

Токенизация активов на финансовых рынках

Представлена модель нового финансового инструмента, в основе которого лежат принципы токенизации (дробления на мелкие равные части – токены) банковских кредитов и секьюритизации (формирования из токенов одинаковых пакетов). Рассмотрены факторы, влияющие на доходность инструмента для инвестора, и новая модель банковского бизнеса. Показано, что уровень надежности нового инструмента за счет роста числа независимых токенов в пакете может соответствовать требованиям Базельских стандартов. С помощью моделирования получена оценка доходности предложенного инструмента на вторичном рынке.

В. А. ДАВЫДОВ, кандидат технических наук, кандидат экономических наук, НИУ Высшая школа экономики

М. Х. ХАЛИЛОВА, доктор экономических наук, профессор департамента финансовых рынков и банков Финансового университета при Правительстве РФ

В последние несколько лет у традиционной модели банковского бизнеса появился целый ряд конкурентов, услуги которых фактически могут быть классифицированы как разновидность банковских услуг. К числу таких конкурентов, в частности, относятся платформы P2P-кредитования, которые позволяют заемщикам привлекать средства напрямую у потенциальных инвесторов. Объем рынка таких платформ становится значительным [2, 11], а темпы его роста не могут не вызывать опасений у традиционного банковского бизнеса. Так, по прогнозам экспертов, к 2025 г. объем данного рынка может достичь 1 трлн долл.

Стратегия развития банков в сложившейся ситуации заключается в том, чтобы не просто встроиться в новые реалии финансового рынка, но и получить от такого изменения максимальный эффект. Финансовые учреждения, которые смогут решить данную задачу,

не только сохранятся на рынке, но и кардинально увеличат свою рентабельность.

Для реализации выбранной стратегии банкам потребуется платформа, которую будем в дальнейшем называть «Кредитной биржей». В основе такой платформы, которая описана в разделе 2, лежат технология распределенного реестра [3] и базовые понятия Базель-3 [4]. Пример роста доходности банка в результате применения Кредитной биржи приводится в разделе 3. Результаты моделирования параметров финансового рынка, создаваемого платформой, отражены в разделе 4. Выводы и дальнейшие направления исследований представлены в разделе 5.

Описание платформы «Кредитная биржа»

Платформа состоит из двух блоков: блока токенизации кредитного портфеля и торговой площадки. Задача блока токенизации заключается в превращении кредитного

портфеля банка в биржевой финансовый актив, который будет в дальнейшем размещен на торговой площадке. Задача блока торговой площадки состоит в организации ликвидного первичного и вторичного рынка актива, который был подготовлен блоком токенизации.

Блок токенизации

В блоке токенизации задаются параметры:

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

DI – доходность в % годовых, которую планирует получить 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, согласно терминологии Базель-3, 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 ;

$EAD_i = E_i(1 + D_i)$ – сумма, подверженная риску дефолта в течение срока T .

При процедуре токенизации каждый токенизуемый 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 .

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

$$M[D_i] = D_i - \left(\frac{365}{T} + D_i\right) PD_i LGD_i. \quad (1)$$

С учетом входных параметров PD_i, LGD_i, D_i и полученного значения $M[D_i]$ блок токениза-

ции определяет размер токена p_i для каждого кредита с номером $1 \leq i \leq N$ по формуле:

$$p_i = I \frac{1 + DI \frac{T}{365}}{1 + M[D_i] \frac{T}{365}}, \quad (2)$$

а также z_i – число токенов, на которые делится кредит с номером i , вычисляемое по формуле $z_i = \lfloor \frac{E_i}{p_i} \rfloor$, 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 токенов, полученных в результате процедуры токенизации, определяется как сумма:

$$Z = \sum_{i=1}^N z_i = \sum_{i=1}^N \lfloor \frac{E_i}{p_i} \rfloor. \quad (3)$$

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 заемщиком 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.

Предположим, что токенизируемый кредит с номером $1 \leq i \leq N$ не погашен полностью за временной интервал T , который будем называть временем действия токена. Такой вариант наиболее вероятен, поскольку интервал T меньше сроков действия токенизируемых кредитных договоров. В этом случае непогашенный остаток кредита банк выкупает себе на баланс в последний день срока действия токенов.

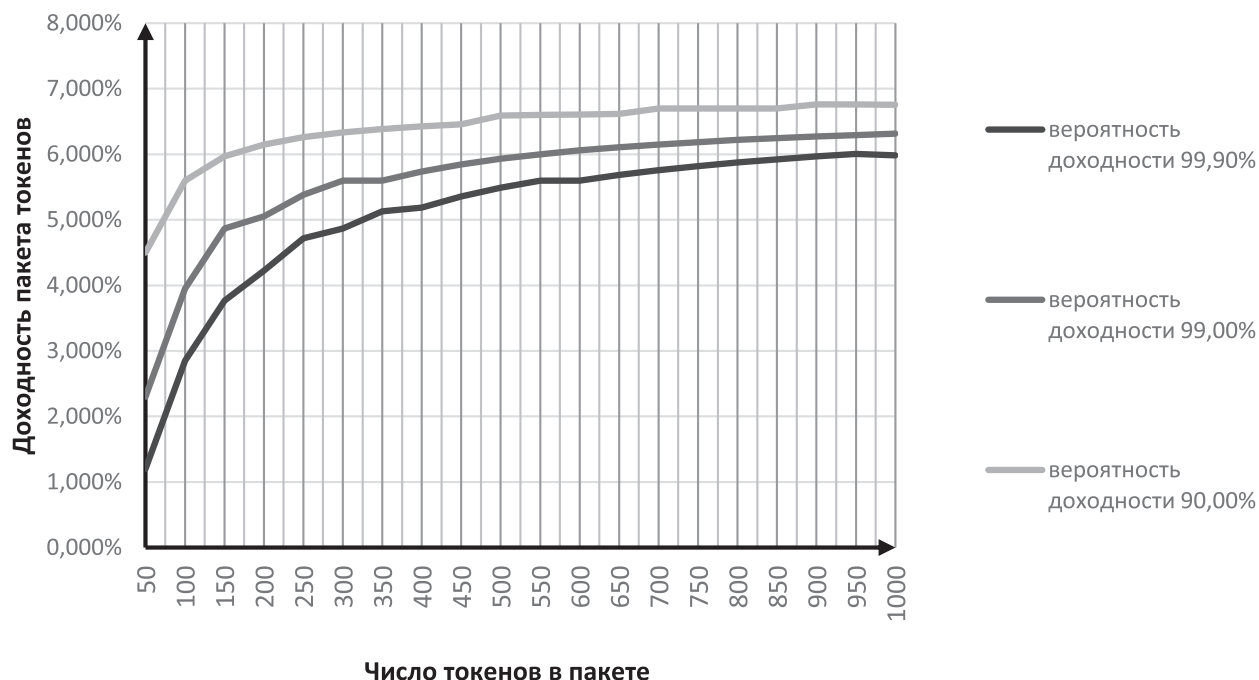
Сумма выкупа зависит от того, произошло ли дефолтное событие по кредиту, или не произошло. Если кредит не перешел в дефолт, выкуп производится по номиналу непогашенного кредита E_i^+ , где E_i^+ – остаток непогашенной задолженности на момент гашения пакетов токенов.

Abstract. A model of a new financial instrument is presented, which is based on the principles of tokenization (splitting into small identical parts – tokens) of bank loans and securitization (formation of identical packages from tokens). The factors influencing the profitability of the instrument for the investor and the new banking business model are considered. It is shown that the level of reliability of the new instrument due to the growth in the number of independent tokens in the package can meet the requirements of the Basel standards. With the help of modeling, an estimate of the profitability of the proposed instrument in the secondary market was obtained.

Keywords. P2P lending, tokenization, securitization, Basel-3, distributed ledger.

Ключевые слова. P2P-кредитование, токенизация, секьюритизация, Базель-3, распределенный реестр.

Рис. 1. Сравнение ставок доходности пакетов токенов для разного числа токенов в пакете при заданной вероятности доходности пакета и времени действия токенов, входящих в пакет $T = 365$



Источник: составлено авторами.

Если кредит перешел в дефолт, то выкуп осуществляется по цене $E_i(1 - LGD_i) - r_i$, где E_i – задолженность по кредиту на момент токенизации, LGD_i – уровень потерь по кредиту, определенный в момент токенизации, и r_i – объем средств, поступивший на накопительный счет дефолтного кредита за временной интервал T . В обоих случаях средства зачисляются банком на накопительный счет кредита с номером $1 \leq i \leq N$ и увеличивают остаток счета r_i .

В этот же день банком осуществляется расчет новых параметров PD_i^+ , LGD_i^+ , D_i^+ для непогашенного остатка кредита E_i^+ . Одновременно производится новая процедура токенизации остатков кредитов. По выкупленному на баланс кредита с номером $1 \leq i \leq N$ при повторном размещении цена токена p_i^+ определяется исходя из новых параметров для данного кредита PD_i^+ , LGD_i^+ , D_i^+ , определяемых банком на момент новой токенизации.

В исследовании В. А. Давыдова, М. Х. Халиловой [4] было показано, что доходность S пакета 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:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S = D - PD \left(\frac{365}{T} + D \right) LGD. \quad (4)$$

Таким образом, для любых значений PD , LGD , T и D найдется достаточно большое значение n , чтобы для любого сколь угодно малого значения δ выполнялось условие:

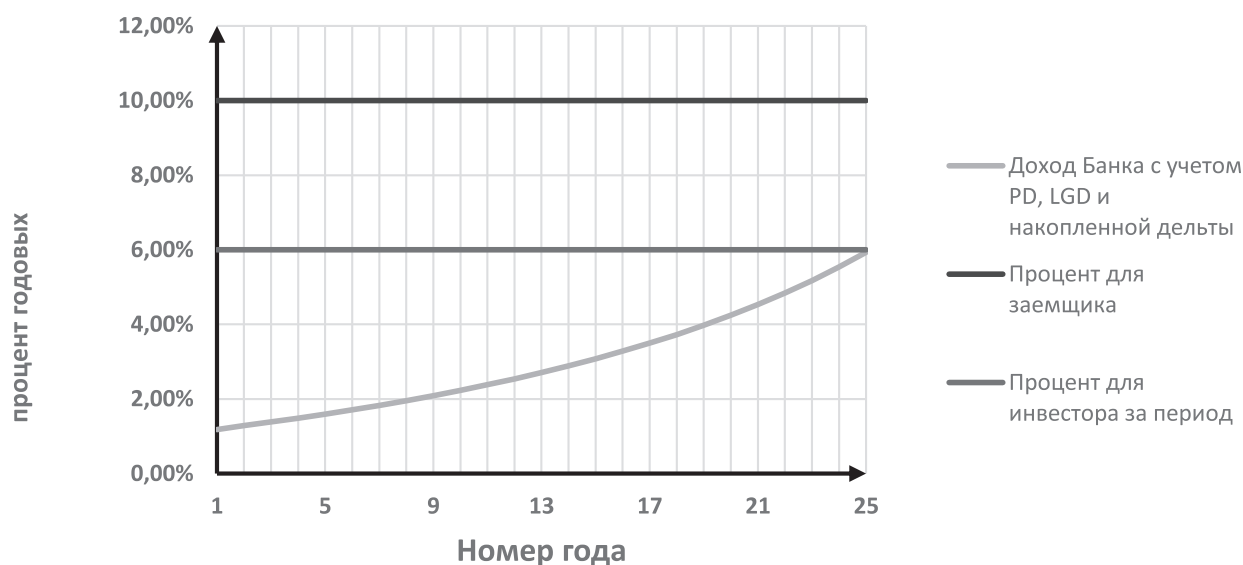
$$P(S \geq D - LGD \left(\frac{365}{T} + D \right) PD) \geq 1 - \delta. \quad (5)$$

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.

Пример действия полученного неравенства при доходности каждого токена $D = 10\%$, времени действия токенов, входящих в пакет, $T = 365$ дней, уровне потерь для каждого токена $LGD = 50,00\%$ и при условии независимости вероятности дефолта каждого токена $PD = 5\%$ приведен на рис. 1.

Для заданных параметров токенизируемого портфеля, как видно из рис. 1, можно обеспечить доходность пакета токенов в 6% годовых с вероятностью 99,9% при наличии в пакете 950 токенов. Данная вероятность соответствует требованию Базеля-3 для дефолтного сценария банков.

Рис. 2 Сравнение ставок банка, инвестора и заемщика по ипотечным кредитам при годовом сроке действия пакетов токенов



Источник: составлено авторами.

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 возможность осуществлять продажу и покупку пакетов токенов на вторичном рынке в режиме 24/7. При этом сами пакеты токенов не изменяются. Регистрация прав на пакеты происходит 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 являются едиными 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 таким образом, чтобы величина $I \cdot n$ была доступна для каждого из потенциальных инвесторов, поскольку инвесторы покупают пакеты, состоящие из n токенов. Например, если $I = 1$, а число токенов в портфеле $n = 10\ 000$, то сумма, вкладываемая инвестором в покупку любого пакета при первичном размещении, равна 10 000 руб.

Доход или убыток банка от процедуры токенизации и размещения пакетов токенов кредита с номером $1 \leq i \leq N$ через торговую площадку определяется по формуле:

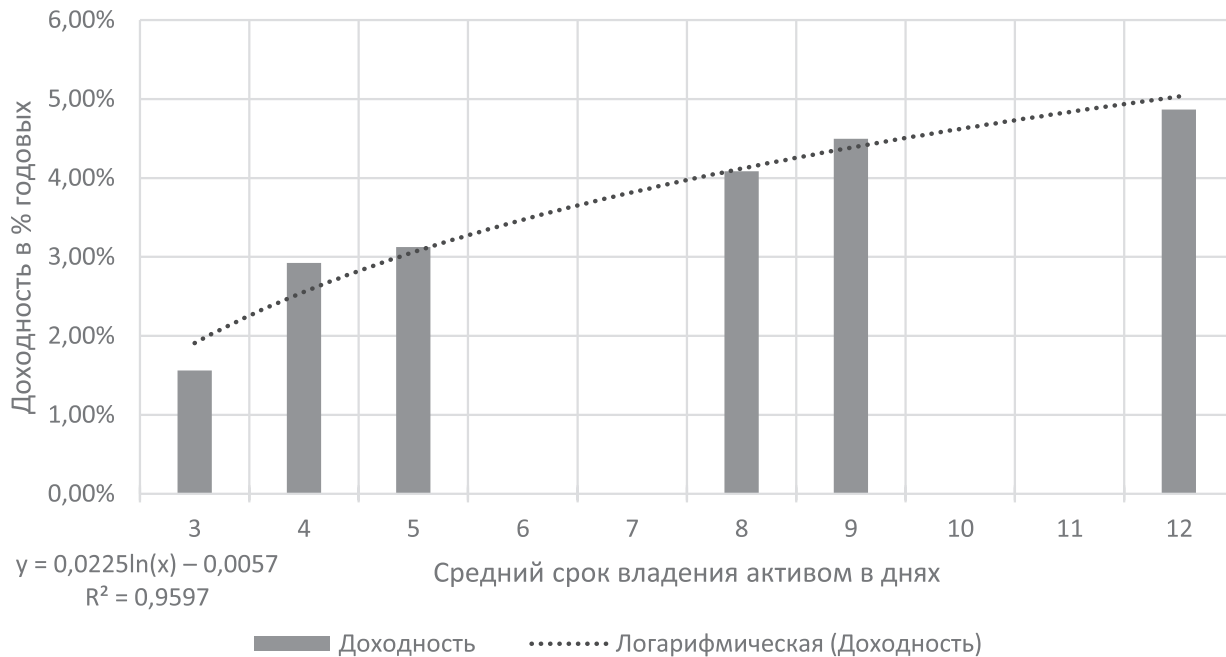
$$\Delta_i = I z_i \left(1 - \frac{1 + DI \frac{T}{365}}{1 + M [DI] \frac{T}{365}} \right). \quad (6)$$

Банку невыгодно излишне оптимистично оценивать параметры PD , LGD 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 пессимистичной оценке параметров PD , LGD инвесторы получают доходность S выше заявленного при размещении уровня доходности DI . Это означает, что банк занизил свой уровень дохода при первичном размещении.

Новая модель банковского бизнеса

Банк, используя механизм токенизации кредитного портфеля и торговую площадку для размещения полученных пакетов токенов, кардинальным образом меняет традиционную модель.

При использовании предложенной схемы банк продает через торговую площадку 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 связан-

Рис. 3. Доходность вложений участников в зависимости от среднего срока вложения в актив

Источник: составлено авторами.

ные 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 достаточности капитала.

На рис. 2 приведен пример, в котором 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 50,00%, а вероятность дефолта *PD* на годовом интервале равна 5% на протяжении всего срока кредитования. Число продаж портфеля в течение года установлено равным одной продаже, т. е. срок действия пакета токенов $T = 365$.

Как показано на рис. 2, предлагаемый банком инструмент обеспечивает инвесторам гарантированную доходность 6% годовых с вероятностью 99,9% при сроке размещения средств, равном одному году. Доходность банка, получаемая за счет токенизации и продажи сформированных кредитных портфелей пакетов раз в год и реинвестирования полученных средств в новые кредиты с аналогичными параметрами, позволяет банку получать от 1,5% годовых (в начале периода) до 5,93% (в конце 25-летнего срока) на объем размещенных таким образом средств. Отметим, что это доходность посредника между инвесторами и заемщиками, т. е. лишенная рисков невозврата кредита, который присутствует у банка при

работе по классической кредитно-депозитной схеме.

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. Результаты моделирования уровня ликвидности представлены в следующем разделе.

Результаты моделирования

Для оценки сроков размещения токенизированного актива на торговой площадке, а также параметров доходности участников рынка в зависимости от характера совершаемых ими операций и получаемой в результате каждым участником ликвидности создана имитационная модель и проведено моделирование размещения актива в пакете MS Excel. Модель предусматривает шесть условных участников рынка и один банк, актив которого размещается на торговой площадке.

В табл. 1 приведен пример размещения условных 500 единиц актива, который имеет доходность 6% годовых при гашении через год на торговой площадке. В начале размещения все 500 единиц актива принадлежат банку. Остальные шесть участников имеют по 100 единиц денежного актива каждый.

Модель предусматривает проведение 365 торговых сессий. В ходе каждой торговой сес-

Результаты моделирования

	Номер участника рынка						Банк
	1	2	3	4	5	6	
1. Вероятность покупки, %	40	35	30	25	20	15	0
2. Вероятность продажи, %	10	15	20	25	30	35	100
3. Доля (активов/средств) в сделке, %	20	20	20	20	20	20	100,00
4. Начальная сумма средств	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
5. Начальное число активов	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	500,00
6. Итоговая сумма средств	13,71	10,10	0,64	36,01	12,37	48,22	473,61
7. Итоговое число активов	91,16	94,40	103,44	67,11	90,55	53,34	0,00
8. Число сделок покупки	130	92	91	56	61	29	0
9. Число купленных активов	196,31	219,05	255,14	310,28	361,66	346,26	0,00
10. Число сделок продажи	29	37	41	72	87	109	38
11. Число проданных активов	105,15	124,65	151,70	243,16	271,11	292,92	500,00
12. Число возвращенных активов	654,4	796,6	903,6	1180,6	1328,8	1013,6	6668,2
13. Доля проданных активов, %	13,8	13,5	14,3	17,0	16,9	22,4	6,9
14. Сумма средств, вложенных в актив	189,83	212,79	248,11	303,15	354,41	339,43	0,00
15. Сумма возвращенных средств	27,22	38,16	53,72	100,61	120,72	170,05	0,00
16. Доля вложенных средств, %	87,4	84,7	82,2	75,1	74,5	66,5	0,00
17. Итоговый баланс	104,87	104,49	104,08	103,13	102,92	101,56	473,61
18. Входящий баланс	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	471,70
19. Средний объем продажи актива	3,63	3,37	3,70	3,38	3,12	2,69	13,16
20. Средний срок вложения в днях	12,59	9,86	8,90	5,07	4,20	3,35	9,61
21. Доходность при торговле, %	4,87	4,49	4,08	3,13	2,92	1,56	0,40

сии моделируется поведение каждого из шести участников. С определенной вероятностью покупки (первая строка *табл. 1*) исполняется заявка участника на приобретение актива на торговой площадке. Таким же образом с заданной вероятностью продажи (вторая строка *табл. 1*) исполняется заявка участника на реализацию имеющегося у него актива. Необходимо отметить, что на продажу участники выставляют имеющиеся у них активы не целиком, а доли от имеющихся на начало торговой сессии объемов активов (третья строка *табл. 1*). Аналогичным образом определяется расход средств участника на приобретение актива. Банк в отличие от участников не покупает актив, а только реализует его, причем на продажу всегда выставляется весь имеющийся у банка на момент начала очередной торговой сессии актив.

В каждой торговой сессии после получения заявок участников и банка торговая система определяет, какого актива больше (денег на покупку или активов на продажу), и заключает сделки исходя из минимально имеющегося актива. Остаток излишне заявленного актива возвращается участникам. При этом заключение сделок осуществляется пропорционально объему избыточного актива в заявке участника от общего объема заявки.

В результате каждой торговой сессии происходит перераспределение общего объема активов и денежных средств между участниками и банком. Цена покупки и продажи актива в ходе каждой торговой сессии определяется торговой площадкой исходя из равномерно снижающейся доходности от 6 до 0% торгующегося актива к погашению в конце года. При этом в цену покупки закладывается комиссия торговой площадки, равная 1% годовых на момент каждой торговой сессии, умноженная на случайную величину, равномерно распределенную на интервале [0;1].

Число и средние объемы сделок, заключенных всеми участниками торговой системы, приведены в *табл. 1*. В результате вложения в доходный актив каждый из участников полу-

чает определенный уровень роста своего портфеля в стоимостном выражении, доходность которого спустя год приводится в последней строке *табл. 1*. Число сделок каждого участника, заключенных в течение года, определяет средний срок владения активом каждым участником.

Зависимость доходности, получаемой участниками рынка, от срока вложения участников в актив представлена на *рис. 3*. Зависимость доходности от срока владения активом хорошо аппроксимируется логарифмической функцией. На графике приводятся параметры такой функции, а также полученное качество аппроксимации.

Таким образом, торговая площадка предоставляет участникам возможность вкладывать временно свободные средства в актив и продавать активы по мере необходимости. При ликвидности в 8 дней доходность соответствует 4% годовых, что значительно выше уровня существующей на сегодняшнем финансовом рынке доходности при таких сроках вложения. Необходимо отметить, что и при минимальных сроках владения активами (3 дня) предложенная система позволяет участникам получить положительную доходность (1,5% годовых).

ВЫВОДЫ

Предлагаемый инструмент дает возможность банку начать работать в новой парадигме – стать организатором рынка для принципиально более широкого круга заемщиков и инвесторов. Такой подход к созданию рынка не только снижает процентную ставку и риск дефолта по выдаваемым кредитам, поскольку при их выдаче банк использует отработанные риск-модели. Он дает инвестору ликвидный биржевой инструмент с заранее рассчитанной доходностью, а также оценкой вероятности получения этой доходности.

В качестве одного из возможных применений нового инструмента могут рассматриваться портфели кредитов коммерческих банков, приобретаемых ЦБ РФ в рамках схемы ломбардного кредитования.

Список литературы

1. *Emekter R., Tu Y., Jirasakuldech B., Lu M.* (2015). Evaluating credit risk and loan performance in online Peer-to-Peer (P2P) lending // *Applied Economics*. 2015. № 47 (1), p. 54-70.
2. КОММЕРСАНТЪ ДЕНЬГИ № 46 (30.10.2017).
3. *Henriquez R., Cohen I., Bitan N., Tulbassiyev K.* Blockchain and business model innovation: Designing a P2P mortgage lending system <https://www.researchgate.net/publication/326830940>.
4. *Davydov V., Khalilova M.* Business model of creating digital platform for tokenization of assets on financial. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 497 012069, 2018.