**Отчет о валидации модели Hybrid LGM1FDupireLocalVolatility Model**

|  |  |
| --- | --- |
| Полное наименование модели | Hybrid LGM1FDupireLocalVolatility Model |
| Код модели | ID 99178 |
| Версия модели | 1.0.0 |
| Подразделение разработчика модели | Отдел портфельного управления контрагентским риском и моделирования производных финансовых инструментов Управления торговых операций на глобальных рынках Департамента глобальных рынков |
| Тип валидации | Первичная |
| Отчет подготовил | Ваганов Н.И.  Поспелова А.А. |
| Дата подготовки | 30.09.2022 |

Содержание

[1. Краткий свод результатов валидации 3](#_Toc115447901)

[2. Общее заключение 5](#_Toc115447902)

[3. План доработок модели 6](#_Toc115447903)

[4. Описание модели 7](#_Toc115447904)

[4.1 Основные цели разработки. Общая структура процесса 7](#_Toc115447905)

[4.2 Основные пользователи, сфера и предпосылки применения 7](#_Toc115447906)

[4.3 Метод моделирования. Архитектура модели 7](#_Toc115447907)

[5. История валидации модели 8](#_Toc115447908)

[6. Качественный анализ 9](#_Toc115447909)

[7. Количественный анализ 15](#_Toc115447910)

[Приложение 1. Список терминов и определений 17](#_Toc115447911)

[Приложение 2. Список использованных сокращений 18](#_Toc115447912)

[Приложение 3. Перечень ссылочных документов 19](#_Toc115447913)

# Краткий свод результатов валидации

Под моделью «Hybrid LGM1FDupireLocalVolatility Model» понимается набор моделей динамики риск-факторов, используемых для оценки CVA и чувствительностей рассматриваемого набора продуктов.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PS Model Name** | **Supported trade type[[1]](#footnote-1)** | **Risk Factor** | **Risk Factor Model[[2]](#footnote-2)** |
| Hybrid LGM1F DupireLocalVolatilityModel | 1. IRS 2. CIRS 3. Caps/Floors (vanilla,barrier) 4. FX options 5. FX fwd 6. Repo/MM | Interest Rate | HW1F (aka LGM1F) |
| Interest rate basis | Deterministic |
| FX rate | Fx Black |
| Correlations | Deterministic |
| Equity Spot | DupireLocalVolatility |
| Commodity futures | CommoditySpotCheyette1F |
| Credit | Deterministic |

Цель валидации состояла в исследовании качества модели при ее применении для каждого из продуктов, указанных в столбце “ Supported trade type” в Таблице 1.

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| **Результат валидации** |  |
| **Итоги качественного анализа[[3]](#footnote-3)** |  |
| **Итоги количественного анализа** |  |
| IRS (interest rate swap) |  |
| CIRS (cross-currency interest rate swap) |  |
| Caps/Floors (vanilla) |  |
| Caps/Floors (barrier) |  |
| FX option |  |
| FX forward |  |
| Repo / Money market |  |

Итоги валидации, описанные в таблице 2, означают, что модель может быть использована для следующих продуктов:

1. IRS (interest rate swap) – своп на процентную ставку,
2. CIRS (cross-currency interest rate swap) – валютно-процентный своп,
3. Caps/Floors vanilla – опцион колл/пут на процентную ставку,
4. Caps/Floors barrier – барьерный опцион колл/пут на процентную ставку,
5. FX fwd (foreign exchange forward) – валютный форвард,
6. FX options (foreign exchange option) – валютный опцион,
7. Repo/MM (repo/money market) – репо/кредиты.

Желтый светофор означает, что были выявлены недостатки модели, которые мы рекомендуем рассмотреть и устранить в случае их подтверждения, однако они не препятствуют внедрению модели в прод.

# Общее заключение

|  |
| --- |
| **Качественный анализ** **показал следующее:**   * Методология описана; * Выбранный подход к моделированию удовлетворяет требованиям; * Рекомендации по улучшению см. в [Качественный анализ](#_Качественный_анализ)   **Количественный анализ показал следующее:**   * Для всех рассматриваемых продуктов можно использовать данную модель * Рекомендуется рассмотреть результаты тестов, которые показали желтный светофор. См. в [Количественный анализ](#_Количественный_анализ)   **Заключение**  В ходе валидации существенных недостатков не выявлено, и в целом модель может быть использована для расчета CVA в проде. Выявленные недостатки рекомендуется рассмотреть и доработать модель в случае их подтверждения. |

# План доработок модели

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Проблема** | **Мероприятие** | **Тест** | **Ответственное подразделение** | **Срок** |
|  |  |  |  |  |  |

# Описание модели

## Основные цели разработки. Общая структура процесса

Модель разработана для эффективного управления кредитным риском контрагента.

Информации по модели представлен в Confluence пространстве RISK IT:

<https://confluence.sberbank.ru/display/RISKIT/Modelling>

В модели реализован расчет поправки на кредитный риск (CVA – Credit Valuation Adjustment) для текущей справедливой стоимости финансового инструмента торговой книги. CVA определяется как разница между справедливой стоимостью финансового инструмента (полагая, что контрагент – безрисковый) и стоимостью, отражающей риск дефолта контрагента. Модель поддерживает расчет греков для CVA по портфелям деривативов.

Модель поддерживает возможность составления раскрытия PnL по CVA для целей МСФО и РСБУ отчетности.

## Основные пользователи, сфера и предпосылки применения

Основными пользователями модели являются:

1. Отдел портфельного управления контрагентским риском и моделирования производных финансовых инструментов Управления торговых операций на глобальных рынках Департамента глобальных рынков – методологическая поддержка и контроль модели;
2. IPV – контроль стоимости заключаемых сделок, контроль расчетов для МСФО и РСБУ отчетности;
3. CVA desk –  динамическое управление кредитным риском и учет CVA в стоимости сделки;
4. Департамент контроля рыночных рисков - расчет стресс-тестов торгового портфеля для ЦБ по ПВФУ, расчет ECAP, составление внутренней отчетности на КРР;

## Метод моделирования. Архитектура модели

**Общие сведения о модели**

Credit Valuation Adjustment (CVA) учитывает влияние кредитного риска контрагента на справедливую стоимость портфеля. Подробное описание методики расчета CVA представлено в [1] ( Часть 1 « Методика расчета показателя CVA).

**Расчет CVA для продуктов**

Валидируемая модель расчета CVA используется для расчета CVA и чувствительностей CVA для продуктов, указанных в [Краткий свод результатов валидации](#_Краткий_свод_результатов):

Риск-факторы, модель динамики риск-факторов, инструменты для калибровки указаны на странице:

<https://confluence.sberbank.ru/display/RISKIT/Modelling>

# История валидации модели

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дата валидации** | **Версия модели** | **Значение ключевой метрики** | **Итоговая оценка** | **Причины доработки модели** | **Рекомендации по доработке модели** |
|  |  |  |  |  |  |

# Качественный анализ

В ходе качественного анализа была проведена оценка документации, анализ подхода к расчету показателя, анализ качества данных и анализ корректности использования в бизнес-процессах.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ теста** | **Название блока** | **Результат** |
| 6.1 | Блок тестов на качество документации | Документация модели оформлена в кратком виде – некоторые трактовки не однозначны в силу неполноты предоставленной информации. Документация содержится в Конфлюенсе в свободном формате, и есть риск ее несвоевременного обновления и несоответствия описанной методологии и внедренной моделью.  Рекомендации: дополнить документацию, согласно результатам тестов 6.1.2-6.1.3 |
| 6.2 | Блок тестов на качество данных | Не оценивается  В отношении рыночных данных, используемых в том числе и в целях калибровки, на ежемесячной основе проводится IPV процедура. Этот процесс гарантирует согласованность используемых рыночных данных с независимыми рыночными источниками для целей финансовой отчетности. В случае недостатков по части качества рыночных данных Центр независимой верификации цен рассчитывает соответствующие поправки в соответствии с Методикой независимой верификации цен (№3683) |
| 6.3 | Блок тестов для анализа подхода к моделированию | Для некоторых риск-факторов используются упрощенные модели динамики и ограниченный объем рыночных данных для калибровки.  На данный момент не существует возможность выгрузки значений каждой траектории симуляции, в том числе для построения риск-профиля PFE.  Рекомендации:  - использовать более реалистичную модель динамики, учитывающую непостоянную волатильность, (уже предложена Владельцем модели) для симуляции валютного курса и процентной ставки.  - включить функционал, позволяющий выгружать значения каждой траектории симуляции. |
| 6.4 | Блок тестов на соответствие регуляторным требованиям |  |
| 6.5 | Блок тестов для анализа технической реализации | Не оценивается |
| 6.6 | Блок тестов на корректность использования модели в бизнес-процессах |  |

Детали см. ниже:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Блок** | **Название теста** | **Результат** |
| Блок тестов 6.1 – Качество документации | Тест 6.1.1 – Описание задач модели | Описано в презентации Pricing Service Steering Committee New initiatives and Pricing backlog May 2022  <https://confluence.sberbank.ru/pages/viewpage.action?pageId=7776511022> |
| Тест 6.1.2 – Полнота методики моделирования | Документация модели оформлена в кратком виде – некоторые трактовки не однозначны в силу неполноты предоставленной информации. Документация содержится в Конфлюенсе в свободном формате, и есть риск ее несвоевременного обновления и несоответствия описанной методологии и внедренной моделью.  *Краткая методика моделирования:* <https://confluence.sberbank.ru/display/RISKIT/Modelling>  *Техническая документация:*  - Описано взаимодействие с другими АС - Описаны составляющие MVP/DoD <https://confluence.sberbank.ru/pages/viewpage.action?pageId=7776511022>  - Предоставлен доступ к strat библиотеке, созданной для упрощения процесса валидации моделей (+примеры использования функционала библиотеки).  *Активные задачи:*  <https://jira.sberbank.ru/secure/RapidBoard.jspa?projectKey=PSCVA&rapidView=29735>  <https://confluence.sberbank.ru/display/RISKIT/Testing+plan>  *Описание API:*  Есть ли поля в сетапе реквеста, которые можно задать, но они не работают/работают в ограниченном виде?  Таких полей нет.  Есть ли технические ограничения?  На данный момент нет.  Есть ли параметры расчета, значения которых установлены по умолчанию и не могут быть изменены пользователем?  Все параметры можно изменять. |
| Тест 6.1.3 – Описание методологии | Методология оформлена в кратком виде – некоторые трактовки не однозначны в силу неполноты предоставленной информации. Документация содержится в Конфлюенсе в свободном формате, и есть риск ее несвоевременного обновления и несоответствия описанной методологии и внедренной моделью.  Тем не менее, методология содержит минимально достаточную информацию: названия использованных моделей симуляции риск-факторов, инструментов калибровки:  <https://confluence.sberbank.ru/display/RISKIT/Modelling>  Перечень используемых моделей, рыночных данных, рассчитываемых метрик доступны по ссылке:  <https://confluence.sberbank.ru/display/PRCSRV/Algo+documentation>  Для всех продуктов в скоупе расчет ведется с помощью модели Hybrid LGM1F Dupire Local Volatility Model.  Метод расчета – MonteCarloAAD. Это новый industry-standard для метрик типа xVA, представляющий собой механизм расчета метрик типа xVA на основе подходов American Monte Carlo, улучшенный за счет использования методов алгоритмического дифференцирования (AAD).  Чувствительности первого порядка, кроме Theta и ее CVA-вариантов, рассчитываются с помощью AAD.  Чувствительности второго порядка (Gamma и GammaCash) и Theta рассчитываются через сдвиг. |
| Тест 6.1.4 – Описание входящих и исходящих данных | **Входящие данные:**  Данные приходят из MX, на данный момент частота обновления – каждые 30 минут. Это целевое решение на текущей стадии.  Процентные ставки, валютные курсы, волатильности валютных курсов – MX, каждые 30 минут.  Волатильность процентных ставок (за исключением CNH) – MX, каждые 30 минут.  CNH маркируется вручную, целевое решение – MX, каждые 30 минут.  Волатильность товарных инструментов маркируется вручную, целевое решение – MX, каждые 30 минут.  Корреляции между базовыми факторами маркируется вручную, целевое решение – MX, каждые 30 минут.  Кредитные спреды – MX, каждые 30 минут.  Контрагентские данные  Список контрагентов – Excel файл, по мере изменения списка. Целевое решение – база данных оркестратора.  Кредитные рейтинги - Excel файл, раз в месяц. Текущая реализация не соответствует целевому решению. Целевое решение - Зевс, раз в день  LGD (контрагенты и неттинг-сеты) - Excel файл, раз в месяц. Целевое решение – база данных оркестратора.  Маппинги MX vs PS - Excel файл, по мере изменения списка. Целевое решение – база данных оркестратора.  **Исходящие данные:**  Набор метрик доступен по ссылку на confluence  <https://confluence.sberbank.ru/display/PRCSRV/Algo+documentation>  Рассчитываемые метрики – это  Метрики CVA (CVA, DVA, BCVA)  Метрики с префиксом Leg – это посделочные метрики, если расчет ведется по портфелю  Метрики типа величина под риском (Exposure) (общая, положительная, отрицательная и их дисконтированные варианты, средневзвешенные по времени значения, с учетом обеспечения и маржирования, величины полученного и предоставленного обеспечения).  Чувствительности первого и второго порядков для сделки/сделок контрагента в расчете и их CVA-аналоги. |
| Тест 6.1.5 – Описание параметров | Все параметры обоснованы и документированы. |
| Тест 6.1.6 – Соответствие реальной процедуре расчета | Не оценивается  В связи с отсутствием доступа к исходному коду модели, полностью подтвердить соответствие документации процедуре расчета не представляется возможным, по этой причине финальный светофор не выставляется. |
| Тест 6.1.7 – Описание предположений и экпертных оценок | Не используются |
| Тест 6.1.8 – Описание зон риска модели | Эффективность модели может оказаться ниже ожидаемой при определённых обстоятельствах, возникновение которых вероятно в процессе применения модели. Информация об этом зафиксирована в комментариях на странице:  <https://confluence.sberbank.ru/display/RISKIT/Modelling> |
| Блок тестов 6.2 – Качество данных | Тест 6.2.1 – Очистка данных | Не оценивается  В отношении рыночных данных, используемых в том числе и в целях калибровки, на ежемесячной основе проводится IPV процедура. Этот процесс гарантирует согласованность используемых рыночных данных с независимыми рыночными источниками для целей финансовой отчетности. В случае недостатков по части качества рыночных данных Центр независимой верификации цен рассчитывает соответствующие поправки в соответствии с Методикой независимой верификации цен (№3683) |
| Тест 6.2.2 – Правила контроля качества данных |
| Тест 6.2.3 – Корректность данных, использованных при разработке |
| Тест 6.2.4 – Аномалии в данных |
| Блок тестов 6.3 – Анализ подхода к моделированию | Тест 6.3.1 – Выбор подхода | Для некоторых риск-факторов используются упрощенные модели динамики и ограниченный объем рыночных данных для калибровки. |
| Тест 6.3.2 – Выбор факторов | В модели рассматриваются все необходимые для расчета риск-факторы. |
| Тест 6.3.3 – Уровень сложности модели | Уровень сложности модели оправдан. |
| Тест 6.3.4 – Использование вспомогательных моделей | Не оценивается, поскольку вспомогательные модели не используются |
| Тест 6.3.5 – Интерпретируемость результатов модели | Результаты работы модели полностью соответствуют предъявляемым требованиям. Однако на данный момент не существует возможность выгрузки значений каждой траектории симуляции, в том числе для построения риск-профиля PFE. |
| Тест 6.3.6 – Гибкость модели | Модель калибруется на рыночных данных при каждом рассчете на новую дату. Помимо этого существует возможность увеличения горизонта симуляций, а также их количества. |
| Тест 6.3.7 – Реализация доработок | В случае обнаружения багов кейсы были оперативно проработаны и внедрены в модель. |
| Блок тестов 6.4 – Соответствие регуляторным требованиям | Тест 6.4.1 – Соответствие требованиям и рекомендациям ЦБ РФ | Соответствует |
| Тест 6.4.2 – Соответствие рекомендациям Базель II и Базель III |
| Тест 6.4.3 – Соответствие требованиям иностранных регуляторов. |
|  | Тест 6.5.1 – Техническая реализация | Настоящий тест не может быть проведен в связи с отсутствием доступа к коду модели. |
|  | 6.6 – Корректность использования в бизнес-процессах | Пункты 6.6.1 – 6.1.8 не подтверждены.  Модель корректно используется в целевых бизнес-процессах Банка. |

# Количественный анализ

В ходе количественного анализа были проведены тесты, оценивающие корректность расчета показателя CVA.

***Следующие тесты были проведены:***

*Тест 7.1.1 — Анализ риск-профиля продукта*

Pассматривается EPE вместо PFE по причине отсутствия технической возможности на момент проведения валидации и проверяется, что в моменты выплат и структурных сдвигов происходят объяснимые с точки зрения бизнес-логики изменения в профиле EPE.

*Тест 7.2.1 — Реакция на изменение рыночных факторов*

*Тест 7.2.2 — Реакция на изменение параметров сделки*

*Тест 7.2.3 — Реакция на изменение кредитного качества*

*Тест 7.3.2 — Анализ чувствительности модели к выбору количества симуляций*

*Тест 7.4.1 – Проверка правил nettings*

*Тест 7.4.2 – Реакция на изменения параметров для вычисления Collateral*

Тесты 7.1.2 «Корректность определения цены продукта» и 7.3.1 «Чувствительность модели к выбору сетки разбиения временной шкалы» не были проведены по причине отсутствия технической возможности на момент проведения валидации.

Детали тестов см. методике (Приложение 2, пункт 3).

Результаты валидации см. в Таблице ниже:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тест/Типология | IRS | CIRS | Vanilla IR opt | Barrier IR opt | FX Fwd | FX opt | Repo/MM |
| Тест 7.1.1 |  |  |  |  |  |  |  |
| Тест 7.2.1 |  |  |  |  |  |  |  |
| Тест 7.2.2 |  |  |  |  |  |  |  |
| Тест 7.2.3 |  |  |  |  |  |  |  |
| Тест 7.3.2 |  |  |  |  |  |  |  |
| Тест 7.4.1 |  |  |  |  |  |  |  |
| Тест 7.4.2 |  |  |  |  |  |  |  |
| Итоговая оценка |  |  |  |  |  |  |  |

Детали см. в приложенных файлах:



# Приложение 1. Список терминов и определений

* Банк – ПАО Сбербанк;
* Валидация — подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или приме-нения модели рисков, выполнены;
* Выборка — массив данных, полученных из внутренних баз данных и иных источников, в соответствии с бизнес-требованиями разработчика;
* Группа – Банк, его дочерние банки и филиалы кредитных организаций, расположенные за рубежом, ЗАО «Сбербанк КИБ» (включая дочерние общества) и ЗАО «Сбербанк Лизинг» (включая дочерние общества), другие дочерние общества.

# Приложение 2. Список использованных сокращений

* BT – backtest;
* CVA – credit valuation adjustment;
* ECAP – economical capital;
* FX – foreign exchange;
* IPV – independent price valuation;
* IR – interest rate;
* IRS – interest rate swap;
* PnL – profit and loss;
* WWR – wrong way risk;
* ВНД – внутренний нормативный документ;
* КРР – комитет по рыночным рискам Группы;
* МСФО – международные стандарты финансовой отчетности;
* ОРД – организационно-распорядительный документ;
* РСБУ – российские стандарты бухгалтерского учета;
* ЦБ – центральный банк Российской Федерации.

# Приложение 3. Перечень ссылочных документов

1. Сборник методик моделирования метрик рыночного и контрагентского кредитного рисков №4435-3 от 07.11.2017;
2. Распоряжение старшего управляющего директора – директора Департамента рисков CIB об утверждении профилей расчета CVA.
3. Сборник методик валидации моделей и процессов. Часть XX. Методика валидации моделей расчета метрики CVA для производных финансовых инструментов.

1. Supported trade type (поддерживаемые типы сделок):

   1. IRS (interest rate swap) – своп на процентную ставку,
   2. CIRS (cross-currency interest rate swap) – валютно-процентный своп,
   3. Caps/Floors vanilla – опцион колл/пут на процентную ставку,
   4. Caps/Floors barrier – барьерный опцион колл/пут на процентную ставку,
   5. FX fwd (foreign exchange forward) – валютный форвард,
   6. FX options (foreign exchange option) – валютный опцион,
   7. Repo/MM (repo/money market) – репо/кредиты.

   [↑](#footnote-ref-1)
2. Risk Factor Model (модель динамики риск-фактора):

   Intetest rate - HW1F (aka LGM1F, Hull-White 1-Factor model) – однофакторная модель динамики Халла-Уайта для процентной ставки.

   Interest rate basis, Correlations, Credit - Deterministic – константная модель для процентного базиса, корреляции и кредитного спреда. Предполагается, что риск-фактор равен константе, заданной вначале, и не изменяется в течение периода до конца срока жизни сделки.

   Fx Black – модель динамики валютной ставки GBM (Geometric Brownian Motion), геометрическое броуновское движение, согласно модели Блэка для прайсинга опционов.

   DupireLocalVolatility – модель динамики цены акции с непостоянной по времени волатильностью цены акции, согласно Модели локальной волатильности Дюпира для прайсинга опционов.

   CommoditySpotCheyette1F – модель динамики цены товарного фьючерса, согласно однофакторной модели Шиета для прайсинга опционов. [↑](#footnote-ref-2)
3. Качественный анализ проводился для модели в целом, поскольку методология описывает метод моделирования для каждого из риск-факторов, его калибровку и расчет Exposure для всех рассматриваемых продуктов. [↑](#footnote-ref-3)