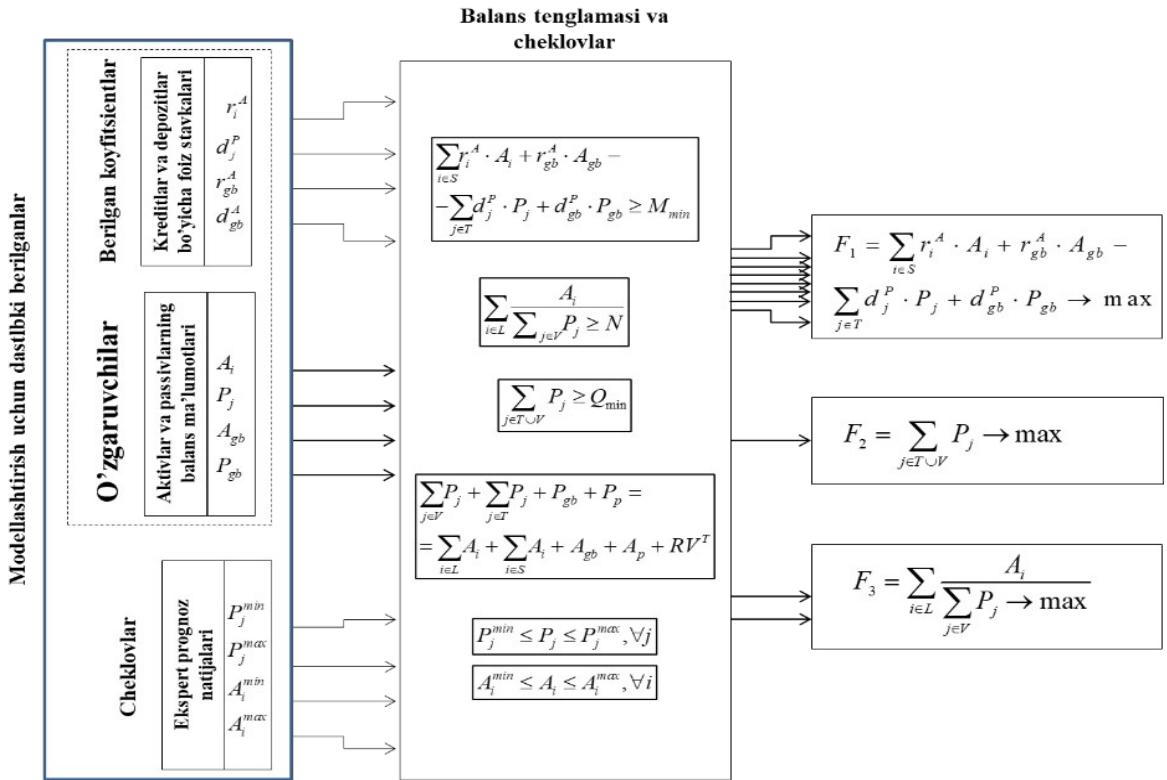


Рисунок 2. Общая схема оптимальной модели управления активами и пассивами коммерческого банка и его филиалов

- Увеличение прибыли банка за счет оптимизации кредитных активов;
- Увеличение объемов активных и пассивных денежных средств, самостоятельно привлеченных банковскими и кредитными организациями и их филиалами;
- Максимизация коэффициента мгновенной ликвидности банковских и кредитных организаций;

Данную задачу рекомендуется решать с помощью методов симплекса, дуального симплекса и искусственного базиса. Предлагаемая модель разработана как компонент системы блокчейн кредитования UzBCS (rkuzbcs.uz), разрабатываемой в рамках данной научной работы, с использованием языка

программирования Python 3.12 и среды PyCharm Community Edition 2023.3.1. В библиотеке *scipy.optimize* имеется функция для решения задач линейного программирования *linprog()*, которая выглядит следующим образом (таблица 2).

Таблица 2. Переменные функции *Scipy.optimize.linprog()*

Функция	Описание
$c @ x$ -Maximize	Целевой функции
A_u $b @ x \leq b_{ub}$ $A_{eq} @ x == b_{eq}$ $lb \leq x \leq ub$	Ограничения
Параметры	Описание
c	Чистая прибыль от 1% по типу кредита
A_{ub}	Коэффициент каждой процентной ставки x в первом ограничении неравенства в модели
b_{ub}	Конечная стоимость ресурса в первом ограничении неравенства в модели
A_{eq}	Коэффициент каждой процентной ставки x во втором ограниченном неравенстве в модели
b_{eq}	Конечная стоимость ресурса в первом ограничении неравенства в модели
$bounds$	Он представляет собой пару (мин, макс) для переменной x в модели. Если ограничений на модель нет, следует указать «Нет». Кроме того, в случаях, когда ограничения явно не указаны, предполагаются значения ограничений (мин, макс) для всех переменных.
$method$	В качестве дополнительных методов оптимизации могут использоваться симплексные методы, методы <i>highs</i> , <i>highs-ds</i> ,

	highs-ipm, interior-point (по умолчанию) и пересмотренные симплексные методы.
<i>callback</i>	Функция обратного вызова должна выполняться один раз в каждой итерации процесса.

Значимость стратегического управления банковскими и кредитными организациями и их платформами позволяет максимизировать прибыль, достигать экономической эффективности при одновременном снижении расходов и рисков кредитования. Коммерческие банки могут добиться этого, разработав модели оценки кредитоспособности своих заемщиков и процесса кредитования.

Заключение. Математическое моделирование в процессе банковского кредитования служит важным инструментом эффективного использования ресурсов, снижения кредитного риска и максимизации прибыли. Эти модели служат для оптимизации процесса принятия решений в банковской сфере. С помощью моделей кредитного скоринга и оценки можно объективно и быстро оценить финансовое положение, платежеспособность и уровень риска заемщиков. Это позволяет банкам эффективно формировать свой кредитный портфель.

Подходы, основанные на математическом моделировании, снижают субъективность в процессе кредитования, ограничивают влияние человеческого фактора и открывают путь к развитию автоматизированных систем принятия решений. Модели, интегрированные с технологиями блокчейна и цифровыми платформами, позволяют повысить прозрачность кредитных транзакций, безопасность данных и снизить риск ошибок. Сегодня математическое и экономическое моделирование для банков является неотъемлемой частью стратегического управления процессом кредитования, а их развитие и

постоянное совершенствование имеют решающее значение для повышения конкурентоспособности и обеспечения устойчивого финансового развития.

Литература

1. O’zbekiston Respublikasi Prezidentining, Respublika bank tizimini yanada rivojlantirish va barqarorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi Qarori, 27.04.2023-y., 06/23/62/0232-son.
2. Воронин Г.Б., Моделирование банковской деятельности. Оценка рисков при кредитовании, Магистерская диссертация, Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербург 2016 г. Стр. 1-76.
3. Эгорова Н.Э., Смулов А.М., Королева Э.А., Трансформация модели взаимодействия малых промышленных предприятий и банков на основе повышения уровня доверия: монография: монография. – М.: ЦЭМИ РАН, 2021. – 146
4. Basel III implementation and SME financing: Evidence for emerging markets and developing economies, World Bank, February 05, 2020
5. Кондратова О.С., Регулятивный капитал банка: сравнительный анализ соглашений Базел II и Базел III, Финансы и кредит, 22 (646) – 2015, Москва, 2015, стр. 13-19.
6. М.А.Сивелева, Метод оценки платежеспособности организаций Д. Дюрана как анализатор финансовой устойчивости потенциальных уполномоченных экономических операторов, вестник российской таможенной академии, № 4, 2017, стр. 128-133.
7. Егорова, Н.Е. Кредитный риск: оценка, управление и моделирование. — СПб.: Питер, 2020. — 288 с.
8. Королева, Е.А. Модели и методы управления банковскими рисками. — М.: Инфра-М, 2022. — 294 с.