

БИРЖА ТОКЕНИЗИРОВАННЫХ АКТИВОВ ДЛЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ ИХ В РЫНОЧНЫЙ ТОВАР

Сенин В.Б., Давыдов В.А., Шмонов М.М.¹

В статье приведён пример платформы токенизированных активов на финансовом рынке. Рассмотрены области применения токенизированных активов для участников финансового рынка. Описаны правовая база и финансовая модель токенизации кредитного портфеля коммерческого банка. Приведена методика расчета процентной ставки пакета токенов, состоящего из токенов различных кредитов, а также алгоритм расчета размера токена для кредита с заданными параметрами PD и LGD. Показано, что в результате применения предложенной финансовой модели меняется роль банков на финансовом рынке. Банк выступает организатором рынка P2P-кредитования, а не традиционной кредитной организацией. В результате такой трансформации рынок P2P получает дополнительный импульс для развития, а банк повышает свой уровень прибыльности. Также проведено сравнение уровней доходности, ликвидности и надежности предлагаемых инструментов с традиционными инструментами привлечения и размещения средств.

Ключевые слова:

Токенизация, секьюритизация, диверсификация, P2P.

¹ **Сенин Владимир Борисович** – к.ю.н., профессор кафедры теории и практики взаимодействия бизнеса и власти Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Адрес: 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20. E-mail: GR@hse.ru.

Давыдов Вячеслав Анатольевич – к.т.н., к.э.н., советник, эксперт Научной лаборатории Интернета вещей и киберфизических систем Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова. Адрес: 123458, Москва, Таллинская ул., д. 34. E-mail: v.davydov@hse.ru.

Шмонов Михаил Михайлович – студент 3-го курса Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Адрес: 123458, Москва, Таллинская ул., д. 34. E-mail: mmshmonov@edu.hse.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в век передовых технологий, автоматизации и цифровизации каждый день появляются новые технологии, способные изменить мир к лучшему. Одними из таких являются платформы P2P кредитовая. Основная идея платформ P2P (peer to peer) заключается в методе осуществления финансовых операций, при котором заем денег происходит без участия банков, а кредитором является физическое лицо.

Как известно, одна из тенденций современного рынка — это уменьшение числа посредников. По сути именно эту возможность и даёт P2P. Заёмщик может привлечь средства напрямую у инвестора. Почему это плохо? В первую очередь процентная ставка, которую захочет инвестор, может не соответствовать желанию заёмщика. Во-вторых, поиск такого инвестора может занять приличное количество времени. И в-третьих, инвестор будет сильно зависеть от финансовых результатов заёмщика, так как если последний обанкротится, то инвестор может всё потерять.

Как известно, чем выше прибыль, тем больше риск. У P2P есть свои сильные и слабые стороны [4], к примеру, надёжность банковского депозита выше, чем у P2P. Но данный рынок является быстро растущим, и по прогнозу к 2020 году объём рынка P2P может составить почти 300 млрд долларов США.

Какой стратегии необходимо придерживаться банковскому бизнесу в современной высокотехнологической действительности? Существует два основных фактора, которые могут сильно изменить банковский бизнес:

- Колоссальное по скорости развитие цифровизации финансового сектора;

- Оптимальное использование новых инструментов в своей банковской модели.

Почему банку выгодно войти на рынок P2P платформ? В России банк в первую очередь ассоциируется с надёжностью, чем не может похвастаться ни одна независимая платформа P2P. Тем самым, используя свои ресурсы, банк имеет гораздо больше возможностей на этом рынке. Разумеется, для входа в данный сегмент рынка банку потребуется своя платформа. Далее речь пойдёт о структуре и конкретных преимуществах Биржи токенизированных активов по сравнению с обычной P2P платформой.

МИНУСЫ СТАНДАРТНОЙ P2P ПЛАТФОРМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА БИРЖЫ ТОКЕНИЗИРОВАННЫХ АКТИВОВ

Разумеется, первым минусом является низкая ликвидность данных вложений, а вторым - полная зависимость инвестора от состояния заёмщика. Также не стоит забывать о высоком уровне риска, связанном со случаем банкротства заёмщика. Все эти случаи связаны с одной важной проблемой, а именно, как уменьшить риск вложений и увеличить ликвидность? Необходимо преобразовать данные обязательства в рыночный товар. То есть он должен быть одинаковым для всех участников рынка. Именно, для решения этой проблемы мы разработали блок токенизации, который преобразует неликвидные товары (такие как ипотечный кредит, дебиторская задолженность, услуги ЖКХ и т.д.) в рыночный товар с минимальным риском, равным безрисковой ставке по отрасли.

Преимущества Биржи токенизированных активов по сравнению с обычной P2P платформой:

- низкая зависимость от состояния заёмщика;

- высокая ликвидность;
- низкий уровень риска.

За счёт токенизации кредитов в портфели мы получаем товар, обладающий всеми свойствами рыночного. Тем самым мы обеспечиваем высокую ликвидность портфелей на бирже.

Какие плюсы даёт нам портфель по сравнению с обычным P2P?

- Каждый обладает одинаковыми портфелями, а не уникальными кредитами. Это позволяет увеличить ликвидность инструмента.

- Цена, доходность и количество кредитов в каждом портфеле одинаковы (благодаря этому можно привлечь разные группы инвесторов, в том числе, и инвесторов с малым капиталом, который сейчас не работает на рынке).

- Портфель имеет надёжность в разы выше, чем каждый из кредитов по отдельности.

Благодаря независимости кредитов в портфеле и их количеству, дефолт одного из кредитов оказывает минимальный эффект на доходность портфеля. Далее на схеме

наглядно представлен процесс токенизации разных кредитов в одинаковые портфели.

ВНЕДРЕНИЕ ПЛАТФОРМЫ В БАНКОВСКУЮ СИСТЕМУ

Сейчас выданные ипотечные кредиты находятся на балансе у банка до их возвращения. Единственное что с ними может сделать банк — это продать права на эти кредиты Банку России.

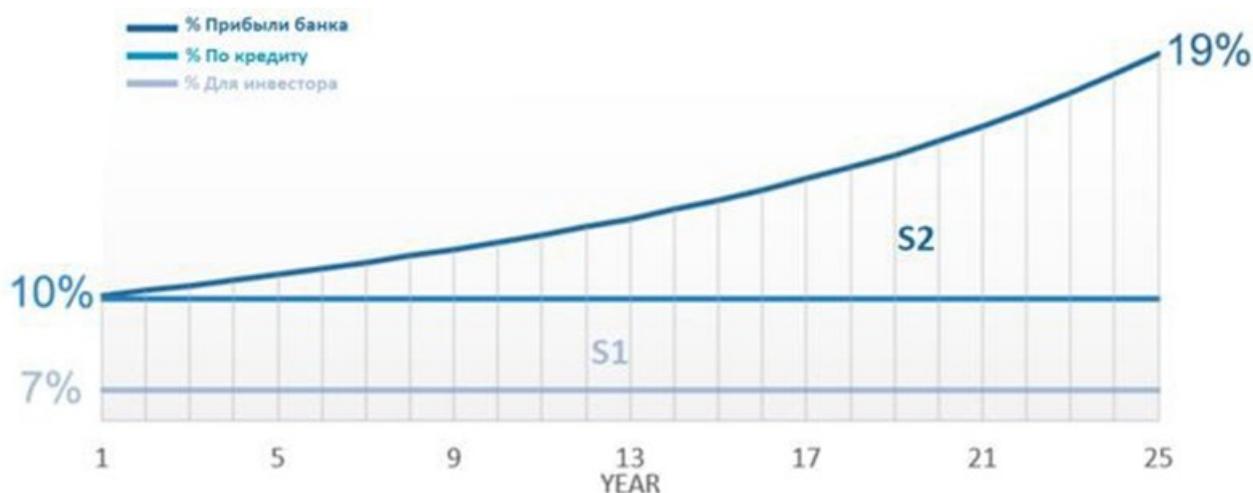
С помощью Биржи токенизированных активов банк может:

- снизить объём суммы резервирования, так как банк передаёт кредиты торговой площадке на размещение и не держит их на балансе. Следовательно, он не должен держать обязательную ставку резервирования для этих кредитов;
- увеличить доходность.

Кроме того, из-за высокой ликвидности банк возвращает деньги под новые кредиты раньше и можешь выдать больше кредитов за тот же период.

Прибылью является сумма площадей S1 и S2, а добавочной прибылью, полученной с помощью Биржи токенизированных активов, является S2 (Рисунок 1).

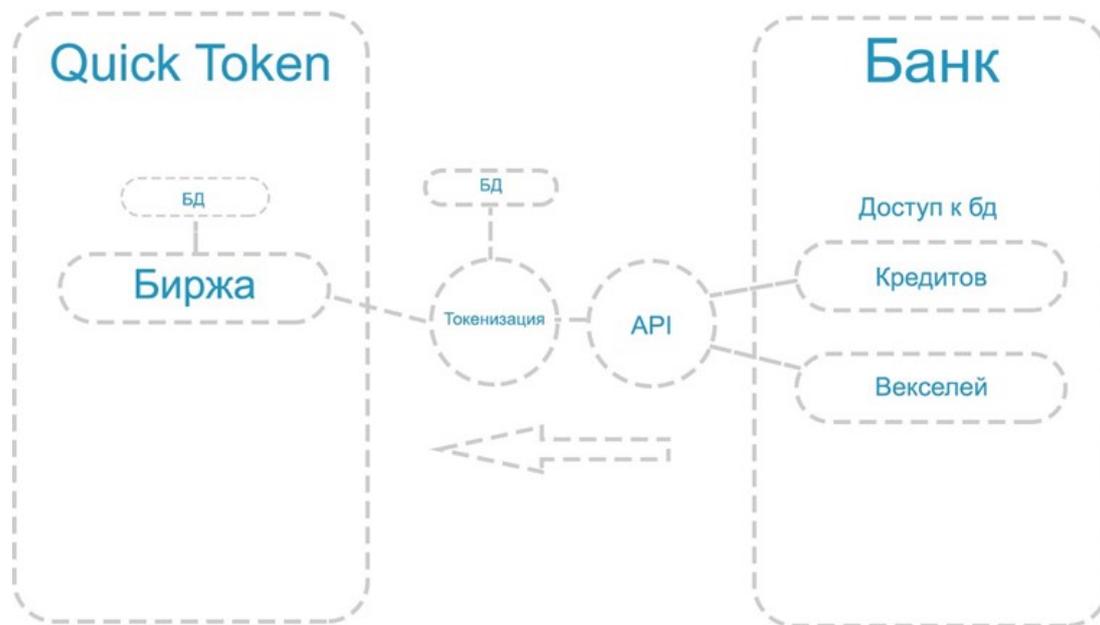
Рис. 1. Сравнение процентных ставок для банка.



При этом снижаются риски. Так как банк передаёт кредиты платформе, которая размещает их среди круга инвесторов, то банк не несёт рисков после совершения сделки обмена токенов на деньги.

Ниже приведена схема внедрения Биржи токенизированных активов в инфраструктуру банка (Рисунок 2).

Рис. 2 Схема интеграции платформы в банк.



ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Для проверки законности подобных операций необходимо проверить законность двух фактов:

- Кредиты можно делить на n частей;
- Портфели, собранные из разных частей кредита, можно продавать третьим лицам.

Нормативно-правовое регулирование кредитных отношений позволяет делить кредит на части и продавать пакетами разным инвесторам. Подробнее о законности этих двух фактов сказано в части первой Гражданского кодекса РФ [3]:

Статья 384. Объем прав кредитора, переходящих к другому лицу.

1. «Если иное не предусмотрено законом или договором, право первоначального кре-

дитора переходит к новому кредитору в том объеме и на тех условиях, которые существовали к моменту перехода права. В частности, к новому кредитору переходят права, обеспечивающие исполнение обязательства, а также другие связанные с требованием права, в том числе право на проценты».

2. «Право требования по денежному обязательству может перейти к другому лицу в части, если иное не предусмотрено законом».

3. «Если иное не предусмотрено законом или договором, право на получение исполнения иного, чем уплата денежной суммы, может перейти к другому лицу в части при условии, что соответствующее обязательство делимо и частичная уступка не делает для должника исполнение его обязательства значительно более обременительным».

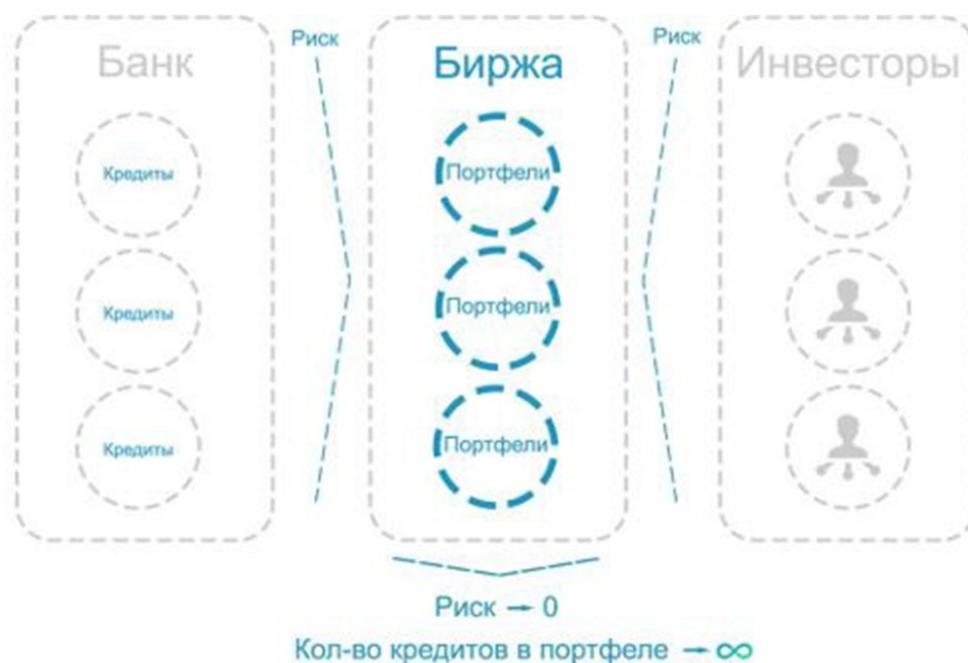
Эти два факта полностью легализируют описанный выше финансовый инструмент как законный и имеющий право быть внедрённым в банковскую инфраструктуру.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА

Поскольку банк является только посредником сделки, то после её завершения он не несёт рисков, так как все риски на себе

берёт инвестор. Но так как количество кредитов в портфеле велико (больше 10 тыс.), то дефолт одного кредита нанесёт минимальный урон прибыли портфеля. Благодаря значительному количеству кредитов в портфеле риск портфеля стремится к безрисковой ставке по отрасли [1]. Ниже приведена схема распределения риска между участниками (Рисунок 3).

Рис. 3 Схема распределения рисков.



ОПИСАНИЕ ПЛАТФОРМЫ БИРЖИ ТОКЕНИЗИРОВАННЫХ АКТИВОВ

Платформа состоит из 3 модулей: токенизация, биржа и эмуляция.

ТОКЕНИЗАЦИЯ

На вход подаётся пакет товаров для токенизации, к примеру, ипотечные кредиты. Далее каждый из кредитов токенизируется (делится на много одинаковых токенов). После этого собираются портфели, в которые входят по 1 токену из каждого кредита. Тем самым, мы получаем рыночный товар с минимальным риском дефолта и высокой ликвидностью.

Разделяет кредиты на токены с равной доходностью и формирует из них портфели.

1) Токенизирует. Каждый кредит в портфеле Банка имеет свои показатели:

- PD - вероятность дефолта в течение года;
- LGD - уровень потерь при дефолте;
- D - ставка дохода в процентах годовых.

Банк задает следующие параметры:

- T - срок, на который инвестор вкладывает средства при первичном размещении;

• DI - доходность в процентах годовых, которую получит инвестор при первичном размещении.

На основе этих данных определяется размер токена, а также число токенов, на которые делится кредит.

2) Формирует пакеты токенов. По алгоритму минимизации риска происходит формирование портфелей, состоящих из большого числа токенов. В результате в каждый пакет токенов входит не более одного токена из каждого кредита. Регистрация соответствия пакетов и токенов осуществляется в распределенном реестре.

БИРЖА

Осуществляет обслуживание как первичного размещения токенизированного портфеля, так и вторичного оборота пакетов токенов.

1) Первичный рынок осуществляет первичное размещение на рынке сформированных пакетов токенов, поступивших от блока токенизации.

2) Вторичный рынок предоставляет всем участникам возможность осуществлять продажу и покупку пакетов токенов на вторичном рынке в круглосуточном режиме. При этом сами пакеты токенов не изменяются. Регистрация прав участников на пакеты осуществляется в распределенном реестре.

ЭМУЛЯЦИЯ

Производит моделирование поведения участника рынка в зависимости от задаваемых внешних параметров. Поскольку интересно посмотреть, какие есть сильные и слабые стороны у данной системы на практике, то необходим модуль, который будет эмулировать рынок и входные данные.

1) Эмуляция кредитов формирует для токенизации кредитный портфель Банка с заданием параметров для каждого кредита: PD - вероятность дефолта в течение года; LGD - уровень потерь при дефолте; D - ставка дохода в процентах годовых; E - сумма задолженности по кредиту в момент токенизации.

2) Эмуляция пользователей формирует действия участников системы:

- покупка пакетов токенов
- продажа пакетов токенов
- ожидание

Действия зависят от ряда факторов:

- текущей цены пакетов на рынке;
- остатка пакетов у участника;
- остатка денежных средств у участника;
- склонности участника к риску.

БЛОК ТОКЕНИЗАЦИИ

Блоку токенизации задаются параметры:

I – сумма в рублях, за которую будет реализован один токен любого из кредитов при первичном размещении;

DI – доходность в % годовых, которую получит первичный инвестор на вложенную сумму I при первичном размещении;

T – срок в днях, на который инвестор вкладывает средства при первичном размещении;

n – число токенов, входящих в один пакет. На вход блока токенизации поступает кредитный портфель из N кредитов. Каждый кредит с номером $1 \leq i \leq N$ описывается в соответствии с терминологией Базель-2 [5], параметрами:

PD_i – вероятность дефолта кредита i в течение срока T ;

LGD_i – уровень потерь при дефолте кредита i в течение срока T ;

E_i – сумма задолженности по кредиту i в момент токенизации.

D_i – ставка дохода в процентах годовых кредита i в течение срока T .

Параметр D_i определяется, как отношение суммы всех доходов, которые ожидаются к получению по кредиту с номером $1 \leq i \leq N$ в течение срока T к сумме E_i , умноженной на 365 и деленной на T . Сроки гашения разных кредитов в портфеле Банка, из которых блоком токенизации выбираются токены для формирования однотипных пакетов токенов, могут различаться. Таким образом, по кредитам, которые планируются к погашению в течение срока T , величина D_i будет меньше, чем ставка по кредитному договору. С другой стороны, если заемщик на момент токенизации нарушил условия договора и Банку причитаются пени и штрафы, то величина D_i может быть больше, чем ставка по кредитному договору.

Параметр PD_i вероятности дефолта каждого из токенов кредита с номером $1 \leq i \leq N$ в течение срока T зависит от вероятности дефолта токенизируемого кредита PD_i^* и от того, за какой срок t банком был рассчитан параметр PD_i^* . Обычно в качестве временного интервала выбирается годичный интервал $t = 365$. Величина PD_i определяется по формуле

$$PD_i = 1 - (1 - PD_i^*)^{\frac{T}{t}} \quad (1),$$

При процедуре токенизации каждый токенизируемый кредит с номером $1 \leq i \leq N$ делится на множество одинаковых токенов. В результате процедуры токенизации образуются токены, обладающие одинаковыми качественными характеристиками $PD_i, LGD_i,$

D_i . Оценим величину математического ожидания доходности кредита с учетом параметров PD_i, LGD_i, D_i . Сумма, получаемая банком по кредиту, складывается из двух вариантов события. В случае успешной реализации кредитной стратегии в течение срока T с вероятностью $1 - PD_i$.

Банк имеет сумму требований к заемщику в сумме $E (1 + D_i^{\frac{T}{365}})$. В случае реализации дефолта с вероятностью PD банк получает сумму

$$E (1 + D_i^{\frac{T}{365}}) (1 - LGD) \quad (2).$$

Таким образом, математическое ожидание $M[D_i]$ доходности в процентах годовых удовлетворяет следующим тождествам:

$$\frac{M[D_i]T}{365} = D_i - \left(\frac{365}{T} + D_i\right) PD_i LGD_i \quad (3).$$

С учетом входных параметров DI, I, T и полученного значения $M[D_i]$, блок токенизации определяет размер токена p_i для каждого кредита с номером $1 \leq i \leq N$ по формуле

$$p_i = \frac{I(1 + DI(\frac{T}{365}))}{1 + \frac{M[D_i]T}{365}} \quad (4),$$

а также z_i - число токенов, на которые делится кредит с номером i , вычисляемое по формуле

$$z_i = \lfloor \frac{E_i}{p_i} \rfloor \quad (5),$$

где $\lfloor x \rfloor$ - целая часть числа x . Остаток кредита, равный $E_i - p_i z_i$, остается на балансе банка и не входит ни в один из токенов. Общее число Z полученных токенов в результате процедуры токенизации определяется как сумма

$$Z = \sum_{i=1}^N z_i = \sum_{i=1}^N \frac{E_i}{p_i} \quad (6).$$

Блок токенизации по специальному алгоритму, который будет описан отдельно, формирует из полученных токенов пакеты, состоящие из n токенов каждый. Задача ал-

горитма заключается в том, чтобы в каждый пакет вошло не более одного токена от каждого кредита.

Таким образом, влияние каждого из токенизируемых кредитов на любой сформированный портфель токенов ограничено. Будем считать, что такое распределение возможно, и в результате все Z полученных токенов распределены по пакетам. В результате общее число портфелей токенов, сформированных блоком токенизации, равно числу M , вычисляемому по формуле

$$M = n^{-1} \sum_{i=1}^N z_i \quad (7).$$

При недостатке кредитных продуктов для токенизации, при невозможности алгоритма секьюритизации распределить токены кредитов максимально независимо, или при необходимости банку привлечь дополнительные средства на рынке, банк может токенизировать и продавать свои собственные долговые обязательства со сроком гашения равным T и доходностью DI . В этом случае в портфеле токенов, приобретаемом инвестором, будут не только токены кредитных обязательств заемщиков, но и токены долговых обязательств самого банка. В этом случае инвестор не имеет рисков снижения уровня доходности по портфелю токенов в части обязательств банка, если считать, что выплата Банком обязательств по собственным токенам производится со 100% вероятностью. Результаты токенизации кредитного портфеля и формирования пакетов токенов фиксируются в распределенном реестре. Таким образом, каждый сформированный пакет токенов связывается с n различными кредитами, а каждый токенизированный кредит с z_i различными пакетами токенов. Будем называть такой реестр реестром токенизации. На каждый токенизированный кредит с номером $1 \leq i \leq N$ открывается свой накопительный счет. На данный счет поступают все средства, перечисляемые заемщи-

ком Банку с момента токенизации кредита. Права на остаток средств r_i на накопительном счете токенизированного кредита принадлежат в равном объеме каждому из z_i токенов, связанных с данным кредитом.

Рассмотрим произвольный пакет токенов с номером $1 \leq m \leq M$. Будем считать, что в данный пакет вошли токены из n кредитов с номерами $1 \leq fj \leq N$, $1 \leq j \leq n$. Тогда к истечению годового срока данный пакет токенов дает право своему владельцу на доли от n накопительных счетов на общую сумму

$$R_m = \sum_{k=1}^n \frac{r_{fj}}{z_{fj}} \quad (8).$$

Если токенизируемый кредит с номером $1 \leq i \leq N$ не погашен полностью за временной интервал T , который будем называть временем действия токена, то на не погашенный остаток проводится новая процедура токенизации. При повторном размещении по каждому не погашенному и вновь токенизируемому кредиту заново определяется текущее значение параметров PD , LGD , EAD , D , что позволяет определить размер нового токена p . Полученные токены новой эмиссии снова размещаются через торговую площадку, а вырученные средства от продажи новых токенов не погашенного кредита поступают на накопительный счет кредита и увеличивают остаток средств r_i . Из определения R_m и r получаем, что имеет место равенство

$$\sum_{i=1}^N r_i = \sum_{m=1}^M R_m \quad (9).$$

Полученное равенство отражает факт того, что все средства, поступающие по токенизированным кредитам и аккумулированные на накопительных счетах, в любой момент времени распределены между собственниками пакетов токенов. Предположим, что все кредиты, входящие в токенизируемый портфель, принадлежат различным, не связанным друг с другом заемщикам. Ес-

ли данное условие не выполняется, то всегда можно рассматривать кредиты группы заемщиков, как один большой кредит, и в результате такого рассмотрения снова получить портфель не связанных заемщиков, но уже с меньшим числом кредитов N . Таким образом, вероятность дефолта любого из n токенов, образующих пакет, можно рассматривать, как событие, независимое от дефолта других токенов. Наличие в каждом пакете n независимых токенов позволяет при заданной одинаковой вероятности дефолта $PD_i = PD$, одинаковом уровне потерь при

дефолте $LGD_i = LGD$ и одинаковой процентной ставке $Di = D$ каждого кредита, token которого входит в пакет, получить оценку доходности пакета и вероятности такого события. Пример зависимости ставки доходности трех пакетов, состоящих из 500 токенов, 2.000 токенов и 1.000.000 токенов при доходности каждого токена $D = 10\%$, времени действия токенов, входящих в пакет, $T=365$ дней, уровня потерь для каждого токена $LGD = 45,5\%$, и при условии независимости вероятности дефолта каждого токена равной $PD = 3\%$ приведен на рисунке 4.

Рис. 4. Сравнение ставок для портфелей из разного числа токенов [6].

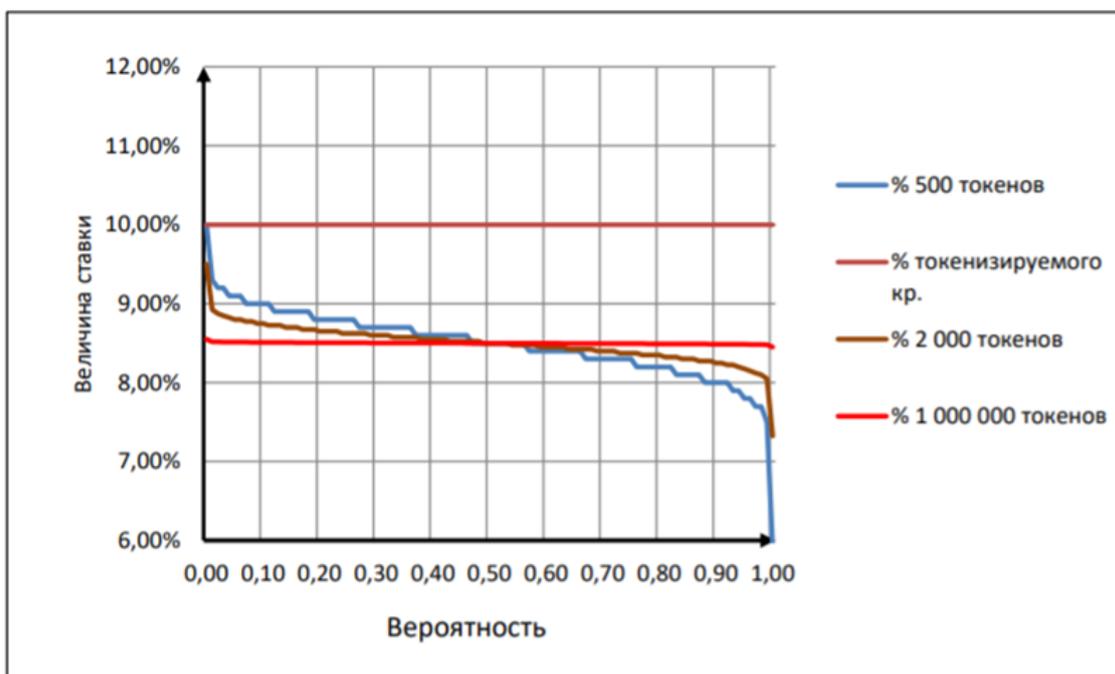


Рисунок 4 показывает, что по мере увеличения числа токенов в пакете, кривая доходности портфеля стремится к горизонтальной прямой, проходящей через точку доходности равной 8,5%, соответствующей вероятности равной 0,5 и являющейся математическим ожиданием значения ставки, как случайной величины.

Математическое ожидание ставки годового дохода пакета токенов S , который был получен из различных кредитов, зависит от доходности в процентах годовых каж-

дого их таких кредитов D , уровня LGD , времени действия пакета токенов T , вероятности дефолта PD и рассчитывается по формуле

$$S = D - PD\left(\frac{t}{T} + D\right)LGD \quad (10).$$

Для примера на рисунке с учетом $T = 365$, $LGD = 45,5\%$, $D = 10\%$, $PD = 3\%$ получаем $8,5\% = 10\% - 3\%(1 + 10\%) 45,5\%$. Сформулируем в общем виде данное утверждение.

Утверждение 1. Доходность S портфеля в процентах годовых, состоящего из n

токенов, со сроком действия токена T , каждый из которых имеет на данном интервале доходность D , вероятность дефолта PD и уровень потерь при дефолте LGD , удовлетворяет условию

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S = D - PD \left(\frac{365}{T} + D \right) LGD \quad (11).$$

Доказательство. Распределение числа из n дефолтных токенов одинакового размера, составляющих портфель токенов, с вероятностью дефолта токена PD , описывается биномиальным распределением $B(n, PD)$ с параметрами n испытаний и вероятностью успеха равной PD . Доходность портфеля, состоящего из n токенов, при $n \rightarrow \infty$ совпадает с доходностью портфеля, который имеет вероятность 0,5. При данной вероятности число дефолтных токенов в портфеле равно математическому ожиданию биномиального распределения $B(n, PD)$. Для данного распределения имеет место выражение $M[B(n, PD)] = nPD$.

При числе дефолтных токенов, равном nPD , данные токены за период T будут приносить доход в портфель равный

$$nPD \left(1 + \frac{DT}{365} \right) (1 - LGD) \quad (12).$$

Каждый из остальных $n - nPD$ токенов даст портфелю ожидаемую доходность

$$\frac{DT}{365} (n - nPD) \quad (13).$$

Таким образом, доходность S портфеля в процентах годовых за период T в этом случае определяется выражением

$$\frac{ST}{365} = \frac{DT}{365} - LGD \left(1 + \frac{DT}{365} \right) PD \quad (14).$$

Следовательно, $S = D - PD \left(\frac{365}{T} + D \right) LGD$.

Согласно доказанного утверждения 1, можно для любых значений PD , LGD , T и D найти достаточно большое значение n , чтобы для любого сколь угодно малого значения δ выполнялось условие

$$P \left(S > D - LGD \left(\frac{365}{T} + D \right) PD \right) > 1 - \delta \quad (15).$$

Полученное неравенство позволяет блоку токенизации обеспечить, за счет вхождения в состав пакета достаточно большого числа токенов n , требуемый уровень надежности для покупателя пакета и одновременно с этим гарантированный уровень доходности. В результате размещения пакетов токенов на торговой площадке участники рынка получают возможность приобретения надежного инструмента с известным уровнем доходности.

БЛОК ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКИ

Торговая площадка выполняет две основные функции. Во-первых, она осуществляет первичное размещение на рынке M сформированных пакетов токенов, поступивших от блока токенизации. Во-вторых, площадка предоставляет всем своим участникам осуществлять продажу и покупку пакетов токенов на вторичном рынке в круглосуточном режиме [2]. При этом сами пакеты токенов не изменяются. Регистрация прав на пакеты осуществляется в распределенном реестре. Будем называть такой реестр реестром торговой площадки. При первичном размещении на вход блока торговой площадки поступает M сформированных пакетов токенов. По своей доходности они обладают одинаковыми характеристиками для первичного размещения. При токенизации портфеля кредитов Банка ставка DI , а также сумма вложений инвестора I в один токен является единой для всех потенциальных инвесторов. Перед процедурой токенизации и размещения полученных пакетов токенов Банк должен определить значение DI так, чтобы обеспечить необходимый спрос инвесторов на предлагаемый инструмент. Величина I определяется так, чтобы сумма $I \cdot n$ была доступна для каждого из потенциальных инвесторов, поскольку инвесторы поку-

пают пакеты, состоящие из n токенов. Например, если величина $I = 1$ руб., а число токенов в портфеле $n = 10\ 000$, то сумма, вкладываемая инвестором в покупку любого пакета, при первичном размещении равна 10 тыс. рублей. Величина является доходом Банка при положительном знаке (или убытком при отрицательном знаке) при процедуре токенизации и размещении пакетов токенов кредита с номером $1 \leq i \leq N$ через торговую площадку.

$$\Delta = I \left(1 - \frac{1 + DI \left(\frac{T}{365} \right)}{1 + \frac{M[D_i]T}{365}} \right) \quad (16).$$

Пусть ставка кредита D_i , срок действия токена T , а также параметры кредита PD_i и LGD_i удовлетворяют неравенству

$$M[D_i] = D_i - \left(\frac{365}{T} + D_i \right) PD_i LGD_i > DI \quad (17).$$

Тогда банк при реализации каждого токена данного кредита получает положительное значение Δ и может использовать полученные средства для размещения в новые кредиты.

Банку не выгодно излишне оптимистично оценивать параметры PD , LGD для токенизируемого портфеля, поскольку при погашении токенов инвесторы могут получить доходность S ниже планируемого уровня DI , что снизит спрос инвесторов на последующие размещения токенизируемых портфелей Банка и повысит уровень ожидаемой инвестором доходности DI при новых размещениях. При излишне пессимистической оценке параметров PD , LGD инвесторы получают доходность S выше заявленного при размещении уровня доходности DI . Это означает, что Банк занижил свой уровень дохода при первичном размещении.

Наличие в каждом пакете большого числа токенов различных заемщиков позволяет при заданной вероятности дефолта PD , известной процентной ставке D и параметра

LGD каждого токенизируемого кредита, получить оценку доходности такого пакета $S = DI$, а также оценку вероятности того, что инвестор, купивший пакет токенов, получит доходность S .

По истечению времени T действия токенов, составляющих все портфели, средства, перечисляемые заемщиками на накопительные счета, распределяются между инвесторами в соответствии с зарегистрированными правами на токены, которые составляли пакет.

АЛГОРИТМ ТОКЕНИЗАЦИИ

На вход алгоритма поступает N токенизируемых объектов. Алгоритму необходимо выполнить две операции:

- разделить каждый объект на z^i токенов (частей);
- сформировать пакеты из n токенов, таким образом, чтобы в один пакет входили токены, принадлежащие различным объектам.

Первая операция алгоритма производится исходя из того, что полученные токены должны обладать одинаковым, заранее заданным уровнем качественного параметра. В качестве такого параметра будем рассматривать доходность, которую получает инвестор, приобретающий токен. Для расчета данного показателя будем считать, что токенизированный объект имеет определенную, заранее известную стоимость C_i по истечению времени T с момента токенизации. Пусть инвестор вкладывает в каждый токен сумму I и планирует получить доходность токена, равную DI по истечению времени T . Тогда стоимость токена по истечению времени T будет равна $I(1 + DI)$. Таким образом, число токенов z^i , на которые делится токенизируемый объект, вычисляется по формуле

$$z_i = \left\lfloor \frac{c_i}{I(1+DI)} \right\rfloor (18).$$

Остаток кредита, не вошедший ни в один из z_i токенов, остается на банке. Ввиду малой величины данного остатка, будем считать его погрешностью токенизации и в дальнейшем пренебрегать им. Отметим, что определенные таким образом токены имеют одинаковую доходность для любого токенизируемого объекта со стоимостью C_i , $1 \leq i \leq N$. Каждый токен объекта с номером $1 \leq i \leq N$ предоставляет права его владельцу на получение дохода в размере C_i/z_i по истечению времени T . Будем обозначать F множество полученных N значений z_i . Среди z_i могут быть повторяющиеся числа. Нумерация их не зависит от величины z_i . Вторая операция алгоритма заключается в распределении полученных токенов на пакеты по n токенов в каждом. При этом каждый пакет может содержать не более одного токена из каждого токенизируемого объекта. Для такого распределения будем использовать итеративную процедуру, состоящую на каждом шаге из двух частей. Будем считать, что на вход процедуры поступает множество F из N элементов, а также значение $n \leq N$.

ЧАСТЬ 1

Пусть верхний индекс $i = 1, 2, \dots$ обозначает текущий шаг процедуры. Будем полагать, что $N_1 = N$, $F_1 = F$. Все токенизированные объекты множества F_i упорядочиваются по убыванию числа токенов в объекте. Обозначим полученную последовательность числа токенов в токенизируемых объектах $Z_i = \{z_1, z_2, \dots, z_{N_i}\}$, где нижний индекс – порядковый номер объекта и N_i – число объектов на шаге i . Отметим, что выполняется условие

$$z_j^i \geq z_{j+1}^i, 1 \leq j < N_i (19).$$

ЧАСТЬ 2

Выбирается n наибольших значений $\{z_1^i, z_2^i, \dots, z_{N_i}^i\}$, из которых формируется z_n^i , пакетов токенов. Все полученные блоки одинаковы и содержат по одному токену каждого из n объектов с наибольшим числом токенов. Такое формирование возможно, поскольку $z_n^i \leq z_j^i, 1 \leq j \leq n$. В результате формируются n новых значений $z_j^{i+1} = z_j^i - z_n^i, 1 \leq j \leq n$. Минимум одно из полученных значений равно нулю. Объединение полученных ненулевых значений, а также элементов $\{z_{n+1}^i, z_{n+2}^i, \dots, z_{N_i}^i\}$ образуют последовательность F_{i+1} . Таким образом, число объектов с ненулевым остатком токенов после каждого шага уменьшается минимум на 1, что эквивалентно неравенству $N_i < N_{i+1}$. Если после очередного шага алгоритма выполняется неравенство $n \leq N_i$, то полученное множество F_{i+1} значение N_{i+1} поступают на вход Части 1. В противном случае алгоритм завершен.

Резюмируем свойства описанного алгоритма:

1. Алгоритм обязательно завершится. Максимальное число шагов алгоритма равно $N - n$;
2. Число токенов E , не попавших ни в один из пакетов, удовлетворяет неравенству $E < (n - 1)d$, где d – максимальный остаток токенов в одном из $n - 1$ не токенизированных объектов после окончания работы алгоритма;
3. Число d не может быть больше числа $z_{N_1-n}^1$ – то есть числа токенов в объекте с номером $N_1 - n$ в множестве Z_1 .

НОВАЯ МОДЕЛЬ БАНКОВСКОГО БИЗНЕСА

Банк, используя механизм токенизации кредитного портфеля и торговую площадку для размещения полученных пакетов

токенов, кардинальным образом меняет традиционную схему работы.

При обычной схеме работы привлеченные средства и выданные за их счет кредиты учитываются на балансе кредитной организации. Объем размещения средств Банка регулируется центральным Банком РФ, который устанавливает норматив достаточности капитала банка Н1. Данный норматив рассчитывается как отношения величины базового капитала банка, величины основного капитала банка и величины собственных средств (капитала) банка к сумме кредитного риска по активам, отраженным на балансовых счетах бухгалтерского учета с учетом применения надбавок к коэффициентам риска. Минимальное значение Н1 установлено на уровне 10%. Таким образом, при традиционной схеме работы банк не может привлечь и потом выдать средств больше, чем десятикратный размер его капитала [7].

При использовании предложенной схемы банк продает права на кредитный портфель инвесторам в виде пакетов токенов. В результате инвесторы получают права требования не к банку, а непосредственно к заемщикам. Таким образом, с баланса банка уходят выданные кредиты, и связанные с ними кредитные риски, а привлеченные у инвесторов средства не отражаются в пассиве банка. Соответственно, у банка образуются средства для выдачи нового кредитного портфеля, и такая выдача не влияет на норматив Н1.

В результате перехода к новой модели бизнеса у банка появляются новые ограничения по наращиванию кредитного портфеля, которые связаны только с объемом по-

тенциальных рынков, а также качеством и быстротой формирования кредитного портфеля и адекватности оценки его критериев. Перечислим четыре таких ограничения и возможные способы управления данными ограничениями для увеличения банком своего сегмента.

Объем рынка заемщиков. Рост сегмента рынка достигается снижением ставки кредитования, а также сокращением срока рассмотрения заявок клиентов.

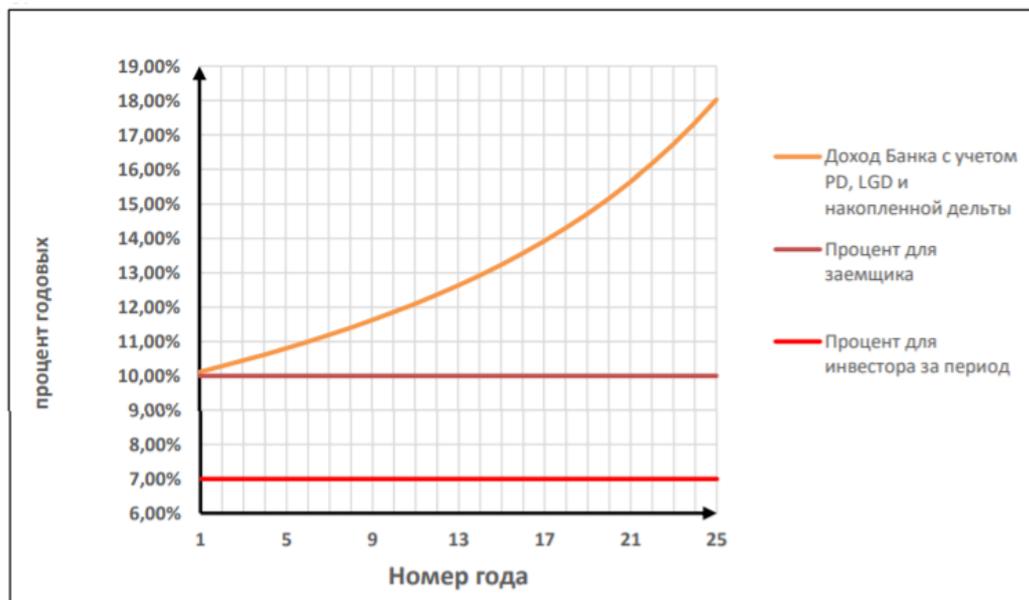
Объем рынка инвесторов. Рост сегмента заемщиков достигается увеличением ставки привлечения, а также увеличением ликвидности вложений инвесторов.

Срок формирования нового портфеля. Сокращение сроков достигается за счет унификации и автоматизации процедур рассмотрения кредитных заявок и проведения их предодобрения до момента получения банком средств для выдачи заявки.

Срок размещения токенизированного портфеля на рынке. Сокращение сроков достигается за счет роста доходности и ликвидности размещаемого инструмента, а также за счет подтверждения заявленного уровня доходности при погашении.

Как показано на рисунке 5, ставка размещения ипотечного кредита Банком для Заемщика установлена на уровне 10% годовых, а срок кредита равен 25 годам. Предполагается, что стартовый уровень LGD по данным кредитам на момент выдачи равен 45,5%, а вероятность дефолта PD на годовом интервале равна 3% на протяжении всего срока кредитования. Число продаж портфеля в течение года установлено равным.

Рис. 5 Сравнение ставок Банка, Инвестора и Заемщика по ипотечным кредитам [6].



Таким образом, предлагаемая Банком система обеспечивает инвесторам гарантированную доходность в 7% годовых при сроке размещения средств, равном одному году. Через торговую площадку инвесторы могут продать пакет токенов на вторичном рынке досрочно, не дожидаясь срока гашения пакета. Доходность при такой продаже не гарантирована, но при достаточно большом числе инвесторов и высокой ликвидности рынка будет стремиться к величине доходности к погашению. Доходность банка, получаемая за счет токенизации и продажи сформированных кредитных портфелей па-

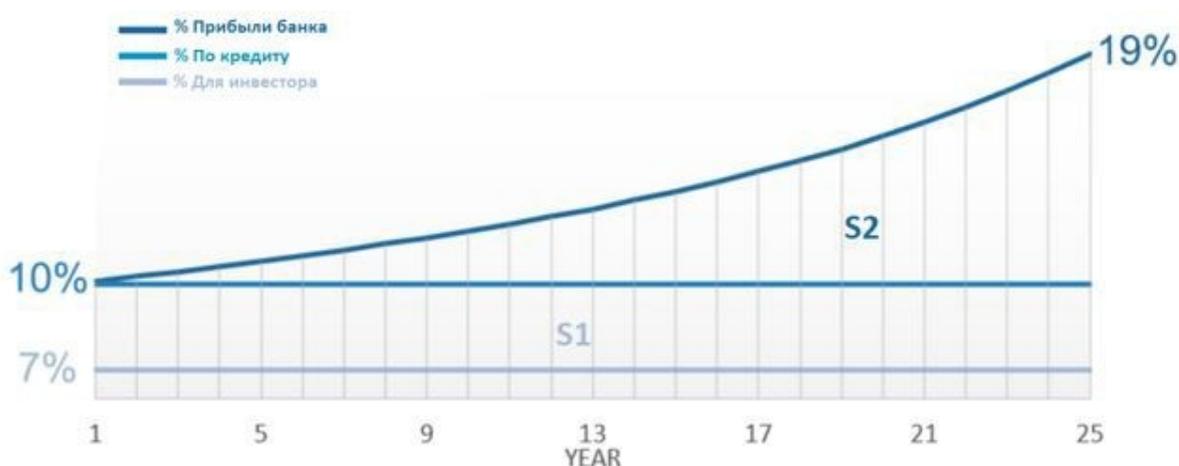
кетов раз в год и реинвестирования полученных средств в новые кредиты с аналогичными параметрами, позволяет увеличить доходность Банка с 10% до 18% годовых (Рисунок 6).

ВЫВОДЫ

Благодаря внедрению платформы Банк сможет

- Снизить объём суммы резервирования;
- увеличить доходность;
- снизить риски.

Рис. 6. Сравнение процентных ставок для банка.



Это позволяет банку работать с высоко-маржинальными кредитами в области P2P, увеличить скорость привлечения денег под новые кредиты и за счёт этого увеличить прибыль. Также банк является посредником в сделке между инвестором и заёмщиком, что избавляет банк от рисков после заключения сделок по обмену активов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берзон Н. И. Фондовый рынок: Учебник-4-е изд., перераб. и доп // М.: Вита-Пресс, 2009.
2. Блог компании IT Capital Virtual Trading: первый шаг на фондовом рынке // Habr [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/company/itcapital/blog/205478/> (Дата обращения: 10.03.2019).
3. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ (в ред. от 18 марта 2019 года) // Правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/10164072/> (Дата обращения: 21.03.2019).
4. Лобанов М. Как устроен рынок P2P-кредитования в России и за рубежом // Rusbase [Электронный ресурс] URL: <https://rb.ru/opinion/p2p/> (Дата обращения: 02.03.2019).
5. Basel II. International convergence of capital measurement and capital standards: a revised framework [Электронный ресурс] URL: <https://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf> (Date of access: 21.02.2019).
6. Davydov V., Khalilova M. Business model of creating digital platform for tokenization of assets on financial markets // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2019. – Т. 497. – № 1.
7. Klaas J.A., Daryakin A.A. The indicative model of financial stability management of the banking sector // Academy of Strategic Management Journal. – 2016. – Т. 15. – С. 43.

EXCHANGE OF TOKENIZED ASSETS FOR TURNING THEM INTO MARKET GOODS

Senin Vladimir – Candidate of Juridical Sciences, Professor of the Department of the Theory and Practice of Business-Government Interaction of the National Research University - Higher School of Economics. Address: 20 Myasnitskaya Ulitsa, Moscow, 101000, Russia. E-mail: GR@hse.ru.

Davydov Vyacheslav – Candidate of Economic Sciences, Advisor, Expert of the Research Laboratory of Cyber-Physical Systems of Tikhonov Moscow Institute of Electronics and Mathematics (National Research University - Higher School of Economics). Address: 34 Tallinskaya Ulitsa, Moscow, 123458, Russia. E-mail: v.davydov@hse.ru.

Shmonov Mikhail – a 3rd of Tikhonov Moscow Institute of Electronics and Mathematics (National Research University - Higher School of Economics), bachelor's program «Applied Mathematics». Address: 34 Tallinskaya Ulitsa, Moscow, 123458, Russia. E-mail: mmshmonov@edu.hse.ru.

The article is devoted to the characterization of a business model for creating a digital platform for tokenization of assets on financial markets. The areas of application of tokenization of assets for financial market participants are considered. The legal framework is given, and the financial model using tokenization of the credit portfolio of a commercial bank is described. A method for calculating the interest rate of a package of tokens composed of tokens of various credits as well as an algorithm for calculating the size of a token for a loan with given PD and LGD parameters is given. It is shown that resulting from application of the proposed financial model, the role of banks in the financial market is changing. The bank emerges as the organizer of the P2P lending market from a traditional credit institution. As a result of this transformation the P2P market receives an additional impetus for development, and the bank increases its level of profitability. A comparison of the levels of profitability, liquidity and reliability of the proposed tools with the traditional instruments for attracting and placing funds is made.

Key words:

Tokenization, Securitization, Diversification, P2P.