

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНДИКАТОРОВ ФИНАНСОВОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ДАННЫХ

**А. А. Пестова,**

кандидат экономических наук, руководитель группы макрофинансовых исследований Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП); старший научный сотрудник лаборатории анализа и прогноза экономических процессов Центра фундаментальных исследований Национального исследовательского университета – Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ), Москва; e-mail: [annapestova@gmail.com](mailto:annapestova@gmail.com)

**В. А. Панкова,**

эксперт ЦМАКП; стажер-исследователь, Центр фундаментальных исследований НИУ ВШЭ, Москва; e-mail: [vrankova@forecast.ru](mailto:vrankova@forecast.ru)

**Р. Р. Ахметов,**

эксперт ЦМАКП; стажер-исследователь, Центр фундаментальных исследований НИУ ВШЭ, Москва; e-mail: [rakhmetov@forecast.ru](mailto:rakhmetov@forecast.ru)

**И. О. Голощапова,**

аспирант, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва; e-mail: [igoloshchapova@forecast.ru](mailto:igoloshchapova@forecast.ru)

В работе предложена система индикаторов финансовой нестабильности для России на основе высокочастотных данных. В отличие от существующих исследований по разработке индикаторов финансовой нестабильности данное исследование выявляет нестабильность не на отдельных сегментах финансовых рынков, а по видам финансовых рисков (кредитный, ликвидности, валютный, процентный, риск приостановки внешнего финансирования). С помощью сводного индикатора системного риска мы идентифицируем кризисные события на финансовых рынках России в 2008–2009 и в 2014–2015 гг., вызванные совокупностью негативного влияния внешних шоков и ухудшением внутренней макроэкономической ситуации. Кроме того, была подтверждена гипотеза о сонаправленности динамики различных финансовых рисков в России.

In this paper we propose a system of financial stress indicators for Russia based on high frequency data. Unlike previous studies, we identify financial instability for different types of financial risks (credit, liquidity, currency, interest rate, external finance risk), not for different segments of financial market. With constructed composite indicator of systemic risk at hand, we identify crisis events in the Russian financial market in 2008–2009 and in 2014–2015, which were caused by both the negative impact of external financial shocks and the deterioration of domestic macroeconomic conditions. In addition, we find strong evidence in favor of different types of financial risks co-movement.

**Ключевые слова:** индикаторы финансовой нестабильности; финансовый стресс; риск ликвидности; валютный риск; кредитный риск; процентный риск; риск приостановки внешнего финансирования; метод главных компонент.

**Key words:** composite index of financial stress; financial instability; liquidity risk; currency risk; credit risk; interest rate risk; risk of sudden stop of external funding; principal component analysis.

УДК 336.7; JEL G01, F31, G15

**И**ндикаторы финансовой нестабильности (финансового стресса) позволяют осуществлять мониторинг рисков финансовой системы и помогают в принятии решений для предупреждения негативных последствий шоков. В связи с этим данный инструмент стал активно внедряться в практику центральных банков США и европейских стран в 2000–2010 годах.

В исследовании разработаны частные индикаторы отдельных видов финансовых рисков и сводный индикатор финансовой нестабильности для России на основе подневных данных. В отличие от существующих исследований по разработке индикаторов финансовой нестабильности данное исследование выявляет нестабильность не на отдельных сегментах финансовых рынков (рынок акций, облигаций, денежный рынок и др.), а по видам финансовых рисков. В част-

ности, были рассмотрены следующие финансовые риски: ликвидности, валютный, кредитный, процентный и риск приостановки внешнего финансирования.

Для того чтобы обобщить показания отдельных индикаторов рисков в единое суждение об уровне финансового стресса, был предложен метод иерархического агрегирования: индикаторы отдельных финансовых рисков сводятся из частных показателей, а затем сами агрегируются в сводный индекс финансовой нестабильности. На обоих этапах агрегирование осуществляется при помощи метода главных компонент. Агрегирование частных сигналов в сводные индексы позволяет судить об общем уровне финансовых рисков, игнорируя идиосинкратические возмущения отдельных показателей и фокусируясь только на тех сигналах, которые подаются синхронно множеством индикаторов.

С помощью полученных индикаторов отдельных рисков и сводного индикатора финансовой нестабильности нам удалось выявить кризисные события на финансовых рынках России в 2008–2009 и в 2014–2015 гг., а также определить эпизоды существенного роста отдельных видов рисков в период 2008–2016 годов.

## Обзор литературы

**Эволюция индексов финансовой нестабильности.** Ранние работы по индикаторам финансовой нестабильности анализировали отдельные переменные, отражающие ситуацию в финансовом секторе. Например, в работах [1], [2] авторы предпринимали попытки описать финансовую нестабильность наклоном кривой доходности. В статье [3] оценивалось влияние отдельных финансовых переменных на вероятность рецессии в будущем, однако авторы не агрегировали эти переменные в единый индикатор финансовой нестабильности. Недостаток использования отдельных индексов состоит в том, что они учитывают только определенный сегмент финансового сектора и не оценивают положение финансового сектора в целом. В связи с этим стали разрабатываться комплексные индексы финансового стресса.

Интегральный индекс финансового стресса был разработан Банком Канады [4]. Позднее региональные подразделения ФРС США предложили собственные индексы финансовых условий (*financial conditions index*): *the Chicago Federal Reserve Bank's (NFCI)* в 2006 г., *the Kansas city Federal Reserve Bank's (KCF-SI)* в 2009 г., *the St. Louis Federal Reserve Bank's FSI (STLFSI)* в 2010 г., *the Cleveland Federal Reserve Bank's FSI (CFSI)* в 2011 г. [5], [6], [7].

Широкое распространение индексы финансовой нестабильности получили после кризиса 2008–2009 гг. как инструмент, позволяющий осуществлять мониторинг финансовой системы и помогающий вырабатывать решения для предупреждения негативных последствий шоков. Индексы финансового стресса стали активно разрабатываться в европейских странах: Швеции [8], Венгрии [9], Португалии [10], Финляндии [11], а также в России [12].

**Частные показатели финансовой нестабильности и методы построения сводных индикаторов финансового стресса.** Как правило, при построении сводных индексов финансовой нестабильности частные индикаторы подразделяются на отдельные группы в зависимости от принадлежности к тому или иному сегменту финансового рынка. По каждой из групп строится субиндекс, затем субиндексы агрегируются в сводный индикатор финансовой нестабильности.

Особое внимание в работах, посвященных построению индикаторов финансовой стабильности, уделяется методу агрегирования частных индикаторов в сводный индекс. К основным методам агрегирования можно отнести следующие.

**Первое.** Взвешивание частных индикаторов на основе метода эквивалентности дисперсий (*variance-equal weighting*) [13], [14]. Данный метод подразумевает двухэтапную процедуру. На первом шаге производится взвешивание каждой из переменных, входящих в субиндексы отдельных рынков, с учетом ее дисперсии.

Субиндекс рынка рассчитывается как среднее арифметическое входящих в его состав показателей. На втором шаге субиндексы рынков сводятся в итоговый индекс финансовой нестабильности также с равными весами.

**Второе.** Метод главных компонент – непараметрический метод сжатия размерности пространства данных на основе выявления общей для рядов вариации [15]. Данный метод агрегирует исходные данные и обеспечивает переход к такой линейной комбинации исходных рядов, которая придает наибольший вес скоррелированным признакам. Другими словами, применение метода главных компонент позволяет абстрагироваться от идиосинкратической вариации (придать ей наименьший вес) в исходных показателях и сосредоточиться на той части общей динамики признаков, которая в данном методе трактуется как систематическая, или отражающая системный финансовый риск. Данный метод является наиболее популярным из тех, которые применяются при построении сводных индикаторов нестабильности, благодаря простоте реализации и адекватности получаемых результатов. Ранее этот метод использовался для разработки индикаторов финансовой нестабильности в Канаде, США и в ряде развивающихся экономик [16], [17].

**Третье.** Метод агрегирования на основе портфельной теории (*portfolio theoretic aggregation*) [9], [18] заключается в том, что индексы по секторам финансового рынка агрегируются в сводный индикатор финансовой нестабильности по формуле:

$$SWFSI_t = (x_t s) C_t (x_t s)',$$

где  $x_t$  – вектор индикаторов отдельных сегментов финансового рынка;  $s$  – веса соответствующих индикаторов;  $C_t$  – матрица изменяющихся во времени кросс-корреляций секторов финансового рынка

Основным преимуществом получения сводного индекса на основе портфельной теории по сравнению с другими методами агрегирования является то, что он позволяет учесть сонаправленность изменений частных индикаторов, присваивая более высокое значение итоговому индексу нестабильности при одновременном ухудшении нескольких субиндексов.

## Методология

**Общий алгоритм.** В данном разделе мы характеризуем методологию построения сводных индикаторов отдельных видов финансовых рисков и сводного индикатора финансовой нестабильности на основе высокочастотных подневных данных информационных систем Bloomberg, Reuters и других источников данных<sup>1</sup>.

В качестве индикаторов финансовых рисков<sup>2</sup> мы используем сводные индикаторы – взвешенные индексы цен финансовых активов или их производных<sup>3</sup>. Этот

<sup>1</sup> Данные Банка России и Cbonds.ru.

<sup>2</sup> В литературе чаще всего называются индикаторами финансовой нестабильности или финансового стресса, например, *Kansas City Financial Stress Index* для США, *Composite Indicator of the Systemic Stress* для еврозоны и др.

<sup>3</sup> Ввиду недоступности данных по объемным показателям и отражения последними в основном уровня развития финансовых рынков.

подход является отражением идеи о том, что уровень напряженности в финансовом секторе является непрерывной величиной и определенный уровень финансового стресса присутствует в системе всегда. В данной статье под реализацией финансовых рисков мы понимаем ситуации, при которых значения сводных индикаторов рисков выходят в зону аномально высоких значений, существенно превышающих «нормальный» уровень. Мы считаем, что при достижении индикаторами критически высоких значений происходит изменение режима функционирования финансового сектора: нарушается нормальное функционирование финансовых рынков и посредников, что негативно сказывается на экономических агентах, использующих внешнее финансирование, на эффективности трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики, на уровне неопределенности относительно будущих цен финансовых активов и инструментов, что сдерживает экономическую активность в реальном секторе. Это является основанием для денежно-кредитных властей внимательно следить за состоянием финансового сектора на ежедневной основе и при необходимости осуществлять оперативное вмешательство.

На наш взгляд, мониторинг регулятором поведения отдельных индикаторов или индексов может быть не вполне продуктивным ввиду того, что различные индексы могут показывать противоречащие друг другу сигналы, и регулятору может быть сложно интегрировать их в единое суждение об уровне финансового стресса. Для того чтобы преодолеть эту сложность, мы предлагаем метод иерархического агрегирования различных финансовых рисков и их последующего сведения в сводный индекс финансовой нестабильности. Данный метод позволяет судить об уровне финансовых рисков, игнорируя идиосинкратические возмущения отдельных показателей и фокусируясь на тех сигналах, которые подаются синхронно множеством индикаторов.

Мы выделяем пять видов риска, а именно: (1) риск ликвидности; (2) валютный; (3) кредитный; (4) процентный и (5) риск приостановки внешнего финансирования. Вначале для каждого вида риска осуществляется подбор частных синхронных индикаторов, отражающих его реализацию. Для каждого вида риска рассчитывается сводный индикатор из частных подневных индикаторов.

В данной работе мы предполагаем наличие иерархической структуры системного риска: частные индикаторы отдельных видов рисков формируют сводные индикаторы этих видов риска, которые, в свою очередь, агрегируются в сводный индикатор финансовой нестабильности (рис. 1).

На каждом этапе агрегирования сводные индикаторы отдельных видов рисков и финансовой нестабильности в целом рассчитываются как первые главные компоненты из частных индикаторов. Для проверки релевантности использования первой главной компо-

Рис. 1. Схема структурной модели формирования системного риска



ненты в качестве прокси на системный риск для каждого индикатора проводится анализ вклада главных компонент в общую вариацию данных. Оказалось, что для всех индикаторов первая компонента объясняет не менее 50% дисперсии данных, а для некоторых индикаторов этот показатель доходит до 90% и более.

Для датировки реализации системного риска применяется метод детрендривания рядов сводных индикаторов и их очищения от сезонности с тем, чтобы выделить остаточную компоненту (подробнее об этом методе см. следующий раздел). Превышение остаточной компонентой порога в 1,5 стандартного отклонения считается реализацией системного риска («крупным шоком»). Необходимость перехода от исходных сводных индикаторов к детрендриванным обуславливается изменением режима политики, что влияет на средний уровень и на волатильность некоторых индикаторов. Локальное детрендривание, применяемое в данной работе, позволяет обеспечить сопоставимость анализа даже в условиях структурных сдвигов вследствие неоднородности режимов политики на исследуемом временном периоде.

Применяемый метод детрендривания и процедура сбора данных позволяют реализовать систему датировки реализации риска в реальном времени (на основе данных, доступных к текущему моменту, с постоянным расширением периода наблюдения по мере поступления новой информации). Мы проводили сравнение датировки кризисных событий 2014–2015 гг. на основе порогов и детрендривания, рассчитанных по всей выборке вплоть до 2016 г. (*in-sample*) и по выборке, доступной к моменту начала кризисных событий 2014–2015 гг. в реальном времени (*out-of-sample*). Анализ показал, что такие датировки практически полностью совпадают<sup>1</sup>.

**Методологии идентификации эпизодов реализации системных рисков и возникновения второстепенных событий (значительного роста риска).** Методология идентификации как системных рисков, так и второстепенных шоков основана на методе робастной

<sup>1</sup> Анализ доступен по запросу, не приводится ввиду невозможности отразить в статье анимированные рисунки.

декомпозиции временных рядов на сезонную, трендовую и остаточную компоненты (*Robust Seasonal Trend Decomposition based on LOESS, Robust STL*). Метод Robust STL предложен в работе [19] и до настоящего момента остается высокоэффективным и популярным для целей анализа различных компонент временных рядов [20].

На первом шаге для каждого из высокочастотных синхронных индикаторов рисков (ряды первых главных компонент от соответствующих групп частных индикаторов) проводится процедура Robust STL декомпозиции с целью очищения рядов от трендовой и сезонной компонент и выделения остаточной компоненты. Остаточная компонента по построению включает в себя все наблюдения, характеризующие робастной версией алгоритма как выбросы. При этом она не включает сезонные колебания рядов и элиминирует влияние структурных изменений в их динамике (общий рост/снижение средних значений ряда), учитываемое трендовой компонентой.

На втором шаге мы переходим к идентификации событий реализации системных рисков – к выявлению периодов аномальных значений остаточных компонент (и, соответственно, самих индикаторов рисков). При этом мы исходим из предположения о том, что в нормальной (не кризисной) ситуации остаточная компонента является белым шумом и, соответственно, ее среднее значение равно нулю. Реализация риска в каждый момент времени определяется нами как превышение величинной остаточной компоненты порога, равного сумме нулевого среднего и полутора стандартных отклонений от всех доступных на данный момент значений последней.

На третьем шаге осуществляется идентификация второстепенных – менее значимых – шоков. Это происходит при помощи удаления из временного ряда остаточной компоненты каждого сводного индикатора периодов реализации системных рисков, полученных на предшествующем шаге, и установки нового порога реализации риска за счет изменения коэффициента при стандартном отклонении остаточной компоненты. На втором и третьем шаге величина коэффициента при стандартном отклонении задается нами экспертно для каждого из рассматриваемых сводных индикаторов системных рисков – на основе содержательного анализа идентифицируемых периодов реализации второстепенных шоков<sup>1</sup>.

## Сводные индикаторы финансовой нестабильности по видам риска

**Индикатор риска ликвидности.** Под риском ликвидности в настоящей работе понимается риск

<sup>1</sup> Данный коэффициент составляет 2 для большинства видов рисков (отсекает 5% плотности и трактует эти события как существенное возрастание риска). Для валютного риска этот коэффициент устанавливается на уровне 3 из-за смены режима валютной политики внутри наблюдаемого периода (в 2014 г.), в результате чего волатильность индикатора валютного риска возросла в конце анализируемого периода. Для индикатора процентного риска порог для второстепенных шоков был, наоборот, понижен до 1,5 сигм из-за роста обеспокоенности регулятора относительно подконтрольности рыночных процентных ставок в новом режиме денежно-кредитной политики – инфляционном таргетировании.

наступления кризисной ситуации на рынке межбанковского кредитования (МБК), в ходе которой происходит нарушение нормальных условий его функционирования: существенный отрыв кредитной ставки на межбанковском рынке от общего уровня процентных ставок в экономике; резкое сокращение объема собственных ликвидных средств банков, находящихся на счетах в Банке России.

В качестве частных индикаторов, использовавшихся для построения сводного индикатора риска ликвидности, были отобраны следующие показатели:

- ▶ сумма средств на корреспондентских счетах и депозитах коммерческих банков в Банке России, а также находящихся в обращении облигаций Банка России (ОБР) по рыночной стоимости, млрд руб.;
- ▶ спред между процентной ставкой MosPrime Rate сроком на 1 месяц и ставкой денежно-кредитной политики Банка России<sup>2</sup>, % годовых;
- ▶ спред между процентными ставками MosPrime Rate сроком на 6 месяцев и на 1 месяц, % годовых.

Реализация кризиса на рынке межбанковского кредитования обуславливает рост потребности банков в дополнительных источниках финансирования своей деятельности. В связи с этим использование средств, размещенных на корреспондентских счетах и депозитах кредитных организаций в Банке России, представляется наиболее очевидным решением по причине высокой степени ликвидности этих активов. Это также справедливо и по отношению к облигациям Банка России, находящимся в активах кредитных организаций.

В период кризисных явлений на рынке межбанковского кредитования, как правило, наблюдается рост ставок предоставления межбанковских рублевых ссуд, поскольку объем предложения этих кредитов сокращается в условиях неизменности либо увеличения спроса на денежном рынке. Кроме того, логично предположить, что межбанковские кредитные ставки растут неравномерно в соответствии со срочностью предоставления ссуд – более «длинные» деньги дорожают быстрее по причине неопределенности относительно периода сохранения кризисной ситуации.

Согласно результатам построения сводного индикатора риска ликвидности в виде первой главной компоненты вышеописанных частных индикаторов (рис. 2) доля совокупной объясненной дисперсии составила 56,5%.

**Индикатор валютного риска.** Под валютным риском в данном исследовании понимается риск существенного ослабления курса рубля по отношению к доллару США и евро. Более детальное представление о валютном риске в контексте данного исследования можно получить на основе анализа частных индикаторов, которые входят в состав сводного индикатора валютного риска.

Для разработки сводного индикатора валютного риска использовался следующий набор показателей:

- ▶ темп прироста спотового курса бивалютной корзины к рублю;

<sup>2</sup> Под ставкой денежно-кредитной политики здесь и далее по тексту понимается: до сентября 2013 г. – минимальная ставка на аукционе репо с Банком России; с сентября 2013 г. – ключевая ставка.



- ▶ бид-аск спред курса бивалютной корзины к рублю<sup>1</sup>;
- ▶ спред форвардного (сроком на 1 месяц) и спотового курса бивалютной корзины к рублю;
- ▶ спред форвардного (сроком на 3 месяца) и спотового курса бивалютной корзины к рублю;
- ▶ спред между ставкой NDF (по беспоставочным форвардным контрактам) сроком на 1 месяц и ставкой денежно-кредитной политики;
- ▶ ставка MIACR (1 день);
- ▶ объем интервенций Банка России относительно объема международных резервов Российской Федерации на соответствующую дату.

Первым наиболее простым индикатором, отражающим валютный риск, служит темп прироста стоимости бивалютной корзины по отношению к рублю. Положительный темп прироста свидетельствует об ослаблении рубля относительно корзины валют.

Расширение бид-аск спреда курса бивалютной корзины к рублю сигнализирует о росте внутридневной волатильности рубля, который чаще всего происходит в моменты повышенных рисков обесценения российской валюты.

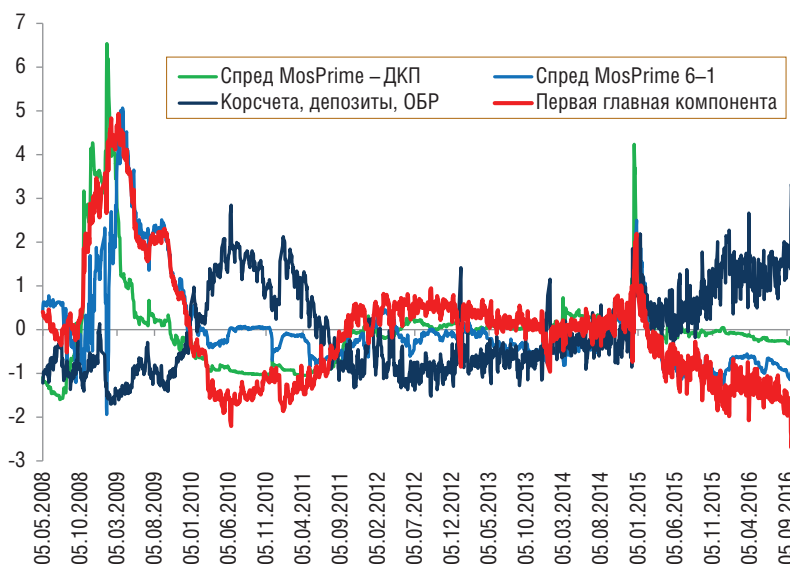
Спреды между форвардным и спотовым курсом бивалютной корзины к рублю, так же как и спред между ставкой NDF и ставкой денежно-кредитной политики, позволяют выявить настроение участников рынка. Высокое значение спреда свидетельствует о негативных ожиданиях относительно будущей динамики курса рубля, т. е. об ожиданиях существенной девальвации рубля в будущем.

Повышение процентных ставок внутри страны, в том числе процентной ставки MIACR, нацелено на предотвращение оттока капитала с внутреннего рынка, возникающего вследствие повышенного давления на российскую валюту. Таким образом, рост ставок на внутреннем рынке является отражением повышенной премии за риск, требуемой при инвестировании в национальную валюту.

Объем интервенций (нетто-объем операций по покупке/продаже иностранной валюты) отражает реакцию Банка России на текущую ситуацию на внутреннем валютном рынке. Большой отрицательный нетто-объем интервенций (продажа иностранной валюты) сигнализирует об опасениях Банка России относительно устойчивости рубля и направлен на предотвращение обесценения курса рубля к бивалютной корзине.

Сводный индикатор валютного риска представляет собой первую главную компоненту, которая объясняет 50% общей вариации частных индикаторов, что позволяет признать ее релевантным сводным индикатором валютного риска.

Рис. 2. Динамика сводного индикатора риска ликвидности и частных индикаторов



На рис. 3 приведена динамика сводного индикатора (главной компоненты) и частных индикаторов валютного риска.

**Индикатор кредитного риска.** В данной работе под кредитным риском подразумевается кредитный риск российского корпоративного сектора – риск неисполнения российскими компаниями взятых на себя обязательств по долговым ценным бумагам (еврооблигациям<sup>2</sup>), выражающийся в резком росте доходности этих финансовых инструментов.

Для построения сводного индикатора кредитного риска использовались два показателя: спреды между доходностью к погашению индексов еврооблигаций российских компаний инвестиционного и неинвестиционного уровня («Euro-Cbonds IG (NIG) Russia») и суверенных российских еврооблигаций («Euro-Cbonds Sovereign Russia») со сроком размещения пять лет. Исходя из предпосылки о том, что уровень риска актива положительно связан с его доходностью, рост обих спредов свидетельствует о накоплении избыточной доходности и, таким образом, накоплении избыточно-го уровня кредитного риска.

По итогам построения сводного индикатора кредитного риска как первой главной компоненты от выбранных частных индикаторов доля объясненной дисперсии составила 95,3%. На рис. 4 приведена динамика сводного и частных индикаторов кредитного риска.

**Индикатор процентного риска.** Под процентным риском мы понимаем критическое снижение степени сонаправленности динамики процентных ставок в различных сегментах финансового рынка и ключевой ставки денежно-кредитной политики Банка России. Это явление свидетельствует о низком уровне контроля регулятора над рыночными процентными ставками.

Разрабатываемый в настоящем разделе сводный индикатор процентного риска направлен на иденти-

<sup>1</sup> Расчет бид, аск (*bid*, *ask*) и форвардного курсов бивалютной корзины по отношению к рублю производился на основе курсов доллара США и евро с весами 0,55 и 0,45 соответственно.

<sup>2</sup> Данные по российскому сегменту долгового рынка – рублевым суверенным облигациям – доступны только с января 2010 года.

фикацию случаев, когда для крупных сегментов финансовых рынков – межбанковского рынка, рынков корпоративных и государственных облигаций – характерна или повышенная волатильность процентных ставок, или существенное отклонение от нормы величины их спреда с ключевой ставкой Банка России.

Для построения сводного индикатора процентного риска на высокочастотной основе были использованы следующие показатели – частные индикаторы риска:

Спреды процентных ставок с ключевой ставкой Банка России (модуль отклонения) и волатильность процентных ставок за 20 (рабочих) дней:

- ▶ межбанковский рынок: ставки MIACR (1 день) и Mosprime (1, 2 мес.);
- ▶ рынок корпоративных облигаций: средневзвешенный индекс эффективной доходности корпоративных облигаций IFX-Cbonds-YTM-eff;
- ▶ рынок государственных облигаций: ставки ГКО-ОФЗ (1, 2 года), коэффициент  $Beta_0$  в кривой бескупонной доходности по государственным облигациям (только волатильность).

Спреды процентных ставок с ключевой ставкой Банка России отражают степень сонаправленности динамики ставок на финансовых рынках и политики регулятора. Существенное увеличение спредов означает отсутствие адекватной реакции финансовых рынков (в любом из рассматриваемых сегментов) на действия Банка России по изменению ключевой ставки денежно-кредитной политики и, следовательно, способно привести к потере контроля регулятора над движением процентных ставок. Такое состояние можно рассматривать как реализацию процентного риска.

Значительный рост волатильности процентных ставок<sup>2</sup> (в любом из рассматриваемых сегментов финансовых рынков) сигнализирует о повышении неопределенности их дальнейшего движения. Такое развитие ситуации снижает уровень контроля регулятора над динамикой процентных ставок, что также,

<sup>1</sup> Коэффициент  $Beta_0$  – константа из уравнения Нельсона–Сигеля, используемого Банком России для аппроксимации кривой бескупонной доходности (G-кривой). Этот показатель отражает некоторую ожидаемую рынком абсолютную надбавку к ставкам бескупонной доходности государственных облигаций.

<sup>2</sup> Волатильность процентных ставок рассчитывается как стандартное отклонение в рамках скользящего окна длиной в 20 дней, что в среднем составляет один месяц, если вести учет по рабочим дням. Указанная длина окна была выбрана с целью оптимизации отношения шумовых сигналов реализации риска к верным.

Рис. 3. Динамика сводного индикатора валютного риска и частных индикаторов

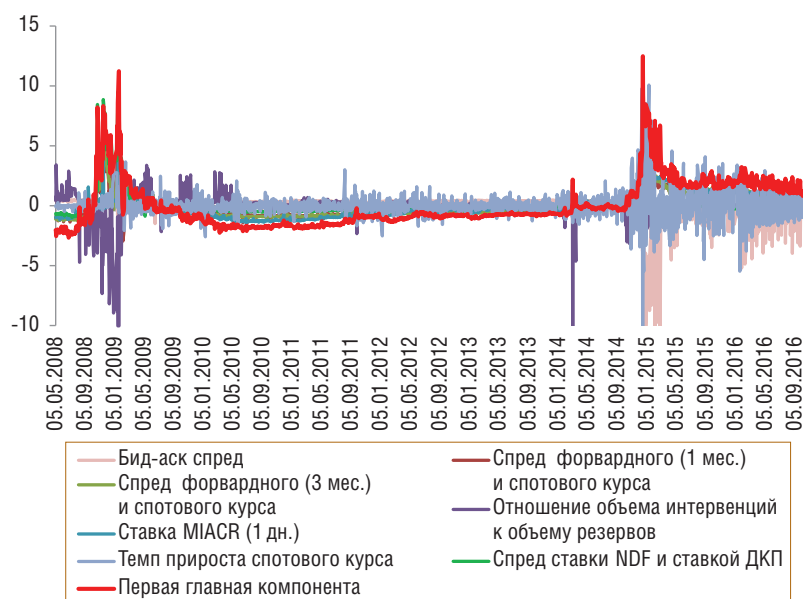
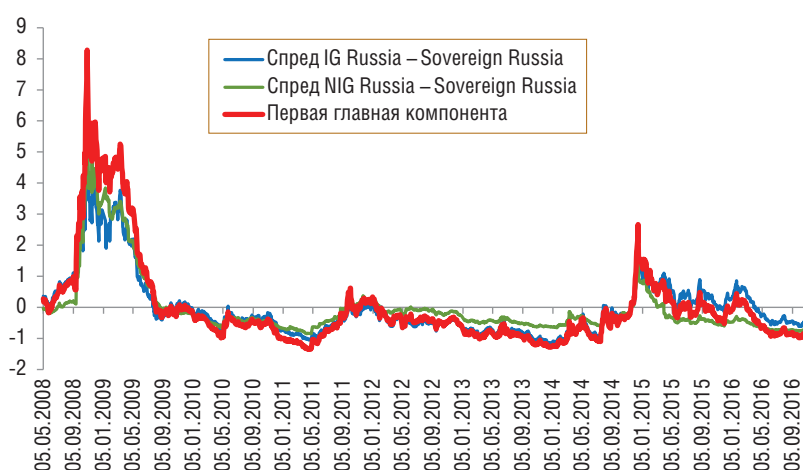


Рис. 4. Динамика сводного индикатора кредитного риска и частных индикаторов



по нашему определению, может рассматриваться как реализация процентного риска.

По итогам построения сводного индикатора процентного риска как первой главной компоненты от выбранных частных индикаторов доля объясненной дисперсии составила 56,6%. На рис. 5 приведена динамика сводного и частных индикаторов процентного риска.

**Индикатор риска приостановки внешнего финансирования.** В данной работе под риском приостановки внешнего финансирования подразумевается риск невозможности привлечения новых займов российскими заемщиками на зарубежных рынках, реализацию которого отражает существенный рост доходности российских суверенных ценных бумаг свыше «нормы».

К числу частных индикаторов, объединенных в сводный индикатор риска приостановки внешнего финансирования, относятся следующие показатели:

- ▶ спред доходности суверенных еврооблигаций России к казначейским облигациям США со сроком обращения 5 лет, % годовых;

Рис. 5. Динамика сводного индикатора процентного риска и частных индикаторов

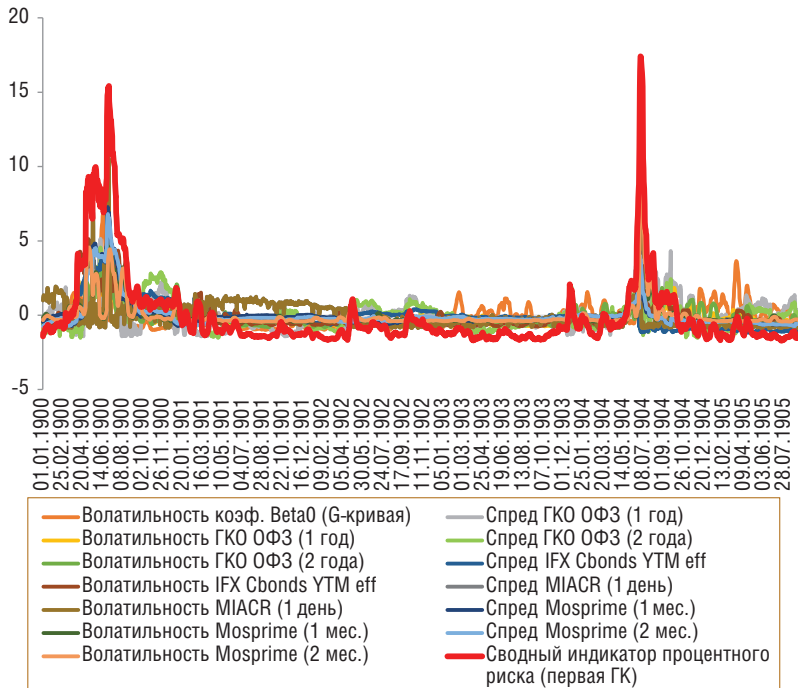


Рис. 6. Динамика сводного индикатора риска приостановки внешнего финансирования и частных индикаторов

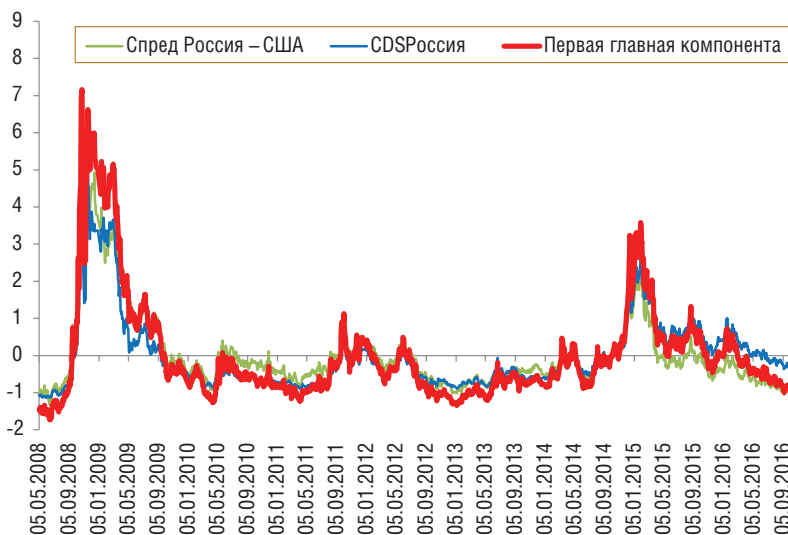


Таблица 1

## Корреляционная матрица индикаторов различных видов финансовых рисков

	Кредитный риск	Валютный риск	Процентный риск	Риск ликвидности	Риск внешнего финансирования
Кредитный риск	1,00				
Валютный риск	0,53	1,00			
Процентный риск	0,81	0,65	1,00		
Риск ликвидности	0,70	0,23	0,69	1,00	
Риск внешнего финансирования	0,88	0,70	0,80	0,63	1,00

► значение индекса пятилетних суверенных кредитных дефолтных свопов (CDS) для России, б. п. Логика включения данных индикаторов такова. Рост

доходности по суверенным еврооблигациям Российской Федерации относительно аналогичного показателя по американским государственным ценным бумагам иллюстрирует сравнительно более высокий уровень риска первых, что указывает на возможное снижение интереса к ним со стороны инвесторов и, таким образом, трудности получения Россией внешних займов. Схожая аргументация применима и в отношении индекса российских CDS – его повышение отражает увеличение риска дефолта страны по взятым на себя кредитным обязательствам.

По результатам построения сводного индикатора риска приостановки внешнего финансирования в качестве первой главной компоненты от выбранных частных индикаторов доля объясненной дисперсии составила 94,8%. На рис. 6 представлена динамика сводного индикатора риска приостановки внешнего финансирования и лежащих в его основе частных индикаторов.

### Анализ взаимосвязи различных видов рисков. Сводный индикатор финансовой нестабильности

**Анализ взаимосвязи различных видов рисков.** Визуальный и корреляционный анализ (рис. 7, табл. 1) показал высокую степень согласованности поведения индикаторов различных видов финансовых рисков. Это является аргументом в пользу гипотезы о наличии общей движущей силы, стоящей за реализацией каждого вида риска – а именно, сводного индикатора финансовой нестабильности.

Под реализацией системного финансового риска мы понимаем одновременное и значительное возрастание всех индикаторов отдельных видов рисков, построенных в данном исследовании.

Сводный риск финансовой нестабильности, по нашему предположению, реализуется тогда, когда каждый из частных индикаторов существенно возрастает по сравнению со своим «нормальным» уровнем. Это позволяет маркировать крупные кризисные события и отличает их от второстепенных шоков: когда только один или два частных индикатора продемонстрировали рост.

Результаты анализа индикаторов отдельных видов рисков методом главных компонент представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Показатели факторных нагрузок для индикаторов отдельных видов финансовых рисков

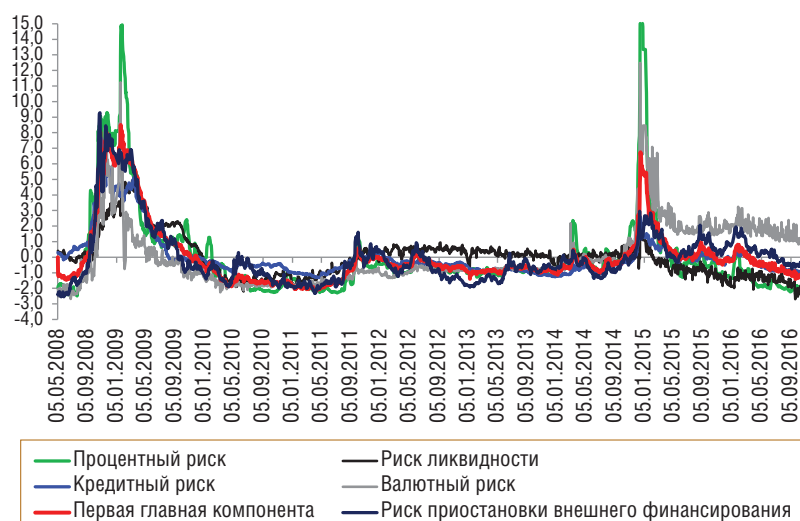
Показатели, составляющие первую главную компоненту	Веса показателей
Кредитный риск	0,48
Валютный риск	0,37
Процентный риск	0,48
Риск ликвидности	0,39
Риск внешнего финансирования	0,49

Расчеты показали, что первая главная компонента объясняет 74% общей вариации. При этом веса кредитного, процентного и риска приостановки внешнего финансирования практически совпадают и составляют 0,48–0,49. С чуть меньшим весом входят индикаторы валютного риска и риска ликвидности: их вес составляет 0,37–0,39.

**Сводный индикатор финансовой нестабильности.** На рис. 7 представлена динамика индикаторов отдельных рисков и сводного индикатора финансовой нестабильности. Первая главная компонента отражает только ту часть вариации переменных, которая объясняется общей волатильностью. Мы трактуем этот показатель как сводный индикатор финансовой нестабильности, поскольку одновременно происходит реализация нескольких видов финансовых рисков, что может привести к дезорганизации отдельных рынков и изменению режима функционирования финансового сектора на кризисный.

Были выделены два масштабных эпизода реализации системного риска финансовой нестабильности – с 06.10.2008 по 15.05.2009 и с 08.12.2014 по 27.02.2015. Интересно, что «профиль» реализации рисков в 2008 и 2014 гг. отличается: в первый кризис более сильно возросли риски приостановки внешнего финансирования (из-за глобального финансового кризиса) и кредитные риски (из-за более глубокого спада экономики). Во второй кризис рост кредитных рисков и рисков ликвидности был весьма

Рис. 7. Динамика индикаторов различных видов финансовых рисков и сводного индикатора финансовой нестабильности



умеренным, что может отражать (в части рисков ликвидности) улучшение управления уровнем ликвидности банков регулятором в связи с переходом к новому режиму денежно-кредитной политики – управлению процентными ставками. Рост уровня валютного риска в кризис 2014–2015 гг. был сильнее, что отражает переход к свободному курсообразованию в конце 2014 года.

## Идентификация крупных шоков и второстепенных событий

В данном разделе мы представляем результаты идентификации и краткую интерпретацию выявленных с помощью вышеописанных методов (см. Методология) эпизодов реализации крупных шоков и эпизодов существенного роста риска (второстепенных событий).

Ниже приведены графики по сводным индикаторам отдельных видов риска для идентификации реализации крупных шоков (рис. 8). Кризисные эпизоды соответствуют периодам превышения индикаторами отдельных видов финансовых рисков (красная линия) пороговых уровней (серый пунктир). Интерпретация датировок финансовой нестабильности приведена в табл. 3.

## Выводы

В данном исследовании были разработаны индикаторы различных финансовых рисков – взвешенные индексы цен финансовых активов или их производных – и сводный индикатор финансовой нестабильности. Рассматривались пять видов риска, а именно: риск ликвидности, валютный, кредитный, процентный и риск приостановки внешнего финансирования. В качестве метода агрегирования на каждом этапе использовался метод главных компонент.

С помощью полученного сводного индикатора финансовой нестабильности были идентифицированы периоды реализации системного финансового риска: кризисные события на российском финансовом рынке в 2008–2009 и в 2014–2015 гг., вызванные совокупно

ностью негативного влияния внешних финансовых рынков и ухудшением внутренней макроэкономической ситуации.

Стоит отметить, что «профиль» реализации рисков для кризисов 2008 и 2014 гг. отличается: в первый кризис более сильно возросли риски приостановки внешнего финансирования (из-за глобального финансового кризиса) и кредитные риски (из-за более глубокого спада экономики). Во второй кризис рост кредитных рисков и рисков ликвидности был весьма умеренным, что может отражать (в части рисков ликвидности) улучшение управления уровнем ликвидности банков регулятором в связи с переходом к новому режиму денежно-кредитной политики – управлению процентными ставками. Рост уровня валютного риска в кризис



2014–2015 гг. был сильнее, что отражает переход к плавающему курсу рубля в конце 2014 года.

Проведенный анализ выявил высокую степень сонаправленности поведения индикаторов различных видов финансовых рисков. Это является аргументом в пользу гипотезы о наличии общей движущей силы, стоящей за реализацией каждого вида риска, а именно: сводного индикатора финансовой нестабильности. Аргумент о сонаправленности динамики

финансовых рисков подтверждается также анализом первой главной компоненты, выделенной из индикаторов различных видов финансовых рисков, которая объясняет 74% общей вариации.

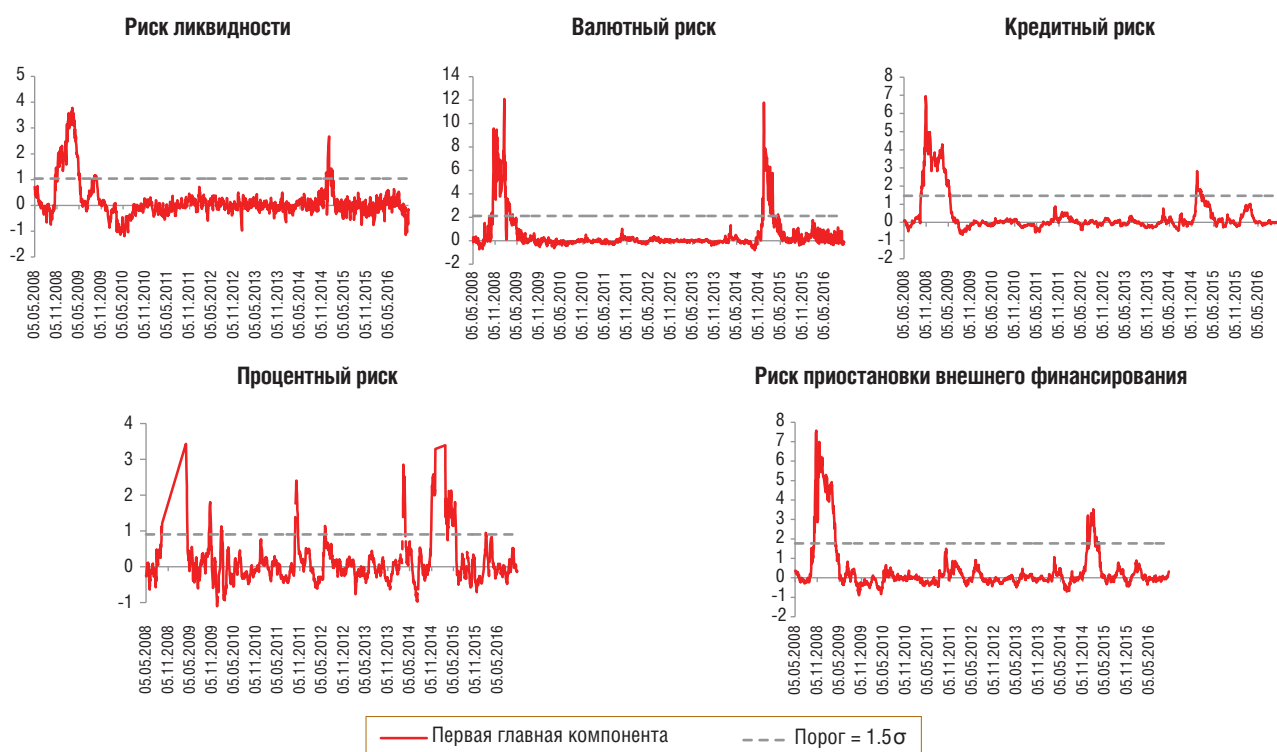
Результаты и выводы данной работы могут быть использованы Банком России для мониторинга финансовой нестабильности по различным видам финансовых рисков и для реагирования на рост рисков в отдельных сегментах финансовых рынков.

Таблица 3

### Результаты идентификации эпизодов реализации крупных шоков и эпизодов существенного роста риска

Риск	Идентификация реализации крупных шоков	Идентификация второстепенных событий
Риск ликвидности на рынке межбанковского кредитования	20 октября 2008 г. – 12 мая 2009 г. – острый дефицит ликвидных средств из-за панического оттока депозитов. 10–24 сентября 2009 г. – низкие остатки средств на денежных счетах банков из-за налоговых выплат компаний. 4 декабря 2014 г. – 28 января 2015 г. – повышение Банком России ключевой ставки до 17% на фоне стремительной девальвации рубля.	23–30 января 2012 г. – скачок спроса со стороны банков на средства Банка России вследствие значительных налоговых платежей экспортеров и желания кредитных организаций создать себе «подушку безопасности» на случай возможного кризиса.
Валютный риск	8 октября 2008 г. – 12 марта 2009 г. – кризис на мировых финансовых рынках, спровоцировавший сокращение международных резервов Банка России и рост спроса на валюту со стороны населения. 5 декабря 2014 г. – 11 марта 2015 г. – совокупность внешних и внутренних факторов (падение нефтяных цен, ограниченный доступ России на внешние долговые рынки, ухудшение макроэкономических показателей).	17 марта 2014 г. – подписание указа о признании Крыма независимым государством, ставшее предвестником ухудшения геополитической ситуации и ее последующего влияния на реализацию валютного риска в конце 2014 года. 29 января – 12 февраля 2016 г. – стремительное падение цен на мировом рынке нефти.
Кредитный риск	22 сентября 2008 г. – 20 мая 2009 г.; 11 декабря 2014 г. – 22 января 2015 г. – резкое падение цен на еврооблигации российских компаний вследствие ухудшения внутренней макроэкономической среды и снижения финансовых показателей под влиянием кризисных событий.	29 сентября – 7 октября 2011 г. – падение мировых фондовых рынков на фоне опасений инвесторов относительно существенного замедления темпов роста экономики США и дефолта Греции; ситуация усугубилась падением курса рубля к доллару и продолжением оттока средств иностранных инвесторов. 14–18 марта 2014 г. – подготовка Евросоюзом пакета экономических санкций в отношении России и целого ряда российских организаций в связи с обострением политической ситуации на Украине. 13 января – 10 марта 2016 г. – стремительное падение мировых цен на нефть.
Процентный риск	16 сентября 2008 г. – 30 марта 2009 г. – объявление о банкротстве банка Lehman Brothers (США), вызвавшее резкую ответную реакцию на фондовом рынке (начало эпизода реализации риска); появление явного тренда к росту российских и зарубежных фондовых индексов, переход к стабилизации процентных ставок (окончание эпизода реализации риска). 8 декабря 2014 г. – 24 февраля 2015 г. – дестабилизация процентных ставок, спровоцировавшая панику на финансовых рынках.	9–27 октября 2009 г.; 19–27 января 2010 г. – переход банковской системы Российской Федерации от структурного дефицита ликвидности к ее профициту, обусловивший краткосрочную потерю управляемости процентными ставками. 26 сентября – 19 октября 2011 г. – обратный переход к структурному дефициту, появление риска углубления долгового кризиса в зоне евро. 31 мая – 5 июля 2012 г. – непродолжительный всплеск волатильности процентных ставок в связи с динамикой цен на нефть (появление устойчивой тенденции к снижению, падение ниже среднего уровня 2011 г.). 11–28 марта 2014 г. – кризисные процессы на Украине, первое ужесточение Банком России проводимой им денежно-кредитной политики с момента окончательного перехода к режиму инфляционного таргетирования. 28–29 января 2016 г. – падение цен на нефть ниже психологической отметки в 30 дол./баррель, сопровождавшееся значительными волнениями на финансовых рынках и значительным ростом инфляционных ожиданий.
Риск приостановки внешнего финансирования	9 октября 2008 г. – 3 апреля 2009 г. – влияние на российскую экономику масштабных кризисных явлений на мировых финансовых рынках. 12 декабря 2014 г. – 18 марта 2015 г. – развитие локального российского кризиса, произошедшего в результате нефтяного шока, спровоцировавшего последующее обесценение рубля и общее ухудшение макроэкономической ситуации в России.	30 сентября – 6 октября 2011 г. – волнения на мировых финансовых рынках вследствие наличия у инвесторов негативных настроений по поводу кризисных событий в Греции. 15–20 марта 2014 г. – введение США и странами Евросоюза ограничительных экономических мер в отношении России и ряда российских компаний в связи с присоединением Крыма и эскалацией конфликта на востоке Украины.

Рис. 8. Идентификация крупных шоков по сводным индикаторам отдельных видов риска



### Список литературы

1. Estrella A., Hardouvelis G. The term structure as a predictor of real economic activity // Journal of Finance. 1991. № 46. P. 555–576.
2. Friedman B., Kuttner K. Why Does the Paper-Bill Spread Predict Real Economic Activity? Chicago: University of Chicago Press. 1992.
3. Estrella A., Mishkin F. S. Predicting US recessions: Financial variables as leading indicators // The Review of Economics and Statistics. 1998. № 80(1). P. 45–61.
4. Illing M., Liu Y. Measuring financial stress in a developed country: an application to Canada // Journal of Financial Stability. 2006. № 2(3), P. 243–265.
5. Brave S., Butters R. A. Monitoring Financial Stability: A Financial Conditions Approach // Federal Reserve Bank of Chicago Economic Perspectives. 2011. № 35(1). P. 22–43.
6. Bianco T., Oet M., Ong S. J. The Cleveland financial stress index: a tool for monitoring financial stability. The Cleveland Federal Reserve Bank. 2012.
7. Hakkio C. S., Keeton W. R. Financial Stress: what is it, how can it be Measured, and why does it Matter? // Economic Review 2Q/ Federal Reserve Bank of Kansas City. 2009. P. 1–50.
8. Sandahl J. F., Holmfeldt M., Rydén A., Strömqvist M. An Index of Financial Stress for Sweden // Sveriges Riksbank Economic Review. 2015. № 2, P. 49–67.
9. Holló D. A system-wide financial stress indicator for the Hungarian financial system // MNB Occasional Papers. 2012. № 105.
10. Braga J. P., Pereira I., Reis T. B. Composite Indicator of Financial Stress for Portugal // Banco de Portugal Financial Stability Papers. 2014. № 1.
11. Huotari J. Measuring financial stress – A country specific stress index for Finland // Bank of Finland Research Discussion Papers. 2015. № 7.
12. Козлов К., Синяков А. Индекс финансовой стабильности (ИФС) для России. Центр макроэкономических исследований Сбербанка России. 2012. Июнь.
13. Rosenberg M. Financial Conditions Watch. Bloomberg. 2008.
14. Lo Duca M., Peltonen T. A. Assessing systemic risks and predicting systemic events // Journal of Banking & Finance. 2013. № 37(7). P. 2183–2195.
15. Jolliffe I. T. Principal Component Analysis. 2nd Edition. Springer. 2002.
16. Park C. Y., Mercado R. V. Determinants of financial stress in emerging market economies // Journal of Banking and Finance. 2013. № 45. P. 199–224.
17. Cleveland W. S., Devlin S. J., Grosse E. Regression By Local Fitting // Journal of Econometrics. 1988. № 37. P. 87–114.
18. Holló D., Kremer M., Lo Duca M. CISS – A composite indicator of systemic stress in the financial system // ECB Working Paper. 2012. P. 1426.
19. Cleveland B. R., Cleveland W. S., McRae J. E., Terpenning I. STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure based on LOESS // Journal of Official Statistics. 1990. Vol. 6. № 1. P. 3–73.
20. R Core Team. R A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2015.