

СБОРНИК МЕТОДИК
моделирования метрик рыночного и контрагентского
кредитного рисков

Часть 1. Методика расчета показателей CVA

Спецификация ВНД

1	Наименование документа	Методика расчета показателя CVA
2	Участник Группы, на которого распространяется действие документа	ПАО Сбербанк, Группа ПАО Сбербанк
3	Группа ВНД	Вторая
4	Вид рисков	Риск контрагента по операциям на финансовых рынках
5	Выделенная группа рисков	Кредитные риски всех сегментов кроме розничных клиентов
6	Этапы процесса управления рисками, регламентируемые ВНД	Оценка рисков
7	ВНД верхнего уровня	Политика управления рыночным и кредитным рисками операций на финансовых рынках ОАО «Сбербанк России» № 2625 от 09.08.2012.
8	ВНД, определяющие подчиненные процессы и методики	Отсутствуют

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения.....	4
2. Описание модели расчета CVA.....	4
2.1. Понятие CVA и DVA	4
2.2. Краткое описание модели CVA, DVA.....	5
2.3. Определение вероятности дефолта.....	7
3. Моделирование риск факторов	9
4. Расчет CVA , DVA, LGD	9
5. Порядок согласования и утверждения Профилей расчета CVA для продукта / моделирования риск факторов для CVA	11
Приложение №1	12
Список терминов и определений	12
Приложение №2	13
Перечень сокращений	13
Приложение №3	14
Перечень ссылочных документов.....	14
Приложение №4	15
Расчет CVA для валютного свопа/форварда	15
Приложение №5	16
Расчет CVA для процентного свопа/FRA	16
Приложение №6	17
Примеры моделирования факторов риска в однофакторной модели	17
Приложение №7	19
Профиль расчета CVA для продукта.....	19
Приложение №8	20
Профиль моделирования риск факторов для CVA	20
Приложение №9	21

1. Общие положения

1.1 Цели и назначение документа

- 1.1.1 Данный документ подготовлен в связи с требованиями международных стандартов финансовой отчетности для расчета поправки на кредитный риск (Credit Valuation Adjustment – CVA) при определении справедливой стоимости финансовых инструментов. Помимо выполнения требований регуляторов, CVA может использоваться при расчете прибыли торгового подразделения Банка с учетом кредитного риска контрагентов.
- 1.1.2 Данный документ описывает метод расчета величины CVA. В нем собраны воедино все компоненты модели оценки CVA и дано пошаговое описание алгоритма в применении к финансовым инструментам.
- 1.1.3 Данный документ также определяет такие понятия как DVA– Debit Valuation Adjustment и BCVA – Bilateral Credit Value Adjustment.
- 1.1.4 Расчет показателей CVA, DVA и BCVA по настоящей методике осуществляется Блоком Риски.
- 1.1.5 Методика распространяется на операции на финансовых рынках, совершаемые на балансе интегрированных¹ участников Группы.
- 1.1.6 Необходимость утверждения методики, аналогичной данному документу, для неинтегрированных² участников Группы определяется Департаментом рисков CIB.

2. Описание модели расчета CVA

2.1. Понятие CVA и DVA

2.1.1 В общем случае кредитный риск (Counterparty Credit Risk – CCR) – это риск потерь, в результате дефолта контрагента по сделке. Дефолт в данном случае понимается в широком смысле и включает любое событие, приводящее к невыполнению обязательств по сделке. При этом Банк несет потери только тогда, когда стоимость сделки (или портфеля сделок с одним контрагентом) в момент дефолта положительна, т.е. сделка в этот момент представляет собой актив для Банка, а не обязательство³.

2.1.2 Credit Valuation Adjustment (CVA) учитывает влияние кредитного риска контрагента на справедливую стоимость портфеля. CVA определяется как разница между справедливой стоимостью финансового инструмента (полагая, что контрагент – безрисковый) и стоимостью, отражающей риск дефолта контрагента.

¹ В соответствии с регламентом №2948

² В соответствии с регламентом №2948

³ Существует несколько широко используемых метрик кредитного риска. Такие, например, как кредитный VaR; текущий размер позиции под риском (current exposure); потенциальный размер позиции под риском в будущем (Potential Future Exposure - PFE); ожидаемый положительный размер позиции под риском (Expected Positive Exposure - EPE); размер позиции, подверженной дефолту (Exposure At Default - EAD) в сочетании с кредитным рейтингом контрагента, вероятностью его дефолта (Probability of Default - PD) и величиной потерь при дефолте (Loss Given Default – LGD) и т.д.

$CVA = \text{Справедливая Стоимость (без учета кредитного риска)} - \text{Справедливая Стоимость (с учетом собственного кредитного риска контрагента)}$

2.1.3 В общем случае величина CVA не является аддитивной. Значение CVA портфеля инструментов не равно сумме CVA по каждому инструменту. В связи с этим, при применении к портфелю инструментов, величина CVA должна рассчитываться сразу по всем инструментам с данным контрагентом с учетом неттинга.

2.1.4 При корректировке справедливой стоимости финансового инструмента может также учитываться собственный кредитный риск Банка (так называемый DVA – debit valuation adjustment).

$DVA = \text{Справедливая Стоимость (без учета кредитного риска)} - \text{Справедливая Стоимость (с учетом собственного кредитного риска)}$

2.1.5 Bilateral Credit Value Adjustment (BCVA) – учитывает влияние кредитного риска контрагента и кредитного риска банка на справедливую стоимость портфеля. BCVA определяется как разница между CVA и DVA. BCVA используется для расчета CVA резерва портфеля.

$$BCVA = CVA - DVA$$

2.2. Краткое описание модели CVA, DVA

2.2.1 При наступлении дефолта контрагента в момент времени t^* потери Банка составляют:

$$(1 - R_v) \max\{V(t^*), 0\} \quad (1)$$

где

t^* – момент наступления события дефолта контрагента,

$V(t^*)$ – стоимость для Банка инструмента⁴ в момент дефолта контрагента t^* , детали расчета указываются в Профиле расчета CVA для продукта. Шаблон профиля расчета CVA для продукта приведен в Приложении 7.

R_v – величина возмещения recovery rate контрагента по данному инструменту, определяемая как процент от $V(t^*)$,

2.2.2 Т.е. Банк несет потери только когда справедливая стоимость инструмента в момент обнаружения потерь при дефолте – положительная. При этом $\max\{V(t^*), 0\}$ ⁵ представляет собой выплаты по call опциону на рассматриваемый инструмент.

2.2.3 С другой стороны, при наступлении дефолта Банка в момент времени t^* потери контрагента составляют:

$$-(1 - R_b) \min\{V(t^*), 0\} \quad (1.1)$$

где

t^* – момент наступления события дефолта Банка,

$V(t^*)$ – стоимость для Банка инструмента в момент дефолта Банка t^* ,

⁴ Здесь и далее в данном документе под инструментом понимается составной инструмент, представляющий собой портфель сделок с контрагентом в рамках единого набора неттинга (netting set)

⁵ Также называемая «подверженностью риску контрагента» или Exposure

R_b – величина возмещения recovery rate Банка по данному инструменту, определяемая как процент от $V(t^*)$.

2.2.4 В рамках данного документа здесь и далее будем обозначать:

$EPE(t) = E^Q(\max\{V(t), 0\})$ ⁶ – положительная ожидаемая подверженность риску,

$ENE(t) = E^Q(-\min\{V(t), 0\})$ – отрицательная ожидаемая подверженность риску,

$epe(t)$ – дисконтированное к текущему (нулевому) моменту времени значение $EPE(t)$,

$ene(t)$ – дисконтированное к текущему (нулевому) моменту времени значение $ENE(t)$.

$PFE(t) = \max(95\%; 0)$ квантиль распределения $V(t)$, полученный с помощью моделей, описанных в пункте 3 Моделирование риск факторов.

$$PFE = \max_t PFE(t)$$

2.2.5 Если предположить независимость события дефолта и поведения стоимости контракта⁷, то за все время, начиная с текущего (нулевого) момента до момента времени T , ожидаемая приведенная стоимость потерь Банка составит:

$$CVA = (1 - R_v) \int_0^T epe(t)p(t)dt \quad (2)$$

А ожидаемая приведенная стоимость потерь контрагента составит:

$$DVA = (1 - R_b) \int_0^T ene(t)p_b(t)dt \quad (3)$$

где

$p(t)$ – функция плотности распределения вероятности дефолта контрагента,

$p_b(t)$ – функция плотности распределения вероятности дефолта Банка,

R_v – величина возмещения recovery rate контрагента. R_b – величина возмещения recovery rate Банка. T – время окончания контракта (maturity)⁸.

2.2.6 Для аппроксимации формул (2) и (3) весь промежуток времени $(0, T)$ может быть разбит на интервалы. Формулы (2) и (3) в этом случае приближаются следующим образом:

$$CVA = (1 - R_v) \int_0^T epe(t)p(t)dt \cong (1 - R_v) \sum_i epe(t)PD(t_i, t_i + \Delta_i) \quad (2.1)$$

⁶ E^Q – математическое ожидание в риск-нейтральной мере.

⁷ В результате использования предположения о независимости, методика не учитывает возможность появления wrong-way (right-way) рисков, т.е. рисков связанных с увеличением (уменьшением) уровня потенциальных потерь при возрастании вероятности дефолта. Для учета wrong-way/right-way рисков необходимо моделирование зависимости события дефолта и поведения базовых активов. Данный тип риска может быть актуален, например, для валютных инструментов. Т.к. снижение странового рейтинга обычно сопровождается девальвацией национальной валюты.

⁸ Для портфеля сделок T – это максимальный срок экспирации среди всех инструментов портфеля

$$DVA = (1 - R_b) \int_0^T ene(t)p(t)dt \cong (1 - R_b) \sum_i ene(t)PD'(t_i, t_i + \Delta_i) \quad (3.1)$$

где

t_i – момент времени, соответствующий i -ому интервалу,

$PD(t_i, t_i + \Delta_i)$ – вероятность дефолта контрагента в i -ом интервале,

$PD'(t_i, t_i + \Delta_i)$ – вероятность дефолта Банка в i -ом интервале,

Δ_i – величина шага симуляции. Определяется блоком Риски.

Функции $EPE(t)$ и $ENE(t)$ – нелинейные функции от $V(t)$, которые зависят от волатильности базового актива.

2.3. Определение вероятности дефолта

2.3.1 В рамках настоящего подхода применяется «сокращенная»⁹ модель кредитного риска, основанная на использовании рыночной информации по CDS спредам и следующих предположениях/допущениях:

2.3.1.1. Дефолты по CDS контракту обнаруживаются только в моменты выплат по контракту. Т.е. даже если дефолт произошел между датами выплат, то расчет по CDS произойдет в момент, соответствующий следующей дате платежа;

2.3.1.2. Дефолт описывается процессом с интенсивностью дефолта λ_t . Т.е. вероятность дефолта за время t рассчитываем как $PD(t) = 1 - e^{-\lambda_t t}$.

2.3.2 Параметры модели для вероятности дефолта калибруются таким образом, чтобы при применении для оценки рыночных CDS контрактов, модель воспроизводила рыночные цены. В рамках данной модели, для процесса калибровки используются значения спредов s , описанные в Части 2 настоящего Сборника.

2.3.3 Если выплаты по CDS происходят регулярно с периодичностью τ , то условная вероятность дефолта за период τ (т.е. при условии, что не было дефолта до момента начала периода) определяется как

$$PD(\tau) = \frac{s\tau}{1 - R_p} \quad (4)$$

где

$PD(\tau)$ – вероятность дефолта за период τ при условии отсутствия дефолта до момента начала периода,

⁹ Используемые на практике модели оценки кредитного риска можно разделить на две основные категории:

- Структурные модели (structural models) – модели с явными событиями дефолта, основанные на моделировании структуры активов и пассивов компании.
- «Сокращенные» модели (reduced models) – модели, в которых событие наступления дефолта является случайной величиной и моделируется напрямую.

τ – период между выплатами по (предполагаемому) CDS,

s – CDS спред¹⁰,

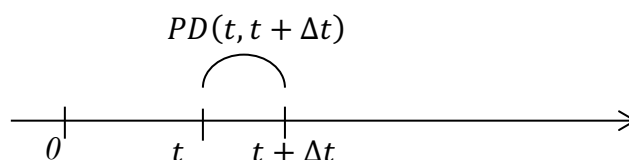
R_p – recovery rate для CDS, определяемая как процент от номинала по CDS. При этом $LGD = 1 - R_p$. В качестве R_p применяется значение, которое используется как рыночная конвенция при оценке торгуемых CDS.

2.3.4 В соответствие с выбранной моделью, безусловная вероятность дефолта за период, начиная с текущего момента до момента времени t , смоделированная с помощью процесса с интенсивностью дефолта λ_t , определяется как:

$$PD(t) \equiv PD(0, t) = 1 - e^{-\lambda_t t} \quad (5)$$

2.3.5 Аналогично, безусловная вероятность дефолта на интервале $(t, t + \Delta t)$, определяется как:

$$PD(t, t + \Delta t) = PD(t + \Delta t) - PD(t) = e^{-\lambda_t t} - e^{-\lambda_{t+\Delta t}(t+\Delta t)} \quad (5.1)$$



2.3.6 При этом полагаем, что λ_t – детерминистическая функция¹¹. При наличии нескольких спредов на разные сроки λ_t калибруется соответствующим образом (например, как кусочно-линейная функция) так, чтобы модель позволяла производить точную оценку существующих рыночных контрактов CDS. При наличии только одного спреда полагаем $\lambda_t = \lambda = const$.

2.3.7 В этом случае из (4) и (5) получаем

$$\lambda = \frac{1}{\tau} \ln \left(\frac{1 - R_p}{1 - R_p - s \cdot \tau} \right) \quad (6)$$

где

λ – интенсивность дефолта,

τ – (предполагаемый) период между выплатами по (предполагаемому) CDS,

s – CDS спред,

R_p – recovery rate для CDS (процент от номинала).

2.4 В случае наличия на рынке торгуемых инструментов на LGD по контрагенту (Recovery Locks), их применение для расчета PD для целей CVA необходимо согласовывать отдельно решением подразделений, указанных в пункте 5.2

¹⁰ См. Часть 2 настоящего Сборника

¹¹ В общем случае, при моделировании зависимостей события дефолта и цены инструмента λ_t может моделироваться как случайная величина скоррелированная с поведением контракта или базового актива.

3. Моделирование риск факторов

Моделирование поведения риск факторов происходит методом Монте-Карло. Моделирование риск факторов происходит совместно, что позволяет рассчитать стоимость всего портфеля в каждый момент времени. Детали моделирования для каждого из риск факторов указываются в Профиле моделирования риск факторов для CVA. Шаблон профиля моделирования риск факторов для CVA Приложении 8.

3.1. В рамках данной методики для моделирования динамики риск-факторов применяется следующая многофакторная модель размерности d^{12} :

$$X_i(t) = X_i(t)\mu_i(X, t) dt + X_i(t)\sigma_i(X, t)dW_{X_i}(t) \quad (7)$$

где

$X(t)$ – риск фактор в момент времени t , представляет собой вектор $X(t) = (X_1(t), \dots, X_d(t))$ с соответствующим дрейфом и волатильностью

$\sigma(X, t)$ – волатильность риск фактора,

$W_X(t) - W_X(t) = (W_{X1}(t), W_{X2}(t), \dots, W_{Xd}(t))$ – вектор броуновских движений
где $dW_i(t)dW_j(t) = \rho_{ij}(t)dt$

$\mu(X, t)$ – дрейфт процесса эволюции риск-фактора.

4. Расчет CVA , DVA, LGD

4.1 В случае если все риск факторы, необходимые для оценки стоимости $V(t)^{13}$, описываются моделью из главы 3, тогда CVA и DVA рассчитывается по формулам (2.1), (3.1), если ниже не оговорено иное. Примеры, где в качестве риск фактора выступают валютный курс и процентные ставки и товары рассмотрены в Приложение №.

4.2 В случае если контрагент имеет внутренний рейтинг 26¹⁴, то CVA резерв рассчитывается по формуле:

$$BCVA = \max(MtM, 0) \times LGD_{default}$$

$LGD_{default}$ – уровень потерь при дефолте, который определяется в каждом случае решением уполномоченного коллегиального органа ПАО Сбербанк.

MtM – текущая стоимость.

До принятия решения коллегиальным органом о $LGD_{default}$ согласно данному пункту, LGD используется согласно пункту 4.5 или 4.6 в зависимости от типа залога

4.3 При наличии обеспечения в рамках договора неттинга ISDA CSA¹⁵ величина, подверженная кредитному риску, уменьшается на размер обеспечения. Таким образом, значения EPE и ENE рассчитываются как:

¹² Значения d и прочих параметров, перечисленных в данном пункте, устанавливаются в профилях моделирования для риск факторов.

¹³ В случае расчета стоимости по нескольким сделкам в рамках единого набора неттинга (netting set), $V(t)$ определяется как сумма стоимостей отдельных сделок, входящих в рассматриваемый netting set.

¹⁴ Методика оценки вероятности дефолта контрагента (Редакция 2). В актуальной редакции.

¹⁵ «Методика по определению приемлемого обеспечения по операциям на финансовых рынках» №3388 от 04.07.2014

$$EPE = E^Q(\max\{V(t^*) - L(t^*), 0\})$$

$$ENE = E^Q(-\min\{V(t^*) - L(t^*), 0\})$$

где

$L(t^*)$ – размер обеспечения на момент наступления события дефолта.

При этом LGD для расчета CVA необходимо брать без учета обеспечения.

- 4.4 Соответственно, приведенная ожидаемая стоимость величины, подверженной кредитному риску (т.е. epe и ene) в формулах (2) и (3) должна принимать во внимание уровень обеспечения.
- 4.5 При отсутствии обеспечения или если обеспечение учитывается согласно пункту 4.2, используется LGD согласно пункту 2.3.3.
- 4.6 При наличии обеспечения не в рамках договора ISDA CSA и если обеспечение не учитывается согласно пункту 2.3.3. рассчитывается по формуле (2.1), а именно:

$$CVA = (1 - R_{R_v}) \int_0^T epe(t)p(t)dt$$

R_{R_v} - величина возмещения recovery rate по сделкам в рамках договора обеспечения, далее $1 - R_{R_v} = LGD_{collateral}$.

$$LGD_{collateral} = LGD_{market} - LGD_{internal_{uncollateral}} + LGD_{internal_{collateral}}$$

LGD_{market} – recovery rate для CDS на контрагента, определяемая как процент от номинала по CDS, согласно пункту 2.3.3.

$LGD_{internal_{uncollateral}}$ - определяется согласно методики /1/ или /2/, и рассчитанное без учета обеспечения по договору.

$LGD_{internal_{collateral}}$ - определяется согласно методики /1/ или /2/, рассчитанное с учетом обеспечения по договору.

$LGD_{internal_{collateral}}$ и $LGD_{internal_{uncollateral}}$ - определяется согласно методики /1/ или /2/¹⁶ согласно их области применения. При этом в качестве стоимости под риском дефолта (EAD) для расчета LGD для деривативных сделок принимается PFE сделок заключенных в рамках договора обеспечения. В случае, если стоимость сделок, входящих в договор превышает рассчитанный PFE, необходимо провести перерасчет PFE и $LGD_{collateral}$. В отдельных случаях, для сделок со сложной структурой, $LGD_{collateral}$ может определяться отдельным решением подразделений, указанных в пункте 5.2.

4.6 Согласно пункту 2.1.3 показатель CVA является портфельной величиной и должен рассчитываться на портфельном уровне в разрезе договоров обеспечения/договоров неттинга ISDA. Показатель CVA не аддитивная величина, то есть CVA на портфель сделок в общем случае не равен сумме CVA по сделкам. При необходимости разделения

¹⁶ В актуальной редакции

$CVA_{netting_set}$, который рассчитан на уровне портфеля, на посделочный уровень применяется следующий подход:

$$CVA_{alloc,i} = CVA_{netting_set} \frac{CVA_i}{\sum_{j=1}^N CVA_j}$$

Где

$CVA_{alloc,i}$ - часть CVA, аллоцируемая на сделку

$CVA_{netting_set}$ - CVA рассчитанный на уровне портфеля

CVA_i – CVA по i -ой сделке в портфеле, рассчитанный без учета неттинга

N – количество сделок в портфеле

5. Порядок согласования и утверждения Профилей расчета CVA для продукта / моделирования риск факторов для CVA

5.1 Отдел разработки моделей оценки рисков на глобальных рынках разрабатывает (либо дорабатывает при наличии изменений) Профили расчета CVA для продукта / моделирования риск факторов для CVA далее Профили

5.2 Согласование Профилей внутри Группы Сбербанк осуществляется:

5.2.1 Руководителями Торговых подразделений, имеющих данный продукт в мандате хотя бы одного из своих портфелей.

5.2.2 Руководителем Подразделения финансов.

5.2.3 Руководителем Подразделения рисков Глобальных рынков.

5.3 Утверждение Профилей осуществляется распоряжениями руководителя департамента Рисков СІВ¹⁷

5.4 Действия профилей распространяется на всех интегрированных участников Группы¹⁸, если в профиле не указано иное.

¹⁷ До формирования Департамента Рисков СІВ распоряжение утверждается управляющим директором Блока Риски, отвечающим за риски на глобальных рынках

¹⁸ Включая ГК Сбербанк КИБ

Список терминов и определений

Профиль расчета CVA для продукта— документ, устанавливающий порядок расчета EPE, ENE для расчета показателей CVA, DVA, BCVA. Порядок согласования и утверждения Профилей оценки указан в п. 5 настоящей Методики.

Профиль моделирования риск факторов для CVA – документ, устанавливающий порядок моделирования риск факторов для расчета CVA, DVA, BCVA. Порядок согласования и утверждения Профилей оценки указан в п. 5 настоящей Методики.

Приложение №2

Перечень сокращений

BCVA – Bilateral Credit Value Adjustment – поправка на кредитный риск банка и контрагента

CVA – Credit Value Adjustment – поправка на кредитный риск контрагента

DVA - Debit Value Adjustment – поправка на кредитный риск банка

EPE – Expected Positive Exposure – положительная ожидаемая подверженность риску

ENE – Expected Negative Exposure – отрицательная ожидаемая подверженность риску

PFE – Potential Future Exposure - потенциальная ожидаемая подверженность риску

LGD – Loss Given Default - уровень потерь при дефолте

LGD_{collateral} – Loss Given Default - уровень потерь при дефолте с учетом обеспечения.

Перечень ссылочных документов.

1. Методика оценки уровня потерь при дефолте (Редакция 3) № 2045-3 от 10.06.2015.
2. Методика оценки Уровня потерь при дефолте (LGD) для финансовых организаций №3564 от 18.11.2014.
3. Методика работы с инструментами оценки риска – моделями оценки вероятности дефолта при принятии и мониторинге кредитных рисков №3867-2 от 25.02.2016
4. Методика по определению приемлемого обеспечения по операциям на финансовых рынках № 3388 от 04.07.2014

Приложение №4

Расчет CVA для валютного свопа/форварда

1.1 Факторами риска, от которых зависит стоимость данного вида инструментов, являются:

- Валютный курс
- Безрисковые ставки для валют контракта

1.2 Для симуляции значений факторов риска в моменты времени в будущем применяется метод Монте-Карло. Риск факторы моделируются с применением соответствующих процессов, описанных в главе 3.

1.3 На каждом шаге t_i симуляции Монте-Карло, для каждого пути j , рассчитывается стоимость инструмента $V_j(t_i)$ на основе сгенерированных значений факторов риска с применением утвержденной в Банке модели расчета текущей стоимости.

1.4 Подверженность риску $EPE(t_i)$ вычисляется в моменты времени t_i , как средняя дисконтированная величина $\max\{V_j(t_i), 0\}$:

$$EPE(0, t_i) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \max\{V_j(t_i), 0\},$$

где

N – количество сценариев Монте-Карло.

Вероятность дефолта $PD(t_i, t_i + \Delta_i)$ определяется по формуле (5.1)

CVA вычисляется согласно разделу 4.

Расчет CVA для процентного свопа/FRA

1.5 Факторами риска, от которых зависит стоимость данного вида инструментов, являются:

- Безрисковые ставки для валют контракта

1.6 Для симуляции значений факторов риска в моменты времени в будущем применяется метод Монте-Карло. Риск факторы моделируются с применением соответствующих процессов, описанных в главе 3.

1.7 На каждом шаге t_i симуляции Монте-Карло, для каждого пути j , рассчитывается стоимость инструмента $V_j(t_i)$ на основе сгенерированных значений факторов риска с применением утвержденной в Банке модели расчета текущей стоимости.

1.8 Подверженность риску $EPE(t)$ в формуле 2.1 вычисляется в моменты времени t_i , как средняя дисконтированная величина $\max\{V_j(t_i), 0\}$:

$$EPE(0, t_i) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \max\{V_j(t_i), 0\},$$

где

N – количество сценариев Монте-Карло.

Вероятность дефолта $PD(t_i, t_i + \Delta_i)$ определяется по формуле (5.1)

CVA вычисляется по формуле (2.1)

Примеры моделирования факторов риска в однофакторной модели

1. Валютный курс

1.1 Для оценки подверженности риску контрагента по производным финансовым инструментам, зависящим от поведения валютного курса (например, кросс-валютный своп) рыночным стандартом является применение модели геометрического броуновского движения (Geometric Brown Motion) для процесса эволюции валютного курса.

1.2 Процесс для валютного курса, в этом случае, имеет следующую форму:

$$dX(t) = X(t)(r_d(t) - r_f(t))dt + X(t)\sigma_X(X, t)dW_X(t)$$

где

$X(t)$ – валютный курс, т.е. обменный курс валюты f к валюте d , выраженный в единицах валюты d за единицу валюты f на момент времени t

$\sigma(X, t)$ – волатильность валютного курса,

$W_X(t)$ – стандартное броуновское движение для валютного курса X ,

$r_d(t)$ – безрисковая ставка для валюты d

$r_f(t)$ – безрисковая ставка для валюты f

1.2.1 Волатильности для курсов валют определяются из текущих рыночных данных.

2. Процентные ставки

2.1 Для оценки подверженности риску контрагента по производным финансовым инструментам, зависящим от изменения процентных ставок, целесообразно использовать модели, связанные с построением временной структуры процентных ставок (term structure models). Данные модели описывают эволюцию всех бескупонных процентных ставок (кривых доходности) на заданном временном горизонте.

2.2 Основой данных моделей является понятие краткосрочной ставки $r(t)$ в момент времени t , которая представляет собой процентную ставку, устанавливаемую на бесконечно малый период времени dt , начинающийся в момент времени t . Цены финансовых инструментов, в рамках данного класса моделей, будут зависеть от поведения краткосрочной ставки r .

2.3 К данному классу моделей относится, например, модель Hull-White (далее - HW)¹⁹ для описания изменений краткосрочной ставки $r(t)$. Данная модель относится к классу безарбитражных моделей, т.е. учитывает текущую временную структуру процентных ставок.

2.4 В соответствии с моделью HW движение краткосрочной ставки описывается как:

$$dr(t) = [\theta(t) - ar(t)]dt + \sigma(t)dW$$

где

¹⁹ Options, Futures, and Other Derivatives, (8th Edition), John C. Hull

a – константа,

$\theta(t)$ – функция, которую вычисляется по первоначальной временной структуре процентных ставок:

$$\theta(t) = F_t^{mrkt}(0, t) + aF^{mrkt}(0, t) + \frac{\sigma(t)^2}{2a}(1 - e^{-2at}),$$

$$F_t(0, t) = \frac{\partial F(0, t)}{\partial t}$$

$F^{mrkt}(0, t)$ - мгновенная форвардная процентная ставка в момент t

$\sigma(t)$ – волатильность процентной ставки.

2.5 Можно показать, что дрейф процесса, описывающего поведение краткосрочно й процентной ставки r в момент времени t , стремится к $F_t(0, t) + a(F(0, t) - r)$. Отсюда следует, что в среднем величина r представляет собой наклон первоначальной кривой мгновенной форвардной ставки. Если она отклоняется от этой кривой, то с течением времени возвращается назад со скоростью, заданной константой a .

3. Товары

3.1. Для оценки подверженности риску контрагента по производным финансовым инструментам, зависящим от поведения цены товара (например, сделки с нефтью марки Brent, сделки с сырой нефтью Dated Brent) применяется модель геометрического броуновского движения (Geometric Brown Motion) для процесса эволюции цены товара.

3.2 Процесс для цены товара в этом случае, имеет следующую форму:

$$dX(t) = X(t)r_f(t)dt + X(t)\sigma_X(X, t)dW_X(t)$$

где

$X(t)$ – цена товара на момент времени t

$\sigma(X, t)$ – волатильность цены товара,

$W_X(t)$ – стандартное броуновское движение для цены товара X ,

$r_f(t)$ – ставка для расчета форвардной цены товара

Профиль расчета CVA для продукта

Краткое описание продукта

-

Описание расчета EPE, ENE для продукта

-

Описание валидирующих тестов для EPE, ENE

-

Ссылка на Профиль моделирования риск факторов для CVA, который используется для продукта

-

Ответственный за согласование из Отдела рисков корпоративного инвестиционного бизнеса

-

Профиль моделирования риск факторов для CVA

Краткое описание модели

-

Применение модели для CVA/DVA риск фактора

-

Обоснование выбора модели

-

Ответственный за согласование из Отдела рисков корпоративного инвестиционного бизнеса

-

Приложение №9

Название роли	Название Организации Группы	Название подразделения в Организации
Торговое подразделение	ГК Сбербанк КИБ	Департамент Глобальных рынков
	ПАО Сбербанк	Центр операций на глобальных рынках, Казначейство
Подразделение финансов	ГК Сбербанк КИБ	Финансовое управление
	ПАО Сбербанк	Отдел отчётности на финансовых рынках