

## СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОСРОЧНОГО ПОГАШЕНИЯ ИПОТЕЧНЫХ КРЕДИТОВ: РИСКИ И ДОХОДНОСТЬ

### **Картвелишвили Василий Михайлович**

доктор физико-математических наук, профессор кафедры математических методов в экономике РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: VMK777@mail.ru

### **Николаева Анна Владимировна**

аспирантка кафедры математических методов в экономике РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: AnnaNikolaeva.IKAO@yandex.ru

Рассмотрены ключевые моменты анализа ипотечных ценных бумаг (ИЦБ). Построена системно-динамическая модель досрочного погашения кредитов, входящих в ипотечное покрытие. Модель позволяет эффективно оценить влияние скорости досрочного погашения на привлекательность ценных бумаг, а также выявить основные риски, с которыми сталкивается инвестор ИЦБ. С помощью построенной модели проведен анализ реальной скорости досрочного погашения кредитов, входящих в ипотечное покрытие ценных бумаг, выпущенных на российском рынке, и выявлены основные причины изменения этой скорости. Проведен краткий обзор перспектив развития российского рынка вторичного ипотечного кредитования в ближайшие годы. Показано, как проведенный в работе анализ может быть учтен российскими инвесторами, заинтересованными в настоящее время в долгосрочных вложениях средств с максимальной выгодой. Предложенная авторами системно-динамическая модель позволит потенциальным инвесторам проанализировать привлекательность тех или иных ипотечных ценных бумаг на основе информации об источнике формирования денежных выплат (ипотечном пуле).

*Ключевые слова:* ипотечные ценные бумаги, портфель кредитов, ипотечное покрытие ИЦБ, рефинансирование, системно-динамическая модель, доходность, риск, скорость досрочного погашения.

## THE SYSTEM-DYNAMIC MODEL OF EARLY REPAYMENT OF MORTGAGE CREDITS: RISKS AND PROFITABILITY

### **Kartvelishvili, Vasiliy M.**

Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor of the Department for Mathematical Methods in Economics of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.  
E-mail: VMK777@mail.ru

### **Nikolaeva, Anna V.**

Post-Graduate Student of the Department for Mathematical Methods in Economics of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: AnnaNikolaeva.IKAO@yandex.ru

The article deals with key points of the mortgage securities analysis. The system-dynamic model of early repayment of credits included in mortgage cover was developed. The model allows to assess the impact of the speed of early repayment on appeal of securities and to find out principle risks which the mortgage securities investor faces. With the help of the model the authors analyze the real speed of early repayment of credits included in mortgage cover of securities issued on Russian market and find key causes of the speed altering. The prospects of developing the Russian market of secondary mortgage crediting in the near future were reviewed. It was shown that the analysis can be taken into account by Russian investors interested in long-term investment with max profitability. The system-dynamic model designed by the authors will allow the potential investors to analyze the appeal of certain mortgage securities on the basis of the information about the source of cash payments (mortgage pull).

*Keywords:* mortgage securities, credit portfolio, mortgage cover of mortgage securities, refinancing, system-dynamic model, profitability, risk, speed of early repayment.

**Р**азвитие рынка ипотечных ценных бумаг в России названо ключевым направлением в реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России». В этой связи развитие рынка ипотечных ценных бумаг, обеспечивающего возможность получения дополнительных денежных ресурсов для формирования долгосрочной ресурсной базы ипотечных кредиторов, необходимо для роста ипотечного рынка.

Российский рынок ипотечных ценных бумаг – сложный институт, связанный со многими сегментами финансового рынка и оказывающий значительное влияние на социально-экономические процессы, требует в настоящее время серьезных научных исследований [3]. В связи с тем, что в России данный инструмент появился позже, чем в развитых странах, разработок по этому вопросу в отечественной литературе

пока недостаточно для полноценной реализации потенциала секьюритизации. Наиболее полное исследование рефинансирования ипотечных кредитов проведено в работах Ю. Е. Туктарова, В. М. Усопкина и др. Особый научный интерес вызывают также разработки зарубежных авторов, занимающихся проблемой секьюритизации: Э. Дэвидсона, Х. Бэра, Л. Хейра и др. Актуальность темы исследования и недостаточная степень разработанности исследуемой проблемы определили цель написания данной статьи.

Облигации с ипотечным покрытием – одна из разновидностей ипотечных ценных бумаг (ИЦБ). Согласно Федеральному закону от 11 ноября 2003 г. № 152-ФЗ «Об ипотечных ценных бумагах» (ред. от 30 декабря 2015 г.), облигация с ипотечным покрытием – это облигация, исполнение обязательств по которой обеспечивается полностью или в части залогом ипотечного

покрытия. Пул, т. е. набор ипотечных кредитов, входящих в покрытие ИЦБ, генерирует поток платежей, выплачиваемых конечному инвестору.

Погашение ипотечных кредитов заемщиками происходит ежемесячно, и большая часть выплат по ипотечным кредитам попадает к инвесторам ИЦБ. Ипотечные ценные бумаги обладают рядом преимуществ, которые позволяют инвесторам осуществлять долгосрочные вложения под выгодные проценты в финансовые инструменты с высоким кредитным рейтингом ведущих рейтинговых агентств. Кроме того, в большинстве случаев по ИЦБ предоставляются гарантии государственных компаний.

Наряду с положительными характеристиками ИЦБ нельзя не отметить сложность данного инструмента инвестирования в силу того, что выплаты по ИЦБ генерируются потоком поступлений от ипотечных заемщиков, а значит, периодичность и объем выплат по ИЦБ напрямую зависят не только от финансового состояния экономики, но и от поведения людей. Таким образом, прогнозирование потока денежных средств по ИЦБ осложняется наличием человеческого фактора.

Для анализа поведения ипотечных ценных бумаг в работе построена системно-динамическая модель, которая позволяет обработать статистическую информацию по реальному пулу ипотечных кредитов, провести сценарный анализ потока платежей по ИЦБ в зависимости от скорости досрочного погашения, выявить основные риски ИЦБ и сформировать исследовательскую базу для дальнейшего прогнозирования. В качестве статистической базы исследования были взяты фактические кредиты, входящие в ипотечное покрытие ценных бумаг, выпущенных банком «ГПБ-Ипотека» в 2011 г. с помощью эмитента ОАО «ИСО ГПБ-Ипотека Два». Вся информация доступна на сайте эмитента.

В основе портфеля лежат ипотечные кредиты, выданные в различных регионах России. Ставки по кредитам и сроки кредитования различны у кредитов, составляю-

щих ипотечное покрытие ИЦБ. Однако общая характеристика всех кредитов – фиксированная процентная ставка и аннуитетный характер платежей, поступающих от заемщика. Считается, что последняя выплата по ипотечным ценным бумагам по графику будет осуществлена в июне 2040 г., так как в это время остаток основного долга по всем кредитам, входящим в портфель ипотечного покрытия, будет равен нулю. На практике чаще всего последние выплаты ничтожно малы, и ими можно пренебречь, однако в своем исследовании мы никакие выплаты отбрасывать не будем. Для целей исследования в первую очередь смоделируем поток платежей при условии, что все заемщики осуществляют возврат основного долга (ОД) и выплаты процентов строго по графику, рассчитанному при заключении договора ипотечного кредитования.

Построим системно-динамическую модель «Поток платежей по ИЦБ» (рис. 1).

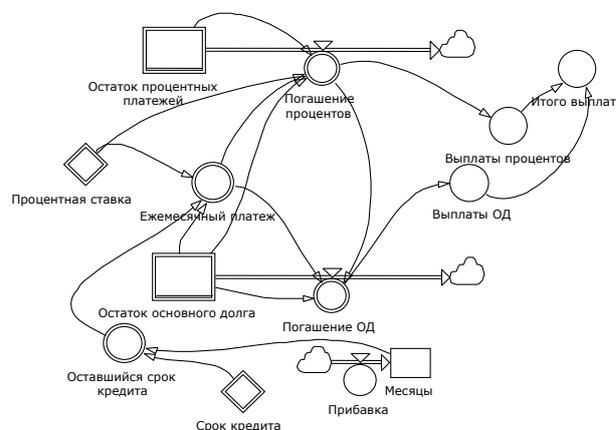


Рис. 1. Системно-динамическая модель «Поток платежей по ИЦБ»

Выбрав в качестве основных элементов модели остаток основного долга и остаток процентных платежей, рассмотрим более подробно каждый из этих элементов.

### Остаток основного долга

Закон изменения остатка основного долга для каждого из кредитов в рамках исследуемой динамической модели выглядит следующим образом:

$$C_i(t) = C_i(t-1) - C_i^-(t)dt, \quad (1)$$

где  $C_i(t-1)$  – сумма основного долга по кредиту  $i$  на 1-е число предыдущего месяца;

$C_i^-(t)$  – сумма основного долга по кредиту  $i$ , погашенная за период  $t$  (т. е. за месяц).

Исходными данными о суммах оставшегося основного долга  $C_i(0)$  выступают остатки основного долга по кредитам, включенным в ипотечное покрытие ИЦБ по состоянию на 1 января 2011 г., т. е. на момент выпуска ИЦБ в общем случае.

Чтобы определить сумму основного долга, погашенную за период  $t$ , воспользуемся формулой для расчета ежемесячного платежа:

$$A_i(t) = C_i(t) \cdot \frac{r_i}{m} \div \left[ 1 - \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{-(T_i m - \tau_i)} \right], \quad (2)$$

где  $A_i(t)$  – текущая сумма ежемесячного платежа заемщика;

$r_i$  – годовая процентная ставка по кредиту  $i$ ;

$m$  – число месяцев (при вычислении ежемесячного платежа полагают  $m = 12$ );

$T_i$  – срок кредита  $i$  по договору в годах;

$\tau_i$  – число месяцев, прошедших со дня заключения кредитного договора;

$(T_i m - \tau_i)$  – оставшийся срок до погашения кредита  $i$  в месяцах.

В качестве годовой процентной ставки по каждому из кредитов, входящему в ипотечное покрытие, выступает ставка по ипотечному договору кредитования. Для рассматриваемого случая, когда погашение основного долга и процентов происходит по графику, текущая сумма ежемесячного платежа будет оставаться неизменной для каждого из кредитов на протяжении всего оставшегося срока до погашения.

Часть ежемесячного платежа идет в счет погашения основного долга, а вторая часть представляет собой процентные выплаты. Причем проценты начисляются на остаток основного долга. В модели остаток основного долга по кредиту  $i$  на начало текущего месяца равен  $C_i(t)$ , следовательно, процентный платеж  $p_i^-(t)$  по кредитам в текущем месяце равен

$$p_i^-(t) = \frac{r_i}{m} \cdot C_i(t). \quad (3)$$

При этом сумма основного долга по кредитам, погашенная за период  $t$ , имеет следующий вид:

$$C_i^-(t) = A_i(t) - p_i(t).$$

По истечении оставшегося срока до погашения кредита  $\theta_i$  сумма основного долга по кредиту становится равной нулю, и никаких платежей по этому кредиту больше не поступает.

Перейдем к описанию второго элемента модели.

### Остаток процентных платежей

Закон изменения остатка процентных поступлений для каждого из кредитов в рамках исследуемой динамической модели выглядит следующим образом:

$$p_i(t) = p_i(t-1) - p_i^-(t)dt,$$

где  $p_i(t-1)$  – сумма невыплаченных процентов по кредиту  $i$  на первое число предыдущего месяца;

$p_i^-(t)$  – процентный платеж по кредиту  $i$  в текущем месяце.

Исходными данными о суммах оставшихся процентных платежей  $p_i(0)$  выступают остатки процентных поступлений по кредитам, включенным в ипотечное покрытие ИЦБ по состоянию на 1 января 2011 г. Для дальнейшего анализа поступлений платежей по ИЦБ используются общие суммы поступившего основного долга и процентных платежей по всем кредитам, которые вычисляются путем суммирования поступлений по формулам

$$C(t) = \sum_{i=1}^N C_i(t) \quad \text{и} \quad p(t) = \sum_{i=1}^N p_i(t),$$

где  $N$  – количество кредитов, вошедших в ипотечное покрытие ИЦБ.

Построенная модель дает возможность моделирования потока платежей сразу по целому портфелю ипотечных кредитов с разными процентными ставками по кредитам и разными сроками до погашения кредитов.

Перейдем теперь непосредственно к имитационному моделированию и анали-

зу указанного пула. На рис. 2 представлены результаты работы модели – поток платежей по ипотечным кредитам, входящим

в пул при условии, что все выплаты осуществляются строго по установленному графику.

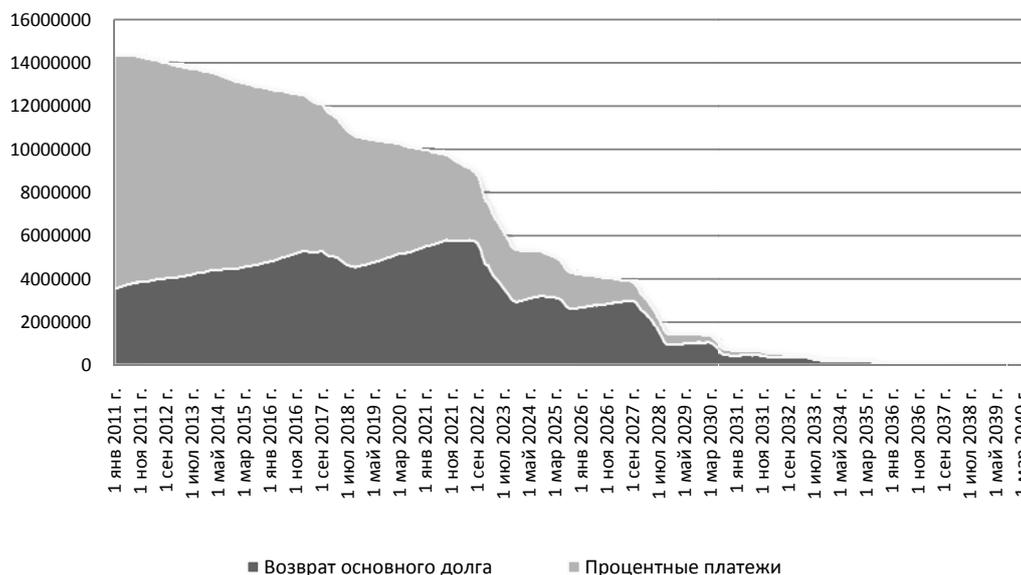


Рис. 2. Поток платежей, генерируемых ипотечным покрытием

Как видно из рис. 2, сначала большая доля от поступающих платежей приходится на долю процентных поступлений, а затем по мере погашения основного долга доля выплат по процентам постепенно снижается. Основная задача, которая стоит перед трейдерами и инвесторами, – определить и смоделировать поток платежей по ипотечным ценным бумагам.

Принимая во внимание тот факт, что ипотечные кредиты, входящие в ипотечное покрытие ценных бумаг, часто имеют различные характеристики в части процентных ставок по кредитам и сроков до погашения кредитов, для вычисления потоков платежей принято находить средние показатели пулов. В частности, для рассматриваемого случая расчет средних показателей крайне актуален, так как сроки до погашения и процентные ставки по кредитам различны.

Рассмотрим используемые в исследовании средние показатели для анализа ИЦБ:

1. *WALA* (Weighted-Average Loan Age) – средневзвешенный возраст кредитов, определяется как средневзвешенное (по остатку основного долга) время с момента

выдачи кредитов [6]. Показатель вычисляется по формуле

$$WALA(t) = \sum_{i=1}^N \frac{C_i(t)}{\sum_{i=1}^N C_i(t)} \cdot \tau_i.$$

Для нашего случая показатель *WALA* на момент выпуска ИЦБ равен 29,47 месяца, т. е. средневзвешенная выдержанность кредитов, составляющих ипотечное покрытие ИЦБ, составляет 29,47 месяца.

2. *WAM* (Weighted-Average Maturity) – средневзвешенный срок погашения кредитов [6], имеющий следующий вид:

$$WAM(t) = \sum_{i=1}^N \frac{C_i(t)}{\sum_{i=1}^N C_i(t)} \cdot (T_i m - \tau_i).$$

В проводимом исследовании показатель *WAM* на момент выпуска ИЦБ составляет 160,38 месяца, или 13,36 лет.

Сумма показателей *WAM* и *WALA* отражает средневзвешенный общий срок кредитов. В нашем случае средневзвешенный срок кредита составляет 15,8 лет.

3. *WAC* (Weighted-Average Coupon) – средневзвешенный купон пула ипотечных

кредитов, входящих в ипотечное покрытие ИЦБ [6] в виде

$$WAC(t) = \sum_{i=1}^N \frac{C_i(t)}{\sum_{i=1}^N C_i(t)} \cdot \tau_i.$$

Средневзвешенный купон рассматриваемого пула равен 13,91%.

4. Чистый купон (Netcoupon) – ставка, выплачиваемая конечным инвесторам [6].

Очевидно, что чистый купон всегда меньше или равен средневзвешенному купону, а разница между средневзвешенным купоном, поступающим от заемщиков, и чистым купоном, выплачиваемым держателям ценных бумаг, составляет так называемый спред обслуживания и предоставления гарантий. Плату за обслуживание может взимать банк за сбор ежемесячных платежей. Также плата за обслуживание может взиматься агентством – эмитентом ценных бумаг. В свою очередь за предоставление гарантий организация-гарант взимает определенную страховую премию, которая идет на создание резерва на случай дефолта заемщика. В нашем случае для удобства расчета примем спред обслуживания равным нулю. Таким образом, поток платежей по кредитам будет равен потоку выплат по ИЦБ.

5. *WAL* (Weighted-Average Life) – средневзвешенное время жизни ИЦБ, т. е. среднее время до того момента, как остаток основного долга по ипотечным кредитам станет равен нулю [6]. Показатель *WAL* – один из наиболее важных показателей ИЦБ, который может выступать как одна из мер риска ИЦБ. *WAL* рассчитывается по формуле

$$WAL = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^M a_t \cdot t,$$

где *M* – количество выплат по ИЦБ;

*a<sub>t</sub>* – доля основного долга по ипотечному покрытию, погашенная за период *t*.

Учитывая важность указанного показателя, непосредственно зависящий от потока платежей по ИЦБ показатель *WAL*

включен в системно-динамическую модель.

Последняя выплата по ИЦБ в нашем случае осуществляется в апреле 2040 г., следовательно, *N* = 356 месяцев, а показатель *a<sub>t</sub>* будет вычисляться по формуле

$$a_t = \frac{\sum_{i=1}^N C_i^-(t)}{\sum_{i=1}^N C_i(0)}.$$

После завершения работы модели получаем *WAL* = 8,87 лет. Таким образом, несмотря на то, что срок до погашения рассматриваемой ИЦБ примерно равен 30 годам, основная часть выплат основного долга приходится на первые 9 лет жизни ИЦБ.

Важно отметить, что для сравнения ИЦБ с государственными облигациями выбирают облигации, срок погашения по которым близок к показателю *WAL*.

6. Доходность ИЦБ является основным показателем дохода любой ценной бумаги, в том числе и ипотечных ценных бумаг. При инвестировании в ценные бумаги инвестора интересуют два основных показателя – доходность и цена, по которой эту бумагу можно купить. Пусть *r* – годовая внутренняя доходность ипотечной ценной бумаги (или доходность к погашению), т. е. годовая ставка сложных процентов, с учетом которой вычисляется современная стоимость потока платежей по ИЦБ. Имеем следующую рыночную стоимость ИЦБ в момент *t* = 0:

$$P = \frac{C_1}{(1+r)^{t_1}} + \dots + \frac{C_M}{(1+r)^{t_M}},$$

где *P* – номинальная стоимость ИЦБ на момент выпуска;

*C<sub>1</sub>*, ..., *C<sub>M</sub>* – выплаты по ИЦБ в момент времени *t<sub>1</sub>* = 1, ..., *t<sub>M</sub>* = *M* соответственно.

Учитывая отсутствие спреда на обслуживание, элемент потока выплат по ИЦБ

можно представить как  $C_j = \sum_{i=1}^N A_i(j)$ , где  $j \in \overline{1, M}$ .

То есть выплата по ИЦБ в момент  $t = j$ ,  $j \in \overline{1, M}$ , равна сумме платежей (по основному долгу и процентам) по кредитам, входящим в ипотечное покрытие. Номинальная стоимость ИЦБ на момент выпуска может быть выражена как совокупная сумма задолженности по основному долгу по кредитам, входящим в ипотечное покрытие. В нашем случае номинальная цена ИЦБ равна 931 793 003,80 рублей. Используя результаты работы системно-динамической модели, можно рассчитать доходность к погашению рассматриваемого пула ИЦБ и убедиться в том, что при условии погашения всех кредитов ипотечного покрытия строго по графику годовая внутренняя доходность ИЦБ фактически будет совпадать с чистым купоном, который в свою очередь при отсутствии платы за обслуживание равен средневзвешенному купону пула ипотечных кредитов (WAC).

Неотъемлемой характеристикой любого инвестиционного инструмента выступает дюрация потока платежей, которую можно использовать в качестве меры процентного риска. Данный показатель представляет собой период, на который фактически инвестируются деньги. Чем больше срок инвестирования, тем больше процентный риск. Дюрация Маколея для ИЦБ, выплаты по которым не зависят от изменения процентных ставок, отражает чувствительность рыночной цены ИЦБ к изменению внутренней доходности. Имеем

$$D = \frac{1}{P} \cdot \left( \sum_{i=1}^{WAM} \frac{t_i \cdot C_i}{(1 + r/1200)^{t_i}} \right).$$

Также показателем в отношении ИЦБ может быть модифицированная дюрация, характеризующая реакцию цены облигации на изменение доходности к погашению:

$$MD = \frac{D}{1 + r/1200}.$$

Итак, в качестве обобщения проведенного анализа выпишем три основных показателя, интересующих инвестора ИЦБ:

- доходность (13,97%);

- средневзвешенный срок до погашения (WAL) (8,87 лет);

- дюрация потока платежей (D) (4,58 лет).

На практике выплаты по ипотечным кредитам практически никогда не происходят по первоначальному графику. Основной причиной нарушения графика выплат выступает досрочное погашение кредитов заемщиками. В большинстве случаев банк не применяет штрафные санкции в случае досрочного погашения ипотечного кредита заемщиком. Поэтому на российском рынке, как и во всем мире, досрочные возвраты являются обычной практикой. Причин досрочных выплат может быть несколько. В качестве основных обычно выделяют [6]:

- 1) сделки с недвижимостью, т. е. продажу жилья, выступающего залогом по ипотечному займу самим заемщиком, и возврат основного долга по кредиту;

- 2) дефолты по ипотечным кредитам, т. е. досрочное погашение, которое вызвано взысканием суммы задолженности после продажи предмета залога в связи с дефолтом заемщика;

- 3) частичное или полное досрочное погашение, связанное со стремлением заемщика быстрее расплатиться с банком и стать полноправным собственником предмета залога;

- 4) рефинансирование ипотечного кредита на более выгодных условиях в связи с изменением процентных ставок на рынке.

Для инвестора ИЦБ досрочное погашение кредитов, входящих в ипотечное покрытие, ведет к изменению доходности вложений, а также влечет за собой рост риска реинвестирования, так как в случае если текущие рыночные ставки ниже ставки по ИЦБ, то досрочно выплаченные средства будут реинвестированы на худших условиях. Вот почему для инвестора так актуально моделирование досрочных выплат по ипотечным кредитам.

Укажем используемые в построенной модели основные показатели оценки размеров досрочного погашения:

1. *SMM* (Single Monthly Mortality) – месячная скорость досрочного погашения, представляет собой долю месячных досрочных возвратов в процентах от ожидаемого остатка задолженности в данном месяце [2]. В наших обозначениях *SMM* в месяце  $t$  можно представить в виде

$$SMM(t) = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N C_i(t) - \sum_{i=1}^N \tilde{C}_i(t)}{\sum_{i=1}^N C_i(t)}, \quad (4)$$

где  $C_i(t)$  – ожидаемый остаток основного долга по кредиту  $i$ , который рассчитан с помощью модели;

$\tilde{C}_i(t)$  – фактический остаток основного долга по кредиту  $i$ .

2. *CPR* (Conditional Prepayment Rate) – условный коэффициент досрочных возвратов, представляет собой сумму досрочно погашенного основного долга в течение года к остатку задолженности по кредиту, т. е. *CPR* – это *SMM* в годовом исчислении [2]. Имеем

$$CPR = 100 \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \frac{SMM}{100} \right)^{12} \right].$$

3. Модель *PSA* (Public Securities Association – Ассоциация дилеров по государственным ценным бумагам). Модель *PSA* предполагает корректировку *CPR* с учетом возраста пула кредитов [2]:

$$PSA = 100 \cdot \frac{CPR}{\min(\tau_i, 30) \cdot 0,2}.$$

Таким образом, модель *PSA* предполагает, что показатель *CPR* растет на 0,2% ежемесячно до того момента, пока возраст кредита  $\tau_i$  не станет равным 30 месяцам,

после чего скорость роста *CPR* остается неизменной, равной 6% в месяц.

Для того чтобы проанализировать влияние досрочных выплат на доход конечного инвестора, добавим в модель показатель *SMM*, который будет ежемесячно изменять ожидаемый остаток основного долга.

Используя системно-динамическую модель, смоделируем поток платежей для разных показателей *SMM*.

Для определения фактических платежей по основному долгу при условии, что *SMM* задан, получим, используя (1) и (4):

$$\tilde{C}_i^-(t) = \frac{SMM}{100} \cdot (C_i(t-1) - C_i^-(t)) + C_i^-(t),$$

где  $\tilde{C}_i^-(t)$  – фактический показатель суммы основного долга по кредиту  $i$ , погашенного за период  $t$ .

В новой модели соотношение (1) приобретает следующий вид:

$$C_i(t) = C_i(t-1) - \tilde{C}_i^-(t) dt.$$

Поэтому сумма ежемесячного платежа каждого из заемщиков и процентные выплаты пересчитываются согласно (2) и (3) с учетом фактического погашения суммы основного долга. Здесь важно отметить тот факт, что согласно формуле (3) при более быстром сокращении основной суммы долга заемщик платит меньшую сумму процентов, чем по изначально рассчитанному графику.

Перейдем к сценарному анализу поступлений по ИЦБ. Для этого будем изменять показатель ежемесячного досрочного погашения, а полученные результаты оформим в виде таблицы (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

<b>SMM, %</b>	0	0,5	0,8	1,1	3	5,5
<b>Доходность, %</b>	13,966	13,963	13,958	13,953	13,935	13,925
<b>Средневзвешенный срок до погашения (WAL), лет</b>	8,87	6,42	5,43	4,68	2,38	1,8
<b>Дюрация, лет</b>	4,58	3,70	3,31	2,99	1,82	1,19

Как видно из табл. 1, для ИЦБ, проданной по номиналу, при росте показателя

ежемесячного досрочного погашения снижается средневзвешенный срок до пога-

шения, а вместе с ним растет риск реинвестирования и постепенно снижается показатель доходности. Показатель дюрации облигации сокращается по мере увеличения интенсивности досрочных возвратов.

Как видно из рис. 3 и 4, по мере роста скорости досрочного погашения погашение основного долга происходит быстрее. Доля процентов по кредиту сокращается,

как и срок до полного погашения обязательств заемщика, а следовательно, сокращается и объем выплат по ИЦБ. Показатель доходности для ИЦБ, проданных по номиналу, при росте досрочного погашения изменяется не столь значительно по сравнению с ИЦБ, которые были проданы с премией или дисконтом.

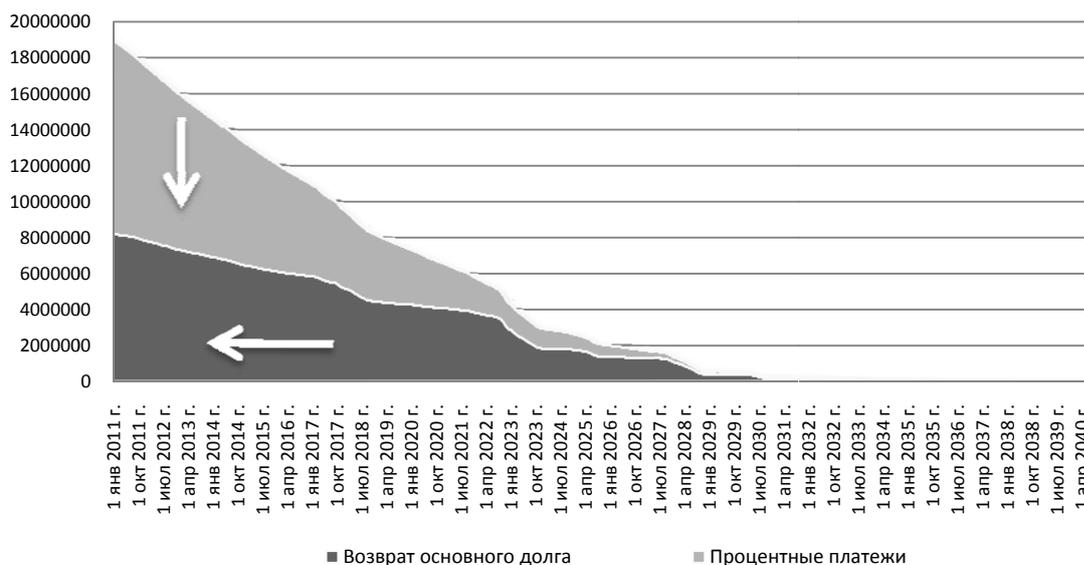


Рис. 3. Поток платежей, генерируемых ипотечным покрытием,  $SMM = 0,5\%$



Рис. 4. Поток платежей, генерируемых ипотечным покрытием,  $SMM = 5,5\%$

Как видно из табл. 2, рост скорости досрочных возвратов приводит к росту доходности ценных бумаг, торгуемых с дис-

контом (т. е. по цене ниже номинальной), и к снижению доходности ИЦБ, торгуемых с премией (т. е. по цене выше номиналь-

ной). Преобразуем имеющуюся системно-динамическую модель, чтобы подсчитать фактическое значение показателя досрочного погашения *SMM* с учетом фактиче-

ского потока платежей по каждому из рассматриваемых ипотечных кредитов, входящих в покрытие.

Таблица 2

Цена	SMM, %	0	0,5	0,8	1,1	3	5,5
1 000 000 000,00	Доходность, %	12,44	12,09	11,86	11,63	10,14	8,13
900 000 000,00	Доходность, %	14,74	14,92	15,03	15,15	15,90	16,92

Представим построенную системно-динамическую модель «Поток платежей с учетом фактического досрочного погашения» на рис. 5, взяв фактический поток платежей, поступающих от заемщиков, из отчетов для инвесторов на сайте эмитента ценных бумаг.

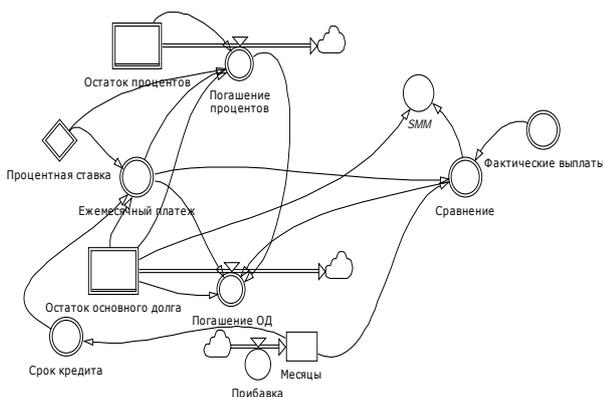


Рис. 5. Системно-динамическая модель «Поток платежей с учетом фактического досрочного погашения»

График фактического показателя досрочного погашения, полученный с помощью модели, представлен на рис. 6. Анализируя полученный график, можно отметить, что наибольший всплеск досрочного погашения среди населения наблюдался в период кризиса в 2012 г., в то же время в октябре того же года можно наблюдать резкое снижение и практически полное отсутствие досрочного погашения. Такой аномальный скачок можно объяснить серьезными потрясениями в экономике в период кризиса, который привел к буму досрочных возвратов, вызванных, судя по всему, отчуждением и реализацией заложенного имущества. Также из графика видно наличие некоторой сезонности показателя досрочного погашения: основные пики досрочного погашения приходятся на середину лета и на конец года. Этот факт можно объяснить выплатой предприятиями работникам премий, за счет которых заемщики стремятся осуществить погашение основного долга.



Рис. 6. Фактический уровень досрочного погашения

Что касается текущего кризисного периода, то, как видно из графика на рис. 6, темп досрочного погашения пока снижается в связи с замедлением экономического роста, ухудшением уровня жизни населения и ростом инфляции. Помимо этого резкий рост процентных ставок по ипотеке в 2015 г. практически полностью исключил стремление заемщиков к рефинансированию. И хотя для держателей ИЦБ такое замедление в период стабильной экономики должно радовать, во время кризиса могут случаться непредвиденные скачки, вызванные прежде всего дефолтами заемщиков и досрочными выплатами в связи с продажей предмета залога.

Во время кризиса привлекательность ИЦБ упала в связи с тем, что, во-первых, с рынка ушли крупные иностранные инвесторы, в то время как внутренние инвесторы пока не готовы активно инвестировать в этот продукт, особенно принимая во внимание тот известный факт, что ипотечный кризис США был вызван дефолтами вторичного рынка ипотеки. Что касается крупных институциональных инвесторов, таких как страховые компании и пенсионный фонд, они также мало заинтересованы в долгосрочных вложениях в период кризиса. Между тем секьюритизация очень важна для системы ипотечного кредитования, так как этот инструмент позволяет привлечь «длинные деньги» в банковскую сферу, нагрузка на которую в настоящее время крайне велика. Поэтому в период кризиса важно всесторонне исследовать этот инструмент, чтобы иметь возможность сделать его максимально привлекательным для инвесторов.

Как видно из рис. 6, показатель досрочного погашения носит стохастический характер. Моделирование досрочных возвратов – довольно трудоемкий процесс, который осложняется отсутствием достаточной статистической базы. Помимо этого в силу специфики российского рынка применение зарубежных моделей прогнозирования досрочного погашения не представляется возможным.

Таким образом, как следует из проведенного в статье анализа, рынок ИЦБ крайне чувствителен к внешним экономическим факторам. Именно качественный прогноз изменения скорости досрочного погашения по ипотечным кредитам является залогом успешного анализа поведения ИЦБ. Анализ поведения ИЦБ в период нестабильности весьма актуален для заинтересованных в этом инструменте инвесторов. Ведь в связи с отсутствием универсального подхода к оценке и прогнозированию параметров ИЦБ многие российские инвесторы во избежание рисков часто отдают предпочтение более простым, хотя и менее выгодным инструментам инвестирования. Для того чтобы инвестор мог правильно оценить стоимость ИЦБ, важно своевременно сделать правильный прогноз досрочного погашения. В свою очередь для построения прогноза необходимо четкое понимание причин досрочного погашения, выявленных на основе статистических данных. Предложенная модель поведения ИЦБ как средство проведения такого анализа продемонстрировала свою эффективность.

Принимая во внимание важность получения оценки того, в какой степени выявленные статистические закономерности, а также вновь возникшие факторы, влияющие на состояние рынка, будут определять характер и динамику досрочного погашения в будущем, построенная модель может быть рассмотрена как компонент более крупной и более детальной системно-динамической модели. Предложенные системно-динамические модели для оценки и прогнозирования досрочных погашений уже включают эффективные подходы, базирующиеся на понимании того факта, что досрочные погашения являются совокупным результатом действий индивидуальных заемщиков.

Проведенный анализ позволяет оценить некоторые риски, с которыми сталкивается инвестор в ИЦБ. Стандартными мерами риска ИЦБ выступают средневзвешенный срок до погашения (*WAL*) и дюрация пото-

ка платежей. Показатель *WAL* уменьшается с ростом интенсивности досрочного погашения, что приводит к существенному изменению доходности вложений, если ИЦБ были приобретены не по номиналу. Вместе с тем растет риск реинвестирования: в случае снижения процентных ставок на рынке досрочно возвращаемые средства реинвестируются на менее выгодных условиях. Помимо этого дюрация как важный показатель процентного риска, которым обычно руководствуется инвестор в ходе сравнения инвестиционных стратегий, не может быть точно определена заранее.

Построенная модель позволяет потенциальному инвестору проводить имитационное моделирование скорости досрочного погашения, отслеживать изменение основных характеристик ИЦБ и анализировать статистику рынка, имея в своем распоряжении лишь информацию о кредитах, входящих в ипотечное покрытие ИЦБ, которая находится в свободном доступе. Наличие такой модели у инвестора – это возможность управления рисками, которым подвергаются инвесторы в ИЦБ, и в значительной мере повышение привлекательности данных ипотечных ценных бумаг.

#### Список литературы

1. Акопов А. С. Системно-динамическое моделирование стратегии банковской группы // Бизнес-информатика. – 2012. – № 20 (2). – С. 10–19.
2. Дэвидсон Э. Секьюритизация ипотеки: мировой опыт, структурирование и анализ : пер. с англ. – М. : Вершина, 2007.
3. Картвелишвили В. М., Николаева А. В. Ипотечное кредитование в России: на пороге перемен // Наука и практика. – 2015. – № 1 (17). – С. 15–23.
4. Копейкин А. Б., Рогожина Н. Н., Туктаров Ю. Е. Ипотечные ценные бумаги. – М. : Институт экономики города, 2008.
5. Николаева А. В. Системно-динамическая модель рынка ипотечного кредитования в России // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2016. – № 1 (85). – С. 112–121.
6. Хейр Л. Ценные бумаги, обеспеченные ипотекой и активами : пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2007.

#### References

1. Akopov A. S. Sistemno-dinamicheskoe modelirovanie strategii bankovskoy gruppy [The System-Dynamic Modeling of the Bank Group Strategy]. *Biznes-informatika* [Business-Information Science], 2012, No. 20 (2), pp. 10–19. (In Russ.).
2. Davidson E. Sek'yuritizatsiya ipoteki: mirovoy opyt, strukturirovanie i analiz [Securitization of Mortgage: World Experience, Structuring and Analysis], translated from English. Moscow, Vershina, 2007. (In Russ.).
3. Kartvelishvili V. M., Nikolaeva A. V. Ipotecnoe kreditovanie v Rossii: na poroge peremen [Mortgage Crediting in Russia: on the Threshold of Changes]. *Nauka i praktika* [Science and Practice], 2015, No. 1 (17), pp. 15–23. (In Russ.).
4. Kopeykin A. B., Rogozhina N. N., Tuktarov Yu. E. Ipotecnyye tsennyye bumagi [Mortgage Securities]. Moscow, Institute of City Economics, 2008. (In Russ.).
5. Nikolaeva A. V. Sistemno-dinamicheskaya model' rynka ipotecnogo kreditovaniya v Rossii [System Dynamics Model of the Mortgage Lending Market in Russia]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2016, No. 1 (85), pp. 112–121. (In Russ.).
6. Hayer L. Tsennyye bumagi, obespechennyye ipotekoy i aktivami [Securities with Collateral through Mortgage and Assets], translated from English. Moscow, Al'pina Biznes Buks, 2007. (In Russ.).