



Андрей КАМЫШЕВ,
директор Ценового
центра АО «ДОМ.РФ»

Об оценке ипотечных ценных бумаг

Ценообразование ипотечных ценных бумаг (ИЦБ) в силу самой их природы является более сложной задачей по сравнению с оценкой всех прочих инструментов с фиксированной доходностью. Случайный характер погашений ипотечных кредитов, входящих в состав ипотечных покрытий, требует эффективного измерения в системах оценки ИЦБ.

Традиционные¹ ИЦБ, в том числе полученные путем структурирования², являются облигациями с двумя встроенными американскими опционами: 1) колл на досрочное погашение кредита и 2) пут на недвижимость (случай дефолта). Однако сравнение их с рыночными финансовыми инструментами едва ли корректно, поскольку исполнение опционов не оптимально, так как заемщики

не являются рациональными участниками финансового рынка. Так, в силу долгосрочности обязательств для ипотеки характерно наличие феномена path-dependence — фундаментального поведенческого свойства заемщиков, определяющего стохастическую динамику денежных потоков. Она порождает необходимость построения системы прайсинга ИЦБ на стыке концепции риск-нейтральности и поведенческого моделирования, учитывающего идиосинкратические характеристики портфелей и макрофакторы, системно определяющие внутрипортфельную корреляцию событий исполнения опционов заемщиками. Этот стык не бывает гладким, в том числе на развитых ипотечных рынках. Спреды с учетом опционов (option adjusted spread, OAS), вычисляемые по наблюдаемому ценам на основе стохастической динамики поведения заемщиков и риск-нейтральных моделей процентных ставок, как правило, всегда больше нуля даже на высоколиквидном рынке. Это свидетельствует об учитываемых инвесторами рисками иной природы, за пределами процентного риска и низкой ликвидности. Это модельные риски. Всякий раз в зависимости от эконо-

¹ Не рассматриваем в статье ипотечные сертификаты участия, а также балансовые выпуски ИЦБ (covered bonds).

² То есть путем расщепления и распределения денежных потоков, генерируемых портфелем ипотечных кредитов в обеспечении, на несколько классов облигаций с различными рисковыми характеристиками.

Рисунок 1
Средние оценки
доходностей ИЦБ и
ставки по выдаваемым
ипотечным кредитам
Источник: Банк России,
ДОМ.РФ.



мических условий, ожиданий и опасений на рынке имеются большие или меньшие возможности для арбитража¹, поскольку рынок исходит из условно ожидаемых денежных потоков, обусловленных риском досрочных погашений, не полностью объясняемым динамикой процентных ставок.

Однотраншевые выпуски ИЦБ, обеспеченные поручительством (кредитными гарантиями) ДОМ.РФ, являются концептуальным аналогом основного продукта трех государственных ипотечных агентств США (Fannie Mae, Freddie Mac, Ginnie Mae) — pass-through MBS. Как следует из названия, платежи заемщиков в счет погашения кредитов и начисленных процентов после вычета расходов на сервис и оплату поручительства собираются и передаются через счет Ипотечного агента держателям облигаций. Однако российские ИЦБ несколько отличаются от американских, если от проспекта эмиссии спуститься на уровень стандартов ипотечных кредитов, из которых формируются пулы в обеспечении, требований к составу пулов, установлению ставки купона и тому подобное. В частности, ипотечные покрытия ИЦБ еще не достигли сопоставимого уровня гомогенности,

и сделки пока остаются специфичными на уровне пула². Это означает, что справедливая внутренняя оценка ИЦБ должна учитывать характеристики портфеля и особенности ипотеки каждого банка-оригинатора, являющегося, как правило, и сервисером. А когда у инвесторов нет доступа к полноценным и адекватным историческим данным по однородным портфелям ипотек, такая оценка становится проблемой, вынужденно приводящей к упрощенным прайсинговым конвенциям и, как следствие, к консервативным искажениям цены. Так, в период значительного снижения ставок по первичной ипотеке во второй половине 2018 года с учетом опасений роста досрочных погашений и риска недооценки объемов рефинансирования можно было наблюдать уникальный в отечественной истории ипотеки факт: требуемая доходность ИЦБ вплотную приблизилась и затем превысила среднюю ставку по вновь выдаваемым ипотечным кредитам (см. на Рисунке 1 среднерыночные оценки), а по ряду первоклассных бумаг с поручительством ДОМ.РФ оставалась существенно выше ставок ведущих ипотечных банков.

¹ См. Gabaix X., A. Krishnamurthy, and O. Vigneron (2007), Limits of Arbitrage: Theory and Evidence from the Mortgage-Backed Securities Market, *The Journal of Finance*, Vol. LXII, No. 2, April 2007, pp. 557–593.

² Стандартизация и гомогенность ипотеки — базовая философия трех ипотечных агентств США, благодаря которой появился рыночный феномен to-be-announced (TBA) market. Обычные сделки купли-продажи ИЦБ относятся к так называемому pool specific market.

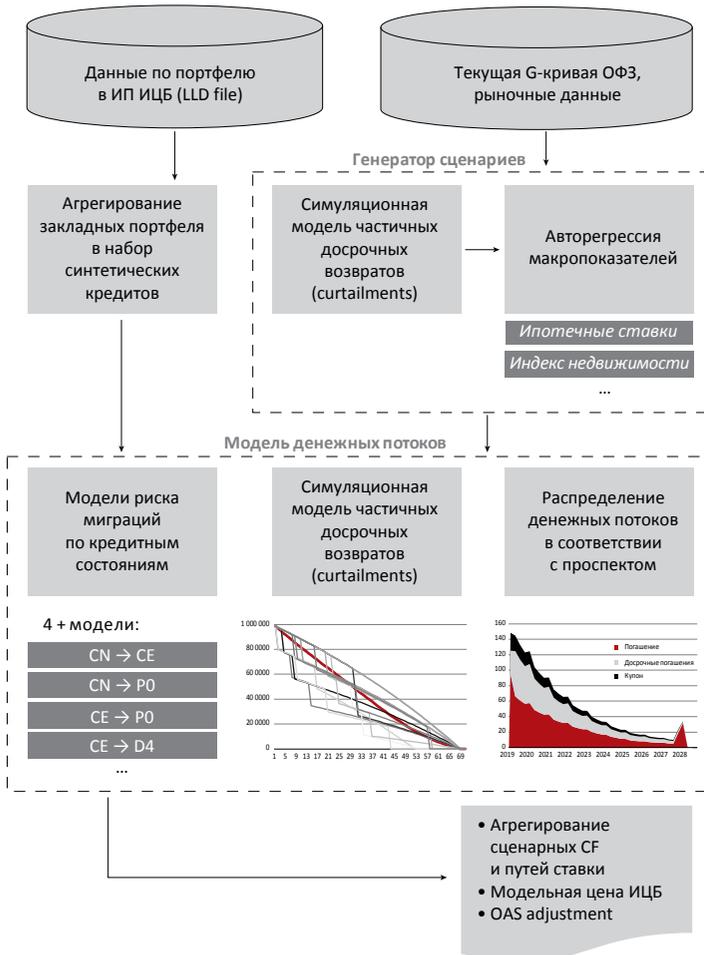


Рисунок 2
Схема моделей
для оценки ИЦБ ДОМ.РФ

Если отвлечься от специфики российской секьюритизации, текущие подходы к анализу и оценке ИЦБ подобны тем, которые практиковались в США примерно до середины 80-х годов прошлого века. Пока вычислительная техника не достигла достаточной мощности и не был изобретен¹ OAS, ИЦБ оценивались трейдерами и аналитиками подобно традиционным облигациям с фик-

сированной доходностью на основе доходности или Z-спреда (zero-volatility spread), статическими «греками», что порой приводило к серьезным ошибкам в оценке и хеджировании рисков ИЦБ.

Секьюритизации в России уже более 10 лет, а вторичный рынок все еще находится в стадии становления. Инфраструктура слабо развита: документация (проспект, договоры эмитента) остается на бумаге, почти не поддается восстановлению и унификации в целях оценки, имеются высокие операционные риски из-за неразвитых технологий обмена и управления данными, и как следствие, информационные системы трейдинга не настроены

¹ Изобретение принадлежит двум финансовым инженерам из ипотечной исследовательской группы Salomon Brothers: Майку Валдману (Mike Waldman) и Стиву Модзелевски (Steve Modzelewski).

на обмен данными по ипотечным портфелям, условиям выпусков. И по большому счету остаются недоступными исторически целостные, стандартизованные данные по кредитам в составе ипотечных покрытий, необходимые для развития систем прайсинга ИЦБ. Все это усугубляет проблематику оценки ипотечных инструментов, не способствуя приходу инвесторов в этот важный сегмент финансового рынка и экономики. Неопределенность денежных потоков ИЦБ — это то, что почему-то пугает даже больше, чем кредитный риск эмитента в выпусках необеспеченных корпоративных облигаций. Как будто кредитный риск является более определенной, «не столь случайной» величиной, как нефиксированные денежные потоки ИЦБ.

С 2016 года ДОМ.РФ активно работает над стандартизацией первичной ипотеки, в том числе и в особенности — над стандартами обмена данными, взяв в качестве отправной точки то наименьшее и наилучшее общее, что используется крупными оригинаторами ипотеки: унифицирующие технологии, форматы и словари данных. Пройдя двухлетний опытный путь в организации сделок, столкнувшись с разнообразием качества и состава исходного материала — данных, поставляемых оригинаторами-сервисерами в сделках, — теперь уже, в 2019 году, может быть сделано обобщение и раскрытие стандартизованных данных по ипотечным покрытиям ИЦБ. Вместе с этим в ДОМ.РФ идет работа по повышению технологичности инфраструктуры сделок — перевод в электронный и цифровой формат стандартизованных условий эмиссии, договоров сервиса и прочих сопутствующих условий. С учетом этого последовательно реализуются различные подходы к поведенческому моделированию ипотеки, входящие в вычислительную систему оценки ИЦБ ДОМ.РФ на основе анализа OAS.

Насколько позволяет формат, здесь мы опишем в общих чертах эти подходы.

ОЦЕНКА ИЦБ НА ОСНОВЕ СИМУЛЯЦИЙ

Оценка ИЦБ основывается по большому счету на двух фундаментальных моделях:

1) модель процентных ставок, определяющая одновременно и дисконтирующий фактор, и (среди прочих факторов) денежные потоки по портфелю;

2) модель досрочных погашений, определяющая поведение заемщиков, в которой кроме рыночных ставок могут использоваться макрофинансовые показатели (инфляция, динамика и ожидания цен на недвижимость, ставки на первичном ипотечном рынке и другие) и некоторые характеристики ипотечных кредитов, входящих в состав портфелей.

Поскольку ИЦБ обеспечены поручительством и обязательствами ДОМ.РФ по выкупу дефолтов (кредитов в состоянии просрочки 90+ дней) из ипотечного покрытия, то для эмитента дефолтные ипотечные кредиты являются частью досрочных погашений. Несмотря на то что они составляют лишь 1–1.5% от общей суммы погашений в портфелях перво-классной ипотеки, для полноты реализации сценариев мы используем модель дефолтов как составную часть общей модели досрочных погашений. Вся вычислительная система оценки ИЦБ, используемая в ДОМ.РФ, схематично показана на Рисунке 2.

РИСК ДОСРОЧНЫХ ПОГАШЕНИЙ: РЕАЛЬНЫЙ МИР И МАРТИНГАЛЫ

Для анализа и оценки ИЦБ в условиях неполных данных, короткой истории и тому подобного система оценки построена по модульному принципу с возможностью параллельного оценивания в нескольких моделях и концепциях. Так, модель досрочных погашений, используемая в параллельных расчетах, может иметь явную функциональную форму:

$$CPR(t) = RI(t) \cdot AGE(t) \cdot MM(t) \cdot BM(t), (1)$$

где $RI(t) = \alpha + \beta \tan^{-1} \left(\gamma_1 + \gamma_2 \frac{WAC}{r_{10}(t-1)} \right)$ — стимул для рефинансирования¹ (refinancing incentive); $AGE(t)$ — возраст кредита; $MM(t)$ — множитель сезонности (функция календарного месяца); $BM(t)$ — фактор выгорания (burnout multiplier); WAC — средневзвешенная ставка по ипотечным кредитам в составе пула; $r_{10}(t)$ — 10-летняя ($t-1$) спот-ставка бескупонной доходности ОФЗ.

¹ Арктангенс-модель для RI — одна из популярных функциональных форм S-вида, происхождением которых мы обязаны теории Васичека (Vasicek) о поведенческих исходах массовых событий, определяемых общими факторами.

Формула может применяться как на уровне кредита, так и на уровне сегмента портфеля.

Мы также используем модель пропорциональных рисков Кокса, не определяя в явном виде функциональной формы риска досрочных погашений:

$$h(t) = h_0 \cdot \exp(\bar{\beta} \cdot \overline{X(t)^T}), \quad (2)$$

где $\overline{X(t)}$ — вектор факторов на уровне кредита, среди которых в дополнение к перечисленным выше включаются текущий LTV, остаток долга, регион и другие. Кроме этого модель дополняется функцией частичных досрочных возвратов (curtailments) в виде коэффициента ускоренной амортизации на уровне пула, зависящего от инфляции, рыночных ставок, сезонности и прочих факторов. (2) входит в общую модель поведенческой динамики кредитов с разделенными состояниями, помогающими среди прочего учитывать свойство path-dependence в ходе эволюции портфеля¹ (см. одну из версий модели на Рисунке 3).

Представления (1) и (2) (или аналогичные им) являются двумя крайними взглядами на моделирование досрочных погашений. С одной стороны, построение модели досрочных погашений в ипотеке часто рассматривается как задача исключительно статистики. Имея под рукой данные о сотнях тысяч кредитов, наблюдаемых в течение многих лет, есть соблазн использовать их для калибровки функции вида (2). В то же

время статистика «все знает, но ничего не понимает». Другая крайность, связанная с гипотезой эффективного рынка и теорией арбитражного ценообразования (arbitrage pricing theory), представляет цену как математическое ожидание дисконтированных денежных потоков в риск-нейтральной мере. Более точно выражаясь, цена ИЦБ может быть представлена как мартингал, то есть такой случайный процесс, для которого наилучшим² прогнозом его состояний в будущем является его текущее состояние. Существование такого мартингала в ценообразовании ИЦБ, вообще говоря, является распространенной гипотезой на развитом рынке. Предполагается, что эмпирически оцененная (на данных реального мира) функция досрочного погашения остается инвариантной относительно вероятностной меры³.

Неявно это предположение основывается на двух фундаментальных свойствах рынка ИЦБ: стандартной, однородной ипотеке и условной, достаточной диверсификации заемщиков в пулах ипотечных кредитов, обусловленной общими для всех рыночными факторами. Они позволяют использовать следующую идею. Как только все систематические факторы риска досрочного погашения изолированы в виде заданной (детерминированной) функции, случайные шоки в силу остаточных факторов (идиосинкратические⁴ на уровне заемщика) не коррелируют внутри портфеля; эта часть процесса досрочных погашений не учитывается в цене, так как является чистой диффузией с нулевым средним. Однако поиск такой функции досрочных погашений, которая делала бы указанную гипотезу правдоподобной, является непостоянной задачей для финансового инженера. По сути, наблюдаемая величина OAS говорит среди прочего о том, насколько рынок верит в успешность ее решения, о стоимости риска модели досрочного погашения. В этом контексте заслуживают внимания некоторые недавние работы о риск-

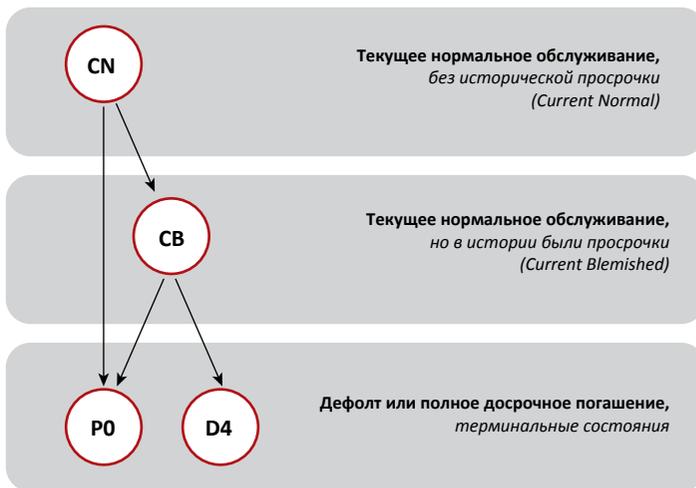
¹ В отечественной литературе концепция path-dependence известна как «эффект колеи». Она возникла из попыток экономистов объяснить эволюцию производства, позже оформившихся в так называемую эволюционную экономику. В основе лежала идея зависимости состояния равновесия экономики от процессов, которые ему предшествовали. В противовес неоклассической экономике процессы, зависящие от пути, приводят не к единственному предопределенному состоянию равновесия, а к одному из нескольких. В частности, свойство path-dependence присуще процессу досрочных погашений в ИЦБ, что подтверждено многолетними наблюдениями. Формально говоря, процесс является существенно не марковским, что не всегда учитывается разработчиками поведенческих моделей ипотеки. Иногда еще встречаются подходы, основанные на так называемых «матрицах миграции».

² В среднеквадратичном смысле.

³ Тогда с помощью этой функции можно перейти к чисто мартингалному представлению цены, то есть существует вероятностная мера, являющаяся prepayment-and-interest-rate-risk-neutral.

⁴ Например, к таким шокам можно отнести смену места работы или ее потерю, рождение детей, развод и т. п.

Рисунок 3
Версия модели
поведенческой динамики
портфеля ипотечных
кредитов
 Источник: ДОМ.РФ



нейтральном оценивании ИЦБ с учетом риска досрочных погашений¹.

В российских условиях, когда рынок ИЦБ недостаточно активен, оба подхода будут неточными, реализация самой концепции риск-нейтральности на малом рынке в силу ограниченных данных а priori неточна. В большей мере это, конечно, относится к риску досрочных погашений, чем к процентному риску. Но и временная структура процентных ставок также с натяжкой может быть откалибрована на наблюдаемых данных².

Из сказанного, в частности, следует, что для мультитраншевых выпусков ИЦБ, которыми был представлен рынок до декабря

2016 года, характеризующихся небольшим объемом, разнообразием оригинаторов, ипотечных программ выдаваемых кредитов, входящих в состав покрытий, а также структур, определяющих денежные потоки по старшим (инвестиционным) классам, указанное мартингалное представление цен, согласованное с гипотезой эффективного рынка, вообще говоря, недостижимо. В сильно неоднородных, не типизированных условиях любая функция досрочных погашений будет обусловлена конкретным выпуском, доступными для калибровки данными, информацией и тем, как ее интерпретирует отдельно взятый инвестор³. Это не значит, что такой тип секьюритизации не имеет перспектив. Скорее, это отдельный сегмент, локализованный своим типом инвесторов, мотивацией оригинаторов и тому подобное, но в глобальном контексте задача финансирования ипотеки рыночным капиталом вряд ли решается через этот механизм.

В противоположность этому инициатива ДОМ.РФ «Фабрика ИЦБ» по выпуску однотраншевых ИЦБ, обеспеченных стандартной, первоклассной ипотекой и усиленных кредитными гарантиями суверенного уровня

¹ См., например, Levin, A., and A. Davidson (2005), Prepayment Risk- and Option-Adjusted Valuation of MBS, The Journal of Portfolio Management, Summer 2005, Vol. 31, No. 4, pp. 73–85; Kolbe, A. and R. Zagst (2008), A Hybrid-Form Model for the Prepayment-Risk-Neutral Valuation of Mortgage-Backed Securities, International Journal of Theoretical and Applied Finance, Vol. 11, No. 6, pp. 635–656.

² В частности, отсутствие достаточных данных по сделкам с процентными деривативами (IRS, свопы) не позволяет оценить, например, временную структуру волатильности процентных ставок. В связи с этим мы вынуждены использовать различные уровни постоянной волатильности, оцененной, как правило, на исторических рядах.

³ Выражаясь формально, у каждого выпуска может быть свой мартигал, определенный своей [нерыночной] фильтрацией {F_t}.

ня, является инфраструктурным проектом, нацеленным на появление эффективного, ликвидного вторичного рынка. Когда задается вопрос, в чем преимущество одностраншевых бумаг с поручительством ДОМ.РФ в сравнении с традиционными выпусками со структурами senior/subordinated, то ответ определяется не столько инвестиционными свойствами бумаг, сколько открывающимися рыночными перспективами.

МОДЕЛИ КОРОТКИХ СТАВОК

В ДОМ.РФ используются несколько видов моделей временной структуры коротких ставок (short-rate term structure models), калибруемых согласованно с кривой бескупонной доходности ОФЗ. Имея всю кривую, можно восстановить форвардную кривую коротких ставок и далее, с учетом условия безарбитражности реализовать диффузионный процесс для короткой ставки в соответствии с моделью. Затем в любой момент t восстановить всю временную структуру (term structure) бескупонных доходностей облигации с использованием только факторов, определяющих эволюцию короткой ставки.

В качестве базовой нами используется 1-факторная модель Cox-Ingersol-Ross (CIR model, 1985), где случайный процесс для короткой ставки $r=r(t)$ описывается уравнением:

$$dr = a(\theta(t) - r)dt + \sigma\sqrt{r}dW,$$

где a — параметр скорости возврата к среднему, σ — волатильность (предполагаются постоянными в оригинальной CIR), $\theta(t)$ — функция безарбитражного дрейфа, $W=W(t)$ — процесс броуновского движения.

Вспомогательная модель, используемая параллельно CIR, — модель Hull-White (HW model, 1990) в тех же обозначениях имеет вид:

$$dr = a(\theta(t) - r)dt + \sigma dW.$$

Обе модели легко могут быть встроены в систему оценивания. Функцию $\theta(t)$ можно подобрать в точности соответствующей наблюдаемой кривой доходности. В частности, HW в случае постоянных a и σ допускает ее аналитическое представление. Для наблюдаемой форвардной кривой короткой ставки $f(t)$ она имеет вид:

$$\theta(t) = f(t) + \frac{1}{a} \frac{df(t)}{dt} + \frac{\sigma^2}{2a^2} (1 - e^{-2at}).$$

При этом ожидание короткой ставки выглядит так:

$$E[r(t)] = f(t) + \frac{\sigma^2}{2a^2} (1 - e^{-at})^2.$$

Второе слагаемое — поправка на выпуклость (convexity adjustment) — разность между ожидаемыми короткими и форвардными ставками, которая пропорциональна квадрату волатильности. Для бескупонной ставки доходности любой срочности эта поправка имеет схожий вид и существенно растет с ростом срока и форвардного времени. В модели HW бескупонные ставки нормально распределены и линейны по коротким ставкам, что помогает явно связать волатильность коротких и длинных ставок и калибровать эту связь по наблюдаемой на рынке. В модели CIR бескупонные ставки доходности имеют нецентрального распределение-квадрат, всегда положительны и на длинных сроках менее волатильны, чем в модели HW (при равных σ).

Учитывая ограниченность рыночных инструментов, доступных для калибровки временной структуры волатильности ставок, ДОМ.РФ для целей анализа использует обе модели, допуская не единственную интерпретацию рыночных данных. В различных условиях и для портфелей разного профиля (с дисконтом или с премией) стоимость риска досрочных погашений (prepayment option cost) в этих двух моделях будет различной.

В рамках подхода (2) наряду с моделью коротких ставок используется авторегрессионное представление рыночных показателей¹, значимых для поведенческой динамики ипотеки (индекс цен на недвижимость, средняя ставка по выдаваемым ипотечным кредитам, инфляция), которые далее используются в качестве генератора сценариев для симуляций денежных потоков.

МОДЕЛЬНАЯ ЦЕНА

В рамках концепции риск-нейтральности цена может быть представлена как ожида-

$$^1 \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{pmatrix}_t = A^{N \times 1} + B^{N \times N} \cdot \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{pmatrix}_{t-1} + C^{N \times 1} \cdot r(t) + \left(\sum \varepsilon \right)^{N \times 1},$$

где $r(t)$ — короткая ставка (risk-free).

емая приведенная стоимость денежных потоков:

$$P = E^Q[V] = E^Q[\sum_{t=0}^M PV(t)] = E^Q[\sum_{t=0}^M CF(t)D(t)]$$

где P — цена, V — оценка ИЦБ, случайная величина, реализация которой соответствует экономическому сценарию, $PV(t)$ — приведенная стоимость в момент t , $CF(t)$ — сценарный денежный поток в t , $D(t)$ — сценарный фактор дисконтирования. Оператор ожидания E^Q берется в риск-нейтральной мере, соответствующей реализациям путей коротких ставок.

Вычисляя V_i для каждого пути i (см. пример на Рисунке 4), а также предполагая риск-нейтральную реализацию $CF(t)$ и пользуясь законом больших чисел в сильной форме, имеем:

$$P = E^Q[V] = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i$$

Дисконтирующий сценарный фактор $D(t)$ вычисляется непосредственно из процесса короткой (risk-free) ставки:

$$D(t) = D(0,1)D(1,2) \dots D(t-1,t) = \prod_{i=0}^{t-1} \exp(-r(i)\Delta t) = \exp\{-\sum_{i=0}^{t-1} r(i)\Delta t\}$$

где $D(t-1,t)$ — дисконтирующий фактор для t на конец периода $t-1$, $r(i)$ — короткая ставка, Δt — шаг времени для симуляций (как правило, 1 месяц).

Как уже отмечалось, наименее определенная составляющая оценки, ставящая под

вопрос возможность риск-нейтрального оценивания, согласованного с рынком, — это генератор $CF(t)$, определяемый моделью досрочных погашений пользователя, что требует рыночной поправки.

РЫНОЧНАЯ ПОПРАВКА — OAS

Модельная цена, вообще говоря, не совпадает с рыночной. Если пользователь верит в модель досрочных погашений, то для приведения модельной цены в соответствие с рыночной в стохастическом дисконт-факторе используется поправка в виде дополнительного спреда:

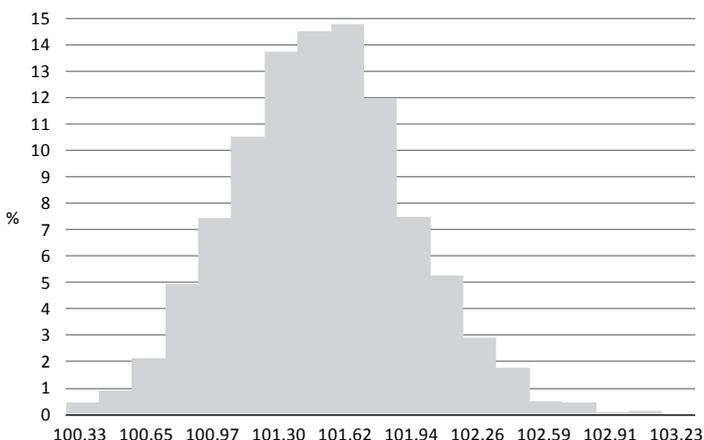
$$P_{market} = E^Q[\sum_{t=0}^M CF(t) \cdot \exp\{-\sum_{i=0}^{t-1} (r(i) + OAS)\Delta t\}]$$

где OAS — спред с учетом опционов — величина, для которой это уравнение выполняется. Он может рассматриваться как избыточная доходность, сверх безрисковой, после поправки на риск досрочных погашений, в явном виде учитываемый в реализациях Монте-Карло в соответствии с моделью. OAS неявно определен тремя слагаемыми рыночной премии за:

- 1) кредитный риск эмитента,
- 2) ликвидность,
- 3) неопределенность (модельный риск) досрочных погашений в системах оценки.

В данной концепции легко устанавливается модельная стоимость опциона досрочных погашений, обусловленная неопределенностью процентных ставок. А именно:

Рисунок 4
Распределение оценок V_i для 2500 симуляций.
Среднее (P) = 101.49.
Ширина доверительного (95%) интервала оценки составляет ± 0.026
 Источник: Расчеты ДОМ.РФ



$Prepayment\ Option\ Cost = ZVOAS - OAS,$

где $ZVOAS$ — zero-volatility OAS — спред, соответствующий P_{market} для одного сценария денежных потоков, определяемого той же моделью для наблюдаемой форвардной кривой:

$$P_{market} = \sum_{t=0}^M CF^f(t) \cdot \exp\{-\sum_{i=0}^{t-1}(f(i) + ZVOAS)\Delta t\}.$$

Расчеты показывают, что так определенная модельная цена опциона может находиться в пределах от нескольких до нескольких десятков базисных пунктов — в зависимости от модели короткой ставки и текущих рыночных условий, которые определяют свойство выпуклости цены ИЦБ. Как правило, на премиальном рынке ИЦБ, когда опцион на досрочное погашение находится в деньгах (in-the-money) (значительная часть заемщиков в ипотечных покрытиях находится под стимулом к рефинансированию), стоимость опциона оценивается низко, в то время как слагаемые «модельного риска» в составе спреда имеют свойство расширяться, приводя к большому значению OAS , свидетельствуя о более высокой цене риска недооценки досрочных погашений. В меньшей степени, но похожий эффект должен наблюдаться на дисконтном рынке ИЦБ, когда опцион будет вне денег по всему или большей части портфеля (out-of-the-money) и риск будет связан с переоценкой досрочных погашений, источником

которых уже является не исполнение опциона, а досрочное погашение в силу оборота на рынке недвижимости (переезд, улучшение жилищных условий и т. п.). Этот рациональный аргумент известен как OAS smile, статистически подтверждается на развитом рынке и в целом согласован с модельными оценками $ДОМ.РФ$. Наименьшие OAS можно было бы наблюдать в моменте, когда портфели находятся в состоянии current coupon, то есть с ценой около номинала, но они, как правило, «компенсируются» большей стоимостью опциона досрочных погашений. Это согласуется с логикой того, что в точке перегиба кривой refinancing incentive риск досрочных погашений наиболее волатилен.

С точки зрения рыночных (конвенциональных) Z -спредов, стоимость опциона по той или иной бумаге в значительной мере зависит от прогнозов темпов амортизации (досрочных погашений), которыми часто оперируют трейдеры. Переходя к таким конвенциональным, статическим спредам, можно наблюдать широкий разброс стоимости опциона, которую подразумевает рынок, если оценивать с тем же OAS . В ряде периодов по отдельным выпускам можно было наблюдать в том числе и отрицательную величину Z — OAS , связанную с отклонением прогноза от среднего по модели.

На Рисунке 5 приведен пример вычислений OAS на наблюдаемых ценах сделок с одним из выпусков Ипотечного агента $ДОМ.РФ$ («Фабрики ИЦБ»). Большую часть первой поло-

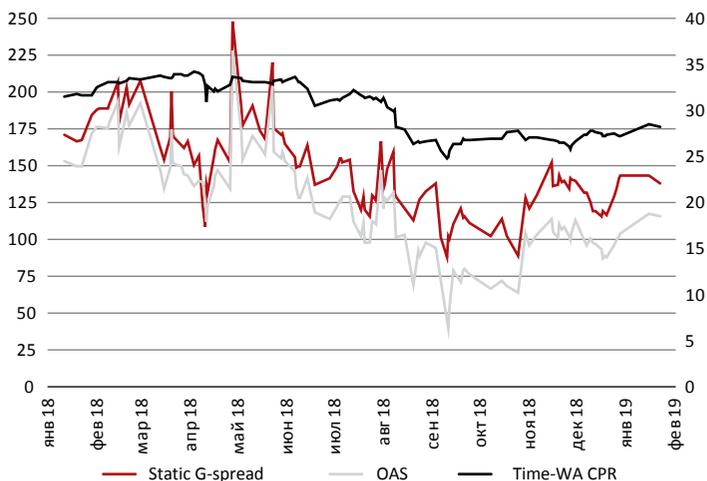


Рисунок 5
OAS (левая ось, bps),
вычисленный на данных
о ценах (правая ось, %
номинала) в сделках
с выпуском от 27.11.2017,
ISIN RU000AOZYJT2

Источник: Московская биржа,
расчеты $ДОМ.РФ$

Рисунок 6
OAS, статический
G-спред ожидаемой
доходности к 2-летней
бескупонной доходности
ОФЗ (левая ось, bps),
средневзвешенный
модельный CPR (правая
ось, %) для выпуска ISIN
RU000A0ZYT2

Источник: Московская биржа,
расчеты ДОМ.РФ



вины 2018 года OAS составлял выше 150 bps, однако со второй половины августа и до конца октября в терминах OAS бумага стала выглядеть значительно дороже (OAS ниже 75 и даже ниже 50 в течение нескольких дней сентября). Такое нестабильное поведение OAS, не объясняемое тремя упомянутыми выше факторами, говорит либо об искажении цены (mispricing), либо о наличии арбитража. Несмотря на то что модель показывает падающую динамику коэффициента CPR, остающийся риск недооценки досрочных погашений в наблюдаемой цене привел к росту стоимости опциона, если смотреть на статические спреды доходности ИЦБ к 2-летней бескупонной доходности ОФЗ (Рисунок 6).

Использованная на графике доходность к погашению вычислена по наблюдаемой цене с использованием денежного потока, усредненного по всем сценариям. Как видно, в рамках одной модели вычисление статического спреда на этом среднем, «прогнозом» потоке может существенно переоценивать бумагу, поскольку не может измерять, а значит, учитывать стоимость неопределенного будущего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представление цены в виде дисконтированного прогнозного денежного потока не может оставаться единственной концепцией, в которой работают системы оценки ИЦБ. Сейчас уже достаточно накопленных данных и знания первичной ипотеки, чтобы,

пользуясь современными вычислительными технологиями, аналитики ИЦБ начали переходить в своей работе от субъективных и неопределенных прогнозов к обычной инженерной работе по разработке моделей оценки, в которых неопределенность, как фундаментальное свойство ИЦБ, хорошо измерима, а значит, управляема.

Оценка ипотечных финансовых инструментов — это область, которая лежит на стыке науки, эмпирического знания и интуиции. В ней требуются разносторонние взгляды и навыки из различных дисциплин: статистики и анализа данных, макроэкономики и теории арбитражного ценообразования, случайных процессов и численных методов, оптимизации алгоритмов и так далее. Как заметил Andrew Davidson¹, проблемы оценки ИЦБ быстро перестают быть задачами для «чистых» квантов, так как со временем приходит понимание, что они слишком неустойчивы, требуют дополнительного знания, новых идей и их постоянного пересмотра в меняющихся условиях, что не описывается законченной математической теорией. Но по этой же самой причине это одна из самых интересных и перспективных областей, которая только начинает открываться на российском финансовом рынке.

¹ Richard R. Lindsey and Barry Schachter, eds. (2007) How I Became a Quant: Insights from 25 of Wall Street's Elite, John Wiley & Sons, Inc., 2007.



Облигации

Основные параметры, биржевые котировки, котировки участников рынка, график выплат и оферты



Биржевые котировки

- по бирже на дату
- по бумаге за период



Индексы

Текущие и архивные значения 6000 индексов, статистика долговых рынков



Календарь событий

Размещения, выплаты купонов и амортизация, оферты и погашения



Отчетность эмитента

Отчетность РСБУ и МСФО всех эмитентов СНГ



Watchlist

Мониторинг избранных эмиссий по 30 параметрам



Калькулятор

Расчет доходности и дюрации, выпуклости и стоимости одного б.п.



Карты рынка

130 различных карт по странам, секторам и отраслям



Акции

Параметры бумаги, биржевые котировки, дивиденды



Встроенные функции

50 функций по облигациям, акциям, котировкам и индексам

Пользуйся
функционалом

Получай
данные

Прямо
в MS Excel

