

Практический опыт имитационного моделирования в банке

Илья Виниченко

**Идея**

Имитационное моделирование - универсальный метод оценки финансовых рисков. Если взглянуть шире, имитационное моделирование можно рассматривать в качестве универсального способа оценки неопределенности.

Возьмем классическую парадигму управления финансами. На этапе анализа рисков финансовые институты нередко применяют самые современные модели и насыщенные математикой методы. Как правило, результатом такой работы становится некоторая система лимитов. В тоже время, смеем так думать, на этапе принятия решений (не только стратегических) топ-менеджмент часто руководствуется простыми аналитическими моделями, например: «чтобы увеличить прибыль, следует увеличить кредитный портфель», «стоимость привлеченных ресурсов можно понизить, уменьшая ставки по вкладам» и др.

Оставляя в стороне вопрос адекватности описания рынка сложными математическими и простыми ментальными моделями, обратим внимание на методологический разрыв между ограничением рисков через расчетные лимиты, с одной стороны, и логикой здравого смысла топ-менеджера -- с другой. Топ-менеджер объективно склонен воспринимать подразделение риск-менеджмента как «черный ящик», на выходе которого -- отчеты и лимиты, полученные непонятным ему образом. Более того, топ-менеджер более склонен доверять своей логике здравого смысла. Таким образом, практический эффект применения наукоемких методов оценки рисков зачастую оказывается близким к нулю.

Каким образом можно устранить такое методологическое несоответствие? Наш ответ на этот вопрос -- сделать топ-менеджера участником процесса оценки рисков и дать ему лучший способ работы с неопределенностью, чем голая логика здравого смысла. Как такое возможно? Опишем далее, каким нам видится альтернативный подход.

Оценка неопределенности вообще и финансовых рисков в частности производится на основе сценарного имитационного моделирования. По определению, имитационная модель должна максимально адекватно отражать

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке логику функционирования объекта моделирования (в нашем случае -- банка). Такая методология в силу своей прозрачности легко принимается топ-менеджментом. Однако, этого недостаточно. Мы должны сформировать систему исходных предположений в виде набора нескольких сценариев. Причем на этапе построения сценариев логика здравого смысла топ-менеджера не только не мешает, но и оказывается весьма кстати.

Итак, теперь весь процесс суть повторяющаяся процедура формирования и/или модификации сценариев (совместно с топ-менеджментом), прогонки этих сценариев на имитационных моделях и представления результатов моделирования топ-менеджменту. Все это в комплексе мы называем сценарным анализом. О механизме принятия управленческих решений по результатам сценарного анализа поговорим в конце.

### **Задача**

Имея ввиду новую парадигму работы с неопределенностью, Казначейство Импэксбанка совместно с руководством банка поставили вполне конкретную задачу - сделать методологию сценарного имитационного моделирования частью процесса принятия стратегических финансовых решений. Эта задача была разбита на два этапа:

- разработка имитационной модели банка;
- организация процесса построения/изменения сценариев.

### **Необходимые условия**

Существует ряд необходимых условий, без которых сформулированная выше задача вряд ли может быть решена.

**Налаженный управленческий учет.** Эта тема достойна отдельной статьи. Во избежание неоднозначного толкования сформулируем наше понимание термина «управленческий учет» --отражение финансовых и хозяйственных операций организации исходя из их реального экономического смысла. Хотя этот принцип постулируется Центральным банком даже для действующих правил бухгалтерского учета (см. п.1.12.8 «Приоритет содержания над формой» в «Правилах ведения бухгалтерского учета в кредитных организациях» от 18 июня 1997 г. № 61), объективно любой нормативный учет ведется с другими приоритетами. Так будет всегда, пока существуют налоги и ограничения регулирующих органов. По нашему твердому мнению, никакой нормативный учет (в том числе учет по МСФО) не может рассматриваться в качестве информационной основы управленческих решений.

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке

Чтобы уменьшить искажения экономического смысла при их отражении в регистрах учета, банк вынужден вести параллельный управленческий учет. С целью сокращения дополнительных трудозатрат учет может вестись с минимально достаточной степенью детализации или, в худшем случае, путем преобразования нормативного бухгалтерского баланса и регистров учета. В последнем варианте предметом особой заботы должна стать сопоставимость управленческих балансов на разные даты между собой.

**Технологическая готовность.** Использование имитационных моделей на регулярной основе предполагает высокую степень автоматизации процесса сбора первичной аналитической информации. В идеале должна быть возможность загрузки в модель всех транзакций по счетам управленческого учета, включая, как минимум, информацию о дате валютирования, дате погашения, валюте, ставке и сумме.

**Высокий статус риск-менеджеров в банке.** Без выполнения этого условия циклы согласования сценариев будут затягиваться на неопределенное время, а логика здравого смысла топ-менеджера будет теряться на этапе передачи по иерархии управленцев по принципу испорченного телефона. Впрочем, в тех банках, где существуют структурные подразделения, отвечающие за финансовые риски, обычно их статус достаточно высок.

## **Инструмент**

Нам не удалось найти упоминания о каком-либо специальном ПО для имитационного моделирования в сфере финансов от независимого разработчика. По нашей информации, некоторые средние и крупные зарубежные банки имеют в своем составе специальные структурные подразделения, основной задачей которых является построение имитационных моделей и которые в качестве инструментария, как правило, используют универсальные языки программирования высокого уровня типа C++. Пойти по такому пути мы не могли в силу ограниченности людских и материальных ресурсов, и использование какого-либо универсального пакета имитационного моделирования показалось нам разумной альтернативой. Мы производили выбор инструментария параллельно с разработкой самой модели.

На первом этапе инструментарием разработки модели стал Powersim Constructor 2.51 (достаточно старая версия) компании Powersim ([www.powersim.com](http://www.powersim.com)). Хотя Powersim является, по мнению многих, лучшим инструментарием моделирования в методологии системной динамики, быстро выяснились серьезные технические недостатки, присущие этой версии продукта:

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке

- строго плоская модель (невозможно построить иерархическую модель);
- отсутствие интерфейса баз данных (только DDE-интерфейс, обмен данными с Excel);
- отсутствие процедурного языка программирования для описания сложной логики (хотя есть непроцедурный язык с богатым набором функций);
- жесткие ограничения на количество переменных в модели при использовании функций задержки на большое количество шагов модельного времени (указанная версия продукта является 16-разрядной).

При таких ограничениях крайне затруднительно создавать большие и сложные модели. Справедливости ради, отметим несомненные достоинства этого продукта:

- простота использования;
- допускаются многомерные потоки и переменные модели (мы использовали максимум четырехмерные потоки и переменные);
- в многомерных структурах данных допустимы символьные индексы.

Компания Powersim планировала на начало 2003 г. выпуск своего нового продукта Powersim Studio 2003, в котором устранены все перечисленные выше недостатки версии 2.51. Однако у нас не было возможности ждать так долго, обновление продукта было бы очень дорогим, и, самое главное, оставались недостатки самой методологии системной динамики: потоки и уровни не позволяют адекватно описывать логику функционирования сложных объектов, данная методология плохо подходит для моделей с дискретным временем. Было принято решение искать другой инструментарий. Время, потраченное на Powersim, не прошло впустую -- теперь мы точно знали, что нам нужно.

Итак, необходимые (но не достаточные!) качества инструментария для нашей задачи:

- наличие ODBC-интерфейса к базам данных;
- возможность создания моделей с процедурной логикой (или, что тоже самое, связь с языком программирования высокого уровня);
- иерархия визуального и логического представлений модели;
- возможность создания календарей (с выходными днями, праздниками и произвольными событиями);
- возможность использования многомерных структур данных с символьными индексами.

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке

В качестве альтернативы всерьез рассматривался MATLAB 6.1 (с модулем Simulink) компании MathWorks ([www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)). Это очень развитый продукт, соответствующий почти всем нашим требованиям. Однако пристальное изучение его возможностей выявило одно неприемлемое для нас ограничение: выходной сигнал любого из блоков модели Simulink не может иметь размерность выше двух.

Дальнейший поиск подходящего программного обеспечения проводился с помощью обзора ПО для имитационного моделирования на сайте *Operational Research / Management Science Today* (см. <http://www.lionhrtpub.com/orms/surveys/Simulation/Simulation.html>).

В конечном итоге мы остановили свой выбор на универсальном пакете имитационного моделирования AnyLogic 4.1 российской компании XJ Technologies ([www.xjtek.com](http://www.xjtek.com)). В AnyLogic представление модели является визуальным и иерархическим. Простой графический язык моделирования (основанный на UML-RT) оперирует понятиями объектов и связей между ними -- дискретными (отправка сообщений произвольной структуры) и непрерывными (отслеживание показателей). Для описания сложного поведения пользователь может использовать графические диаграммы переходов и состояний. Такие диаграммы позволяют визуальное проектировать сложные бизнес-процессы и многошаговые действия с альтернативами.

Описание поведения объектов производится с помощью фрагментов кода на языке Java: пользователю необходимо определить существенный код действий в специальных полях свойств элементов объектов, а весь рутинный код генерируется пакетом автоматически. Все возможности языка Java доступны при разработке моделей. Это касается и организации доступа к базам данных. Когда базовых возможностей AnyLogic недостаточно (в нашем случае -- многомерные массивы и календари), разработчик модели может использовать Java для создания дополнительных классов.

При разработке моделей, подобных нашей, не удастся обойтись без процедурной логики и, как следствие, написания значительного объема программного кода. Доля программирования в нашем случае составила 80% общих трудозатрат на разработку модели. Возникает законный вопрос: «А стоит ли овчинка выделки?» Может, лучше использовать универсальные системы программирования? На наш взгляд, AnyLogic (или аналогичный продукт) существенно снижает трудоемкость разработки модели по сравнению с универсальными системами разработки программного обеспечения, поскольку предоставляет в готовом виде:

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке

- визуальный язык проектирования модели;
- ядро моделирования -- планировщик событий, механизм обмена и распределения сообщений в соответствии с графическими связями;
- средства представления результатов моделирования -- графики, сбор статистики, анимация;
- средства инспекции модели -- отображение всех имеющихся в системе объектов, информации о состояниях объектов, параметров и переменных;
- численные методы решения систем дифференциальных уравнений;
- классы распределений случайных величин;
- библиотеки блоков, аналогичных MATLAB/Simulink.

Перечисленные возможности в комплексе позволяют разработчику не тратить время на базовые функции, а сосредоточиться на логике имитационной модели.

## **Модель**

Разработанная нами модель S-Bank в настоящий момент может быть классифицирована как дискретная динамическая детерминированная имитационная модель банка. Впоследствии мы планируем добавить стохастические возможности для моделирования неопределенности внешних факторов. Однако в фокусе нашей работы находится процесс принятия решений в условиях нестохастической неопределенности, т. е. нам неизвестны вероятностные характеристики случайных факторов. Кроме того, даже одна задача стохастического моделирования движения кривой доходности или движения курсов валют является темой, достойной отдельного глубокого изучения. Мы полагаем, что сценарный подход к оценке случайных факторов наиболее адекватен условиям нестохастической неопределенности и будущие стохастические возможности модели будут иметь ограниченное применение.

Как любая имитационная модель, S-Bank воспроизводит логику функционирования исследуемой системы. В нашем случае такой системой является банк, а точнее -- совокупность его требований и обязательств. Ядром модели является набор счетов учета, объединенных в Главную книгу. В свою очередь, счет объединяет однородные требования или обязательства с выбранным уровнем детализации. По сути, это счета управленческого учета, агрегированные до выбранного уровня детализации. Кроме текущего остатка, счет «помнит» различные параметры и непогашенные транзакции. Например, счет «Коммерческие кредиты» может хранить информацию об остатке в разрезе валют, сроков и величины сумм

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке транзакций; ставки в начале и конце периода моделирования; нормы создания резервов на возможные потери по ссудам в начале и конце периода; структуру вновь выдаваемых кредитов по срокам; транзакции, соответствующие ранее выданным, но еще непогашенным кредитам, и другую полезную информацию.

Счета создаются динамически на этапе инициализации модели в том количестве и с теми параметрами, которые определены в системе исходных предположений. Сама модель инвариантна относительно исходных предположений, как оно и должно быть. Состояние моделируемой системы -- совокупность информации на счетах, а способ представления ее движения -- транзакция. Помимо счетов, другими важными частями модели являются «Бэк-офис», «Фронт-офис», «Аудит», «Рынок», «Таймер» (см. рис. 1 и табл. 1).

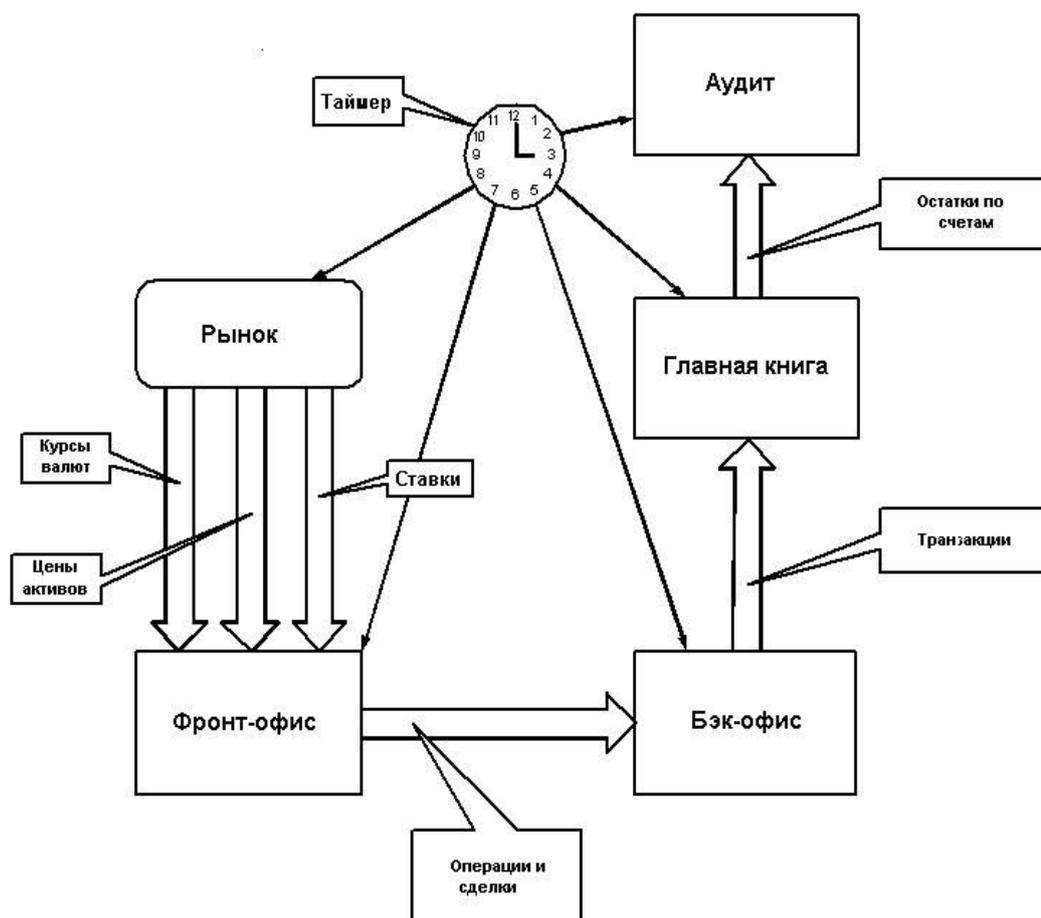


Рис. 1.

Табл. 1

Объект верхнего уровня модели	Основные функции
-------------------------------	------------------

Главная книга	Содержит все счета с информацией об обязательствах и требованиях
Бэк-офис	Переоценка счетов при изменении курсов валют по отношению к базовой валюте. Совершение транзакций по счетам на основании операций фронт-офиса. Расчет вноса в фонд обязательных резервов (ФОР) в даты регулирования ФОР и совершение необходимых транзакций. Расчет и формирование резервов на возможные потери. Начисление процентов по счетам
Фронт-офис	Совершение операций с клиентами банка
Аудит	Проверка сходимости баланса и заданных ограничений
Рынок	Формирование кривой доходности и курсов валют
Таймер	Управление последовательностью действий объектов модели, синхронизация, формирование календарных дат

### Система исходных предположений

Система исходных предположений содержит сведения о внутренних и внешних факторах по каждому из сценариев. Внешние факторы -- это валютные курсы, процентные ставки и их динамика. Динамика валютных курсов задается линейно, но для целей стресс-тестирования предусмотрена возможность моделирования скачкообразного изменения курсов. В случае процентных ставок возможно задействовать один из двух методов:

- линейно изменяющиеся ставки по каждому счету в отдельности;
- единая кривая доходности и спрэд в сочетании с индивидуальными для каждого счета коэффициентами масштабирования кривой доходности.

Стресс-тестирование может проводиться добавлением скачкообразного изменения кривой доходности в заданном периоде времени. Таким образом, стресс-тестирование возможно только при втором методе.

Приведем описание объектов системы исходных предположений с указанием наиболее существенных свойств. Этот список дает представление о возможностях самой модели и в какой-то степени раскрывает ее логику:

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке

- параметры (даты начала и конца периода моделирования, признак использования линейно изменяющихся средних ставок по финансовым инструментам вместо масштабированной кривой доходности, коды базовой и национальной валюты, счета отражения начисленных процентов к получению и уплате, счет денежных средств, счет финансового результата, счет открытой валютной позиции, счет фонда обязательного резервирования, счет резервов на возможные потери, счет регулирования баланса -- для обеспечения принципа равенства активов и пассивов);
- календари (даты регулирования ФОР и сохранения результатов);
- валюты -- RUR, USD, EUR (базовые курс и спрэд, дрейфы базового курса и спреда, лимиты короткой и длинной ОВП, норма отчислений в ФОР – стандартная и для депозитов физических лиц);
- счета -- по каждой валюте и по срокам (остаток, целевое значение остатка -- через годовой индекс изменения, средние ставки по данному финансовому инструменту в данной валюте на начало и конец периода моделирования, коэффициент масштабирования кривой доходности, нормы создания резерва на возможные потери на начало и конец периода моделирования);
- главная книга -- по каждому из счетов (признаки деления остатка счета по величине транзакции и срокам привлечения/размещения, признак участия в расчете ФОР, признак счетов физических лиц, признак формирования резерва на возможные потери, признаки подверженности кредитному стрессу и стрессу депозитов физических лиц, описание счета);
- ставки -- в каждой из валют (группа ставок -- базовая, дрейф базовой, спрэд, дрейф спреда, стресс; срок; ставка);
- структуры по срокам привлечения/размещения -- по каждому из счетов, в каждой из валют (срок, доля);
- стрессы (вид стресса -- кредитный, курсовой, депозитный, процентный; даты начала и конца; распространение -- доля портфеля, подверженная негативному фактору; интенсивность негативного фактора);
- будущие операции (информация о будущих операциях по счетам);
- непогашенные транзакции (информация об операциях со сроком погашения после начала периода моделирования).

Отсюда понятно, что есть разумные пределы усложнению модели. С какого-то момента система исходных предположений становится слишком громоздкой, внутренние взаимосвязи все менее очевидными, а качество первичной информации все более критичным. Полагаем, что мы выбрали наиболее удобную для нашей

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке задачи степень детализации и дальнейшее развитие сценарного анализа будет идти почти без усложнения модели (см. разд. «Что дальше?»).

Загрузка системы исходных предположений производится из базы данных через ODBC-интерфейс. В этой процедуре есть некоторые тонкости. Например, после загрузки остатков и параметров счетов производится загрузка непогашенных транзакций по этим счетам, и остатки, изначально классифицированные как бессрочные, распределяются по своего рода субсчетам с соответствующими сроками привлечения/размещения. Благодаря этой простой процедуре модель способна работать с неполной информацией. Минимально необходимый объем исходного массива данных управленческого учета -- баланс управленческого учета на дату начала периода моделирования.

## Сценарии

В контексте данной работы под сценарием понимается набор предположений о будущей динамике состояния банка и внешней среды. Речь идет о построенных вручную сценариях с конкретным смысловым содержанием, а не о технических сценариях, формирующихся случайным образом. Система исходных предположений может содержать произвольное количество таких сценариев.

Имеет смысл уделить максимум внимания формированию возможных сценариев. От того, насколько осмысленно и ответственно выполнен этот этап работы, во многом зависит эффективность и полезность всего сценарного анализа в целом. По нашему мнению, нет особого смысла представлять в результатах моделирования более трех сценариев. Как правило, мы формируем стандартный сценарий, в который закладываем наиболее вероятное (ожидаемое) развитие событий. В дополнение к стандартному, в зависимости от потребностей в данный момент, мы составляем еще один или два сценария. Каждый из сценариев содержит полный набор объектов системы исходных предположений (см. разд. «Система исходных предположений»).

Для задачи стресс-тестирования и для построения Contingency Funding Plan (план действий в чрезвычайной ситуации нарушения ликвидности) может понадобиться особый, кризисный сценарий. На этот случай в модели предусмотрены специальные возможности (см. табл. 2).

Табл. 2

Вид стресса	Возможная ситуация	Способ моделирования
-------------	--------------------	----------------------

Курсовой	Резкая девальвация рубля	Линейная динамика базового курса и спреда плюс мгновенное смещение курса и спреда в период действия стресса
Процентный	Ускорение инфляции. Системный банковский кризис	Линейная динамика ставок и спреда плюс мгновенное смещение ставок и спреда (в обоих случаях независимо для каждого стандартного срока на кривой доходности) в период действия стресса
Депозитный	Кризис доверия	Ежедневное изъятие определенной доли средств с определенных депозитных счетов в период действия стресса
Кредитный	Кризис доверия. Экономический кризис. Резкая девальвация рубля	Задержка погашения определенной доли выданных кредитов на определенное количество дней в период действия стресса

В любом из сценариев возможно использовать произвольную комбинацию из перечисленных в табл. 2 видов стрессов.

## Результаты

В зависимости от требований заказчика сценарного анализа и качества первичной информации, заложенной в системе исходных предположений, результаты могут быть представлены прогнозным балансом, отчетом о прибылях и убытках или прогнозным балансом с разбивкой по срокам размещения/привлечения. Разумеется, результирующие финансовые отчеты следует рассматривать с точки зрения управленческого учета. Неотъемлемой частью отчета о сценарном анализе является пояснительная записка, в которой в доступной форме изложены основные исходные предположения и приводится анализ результатов -- наиболее значительные изменения структуры активов и пассивов, доходности активов и стоимости пассивов, оценивается финансовый результат, анализируется устойчивость к стрессам и т. д.

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке

Все результаты сохраняются в ODBC-совместимой базе данных, и для их оформления можно воспользоваться любым из множества имеющихся инструментов (Excel, Access, Crystal Reports и т. д.).

### Что дальше?

В настоящее время мы совершенствуем модель, добавляя возможность моделирования случайных внешних факторов, дополнительные рыночные индикаторы в блок «Рынок» и автоматическое сохранение результатов многократных прогонов модели при использовании случайных внешних факторов.

В то же время, говоря о развитии, мы имеем ввиду не столько техническое совершенствование модели, сколько расширение круга задач, при решении которых мы намерены применять сценарный анализ и имитационную модель:

- построение и тестирование Contingency Funding Plan;
- стресс-тестирование;
- оценка процентного риска;
- оценка достаточности капитала;
- управление ликвидностью.

### Идея. Часть вторая

И все же мы начинали с рассуждений о классической и альтернативной парадигме **управления**, а предлагаем лишь другой подход к **оценке неопределенности**. Где же управляющее воздействие? По нашему мнению, на смену прямому вмешательству топ-менеджеров в работу подразделений банка, бюджетированию и принципу «план-факт» должен прийти принципиально другой механизм управляющих воздействий -- «сценарий-режим». Предложенный подход к оценке неопределенности -- важный элемент альтернативной парадигмы управления.

Механизм принятия решений в системе «сценарий-режим» может выглядеть следующим образом:

- риск-менеджеры совместно с руководством банка формируют несколько наиболее вероятных сценариев внешних рынков, сценарий системного банковского кризиса и сценарий кризиса доверия;
- руководство банка, риск-менеджеры и линейные подразделения совместно определяют режимы как набор ограничений на деятельность подразделений для каждого из сценариев;

И.Виниченко. Практический опыт имитационного моделирования в банке

- специальная система мониторинга событий и рынков настраивается на выдачу ранних предупреждений о возникновении этих сценариев;
- при получении предупреждения о возникновении сценария руководство банка после консультаций с риск-менеджерами и руководителями линейных подразделений принимает решение о переводе банка (или отдельных подразделений) на другой режим работы.

Таким образом руководство получит эффективный и безынерционный механизм управления банком, а линейные подразделения получат необходимую самостоятельность и возможности для эффективного использования своих преимуществ и специфических знаний.

**Об авторе:**

**Виниченко Илья Николаевич** -- экономист отдела по управлению финансовыми рисками Казначейства Импэксбанка.