



Банк России



# Анализ системных рисков в рамках макропруденциального стресс-тестирования

Аналитическая записка

Москва  
2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
I. Актуальные тенденции в развитии макропруденциального стресс-тестирования .....	5
II. Анализ системных рисков на рынках с центральным контрагентом .....	9
III. Анализ рисков заражения в финансовом секторе .....	19
1. Международный опыт моделирования рисков заражения.....	19
2. Оценка эффектов заражения на российском рынке.....	25
2.1. Сетевой анализ .....	25
2.2. Оценка эффектов заражения по прямым каналам.....	29
2.3. Оценка эффектов заражения по косвенным каналам.....	32
IV. Эффекты взаимовлияния финансового и реального секторов экономики.....	38
1. Международный опыт моделирования эффектов обратной связи .....	38
2. Оценка эффектов обратной связи на российских данных .....	43
2.1. Оценка модели на основе модели векторной авторегрессии со знаковыми ограничениями sign-restricted VAR.....	43
2.2. Разработка условных прогнозов на основе VAR (2).....	46
2.3. Оценка эффектов обратной связи на основе модели байесовской векторной авторегрессии BVAR.....	48
3. Оценка эффективности мер государственной поддержки .....	49
Заключение .....	53

Материал подготовлен Департаментом финансовой стабильности. Комментарии, а также предложения и замечания просим направлять до 1 апреля 2021 года включительно на электронный адрес [sannikovkv@mail.cbr.ru](mailto:sannikovkv@mail.cbr.ru).

Фото на обложке: Shutterstock/FOTODOM

107016, Москва, ул. Неглинная, 12

Официальный сайт Банка России: [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

© Центральный банк Российской Федерации, 2020

## Введение

В последние годы развитие функции по обеспечению финансовой стабильности в деятельности центральных банков сопровождается совершенствованием аналитического инструментария оценки рисков, центральное место в котором занимает стресс-тестирование. После мирового финансового кризиса 2008–2009 гг. национальные регуляторы стали использовать в практике оценки устойчивости финансового сектора макропруденциальное стресс-тестирование, направленное на идентификацию системных рисков посредством рассмотрения структуры взаимосвязей между финансовыми организациями, трансмиссии рисков в рамках указанной структуры, а также их циклическое изменение во времени.

Важной тенденцией, повысившей значимость функции по обеспечению финансовой стабильности, стало усиление внешних рисков. За последние пять лет произошли структурные изменения в уровне глобализации мировой экономики, повысилась ценовая нестабильность рынка сырьевых товаров, возросла роль санкционных факторов в движении иностранного капитала. Все это нашло отражение в волатильности на мировых рынках, в том числе на российском финансовом рынке. В этих условиях Банк России значительные усилия направлял на оценку и повышение устойчивости финансового сектора к текущим шокам и потенциально возможному их усилению в будущем.

Для решения указанной задачи в Банке России в соответствии с передовой международной практикой используется макропруденциальное стресс-тестирование. В 2017 г. Банк России впервые опубликовал для консультаций концепцию макропруденциального стресс-тестирования. Макропруденциальная часть стресс-тестирования является дополнением к традиционному надзорному стресс-тестированию финансовых организаций, позволяет понимать макроэкономические последствия стресса и формулировать необходимые меры реагирования.

В дополнение к опубликованной концепции макропруденциального стресс-тестирования Департамент финансовой стабильности подготовил настоящую аналитическую записку по вопросам развития макропруденциального стресс-тестирования. В разделе I приводится общее описание актуальных направлений развития модельного аппарата макропруденциального стресс-тестирования в мире в целом и в Банке России в частности. В разделе II отражены подходы к оценке

рисков на рынках с центральным контрагентом, в разделе III – к оценке эффектов заражения. В разделе IV приводится описание моделей для оценки эффектов взаимовлияния реального и финансового секторов, а также антикризисных мер по поддержке финансового сектора.

Департамент финансовой стабильности Банка России будет признателен участникам финансового рынка и другим заинтересованным лицам за обратную связь в форме комментариев, а также замечаний и предложений по содержанию настоящей аналитической записки. Полученные комментарии будут использованы для последующего развития макропруденциального стресс-тестирования в Банке России.

## **I. Актуальные тенденции в развитии макропруденциального стресс-тестирования**

В последние годы усилилось внимание иностранных регуляторов и Банка России к макропруденциальному стресс-тестированию. Благодаря реализации посткризисных новаций в международном регулировании, банковский сектор стал существенно более устойчивым к возможным рискам, как в части структурных уязвимостей и преодоления проблемы «too big to fail», так и в отношении циклических шоков. В то же время значительную долю на финансовом рынке стали занимать фонды и управляющие активами, возросла роль рыночного финансирования.

Произошедшие изменения требуют совершенствования подходов к мониторингу и оценке системных рисков, в связи с чем работа ведущих иностранных регуляторов и Банка России велась по нескольким направлениям. Первое направление касалось того, что в последние годы значимо выросла роль центральных контрагентов в посттрейдинговом обслуживании финансовых рынков. Вектор глобального финансового регулирования все последние годы был направлен на усиление роли центральных контрагентов за счет перевода стандартизированных финансовых инструментов на централизованный клиринг. Это формировало новый более высокий уровень доверия на финансовых рынках, способствовало повышению стандартизации и ликвидности финансовых инструментов, формировало условия для снижения взаимного риска между участниками.

В то же время централизация торговли в центральных контрагентах означает концентрацию на них системного риска и повышенные требования к уровню их риск-менеджмента. С точки зрения финансовой стабильности крайне важно понимать последствия реализации макроэкономических шоков для функционирования центрального контрагента и его возможного влияния на финансовый рынок в целом. Для решения указанной задачи необходимо имплементировать модель стресс-тестирования центрального контрагента в общую систему макропруденциального стресс-тестирования.

Развитие моделей макропруденциального стресс-тестирования в части центральных контрагентов находится в текущей повестке зарубежных регуляторов. Стресс-тест центрального контрагента отличается более коротким горизонтом стресс-тестирования, большей жесткостью стресс-сценария, значительным

периметром участников, расширенной цепочкой каналов заражения, взаимовлиянием рисков ликвидности и платежеспособности участников.

В настоящей аналитической записке Банк России представляет подходы к оценке рисков крупнейшего российского центрального контрагента – Национального клирингового центра (НКЦ) группы Московской Биржи в рамках реализации макропруденциального стресс-тестирования. При наступлении стресс-сценария рассматриваются последствия выставления маржинальных требований участникам клиринга для их ликвидности, неисполнение обязательств перед НКЦ несостоятельными участниками, а также распространение рисков дисконтирования обязательств НКЦ на весь финансовый сектор. Таким образом, в рамках макропруденциального стресс-тестирования оценивается устойчивость центрального контрагента в увязке с возникающими рисками участников рынка и сектора в целом.

Второе направление развития макропруденциального стресс-тестирования связано с международной реформой внебиржевого денежного рынка и рынка ПФИ. После кризиса 2008–2009 гг. зарубежные регуляторы обязали участников рынка в локальных юрисдикциях направлять информацию о внебиржевых позициях в торговые репозитории. В России даже раньше, чем в других странах, стало действовать требование о представлении информации, что существенно повышает прозрачность и полноту данных о рисках внебиржевого рынка. Задача Банка России состоит в том, чтобы встроить оценку системного риска внебиржевого рынка в макропруденциальное стресс-тестирование.

В этих целях в мире разрабатываются модели заражения (*contagion models*), которые могут описывать несколько механизмов. Во-первых, это механизм прямого заражения (*direct contagion*), который предполагает ухудшение финансового положения организации вследствие несостоятельности ее заемщиков или кредиторов. Такие модели внедрены у ведущих центральных банков, но с разной степенью охвата и детализации. Например, ЕЦБ и Банк Японии включают в анализ только межбанковские кредиты, тогда как Банк Англии и Банк Мексики учитывают также позиции по ценным бумагам и деривативам, в том числе по небанковским организациям. В настоящей аналитической записке представлена модель прямого заражения на российском финансовом рынке с учетом максимально широкой сети взаимных позиций: на денежном рынке, рынке ценных бумаг, рынке ПФИ.

Второй механизм работает по каналу косвенного заражения (*indirect contagion*) – через ухудшение финансового положения организации вследствие

отрицательной переоценки активов, экстренно продаваемых проблемным участником. Такие модели присутствуют в работах Банка Англии, ЕЦБ, Банка Японии, Банка Канады. При этом различается периметр охвата: ЕЦБ, помимо банковских позиций, рассматривает также позиции управляющих активами на финансовых рынках. У Банка Японии модель косвенного заражения применяется для трансграничных операций японских банков, причем с учетом нелинейного характера влияния продажи активов на их цены. В данной аналитической записке Банк России развивает свою модель косвенного заражения для банков и других участников финансового рынка.

Третье направление развития макропруденциального стресс-тестирования касается рисков нефинансового сектора, которые стали особенно актуальны в период коронавирусного кризиса. Нефинансовый характер шока накладывает специфику на стресс-сценарий и ход его развития, при котором основными источниками риска для финансового сектора становятся ухудшение состояния реального сектора и рост рисков кредитования. Как следствие, может произойти сдерживание банками кредитования и дальнейшее ухудшение положения заемщиков. Таким образом, моделирование обратных эффектов взаимного влияния реального и финансового секторов (*second-round effects*) стало играть важную роль в стресс-тестировании. Оценка мер антикризисной политики для смягчения негативного влияния таких эффектов становится особенно востребованной.

В мировой практике модели с обратным эффектом пока не получили широкого распространения в отличие, например, от моделей заражения. Но, тем не менее, есть примеры таких моделей у ряда центральных банков. Например, ЕЦБ строит глобальную VAR-модель с учетом трансграничных связей. VAR-модель применяется также в Резервном банке Индии, Банк Японии применяет макроэконометрическую модель, в Гонконге обратные эффекты оцениваются с использованием метода Монте-Карло. Важно то, что обратные эффекты приводят к существенным дополнительным потерям. Например, в модели ЕЦБ обратные эффекты усиливают падение ВВП в стрессе в 1,5–2 раза по сравнению с оценками без учета обратных эффектов.

В настоящей аналитической записке представлена оценка взаимовлияния реального и финансового секторов с учетом двух моделей обратных эффектов. Первая модель построена на основе модели векторной авторегрессии со знаковыми ограничениями *sign-restricted VAR*, вторая – на основе модели

байесовской векторной авторегрессии BVAR. Обе модели подтверждают общий вывод, что величина потерь от обратных эффектов является значимой для оценки системного риска и общей финансовой стабильности.

В совокупности описанные тенденции означают необходимость развития моделей макропруденциального стресс-тестирования в части оценки рисков финансовой инфраструктуры, эффектов заражения и вторичного распространения шоков. В следующих разделах будут подробно описаны подходы и используемые модели для оценки системных рисков в рамках макропруденциального стресс-тестирования.



## **II. Анализ системных рисков на рынках с центральным контрагентом**

Актуальной тенденцией развития российского финансового рынка является заключение участниками большего количества сделок с участием центрального контрагента (ЦК). Централизованный клиринг является одним из наиболее эффективных методов управления финансовыми рисками участников. В случае неисполнения участниками клиринга обязательств по заключенным сделкам ЦК в пределах уровней защиты, предусмотренных правилами клиринга, обеспечивает исполнение обязательств по указанным сделкам. Таким образом, ЦК осуществляет критически значимые функции на финансовом рынке и фактически концентрирует на себе системные риски обслуживаемых им сегментов финансового рынка.

В России крупнейшим центральным контрагентом, который имеет системную значимость для российского финансового рынка, является НКО НКЦ (АО) (НКЦ), имеющая лицензию небанковской кредитной организации – центрального контрагента. НКЦ входит в состав группы Московская Биржа и обслуживает наибольший объем сделок среди прочих центральных контрагентов российского рынка. По этой причине, а также вследствие его системной значимости дальнейшее описание будет проводиться применительно к крупнейшему российскому ЦК.

Основным риском для центрального контрагента является возможность существенного изменения цен финансовых активов и неисполнение сделки одной из ее сторон. Такое событие может иметь ряд негативных последствий как для добросовестных участников клиринга, так и для самого ЦК. Помимо возможности получения убытков по заключенным сделкам, которые найдут отражение в финансовом результате организации, участники клиринга в пределах короткого промежутка времени могут столкнуться с резко возросшей потребностью в ликвидных активах, необходимых для поддержания текущих позиций. На биржевом рынке указанная ситуация может возникнуть в течение дня в связи с необходимостью внесения дополнительного обеспечения по заключенным сделкам.

В результате финансовая устойчивость ЦК и участников клиринга требует непрерывного наблюдения для целей обеспечения финансовой стабильности. Важными инструментами указанной деятельности являются оценка рисков ЦК, стресс-тестирование достаточности уровней защиты ЦК, выявление взаимосвязей и взаимозависимостей участников клиринга, оценка подверженности финансового

рынка системному риску на фоне существенных стрессовых событий на рынке, определение последствий распространения системного риска для участников финансового рынка.

Как было отмечено выше, с целью исполнения обязательств перед добросовестными участниками клиринга ЦК формирует уровни защиты. Наибольшее распространение в международной практике получили индивидуальное (ИКО) и коллективное клиринговое обеспечение (ККО) и выделенный капитал ЦК.

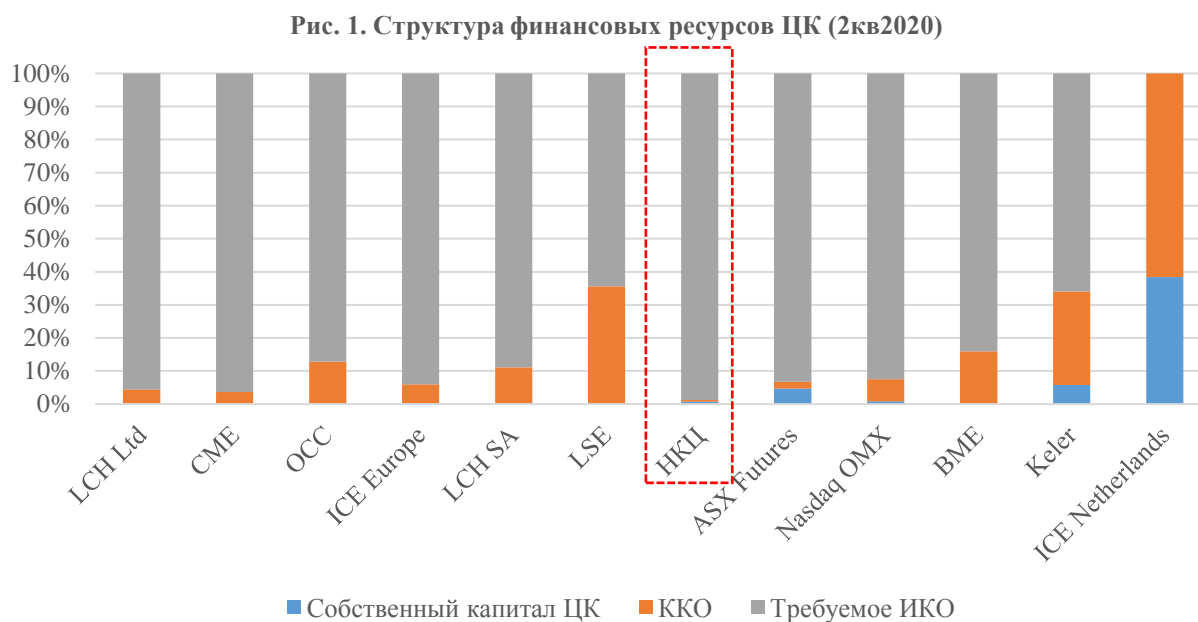
ИКО призвано компенсировать рыночный риск, формирующийся ввиду обязанности ЦК по исполнению обязательств недобросовестных участников клиринга, возникающих из заключенных ими частично обеспеченных сделок. Назначение иных уровней защиты ЦК, отличных от ИКО, – покрытие рисков при недостаточности ИКО. ККО формируется из взносов участников клиринга и является инструментом коллективного урегулирования обязательств недобросовестного участника клиринга. Размер таких взносов определяется правилами клиринга ЦК.

Выделенный капитал ЦК<sup>1</sup> является частью капитала ЦК, который он в соответствии с правилами клиринга обязан направить на урегулирование обязательств недобросовестных участников клиринга в случае недостаточности предшествующих уровней защиты.

Основным элементом обеспечения обязательств ЦК перед добросовестными участниками является ИКО, и в мировой практике именно за счет него образуется основной объем всех финансовых ресурсов ЦК. Зарубежные ЦК, а также НКЦ формируют финансовую защиту преимущественно посредством ИКО (1).

---

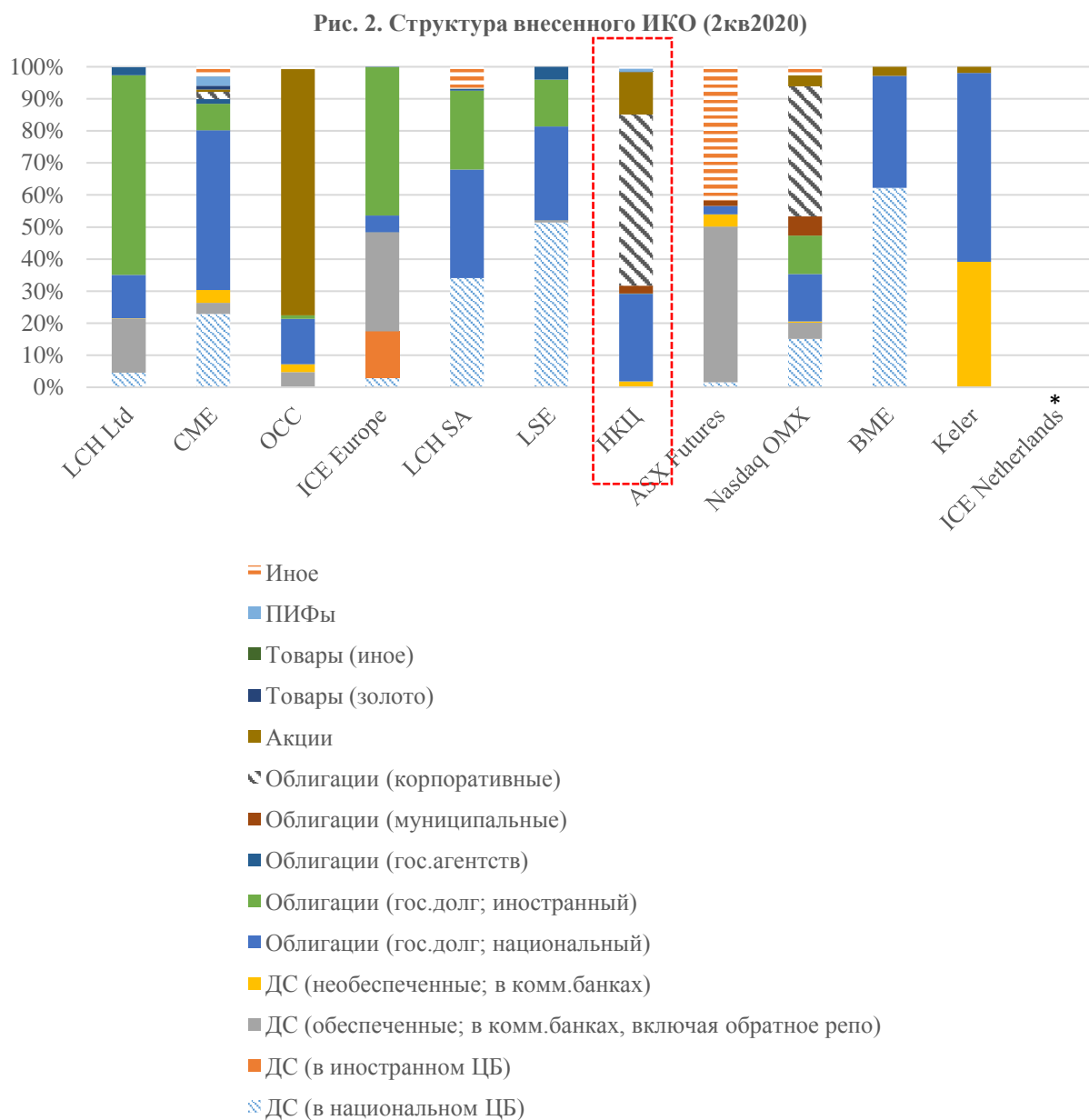
<sup>1</sup> Должен составлять не менее 25% от совокупного капитала ЦК согласно требованиям статьи 35 EMIR RTS 153/2013.



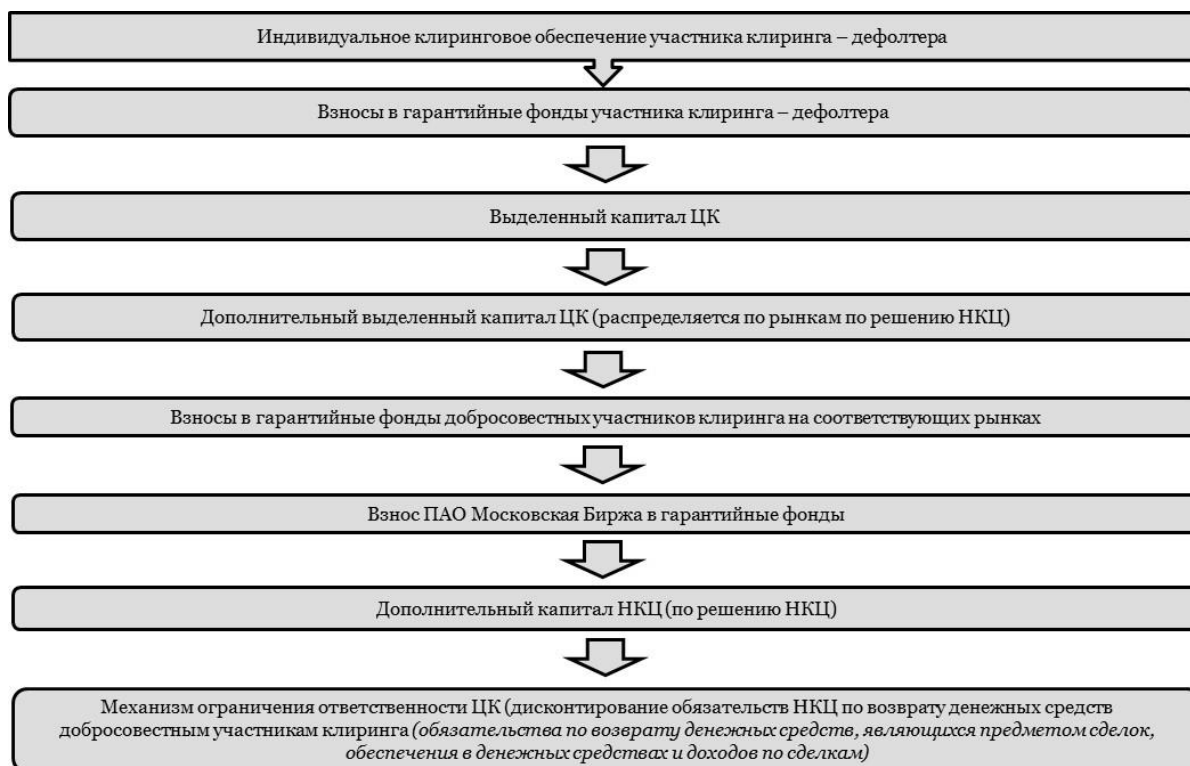
*Источник: расчеты Банка России.*

ИКО, являясь основным элементом в структуре финансовых ресурсов ЦК, может включать денежные средства или высоколиквидные ценные бумаги с минимальными кредитным и рыночным рисками. Структура фактически внесенного ИКО (больше требуемого ИКО) для каждого ЦК индивидуальна и зависит от совокупности факторов (рис. 2). К их числу можно отнести уровень развития национального финансового рынка, доминирующие в активах участников финансовые инструменты, степень обременения активов у участников клиринга, действующие сервисы по управлению обеспечением и так далее.

Особенностью структуры ИКО у НКЦ является относительно высокая доля корпоративных облигаций, что связано с недостаточно большим рынком суверенных обязательств на фоне низкого государственного долга в России, а также значимого присутствия нерезидентов в структуре его держателей. Кроме того, на фоне проводимой Банком России политики по девальютизации и отдельных санкционных ограничений крупные российские компании в последние годы активизировали выпуск облигаций в рублях, что способствовало развитию этого сегмента российского рынка.



Помимо ИКО, механизм защиты НКЦ включает несколько уровней. В соответствии с требованиями российского законодательства у НКЦ сформирована следующая структура уровней защиты (default waterfall) (рис. 3), которая является защитным механизмом для предотвращения системного риска.

**Рис. 3. Структура уровней защиты НКЦ**

Источник: НКЦ.

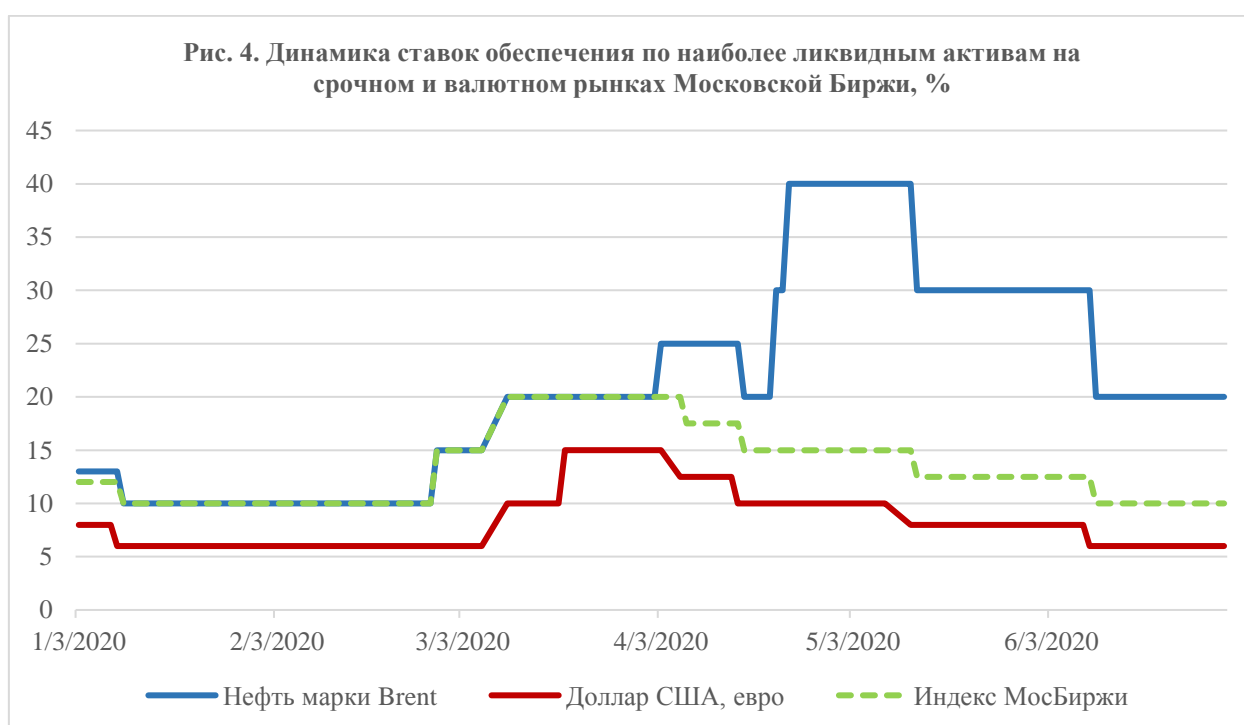
Отметим, что ИКО участников клиринга НКЦ включает в себя дополнительную компоненту – обеспечение под стресс (ОПС). Величина ОПС определяется на основании результатов обязательного стресс-тестирования, проводимого НКЦ на периодической основе не реже одного раза в месяц<sup>2</sup>, в ходе которого, в частности, выявляются величины колебаний котировок различных финансовых инструментов, которые обслуживает ЦК, в условиях высокой волатильности. Соответственно, итоговая величина ИКО, взимаемого с участника клиринга, определяется НКЦ с учетом величины ОПС, рассчитанной для каждого из рынков, обслуживаемых НКЦ.

С точки зрения формирования риска в условиях реализации рыночных шоков значимой проблемой ставок ИКО является их процикличность – эффект, при котором с повышением волатильности на финансовом рынке ЦК повышаются ставки ИКО в целях компенсации возрастающего рыночного риска. В стрессовых

<sup>2</sup> Пункт 5.1 Положения Банка России от 30.12.2016 № 576-П «О требованиях к методикам стресс-тестирования рисков и оценки точности модели центрального контрагента, к стресс-тестированию рисков и оценке точности модели центрального контрагента, порядке и сроках представления информации о результатах стресс-тестирования рисков центрального контрагента участникам клиринга».

условиях повышение ставок ИКО и соответствующее ему требование участникам клиринга о внесении дополнительного объема обеспечения будут оказывать давление на ликвидность участников клиринга.

Именно такая ситуация наблюдалась на всех глобальных рынках в марте 2020 г. в начале пандемии COVID-19. Участники клиринга НКЦ также столкнулись с более высокими требованиями по внесению ИКО на фоне роста рыночной волатильности и рисков контрагента. Для недопущения реализации рисков НКЦ были увеличены ставки ИКО по обслуживаемым инструментам на рынках Московской Биржи, прежде всего по фьючерсам на нефть, фьючерсам на индекс МосБиржи, а также по инструментам на валютном рынке (рис. 4).



Источники: НКЦ, расчеты Банка России.

Повышение ставок ИКО, в том числе как ответ на высокую волатильность инструментов внутри дня, привело к выставлению маржинальных требований участникам клиринга НКЦ в рамках стандартных процедур управления рисками. Значительный рост объема выставленных маржинальных требований участникам зафиксирован в марте 2020 г., при этом в апреле указанный показатель вернулся к средним значениям. В основном маржинальные требования выставлялись кредитным организациям – резидентам. Для исполнения выставленных маржинальных требований кредитные организации использовали преимущественно собственную ликвидность, в отдельных случаях прибегая к привлечению ликвидности от Банка России.

Реализуемые НКЦ меры были соразмерны текущим неблагоприятным событиям на рынке, вызванным пандемией COVID-19, а своевременное исполнение участниками клиринга маржинальных требований и отсутствие случаев дефолтов на финансовом рынке подтвердили ограниченное проциклическое влияние увеличения ставок ИКО на финансовую устойчивость участников клиринга.

Одновременно отмечаем, что в арсенале ЦК есть ряд контрциклических инструментов. Например, в спокойные периоды ЦК может поддерживать ставку ИКО на повышенном уровне, например, посредством учета стрессовых исторических событий на финансовом рынке и использования более консервативных риск-метрик (CVaR). НКЦ, в частности, применяет указанные риск-метрики при калибровке ставок обеспечения. Также в качестве контрциклической меры в нормативном регулировании может быть предусмотрена необходимость формирования ЦК специальных буферов из обеспечения участников.

Помимо ИКО, ЦК формирует гарантийный фонд из взносов участников клиринга. Взнос в ККО недобросовестного участника клиринга в структуре уровней защиты НКЦ находится до выделенного капитала и взносов в ККО добросовестных участников клиринга. Помимо этих стандартных уровней, в структуре уровней защиты НКЦ также предусмотрены дополнительный выделенный капитал и взнос ПАО Московская Биржа как акционера. Кроме того, в целях урегулирования обязательств НКЦ может использовать свой оставшийся капитал (помимо выделенного капитала) в пределах, не приводящих к нарушению им обязательных нормативов ЦК<sup>3</sup>.

Последним уровнем защиты является дисконтирование обязательств по возврату денежных средств добросовестным участникам клиринга. Отметим, что применение указанного инструмента ограничения ответственности является наименее предпочтительным, так как принесет добросовестным участникам клиринга убытки, пропорциональные величине обязательств НКЦ в денежных средствах перед ними. Несмотря на наличие указанного механизма, в практике работы крупнейшего ЦК на российском финансовом рынке отсутствовали случаи реализации процедуры ограничения ответственности.

Как было отмечено выше, ЦК, осуществляя критически значимые функции на финансовом рынке, концентрируют на себе системные риски обслуживаемых ими

---

<sup>3</sup> Установлены инструкцией Банка России от 14.11.2016 № 175-И «О банковских операциях небанковских кредитных организаций – центральных контрагентов, об обязательных нормативах небанковских кредитных организаций – центральных контрагентов и особенностях осуществления Банком России надзора за их соблюдением».

сегментов финансового рынка. Устойчивость ЦК определяет устойчивость всех его участников. Схематично макропруденциальное стресс-тестирование (МСТ) с ЦК представлено на рисунке 5.

**Рис. 5. Схема проведения МСТ с ЦК**



*Источник: подход Банка России.*

Отправной точкой макропруденциального стресс-теста с учетом ЦК является реализация шоков цен финансовых инструментов, обслуживаемых им, на различных временных горизонтах от нескольких дней до календарного года. При этом на заранее определенную дату фиксируются величины позиций и обеспечения участников клиринга ЦК, а также уровней защиты ЦК. Общий объем обеспечения (как требуемого, так и свободного) и величина позиций участников клиринга ЦК переоцениваются с учетом шоков цен последовательно на различных временных горизонтах до выявления одного или нескольких участников клиринга, которым со стороны ЦК будут выставлены маржинальные требования о внесении дополнительного обеспечения.

Далее проводится оценка достаточности ликвидных активов таких участников клиринга для своевременного исполнения выставленных маржинальных требований. В случае достаточности ликвидных активов участника клиринга проводится переоценка его позиций и обеспечения на следующем временном горизонте. В противном случае предполагается, что участник клиринга становится недобросовестным и не исполняет свои обязательства по сделкам с ЦК.

На следующем шаге оценивается возможность ЦК исполнить обязательства недобросовестного участника клиринга перед добросовестными, определяется



достаточность уровней защиты ЦК. Указанный подход нашел отражение в международных рекомендациях, в частности в документе Комитета по платежным и расчетным системам и Технического Комитета Международной организации комиссий по ценным бумагам «Принципы для инфраструктур финансового рынка», в соответствии с которым ЦК должен тестировать собственные уровни защиты, используя широкий спектр параметров и допущений, отражающих возможные рыночные ситуации, с тем чтобы оценить негативное влияние на уровни защиты стрессовых рыночных условий.

Анализ проводится как в разрезе рынков, централизованный клиринг на которых осуществляет ЦК, так и в совокупности по всем рынкам. По результатам стресс-тестирования делается вывод о достаточности или нехватке уровней защиты ЦК в случае реализации стрессового сценария, предполагающего существенное изменение стоимости финансовых инструментов и неисполнение обязательств участниками клиринга. В случае достаточности уровней защиты ЦК проводится переоценка позиций и обеспечения участников клиринга на следующем временном горизонте. В противном случае ЦК применяет механизм ограничения ответственности посредством дисконтирования обязательств перед добросовестными участниками клиринга.

Дисконтирование обязательств является отправной точкой в оценке системного риска на рынках с ЦК. На этом шаге моделируется негативный эффект заражения участников клиринга в результате применения ЦК указанной процедуры и оценивается их финансовая устойчивость. Критериями финансовой устойчивости участников клиринга являются отсутствие дефицита капитала, наличие ликвидных активов и соблюдение ими нормативных требований.

В случае если финансовая устойчивость участников клиринга, в отношении которых применялась процедура дисконтирования обязательств, сохраняется, далее проводится переоценка позиций и обеспечения всех участников клиринга на следующем временном горизонте по алгоритму, описанному выше. В противном случае участники клиринга, в отношении которых применялась процедура дисконтирования обязательств, становятся недобросовестными. Далее проводится оценка обеспеченности сделок, заключенных недобросовестными участниками клиринга. В случае необеспеченности указанных сделок ЦК, ввиду исчерпания уровней защиты, повторно реализует механизм ограничения ответственности по алгоритму, описанному выше.

Как уже было упомянуто, фактически НКЦ ни разу не приходилось прибегать к процедуре «размазывания» потерь по добросовестным участникам, однако данный стресс-тест необходим. Централизованный клиринг сделок на финансовом рынке – относительно новая сфера для глобальных регуляторов, в которой (например, в сравнении с банками) мало примеров дефолтов и кризисов, когда эмпирически тестируется требуемый объем ресурсов в системе защиты ЦК<sup>4</sup>. Поэтому чтобы удостовериться в достаточности системы защиты, необходимо просчитать эффекты заражения в различных негативных сценариях. Макропруденциальный стресс-тест позволяет учесть возникающие при этом эффекты заражения в финансовой системе.

---

<sup>4</sup> В качестве уникального примера использования средств добросовестных участников клиринга можно привести произошедший в сентябре 2018 г. дефолт участника клиринга шведского клирингового дома – ЦК NASDAQ OMX – на товарном рынке, когда для покрытия потерь от указанного дефолта были использованы средства участника клиринга, выделенный капитал ЦК, а также частично гарантийный фонд добросовестных участников клиринга.

### III. Анализ рисков заражения в финансовом секторе

#### 1. Международный опыт моделирования рисков заражения

Тема рисков заражения и сетевых эффектов (contagion effects) привлекла внимание ученых в период азиатского финансового кризиса 1997 г. и приобрела еще большую актуальность в связи с мировым кризисом 2007–2009 годов. Значительный вклад в изучение внесли Allen, Gale (2000, 2004)<sup>5</sup>, Kyle, Xiong (2001)<sup>6</sup>, Kodres, Pritsker (2002)<sup>7</sup>, Kiyotaki, Moore (2002)<sup>8</sup>, Kaminsky, Reinhart, Vegh (2003)<sup>9</sup>, Brunnermeier, Pedersen (2005<sup>10</sup>, 2007<sup>11</sup>), Longstaff (2010)<sup>12</sup>.

Согласно определению Dornbusch, Park, Claessens (2000)<sup>13</sup>, сетевые эффекты представляют эпизоды значительного усиления взаимосвязей между рынками вследствие возникновения шока в одном из них. Эксперты МВФ (Ron Anderson, Jon Danielsson et al (2018)<sup>14</sup>) сделали следующие выводы о сетевых эффектах:

- 1) существуют прямые (контрактные обязательства) и косвенные каналы их реализации;
- 2) динамика данных эффектов может изменяться в зависимости от периода времени и фазы экономического цикла;
- 3) для оценки сетевых эффектов макропруденциальное стресс-тестирование должно рассматривать финансовую систему в целом.

---

<sup>5</sup> Allen, Franklin, and Douglas Gale, 2000, Financial Contagion, *Journal of Political Economy*, 108, 1–33.  
Allen, Franklin, and Douglas Gale, 2004, Financial Intermediaries and Markets, *Econometrica*, 72, 1023–1061.

<sup>6</sup> Kyle, Albert S. and Wei Xiong, 2001, Contagion as a Wealth Effect, *Journal of Finance* 56, 1401–1440.

<sup>7</sup> Kodres, Laura and Matthew Pritsker, 2002, A Rational Expectations Model of Financial Contagion, *Journal of Finance* 57, 769–800.

<sup>8</sup> Kiyotaki, Nobuhiro, and John Moore, 2002, *American Economic Review: Papers and Proceedings* 85, 62–66.

<sup>9</sup> Kaminsky, Graciela, Carmen Reinhart, and Carlos Vegh, 2003, The Unholy Trinity of Financial Contagion, *Journal of Economic Perspectives* 17, 51–74.

<sup>10</sup> Brunnermeier, Markus K. and Lasse H. Pedersen, 2005, Predatory Trading, *Journal of Finance* 60, 1825–1863.

<sup>11</sup> Brunnermeier, Markus K. and Lasse H. Pedersen, 2007, Market Liquidity and Funding Liquidity, *Review of Financial Studies*.

<sup>12</sup> Longstaff, Francis A. and Arvind Rajan, 2008, An Empirical Analysis of the Pricing of Collateralized Debt Obligations, *Journal of Finance* 63, 529–563.

<sup>13</sup> Dornbusch, Rudiger, Yung Chul Park, and Stijn Claessens, 2000, Contagion: Understanding How it Spreads, *The World Bank Research Observer* 15, 177–197.

<sup>14</sup> Ron Anderson, Jon Danielsson, Chikako Baba, Udaibir S. Das, Heedon, Kang, and Miguel Segoviano, *Macroprudential Stress Tests and Policies: Searching for Robust and Implementable Frameworks*, IMF Working Paper 2018, p. 14–31.

Авторы подчеркивают, что моделирование сетевых эффектов во многом определяется трактовкой первоначального макроэкономического шока как экзо- (возникновение вне финансового сектора, данность для участников рынка) или эндогенного фактора. Например, Bartholomew, Whalen (1995)<sup>15</sup> придерживаются первого варианта, рассматривая системный риск как событие, влияющее на финансовый сектор в целом, а не только на отдельные компании. Также, согласно определению Kaufman (1995)<sup>16</sup>, системный риск – это вероятность события, которое запускает цепочку дефолтов контрагентов (эффект домино). Данный подход направлен на изучение шока скорее как изолированного явления.

С другой стороны, системный риск может рассматриваться как эндогенный фактор, учитывающий индивидуальные параметры и взаимосвязи, а также антикризисные меры участников рынка. Например, Mishkin (1995)<sup>17</sup> связывал системный риск с динамикой реальной экономики и определял его как вероятность неожиданного события, которое нарушает информационные потоки между финансовыми рынками. В результате снижается эффективность распределения капитала в пользу наиболее продуктивных инвесторов. В свою очередь Adrian, Shin (2008)<sup>18</sup> уделяли особое внимание сетевым эффектам на межбанковском рынке, которые включали, помимо нарушения контрактных обязательств, снижение стоимости активов вследствие горячих продаж и изменения поведения участников рынка.

Выделяются четыре основных канала распространения сетевых эффектов. Во-первых, согласно Kiyotaki, Moore (2002), Kaminsky, Reinhart, Vegh (2003), таким каналом является сообщение информации между рынками с различным уровнем ликвидности, влияющей на стоимость залога и денежные потоки. Во-вторых, Allen, Gale (2000), Brunnermeier, Pedersen (2005) обращают внимание на то, что потери на одном рынке могут ограничивать возможности рефинансирования на других. Это ведет к вынужденной ликвидации и обесценению активов, «бегству в качество». Таким образом, сетевые эффекты реализуются через риск ликвидности. В-третьих,

---

<sup>15</sup> Bartholomew, P., and G. Whalen, 1995, «Fundamentals of Systemic Risk». In *Research in Financial Services: Banking, Financial Markets, and Systemic Risk*. G.G. Kaufman, ed. Greenwich, CT: JAI, pp. 3–17.

<sup>16</sup> Kaufman, G. K., 1995, «Comment on Systemic Risk. In *Research in Financial Services: Banking, Financial Markets, and Systemic Risk*». Greenwich, CT: JAI, pp. 47–52.

<sup>17</sup> Mishkin, F., 1995, «Comment on Systemic Risk. In *Research in Financial Services: Banking, Financial Markets, and Systemic Risk*». Greenwich, CT: JAI, pp. 31–45.

<sup>18</sup> Adrian, T., and H.S. Shin, 2008, «Liquidity and financial contagion». *Banque de France Financial Stability Review: Special Issue on Liquidity* 11, pp. 1–7.

Vayanos (2004)<sup>19</sup>, Acharya, Pedersen (2005)<sup>20</sup>, Longstaff (2008, 2010<sup>21</sup>) трактуют сетевые эффекты как увеличение премии за риск (снижение цен активов) из-за событий на других рынках. Некоторые ученые также выделяют бизнес-стратегию (strategic complementarity) как четвертый канал реализации. Согласно Bebchuk, Goldstein (2011)<sup>22</sup> одинаковая реакция многих компаний на финансовый кризис приводит к снижению активности межбанковского рынка и увеличению дефицита ликвидности.

Сетевые модели позволяют оценить системные риски банковского сектора: взаимосвязи участников, потенциальные потери вследствие дефолта контрагента, целесообразность оказания центральным банком финансовой поддержки. Сетевые модели предполагают автоматизированный алгоритм, выполняющий последовательные итерации расчетов. В качестве вводных используются рыночная информация и финансовая отчетность: позиции на финансовом рынке, структура банковской группы, запас ликвидных активов и капитала, внебалансовые требования и обязательства.

В качестве примера комплексного подхода по учету сетевых эффектов можно привести модель RAMSI Банка Англии (Risk assessment model for systemic institutions, Bank of England (2009)<sup>23</sup>), которая с 2009 г. остается одной из наиболее комплексных моделей сетевых эффектов. Сетевые эффекты оцениваются на основе детальной финансовой отчетности (400 классов активов и 250 классов пассивов) [Bank of England, 2009, стр. 7].

Параметры стресс-теста задаются как распределения случайных переменных. В результате симуляций формируются наборы стресс-значений показателей, каждый из которых представляет версии исходного макроэкономического шока. Для каждой из данных версий осуществляются итерации, в ходе которых несостоятельные банки последовательно исключаются из матрицы обязательств, а их активы с 10%-ным дисконтом распределяются в пользу остальных участников, компенсируя дефицит ликвидности на рынке.

---

<sup>19</sup> Vayanos, Dimitri, 2004, «Flight to Quality, Flight to Liquidity, and the Pricing of Risk», Working paper, London School of Economics.

<sup>20</sup> Acharya, Viral, and Lasse H. Pedersen, 2005, «Asset Pricing with Liquidity Risk», *Journal of Financial Economics* 77, 375-410.

<sup>21</sup> Francis A. Longstaff, «The subprime credit crisis and contagion in financial markets», *Journal of Financial Economics* 97 (2010) 436-450.

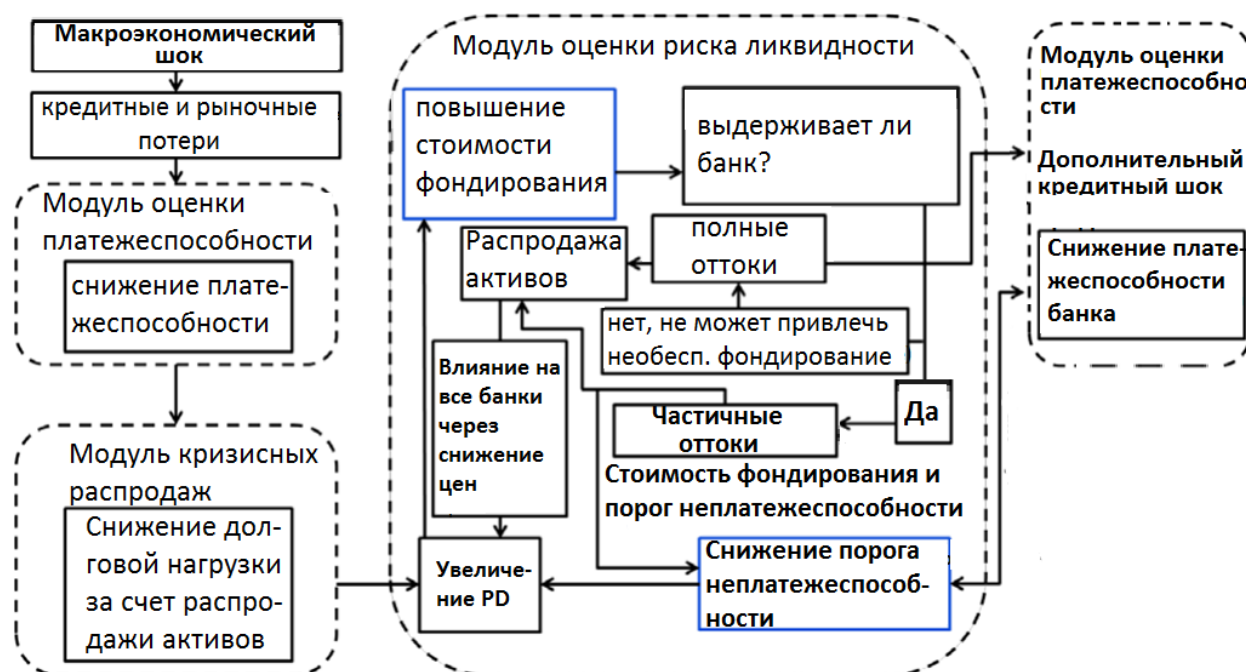
<sup>22</sup> Bebchuk, L., and I. Goldstein, 2011, «Self-Fulfilling Credit Market Freezes». *Review of Financial Studies*, Volume 22(11), pp. 3519-3555.

<sup>23</sup> Bank of England, 2009, David Aikman, Piergiorgio Alessandri, Bruno Eklund, Prasanna Gai, Sujit Kapadia, Elizabeth Martin, Nada Mora, Gabriel Sterne and Matthew Willison, «Funding liquidity risk in a quantitative model of systemic stability», Working Paper № 372, Bank of England, June 2009.

Итерации повторяются до прекращения волны банкротств. На основе нескольких сотен симуляций определяются вероятностные распределения финансовых показателей (кредитные потери, чистый процентный доход, чистая прибыль) в процентном отношении к 2007 году.

Модель 2017 г. MFRAF Банка Канады (MacroFinancial Risk Assessment Framework, Bank of Canada (2017))<sup>24</sup> состоит из нескольких модулей, включая оценку платежеспособности, кризисные распродажи активов, риск ликвидности. Сетевые эффекты оцениваются в рамках модуля риска ликвидности на основе усредненных параметров банковского сектора.

Рис. 6. Блок-схема модели Банка Канады MFRAF (MacroFinancial Risk Assessment Framework)



Источник: Jose Fique, «The MacroFinancial Risk Assessment Framework (MFRAF)», Version 2.0, Technical Report № 111, Bank of Canada, 2017, p. 18.

Исходными этапами данного модуля являются повышение вероятности дефолта и стоимости фондирования в результате кредитных и рыночных потерь, снижения платежеспособности и вынужденной ликвидации активов в

<sup>24</sup> Bank of Canada, 2017, Jose Fique, «The MacroFinancial Risk Assessment Framework (MFRAF)», Version 2.0, Technical Report No. 111 / Rapport technique № 111.

IMF, 2012, Christian Schmieder, Heiko Hesse, Benjamin Neudorfer, Claus Puhr, Stefan W. Schmitz, «Next Generation System-Wide Liquidity Stress-Testing», IMF Working Paper, International Monetary Fund, January 2012.

предшествующих модулях. В зависимости от возможности банка покрыть дефицит ликвидности предполагается полный (дефолт) или частичный отток денежных средств. Он покрывается за счет дополнительной ликвидации активов, которая в свою очередь влияет на их котировки и ликвидность контрагентов. Это формирует дополнительный кредитный шок в модуле оценки платежеспособности. Аналогично первой итерации данный шок приводит к повышению вероятности дефолта и стоимости фондирования. Таким образом, указанный алгоритм повторяется до исчерпания резервов банками с дефицитом ликвидности.

Модель MFRAF использует элементы теории игр. Кроме ликвидной позиции, фактором финансовой устойчивости является аппетит к риску. Кредитование банка другими участниками рынка трактуется контрагентом как снижение кредитного риска и, как следствие, повышает его готовность предоставлять рефинансирование (Fique, J., 2017, стр. 23). Задаются индивидуальные вероятностные распределения PD на основе  $PD_0$ , предоставляемых банками в рамках подхода «bottom-up». Параметры LD и EAD калибруются для сценариев и банков (Fique, J., 2017, стр. 8).

Ввиду множества факторов риска, необходимости детализированных данных и автоматизации расчетов построение масштабных сетевых моделей, учитывающих взаимодействие как между банками, так и между рынками, и с другими секторами (подобно моделям Банка Англии и Банка Канады), требует значительных технических и организационных ресурсов. Несмотря на комплексность моделей, качество результатов является неоднозначным.

В связи с этим большинство центральных банков используют лишь элементы сетевого анализа как инструмента поддержки принятия решений и стресс-тестирования на межбанковском рынке<sup>25</sup>. Например, ЕЦБ разработал сетевую модель реализации риска неплатежеспособности на межбанковском рынке, которая является составной частью более общей системы макропруденциального стресс-тестирования. Указанный подход применяется для анализа взаимных краткосрочных межбанковских позиций и концептуально основан на модели Espinoza-Vega.

Модель Espinoza-Vega оценивает сетевые эффекты на основе матрицы позиций на межбанковском рынке, запаса ликвидности и капитала участников, предполагаемых ценовых дисконтов, доли потерь и других параметров (Espinoza-

---

<sup>25</sup> Ron Anderson, Jon Danielsson, Chikako Baba, Udaibir S. Das, Heedon, Kang, and Miguel Segoviano, «Macropprudential Stress Tests and Policies: Searching for Robust and Implementable Frameworks», IMF Working Paper 2018, p. 68, table 2.

Vega, 2010). Детализация модели определяется доступными данными и может включать как универсальную, так и индивидуальную калибровку показателей. В качестве сетевых эффектов рассматривается параллельная реализация кредитного риска и риска ликвидности (фондирования).

Исходным этапом алгоритма является дефолт одного из участников рынка. Если кредитные потери превосходят запас капитала контрагента, он также испытывает дефолт, принося убытки контрагентам второй очереди. Таким образом, запускается цепная реакция дефолтов между участниками рынка. С другой стороны, предполагается ограничение рефинансирования открытых позиций и, как следствие, дефицит ликвидности. При невозможности его покрытия за счет реализации активов банк испытывает дефолт, создавая аналогичную цепную реакцию. Действие алгоритма прекращается, когда на новой итерации исчерпаны все резервы на покрытие дефицита ликвидности и капитала. Результатом расчета является перечень банков, испытавших дефолт, и объем дефицита ликвидности и капитала вследствие дефолта исходного банка. Данный алгоритм выполняется отдельно для каждого из участников рынка.

На основе полученных данных рассчитываются следующие показатели:

1. «Индекс заражения» (index of contagion) – соотношение суммарных потерь банковского сектора к капиталу в результате дефолта отдельного участника.
2. «Индекс уязвимости» – среднее соотношение потерь к капиталу отдельного банка в результате дефолтов каждого из остальных участников рынка.
3. «Количество спровоцированных дефолтов» – количество дефолтов в результате дефолта отдельного банка.
4. «Уровень уязвимости» – количество раз, когда отдельный банк испытывает дефолт в результате дефолтов каждого из остальных участников рынка.

В целом международная практика показывает, что модели сетевого анализа эффектов заражения являются общепринятым элементом моделирования системного риска в рамках макропруденциального стресс-тестирования.



## 2. Оценка эффектов заражения на российском рынке

В рамках макропруденциального стресс-тестирования Департамент финансовой стабильности Банка России проводит оценку рисков заражения на финансовых рынках на основе последовательной реализации трех этапов. На первом этапе проводится анализ структуры связей между участниками финансового рынка на основе методов сетевого анализа, результаты которого учитываются в том числе при определении периметра макропруденциального стресс-тестирования. На втором этапе оцениваются последствия реализации шоков по прямым каналам заражения. На третьем – оцениваются последствия реализации шоков по косвенным каналам заражения.

### 2.1. Сетевой анализ

Сетевой анализ позволяет оценить конфигурацию сети взаимных позиций, определить значимых участников сети, число и состав кластеров (однородных групп участников), сформировать периметр стресс-теста.

Сети можно разделить на два основных класса в зависимости от распределения числа их связей. Первый вид сетей представляет собой довольно однородные (централизованные) сети, в которых каждый узел имеет примерно одинаковое среднее количество ребер и только малое количество узлов существенно отклоняется по количеству ребер в меньшую или большую сторону. В сильно взаимосвязанных финансовых сетях связи служат амортизаторами в определенном диапазоне реализации шоковых явлений, но за его пределами взаимосвязи способствуют распространению финансовых последствий по системе и приводят к неустойчивости сети.

Степень финансового заражения демонстрирует фазовый переход: когда величина негативных шоков ниже определенного порога, более диверсифицированная структура взаимосвязей приводит к более устойчивой финансовой системе. Однако по мере того, как величина или количество негативных шоков пересекают определенные пороговые значения, плотные взаимосвязи служат механизмом распространения шоков, приводя к потере устойчивости финансовой системы.

Второй вид сетей относится к неоднородным, в которых большая часть узлов имеют небольшое число ребер, тогда как некоторые узлы имеют множество ребер. Такая структура сети указывает на то, что некоторые узлы являются частью плотно связанного ядра, а другие – частью слабо связанной периферии. Основные узлы хорошо связаны с периферийными узлами, а периферийные узлы не связаны между собой напрямую. Данный вид сетей является более устойчивым, и даже если в этих сетях будут поражены несколько узлов, сеть сохранит свою целостность. Однако устойчивость таких сетей к шокам формируется за счет устойчивости отдельных наиболее взаимосвязанных узлов.

Структура такой сети определяется связями типа «ядро-периферия» и визуально идентифицируется в форме звездчатого графа, она является централизованной и характеризуется следующим особенностями:

1. В центре сети присутствуют несколько значимых финансовых институтов, которые выступают в качестве основных посредников по операциям/контрактам для всех остальных участников сети. Значимыми финансовыми институтами в таком случае обычно являются наиболее крупные широкопрофильные финансовые институты, относящиеся к системно значимым кредитным организациям и институтам развития.
2. На периферии сети обычно находятся средние и мелкие финансовые организации, а также крупные организации, имеющие более узкий профиль деятельности и существенно меньшее разнообразие совершаемых операций.
3. Присутствуют существенные взаимосвязи между значимыми финансовыми организациями.
4. Взаимосвязи между значимыми финансовыми организациями и остальными финансовыми организациями не являются существенными.

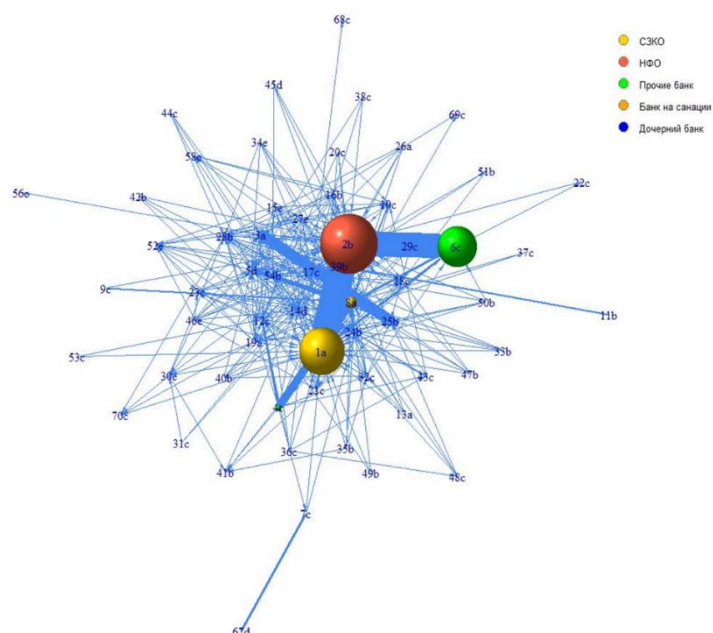
Для определения значимости (степени влияния) отдельных участников используется показатель центральности. Центральность в общем случае определяет наиболее важные вершины графа, используя различные методологии построения. Показатель центральности графа в общем случае обратно связан с взаимозависимостью между участниками: чем больше взаимозависимость, тем меньше центральность, то есть граф ближе к полному графу, когда каждая вершина связана с каждой вершиной. Для звездчатого графа ситуация обратная: взаимозависимость минимальна, однако возникает проблема крупных «посредников» или узлов в графе, которые играют ключевую роль в данном случае.

Анализ структуры сети финансовых контрагентов в рамках макропруденциального стресс-тестирования проводится в разрезе всех основных рынков финансовых инструментов, на которых финансовые компании совершают двухсторонние операции. В качестве примера рассмотрим взаимосвязи участников на основных сегментах финансового рынка (репо, своп, необеспеченные займы). В целях выявления структуры связей на каждом из сегментов в данной работе они рассматриваются изолированно, в рамках макропруденциального стресс-тестирования анализ проводится на консолидированной основе.

Рост волатильности на российском рынке весной 2020 г. потенциально может выступать фактором изменения архитектуры связей на рынке. Вместе с тем структурные изменения рынка зависят от изначальной архитектуры сети, специфики финансовых инструментов и финансовых институтов, которые функционируют на рынке.

На российском рынке репо первые пять наиболее значимых участников МСТ сохранялись в динамике в течении 2020 года (на 1 января, 1 апреля и 1 июля), незначительно меняясь местами, что говорит о постоянном ядре значимых участников, при этом они сохраняли свои подгруппы (кластеры) на все даты. Важно отметить, что в число центральных участников входят не только крупные кредитные организации, но и некредитные финансовые организации и институты развития (рис. 7). В связи с этим для анализа системного риска в периметр стресс-теста необходимо обязательно включать финансовые организации, не относящиеся к банковскому сектору.

Рис. 7. Граф рынка репо, построенный по открытым позициям на 1 января 2020 года



Примечание. Размер шара отражает значимость участника, ширина линии – размер открытой позиции.

*Источник: Московская Биржа.*

На рынке свопов наиболее значимые участники (топ-10) менее постоянны в динамике в 2020 г. и значимость отдельных участников относительно сильно меняется со временем. При повышении волатильности, как происходило в марте-апреле 2020 г., может меняться структура сети и может повышаться центральность отдельных участников и централизация сети, что потенциально увеличивает риски при их несостоятельности.

Централизация сети по собственным векторам позволяет оценить, насколько элементы сети тесно связаны между собой, то есть характеризуется большим количеством взаимосвязей и меньшей значимостью отдельных участников (централизация будет стремиться к нулю). Низкая централизация предполагает, что сеть является более полной, то есть каждый участник связан ребром с каждым другим участником и веса у ребер примерно одинаковые.

Для рынка своп важно отметить, что в период волатильности весной 2020 г. возростала централизация сети, что повышало значимость центральных участников для устойчивости рынка. Поэтому при анализе рисков заражения таких участников следует рассматривать как потенциальных источников распространения шоков.

Рис. 8. Граф рынка своп, построенный по открытым позициям на 1 января 2020 года

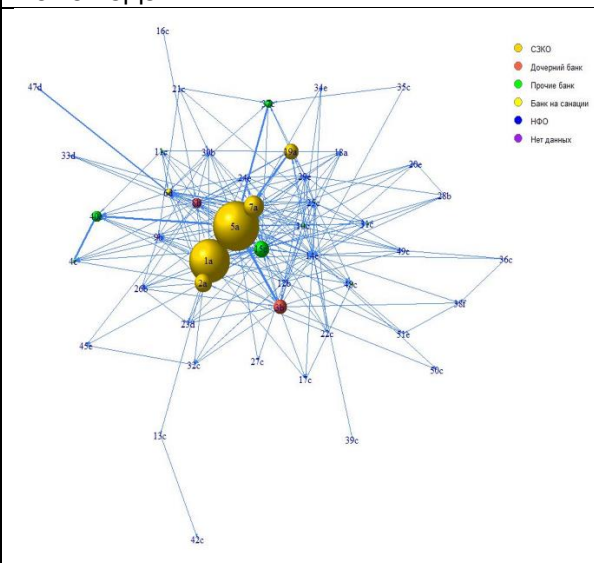
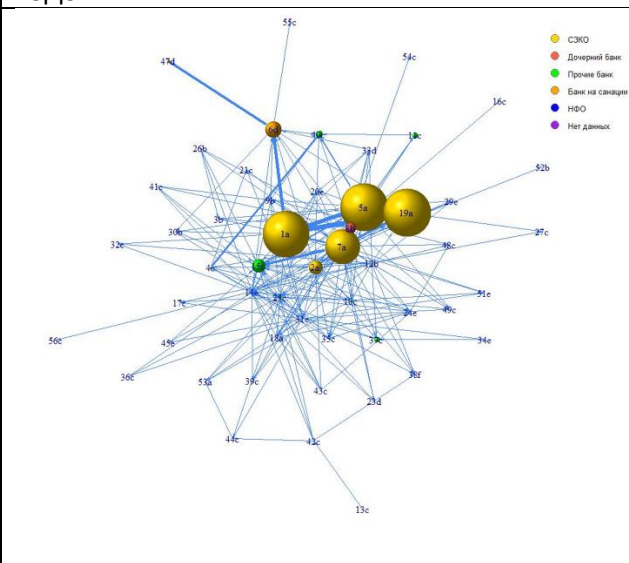


Рис. 9. Граф рынка своп, построенный по открытым позициям на 1 апреля 2020 года



Примечание. Размер шара отражает значимость участника, ширина линии – размер открытой позиции.

Источник: Московская Биржа.

Для рынка необеспеченных займов<sup>26</sup> на денежном рынке период волатильности 2020 г. также характеризовался повышением централизации сети. Произошло это потому, что в период шоков часть организаций сократили лимиты кредитования, и рынок переместился в сторону центральных участников. Это значит, что в периоды повышенной волатильности для данных рынков стабильность крупных участников является важным фактором для снижения распространения рисков в системе. На рынке репо ситуация обратная: если значимость отдельных участников в целом для сети снизилась, это говорит о более равномерном распределении открытых позиций в сети.

## 2.2. Оценка эффектов заражения по прямым каналам

В рамках данного подраздела представлен подход, который используется в Банке России при проведении макропруденциального стресс-тестирования в рамках оценки рисков заражения от гипотетического дефолта российских финансовых институтов. В основе используемого подхода лежит модель Espinoza-Vega (см. раздел 3.1 «Международный опыт моделирования сетевых эффектов») с

<sup>26</sup> В данный рынок включались операции кредитов, депозитов, облигаций, средства на текущих счетах.

расширением сферы ее применения на все основные финансовые организации, функционирующие на российском финансовом рынке. Данный подход позволяет исследовать механизм формирования и распространения системного риска, вытекающего из конкретных особенностей сети, неоднородности организаций, источников риска и их взаимодействия.

В качестве отправной точки при оценке последствий стресса рассматривается состояние финансового сектора на дату проведения расчета. Соответственно, все риск-параметры бизнес-моделей финансовых организаций оцениваются, исходя из их позиций (объема открытых сделок) на начальную дату. На данном этапе макропруденциального стресс-тестирования проводится оценка рисков в разрезе объектов стресс-тестирования. Оценка рисков по участникам, входящим в периметр МСТ, на каждом горизонте стресс-тестирования осуществляется от момента начала стресс-тестирования с оценкой влияния значений стрессовых факторов, характерных для каждого временного горизонта.

Оценивается способность банковской (финансовой) группы, в которую входит финансовая организация, удовлетворять критериям отсутствия дефицита ликвидности и дефицита капитала. В случае если реализация антикризисных мер на уровне финансовой группы позволила устранить дефицит капитала, то участник продолжает выступать объектом стресс-тестирования для последующих горизонтов анализа.

В случае если участник МСТ не входит в банковскую (финансовую) группу или реализация мер не позволила устранить дефицит капитала, то участник признается несостоятельным и на последующих этапах и горизонтах стресс-тестирования все его обязательства признаются неисполненными. При этом проводится переоценка позиций других участников с учетом его неисполненных обязательств посредством реализации модели заражения.

На каждой итерации при неисполнении обязательств одного участника рынка (банковской группы) перед другими участниками рынка проводится соответствующая корректировка размера капитала (капитала для группы) и пересчет критерия(ев) их финансовой устойчивости. Пересчет критериев финансовой устойчивости производится для непосредственных заемщиков банка, их кредиторов в случае неисполнения ими обязательств, кредиторов их кредиторов и т.д. Расчет завершается при отсутствии на новом раунде участников с неисполненными обязательствами.

Ожидаемые потери по требованиям контрагентов равны:

$$\text{Ожидаемые потери} = EAD * PD * (1 - \text{Recovery rate}),$$

где EAD – стоимость, подверженная риску в случае дефолта;

PD – вероятность дефолта;

Recovery rate – ставка восстановления после наступления дефолта;

LGD=(1 – Recovery rate) – потери в случае наступления дефолта.

В случае наступления дефолта по обязательствам финансовой организации ожидаемые потери оцениваются, исходя из следующих значений величин входящих в уравнение:

PD=1 – поскольку финансовая организация признается несостоятельной в стресс-сценарии;

Recovery rate = 0 – на основе принципа консервативности предполагается, что восстановление по обязательствам полностью отсутствует

LGD=100% – предполагается, что потери реализуются в полном объеме.

Общая оценка сетевых эффектов и рисков заражения выглядит следующим образом (отражено на примере баланса кредитной организации).

Баланс кредитной организации представлен следующими компонентами:

$$\sum_j \sum_k x_{ij}^k + a_i = c_i + d_i + b_i + \sum_j x_{ji},$$

где  $x_{ij}^k$  – требования банка  $i$  вида  $k$  к финансовой организации  $j$ ;

$a_i$  – другие активы;

$c_i$  – капитал;

$d_i$  – вклады клиентов;

$b_i$  – крупное финансирование (за исключением взаимных обязательств участников МСТ);

$x_{ji}$  – общие обязательства банка  $i$  в отношении финансовой организации  $j$  или, наоборот, требования финансовой организации  $j$  в отношении банка  $i$  (взаимосвязи между участниками МСТ).

Полное множество всех финансовых организаций в сети (участников МСТ) обозначим  $Z$ . Неисполнение обязательств в результате реализации шока в ходе проведения макропруденциального стресс-тестирования отображается следующим образом. Банк несет потери по части своих требований в отношении дефолтных финансовых организаций в соответствии с подмножеством финансовых организаций  $Y \subset Z$ . Потери банка  $i$  суммируются по всем финансовым

организациям  $j \in \mathcal{Y}$  и типам требований  $k : x_{ij}^k$  и абсорбируются капиталом, на сопоставимую сумму корректируются активы банка  $i$ :

$$\sum_{j \in \mathcal{Z} \setminus \mathcal{Y}} \sum_k x_{ij}^k + a_i = \left[ c_i - \sum_{j \in \mathcal{Y}} x_{ij}^k \right] + d_i + b_i + \sum_j x_{ji},$$

В результате баланс банка  $i$  сокращается, а его капитал уменьшается на объем понесенных убытков:  $\sum_{j \in \mathcal{Y}} x_{ij}^k$ . После этого проводится проверка достаточности капитала кредитной организации:

$$\frac{c_i'}{rwa_i'} \geq c_n,$$

где  $c_i'$  – величина капитала банка  $i$  с учетом понесенных убытков от дефолта контрагентов – участников МСТ;

$rwa_i'$  – активы, взвешенные по уровню риска, с учетом понесенных убытков;

$c_n$  – нормативное требование по величине капитала.

При невыполнении требования по достаточности капитала банка  $i$  и невозможности групповой поддержки банк становится неплатежеспособным и наступает дефолт по его обязательствам в отношении других участников МСТ –  $\sum_j x_{ji}$ .

Таким образом, проводится оценка распространения заражения по каждой финансовой организации, входящей в периметр МСТ.

По завершению расчета на всех временных горизонтах МСТ и всех итерациях оценки заражения на каждом из горизонтов по участникам рынка, у которых в результате заражения образуется дефицит капитала, рассчитывается суммарный показатель дефицита капитала. Также оценивается общее число участников, обязательства которых признаются неисполненными. Итогом данного этапа стресс-тестирования является переоценка потерь всех участников и финансового сектора в целом в результате реализации сетевых эффектов и риска заражения.

### 2.3. Оценка эффектов заражения по косвенным каналам

Участник финансовой системы может столкнуться с последствиями реализации экзогенного шока даже в отсутствие непосредственного взаимодействия с его источником или пострадавшим участником рынка, получив заражение по косвенному каналу передачи риска. Наиболее известным примером



такого канала является концентрация вложений в инструменты финансового рынка ограниченной группы участников. При этом степень подверженности заражению участника финансовой системы зависит от следующих факторов:

- 1) чувствительность рыночных цен к экстренным продажам актива со стороны отдельных участников;
- 2) структура вложений и рыночная концентрация актива в портфелях участников (например, суммарная доли владения активом, приходящаяся на одного, двух и пять его крупнейших собственников);
- 3) поведение участников, которое может носить проциклический характер и усиливать рыночный риск по отдельным ценным бумагам, присутствующим в портфелях других участников.

В качестве косвенных каналов могут рассматриваться также случаи участия компаний в общих инвестиционных проектах, пересечение деятельности в одном регионе, отраслевая принадлежность, изменения предпочтений конечных потребителей (вызванные не связанными с компанией причинами и/или не оказывающие прямого воздействия на их деятельность), другие ситуации, когда риск передается через цепь взаимосвязей и напрямую не обусловлен деятельностью компании и ее акционеров.

### **Чувствительность рыночных цен к экстренным продажам**

Оценка эффекта косвенного заражения основана на выявлении ценных бумаг, которые в наибольшей степени чувствительны к экстренным продажам. Такая оценка может быть затруднена как на очень высоколиквидных рынках (эффект краткосрочен и вызывает незначительную волатильность), так и на низколиквидных и неликвидных рынках (любая относительно крупная продажа обычно приводит к серьезному снижению цены, при этом она может не являться «горящей» продажей).

Международный валютный фонд (МВФ), осознавая проблему выявления и оценки «горящих» продаж, рекомендует центральным банкам проводить дополнительные исследования по способам выявления и оценки данных мер. Основным механизмом их реализации является факт экстренной продажи большого объема выпуска отдельным участником, который значимо влияет на его рыночную цену.

В рамках макропруденциального стресс-тестирования для оценки воздействия продаж на цену активов применяется две модели:

1. Модель с Марковскими переключениями (Markov Regime-Switching Models)<sup>27</sup>. Она предполагает разбиение активов банков на классы и в дальнейшем – оценку совокупного воздействия явления «горящих» продаж для стрессовых и не стрессовых режимов каждого класса, проводя усреднение изменений цены отдельных активов класса.

$$LIQ_t = \beta_0^S + \varepsilon_t^S + \sum AR \quad ,$$

где  $LIQ_t$  – агрегированная оценка воздействия на цену по всем инструментам выбранного класса;

$\beta_0^S$  – константа, величина которой зависит от выбранного режима стрессовости  $S$  (режим без стресса с высокой ликвидностью и режим стресса с низкой ликвидностью);

$\varepsilon_t^S$  – оценка дисперсии остатков также зависит от выбранного режима стрессовости;

$\sum AR$  – элемент автокорреляции.

2. Упрощенная аналитическая модель потенциального воздействия на снижение цены эффекта «горящих продаж» для российских акций.

Формула для отдельных акций:

$$R_{fire(ОЦ)}^i = C + \left(1 + \frac{V_{ud}}{V_{flow}}\right) \left(\alpha_i * \frac{|\Delta(P_{close} - P_{open})|}{V_{av.flow}} + \beta_i * \frac{P_{high} - P_{low}}{P_{aver}}\right) + \varepsilon_i \quad ,$$

где  $V_{ud}$  – объем позиции участника;

$C$  – константа;

$V_{flow}$  – дневной объем рынка;

$V_{av.flow}$  – среднедневной объем рынка;

$P_{close}, P_{open}, P_{high}, P_{low}, P_{aver}$  – цена закрытия: открытия, наибольшая, наименьшая, средняя;

$\varepsilon_i$  -- остаточный член, удовлетворяющий условиям Гаусса-Маркова.

## Структура вложений по эмитентам

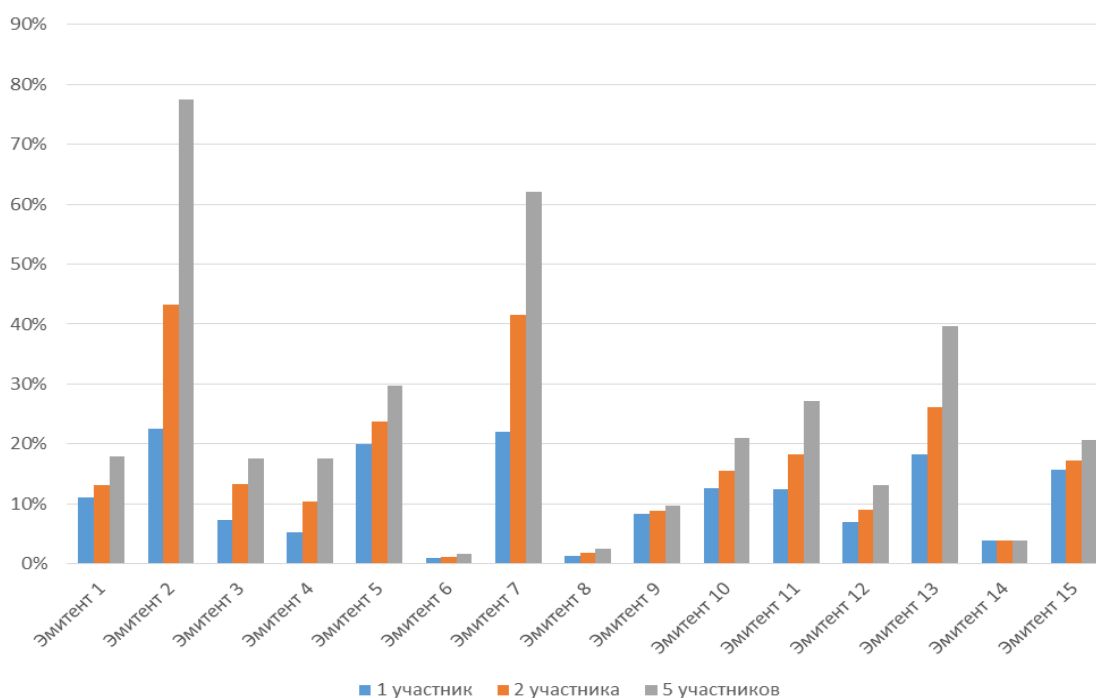
<sup>27</sup> Данная модель также использовалась МВФ в рамках анализа рынков. Опыт ее применения МВФ представлен в отдельных работах и материалах выступлений Mindaugas Leika.

Второй элемент моделирования рисков заражения по косвенным каналам относится к оценке уязвимости участников к рыночным шокам. В рамках макропруденциального стресс-тестирования осуществляется оценка рисков через облигации российских эмитентов (в том числе государственные ценные бумаги). В список эмитентов – потенциальных источников косвенного канала для банков были отобраны 15 эмитентов, чей совокупный объем выпусков облигаций в наибольшей степени представлен в кредитных организациях.

Выявление канала по эмитенту базировалось на основе оценки концентрации на одном, двух и пяти крупнейших собственниках (кредитных организациях) финансового актива и тем самым определен периметр потенциального косвенного заражения банков по каждому из эмитентов (рис. 10).

На следующем этапе отбирались организации с высокой долей собственности на рынке и одновременно высоким задействованием капитала (большие вложения по отношению к капиталу) – фактически определялся косвенный канал заражения для кредитных организаций, чувствительных к колебаниям стоимости и размера вложений в ценные бумаги эмитента.

Рис. 10. Концентрация по параметру доли собственности банка в облигациях эмитента, находящихся в обращении, %



Источник: форма отчетности 0409711.

Как видно на рисунке 10, отмечается наличие потенциальной уязвимости ряда банков к колебаниям рыночной стоимости ценных бумаг эмитентов №2, №7 и

№13 По облигациям остальных эмитентов концентрация даже на пяти кредитных организаций не превышала 30% выпуска в обращении. При этом размер концентрации свидетельствует в большей мере о степени возможного заражения по косвенному каналу, а не о потенциальной вероятности реализации указанной уязвимости.

Для анализа рисков заражения по косвенному каналу, помимо оценки уязвимости банков к рыночным рискам отдельных эмитентов, необходимо рассмотреть поведение участников на рынках соответствующих ценных бумаг. Косвенное заражение возникает в случае экстренной продажи ценной бумаги со стороны одного или нескольких участников и реализации потерь по рыночному риску у других участников. Такое проциклическое поведение усиливает рыночный шок в отдельных ценных бумагах, тем самым осуществляется заражение других участников.

### Проциклическое поведение отдельных участников рынка

В период повышенной волатильности весной 2020 г. отдельные участники демонстрировали проциклическое поведение, продавая корпоративные облигации (табл. 1). Понижительное давление на рыночную цену в результате таких действий оказывало стимулирующий эффект для других участников, которые выступали с контрциклической стратегией действий. Примеры таких категорий участников и соответствующие объемы покупок и продаж указаны в таблице 1.

Табл. 1 Крупнейшие проциклические и контрциклические участники на рынке облигаций (кроме ОФЗ) за период с 20.02.2020 по 18.03.2020, млрд руб.

Проциклические участники	Нетто-продажи облигаций	Контрциклические участники	Нетто-покупки облигаций
НФО 1	-10,6	СЗКО 4	6,9
НФО 2	-10,3	КО 1*	8,9
СЗКО 1	-8,3	СЗКО 5	13,2
НФО 3	-6,7		
СЗКО 2	-5,4		

\*КО1 – кредитная организация не являющаяся системно значимой

Источник: Московская Биржа.

На рынке государственного долга в марте и апреле отмечалась проциклическая активность в поведении НФО (в большей степени в апреле) и нерезидентов (в основном в марте). Контрциклическую роль, в свою очередь, выполняли

крупнейшие банки, что позволило ограничивать волатильность и обеспечить устойчивость ценовой динамики.

Анализ проведенных участниками проциклических операций показал, что они не носили характера «горящих» продаж и не осуществлялись в целях восстановления финансовой устойчивости отдельных участников. Их объемы были незначительны относительно портфелей участников, имеющих значимые объемы вложений в соответствующие ценные бумаги. Кроме того, цену отдельных продаваемых выпусков поддерживали участники с контрциклическим поведением, которое было усилено благодаря мерам Банка России.

В частности, для поддержки потенциала финансовых организаций по приобретению активов на финансовом рынке Банк России предоставил право банкам и другим финансовым организациям, которые ведут бухгалтерский учет по нормативным актам Банка России, отражать долевыми и долговыми ценные бумаги, приобретенные до 1 марта 2020 г., по справедливой стоимости на 1 марта 2020 г., а долговые ценные бумаги, приобретенные в период с 1 марта по 30 сентября 2020 г., отражать по справедливой стоимости на дату приобретения. Действие этой меры сохранится до 1 января 2021 года.

По данным Банка России на 01.10.2020, указанным правилом не воспользовалось большинство системно значимых кредитных организаций, только три из 11 банков заявили об использовании предоставленных послаблений. Из числа остальных банков данную меру реализовали 80 кредитных организаций<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Несмотря на то, что указанная мера распространялась также на НФО, они демонстрировали преимущественно нетто-продажи, поскольку формировались в основном клиентскими заявками.

## **IV. Эффекты взаимовлияния финансового и реального секторов экономики**

### **1. Международный опыт моделирования эффектов обратной связи**

Усложнение структуры мировых финансовых рынков приводит к укреплению взаимосвязей между отдельными участниками финансового рынка. В этих условиях все более существенная роль отводится вторичным эффектам различных процессов, которые ведут к усилению суммарных экономических последствий для финансовой системы. Вторичные эффекты могут возникать как на отдельных сегментах финансового рынка (эффекты заражения в банковском секторе (interbank contagion), межсекторальные связи (cross-sector spillovers), так и на уровне экономики в целом (macroeconomic feedback)<sup>29</sup>. При этом имплементация моделей оценки вторичных эффектов в систему макропруденциального стресс-тестирования (МСТ) представляет сравнительно новую область исследования. По данным Банка международных расчетов<sup>30</sup>, среди опрошенных регуляторов менее половины предъявляют требования к коммерческим банкам по оценке моделей вторичных эффектов в процессе стресс-тестирования.

В настоящее время оценка макроэкономических эффектов обратной связи («второго круга» (SRE, second round effects)<sup>31</sup> проводится в системе макропруденциального стресс-тестирования (МСТ) Банка Японии и Европейского центрального банка (ЕЦБ).

Традиционно МСТ включает оценку эффектов «первого круга» – влияния первоначального негативного макроэкономического шока на состояние реального и финансового секторов экономики. Однако существование двунаправленной взаимосвязи между экономическими явлениями приводит к возникновению эффектов «второго круга» – воздействию ухудшения конъюнктуры финансового сектора на экономическую активность, что усугубляет суммарные негативные последствия для экономики.

<sup>29</sup> Baudino P., Goetschmann R., Henry J., Taniguchi K., Zhu W. (2018). «FSI Insights on policy implementation № 12. Stress-testing banks – a comparative analysis». Bank for International Settlements. November 2018. URL: <https://www.bis.org/fsi/publ/insights12.pdf>.

<sup>30</sup> Basel Committee on Banking Supervision (2017). Supervisory and bank stress testing: range of practices. Bank for International Settlements. December 2017. URL: <https://www.bis.org/bcb/publ/d427.pdf>.

<sup>31</sup> В иностранной литературе наряду с термином «second round effects» также встречаются термины «macroeconomic feedback effects» и «macrofinancial feedback loop».

В концепции макропруденциального стресс-тестирования (МСТ) **Банка Японии** <sup>32</sup> представлена методология оценки эффектов обратной связи МСТ, результаты которого публикуются в обзоре финансовой стабильности Банка Японии (Financial System Report). Для целей МСТ в Банке Японии была разработана структурная макроэкономическая модель средней размерности с включенным финансовым сектором (FMM, Financial Macro Model).

При оценке эффектов «первого круга» авторы показывают, что под действием негативного макроэкономического шока наблюдается сокращение запаса капитала банков и рост взвешенных по риску активов (RWA, risk weighted assets), что приводит к снижению норматива достаточности капитала (CAR, capital adequacy ratio) финансовых институтов в стрессовых условиях. Далее производится оценка эффектов «второго круга»: влияния снижения CAR на банковское кредитование и экономическую активность в реальном секторе. Сокращение норматива достаточности капитала финансовых институтов вынуждает банки снижать предложение кредитов, что выражается в сокращении равновесного кредитования из-за ужесточения денежно-кредитных условий. Ужесточение условий привлечения кредитования становится причиной сокращения расходов экономических агентов и дальнейшего снижения совокупного выпуска (помимо снижения в результате первоначального негативного шока). Таким образом, в условиях тесной взаимосвязи между параметрами реального и финансового секторов экономики действие эффектов «второго круга» приводит к увеличению потерь совокупного выпуска, которые превышают падение ВВП по результатам «первого круга».

Авторы работы демонстрируют эффективность учета эффектов «второго круга» в макропруденциальном стресс-тестировании. В спецификации модели без SRE в течение первого года после стресса темп роста номинального ВВП <sup>33</sup> отклоняется от базовой траектории на 1 п.п. вниз, в то время как снижение темпов роста экономики при учете SRE составляет 2 п.п. по сравнению с базовой траекторией. Таким образом, существование эффектов «второго круга»

---

<sup>32</sup> Kitamura et al. (2014). Macro stress testing at the Bank of Japan.

URL: [https://www.boj.or.jp/en/research/brp/ron\\_2014/data/ron141008a.pdf](https://www.boj.or.jp/en/research/brp/ron_2014/data/ron141008a.pdf).

<sup>33</sup> В работе Банка Японии так же, как и в работе Dees et al. (2017), используются данные о номинальном ВВП, динамика которого в большей мере соответствует изменению номинальных показателей финансового сектора (кредитование, стоимость акций в номинальном выражении).

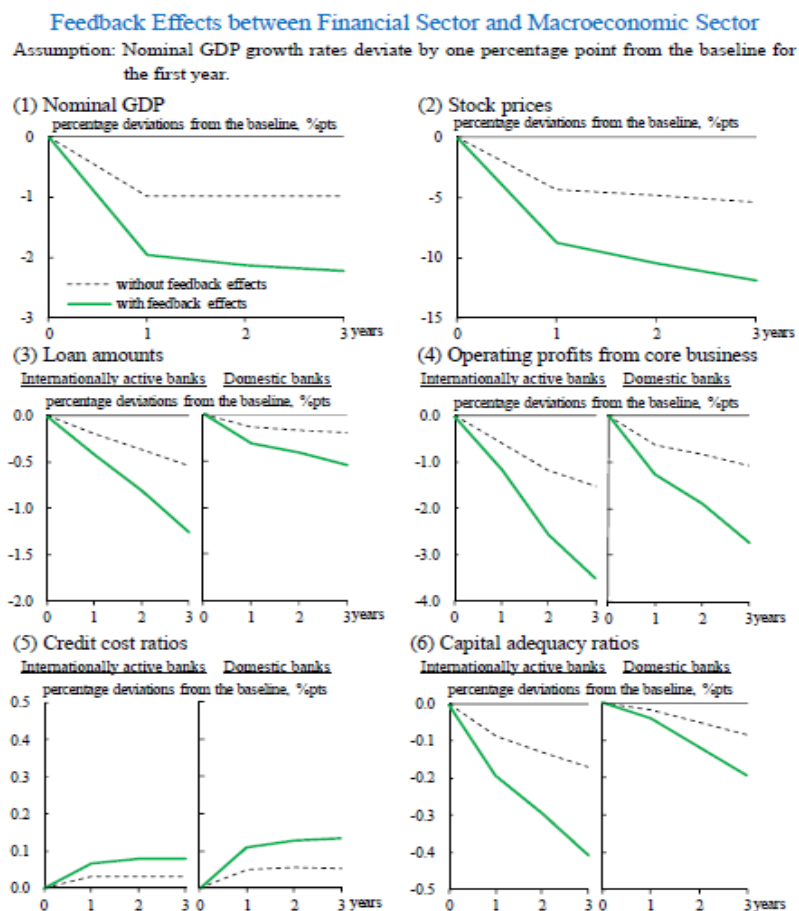
Dees et al. (2017). STAMP€: Stress-test analytics for macroprudential purposes in the euro area.

URL:

[https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/shared/pdf/20170511\\_2nd\\_mp\\_policy/DeesHenryMartin-Stampe-Stress-Test\\_Analytics\\_for\\_Macroprudential\\_Purposes\\_in\\_the\\_euro\\_area.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/shared/pdf/20170511_2nd_mp_policy/DeesHenryMartin-Stampe-Stress-Test_Analytics_for_Macroprudential_Purposes_in_the_euro_area.en.pdf).

увеличивает потери совокупного выпуска в два раза. Также вторичные эффекты приводят к практически двукратному снижению других финансовых переменных – стоимости акций, кредитования, операционной прибыли, кредитных издержек, нормативов достаточности капитала банков – по сравнению с изменением соответствующих показателей в результате «первого круга» (рис. 11).

Рис. 11. Обратный эффект между финансовым сектором и макроэкономическим сектором



Источник: Kitamura et al. (2014).

В работе **Европейского центрального банка (ЕЦБ)** <sup>34</sup> отмечается значимость динамики кредитного предложения в раскручивании спирали вторичных эффектов. Как утверждают авторы работы, в условиях нормальной макроэкономической конъюнктуры при принятии решений об уровне кредитования и кредитных ставках банки руководствуются состоянием совокупного спроса на кредитные ресурсы. Однако в условиях усиления волатильности на кредитном

<sup>34</sup> Budanik et al. (2019). «Macprudential stress test of the euro area banking system». URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op226~5e126a8e37.en.pdf>.

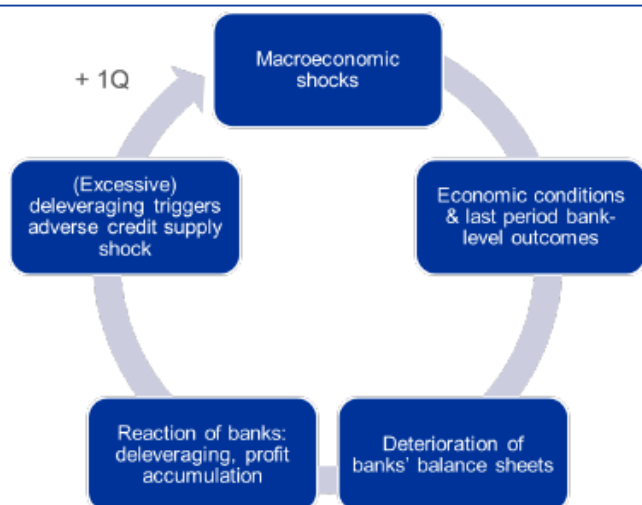


рынке эффекты со стороны предложения приобретают первоочередную роль, так как в этих условиях банки будут стремиться восстановить запасы капитала, снизившиеся под действием первоначального шока. Таким образом, основная причина развертывания эффектов «второго круга» состоит в реализации негативного шока со стороны банковского предложения кредитов.

Сокращение прибыльности и запаса капитала финансовых институтов в условиях стресса будет стимулировать корректировку банками выдачи кредитов. Чем более негативным был исходный макроэкономический сценарий, тем более существенным будет сокращение капитализации относительно порогового уровня и тем значительнее будет кредитное сжатие (вплоть до кризиса кредитования (credit crunch)). Негативный шок предложения кредитов будет транслироваться в последующий структурный шок, что приведет к запуску эффектов «второго круга» (рис. 12).

Рис. 12. Схематическая иллюстрация обратной связи между банками и реальным сектором

Figure 2  
Schematic illustration of the feedback loop between banks and the real economy



Источник: Budanik et al. (2019).

Методологической основой работы ЕЦБ является структурная панельная векторная авторегрессия (SPVAR, structural panel vector autoregression) на основе данных 19 стран еврозоны. В процессе моделирования происходит идентификация 10 структурных шоков, включая шок кредитного предложения, путем наложения знаковых и временных (нулевых) ограничений на структуру шоков. Выявление шока предложения кредитов, который, по мнению авторов работы, играет ключевую роль

в развертывании вторичных эффектов на финансовом рынке, основано на подходах, отраженных в работах Hristov et al. (2012)<sup>35</sup>, Barnett and Thomas (2014)<sup>36</sup>, Duchi and Elbourne (2016)<sup>37</sup>.

В работе Hristov et al. (2012) показано, что для идентификации шока предложения кредитов необходимо накладывать следующие ограничения на реакцию переменных модели: изменение объема выданных кредитов и кредитных ставок, а также кредитных ставок и краткосрочных ставок денежного рынка должно происходить в противоположных направлениях. Это обусловлено тем, что под действием негативного макроэкономического шока происходит ухудшение финансовой позиции банков, что вынуждает их повышать стоимость кредитных ресурсов и сокращать объемы выдачи кредитов. Вместе с этим на фоне ухудшения экономической ситуации и сопутствующего снижения инфляции (реализация отрицательного шока совокупного спроса) центральный банк перейдет к стимулирующей денежно-кредитной политике, что приведет к снижению краткосрочных процентных ставок. Таким образом, одновременно будут происходить снижение краткосрочных процентных ставок, снижение объема выданных кредитов и рост кредитных ставок. В статьях Barnett and Thomas (2014) и Duchi and Elbourne (2016) аналогичным образом принимается предпосылка о разнонаправленной динамике кредитных спредов и темпов роста кредитования, при этом ограничение на динамику базовой ставки денежных властей не накладывается.

В своей работе на основе агрегированных данных еврозоны авторы приходят к выводу о том, что учет эффектов обратной связи в рамках негативного сценария приводит к потерям темпов роста ВВП в размере 1,6 процентного пункта. Также в исследовании отмечается, что значимость вторичных эффектов и их отрицательное воздействие на совокупный выпуск выше в странах с более слабыми структурными параметрами, характеризующими состояние банковского сектора (более низкий исходный запас капитала) (рис. 13).

Рис. 13. ВВП при реализации сценария обратного эффекта

<sup>35</sup> Hristov et al. (2012). «Loan supply shocks during the financial crisis: Evidence for the Euro area». *Journal of International Money and Finance*, vol. 31, pp. 569-592. DOI: 10.1016/j.jimonfin.2011.10.007.

<sup>36</sup> Barnett A., Thomas R. (2014). «Has weak lending and activity in the UK been driven by credit supply shock?» *The Manchester School, Supplement 2014*, pp. 60-89. DOI: 10.1111/manc.12071.

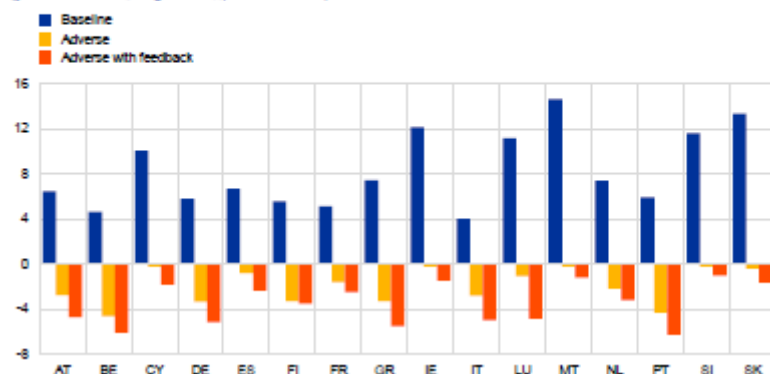
<sup>37</sup> Duchi F., Elbourne A. (2016). «Credit supply shocks in the Netherlands». *Journal of Macroeconomics*, vol. 50, pp. 51-71. DOI: 10.1016/j.jmacro.2016.09.001.

Chart 13

## GDP in a scenario with feedback

Augmented adverse scenario leads to additional 1.6 pp drop in GDP

(y-axis: cumulative GDP growth in %, x-axis: countries)



Источник: Budanik et al. (2019).

Таким образом, существование вторичных эффектов может усиливать возможные негативные последствия для экономики и финансовой системы в ответ на шок. В целях повышения качества системы макропруденциального стресс-тестирования оценка эффектов «второго круга» является необходимой.

## 2. Оценка эффектов обратной связи на российских данных

### 2.1. Оценка модели на основе модели векторной авторегрессии со знаковыми ограничениями sign-restricted VAR

Сначала по аналогии с опытом ЕЦБ и на основе методологии работ Hristov et al. (2012), Barnett and Thomas (2014), Duchi and Elbourne (2016) будет произведена оценка взаимосвязи между изменением темпов роста кредитования и экономической активностью в реальном секторе экономики на основе моделей векторной авторегрессии со знаковыми ограничениями (sign-restricted vector autoregression model)<sup>38</sup>.

Схема наложения ограничений на структуру шоков модели представлена в таблице 2. Представлено две спецификации модели в зависимости от прокси-переменной, отражающей изменение денежно-кредитных условий в России: первая модель включает переменную валютного курса, вторая – краткосрочную

<sup>38</sup> Uhlig H. (2005). «What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure» // Journal of Monetary Economics, vol. 52, issue 2, pp. 381–419. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2004.05.007>.

ставку денежного рынка<sup>39</sup>. Идентификационная схема указывает на установление обратной взаимосвязи между изменением объема выдачи кредитов и кредитными ставками, а также между динамикой кредитных ставок и базовой ставкой центрального банка, что необходимо для целей МСТ (под действием первоначального негативного макроэкономического шока банки сокращают объем предложения кредитов и повышают стоимость кредитных ресурсов, параллельно с этим денежные власти смягчают политику в ответ на ухудшение макроэкономической ситуации).

Табл. 2. Ограничения на знак функций импульсного отклика переменных модели векторной авторегрессии

	ВВП (gdp)	ИПЦ (cpi)	Кредитная ставка (lrate)	Кредитование (credit)	Валютный курс (usdrub)	Процентная ставка (cbrate)
Модель1	-1	0	+1	-1	0	X
Модель2	-1	0	+1	-1	X	-1

Примечание. X – переменная, не включается в спецификацию модели; 0 – отсутствие ограничений; +1/-1 – ограничение на рост/снижение переменной в ответ на шок.

Источник: расчеты Банка России.

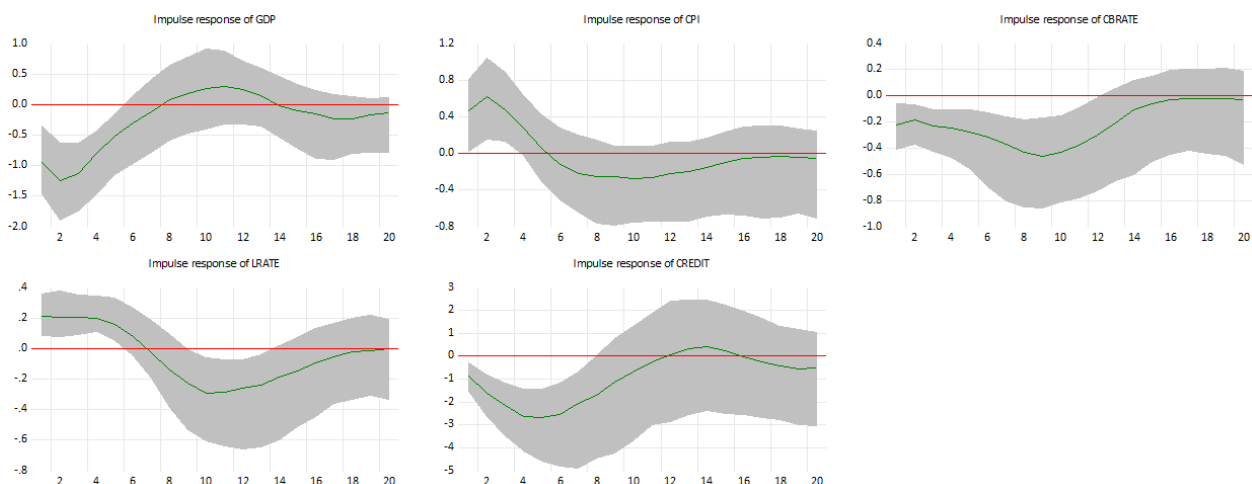
Для проведения исследования были использованы следующие статистические данные квартальной периодичности (I квартал 2005 – II квартал 2020 г., глубина лага равна двум кварталам):

- темп роста реального ВВП в годовом выражении (%);
- темп роста индекса потребительских цен (ИПЦ) в годовом выражении (%);
- процентная ставка по кредитам юридическим лицам (%);
- темп роста кредитования юридических лиц в национальной и иностранной валютах (с исключением курсового эффекта) в годовом выражении (%);
- логарифм номинального обменного курса доллара США по отношению к рублю или фактическая ставка по кредитам в рублях MIACR на срок 1 неделя (%).

<sup>39</sup> На рассматриваемом горизонте 2005–2020 гг. произошла смена режима денежно-кредитной политики Банка России, поэтому в качестве ключевых переменных, характеризующих состояние денежно-кредитной сферы, используются валютный курс и краткосрочная процентная ставка. Одновременное включение в модель обеих переменных не представляется возможным с учетом ограничений на размерность моделей векторной авторегрессии.

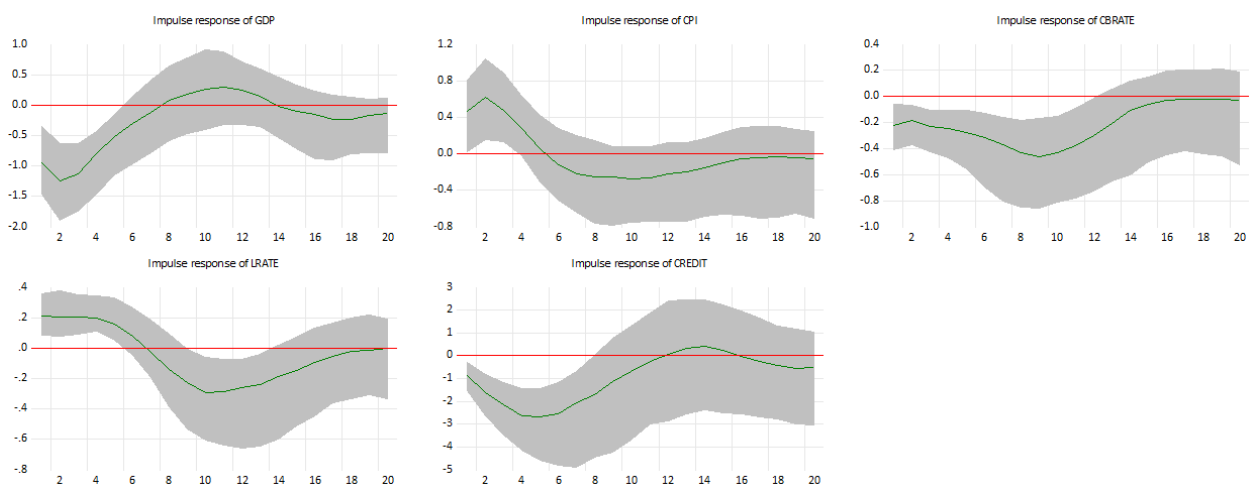
Приведенные на рисунках 14 и 15 графики функций импульсного отклика моделей векторной авторегрессии со знаковыми ограничениями указывают на получение следующих результатов.

Рис. 14. Функции импульсного отклика спецификации модели 1 со знаковыми ограничениями



Источники: Росстат, Bloomberg, расчеты Банка России.

Рис. 15. Функции импульсного отклика спецификации модели 2 со знаковыми ограничениями



Источники: Росстат, Bloomberg, расчеты Банка России.

Используемая схема идентификации позволяет показать, что ухудшение макроэкономической ситуации, выражающееся в снижении темпов роста реального

ВВП, приводит к снижению кредитной активности<sup>40</sup>. Согласно результатам обеих спецификаций модели, сокращение темпов роста реального ВВП на 1 п.п. через один квартал после первоначального негативного макроэкономического шока приводит к потерям темпов роста кредитования на уровне 2,2–2,6 п.п. спустя один год.

## 2.2. Разработка условных прогнозов на основе VAR (2)

Построение условных прогнозов основано на модели векторной авторегрессии с двумя факторами (VAR (2)) на основе методики Банка Англии<sup>41</sup>. Методология предполагает разработку сценария динамики независимой переменной на горизонте трех кварталов и построения прогноза изменения другой переменной при условии этого сценария.

Используются данные о темпах роста реального ВВП и совокупного кредитования юридических лиц (в национальной и иностранной валютах, с учетом курсовой переоценки) за период I квартал 2005 – II квартал 2020 года. Осуществляется оценка условных прогнозных значений динамики ВВП и кредитования.

Если динамика темпов роста реального ВВП за период III квартал 2020 – I квартал 2021 г. соответствует следующему вектору (% в годовом выражении): [-5, 0, 1]<sup>42</sup> (возвращение показателя к докризисному уровню спустя три квартала после пандемии), то годовые темпы роста кредитования за аналогичный период времени составят 3,6; 1,6 и 1,3%<sup>43</sup> соответственно. Таким образом, возвращение темпов роста кредитования к докризисному уровню после падения в II квартале 2020 г. происходит позднее, чем подстройка ВВП (за счет отсроченного влияния динамики ВВП на кредитование) (рис. 16, 17).

<sup>40</sup> Обратное (снижение кредитной активности приводит к сокращению экономической активности в реальном секторе экономики) также верно с учетом двунаправленной связи между показателями, оцениваемой в рамках моделей векторной авторегрессии.

<sup>41</sup> Blake A., Mumtaz H. (2017). «Applied Bayesian Econometrics for central bankers». Centre for Central Banking Studies.

URL: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/ccbs/resources/applied-bayesian-econometrics-for-central-bankers-updated-2017.pdf?la=en&hash=91324D0FD93DB869609172522F5833C3BDB84DD1>

<sup>42</sup> В этой части работы все приведенные статистические данные используются только для оценки взаимовлияния темпов роста кредитования и реального ВВП и не являются официальным прогнозом Банка России.

<sup>43</sup> Данные являются следствием оценки циклической взаимосвязи между изменением темпов роста кредитования и не учитывают реализацию мер Банка России по поддержке кредитной активности в условиях пандемии.

Рис. 16

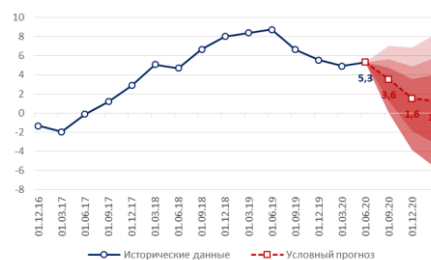
Сценарий динамики темпов роста ВВП



Источники: расчеты Банка России, Bloomberg, Банк России.

Рис. 17

Прогноз изменения темпов роста кредитования при условии заданного сценария по динамике ВВП

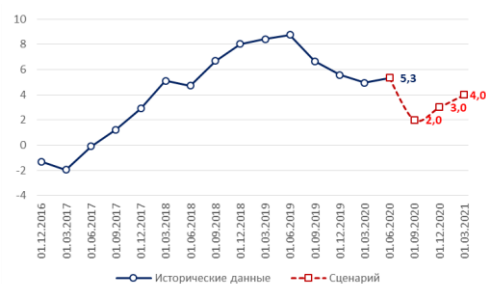


Источники: расчеты Банка России, Bloomberg, Банк России.

Если динамика темпов роста кредитования в III квартале 2020 – I квартале 2021 г. соответствует следующему вектору (% в годовом выражении): [2, 3, 4]<sup>44</sup> (возвращение показателя к докризисному уровню спустя три квартала после пандемии), то годовые темпы роста ВВП за аналогичный период времени составят -8,1; -4 и 1,2% соответственно (рис. 18, 19).

Рис. 18

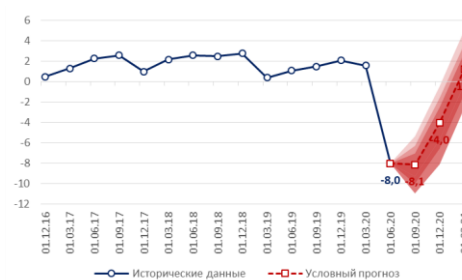
Сценарий динамики темпов роста кредитования



Источники: расчеты Банка России, Bloomberg, Банк России.

Рис. 19

Прогноз изменения темпов роста ВВП при условии заданного сценария по динамике кредитования



Источники: расчеты Банка России, Bloomberg, Банк России.

Таким образом, результаты расчетов подтверждают существование взаимовлияния между динамикой темпов роста ВВП и кредитования, поэтому

<sup>44</sup> В этой части работы все приведенные статистические данные используются только для оценки взаимовлияния темпов роста кредитования и реального ВВП и не являются официальным прогнозом Банка России.

учитывать их взаимное влияние важно в целях повышения качества оценок результатов МСТ.

### **2.3. Оценка эффектов обратной связи на основе модели байесовской векторной авторегрессии BVAR**

Для оценки масштаба вторичных эффектов привлекается методология байесовской структурной векторной авторегрессии BVAR<sup>45</sup>. Для структурной идентификации модели использовался метод рекурсивного ранжирования переменных. Длина временного ряда составляет I квартал 2005 – II квартал 2020 года. Модель включает следующие основные переменные: экзогенные факторы (логарифмы индекса вмененной волатильности VIX и нефтяных цен марки Brent), годовые темпы роста реального ВВП и индекса потребительских цен (%), средняя ставка по кредитам юридическим лицам (%), годовые темпы роста кредитования юридических лиц в национальной и иностранной валютах (с исключением валютной переоценки), логарифм номинального обменного курса доллара США к рублю.

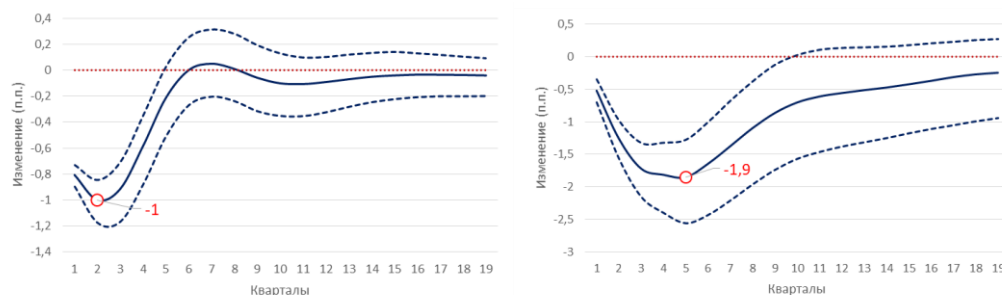
Результаты моделирования подтверждают существование двунаправленной взаимосвязи между изменением темпов роста ВВП и кредитования: снижение совокупного выпуска приводит к замедлению темпов роста кредитной активности, при этом снижение темпа динамики кредитования также оказывает негативный эффект на состояние экономики за счет снижения инвестиций (рис. 20, 21). Снижение темпа роста реального ВВП на 1 п.п. приводит к потерям в темпах роста кредитования в размере 1,9 п.п., что, в свою очередь, становится фактором последующего снижения темпа роста экономики в размере 0,3 процентного пункта. В результате совокупные потери темпов экономического роста равны 1,3 п.п. (вместо 1 п.п. первоначально). Потери экономики на фоне эффектов «второго круга» равны 0,3 п.п. в терминах темпа роста реального ВВП на каждые 1 п.п. первоначального сокращения под действием негативного макроэкономического шока. Следовательно, существование вторичных эффектов увеличивает макроэкономические потери на 30%<sup>46</sup>.

<sup>45</sup> Blake A., Mumtaz H. (2017). «Applied Bayesian Econometrics for central bankers». Centre for Central Banking Studies. URL: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/ccbs/resources/applied-bayesian-econometrics-for-central-bankers-updated-2017.pdf?la=en&hash=91324D0FD93DB869609172522F5833C3BDB84DD1>.

<sup>46</sup> Оценка масштаба вторичных эффектов является динамической и может меняться по мере включения новых исторических данных в первоначальную выборку и изменения структуры взаимосвязи между динамикой ВВП и кредитованием под действием макроэкономических факторов или политики Банка России.

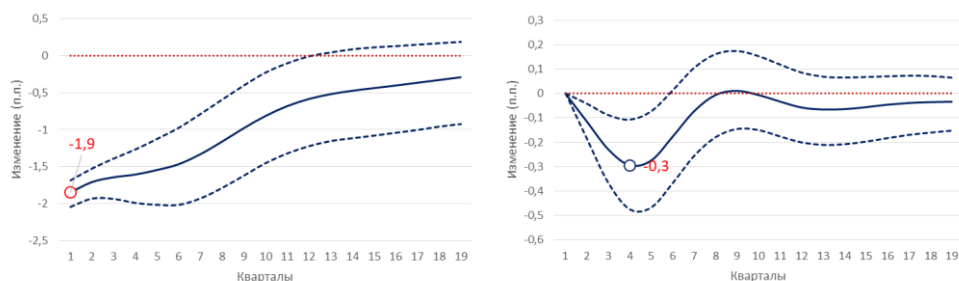


Рис. 20. Снижение темпов роста кредитования в результате снижения темпов роста ВВП



Источники: Росстат, Банк России, Bloomberg.

Рис. 21. Снижение темпов роста ВВП в результате снижения кредитования



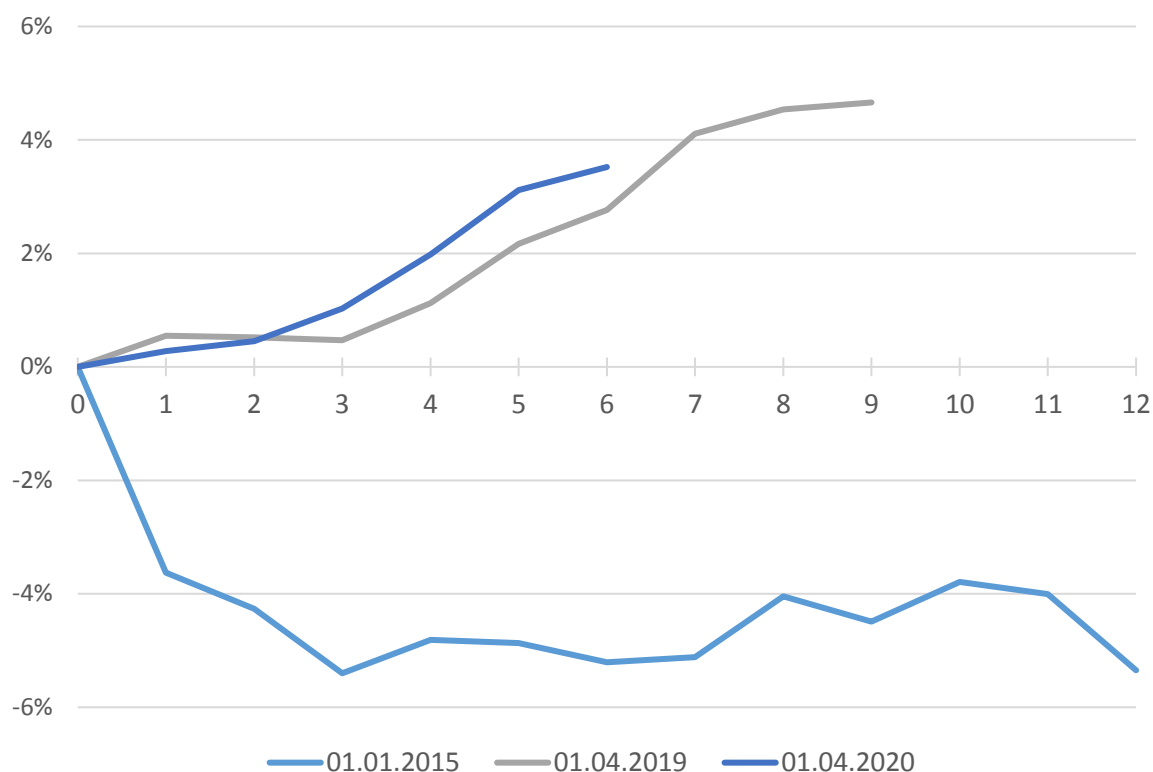
Источники: Росстат, Банк России, Bloomberg.

### 3. Оценка эффективности мер государственной поддержки

Развитие пандемии коронавируса в 2020 г. создало условия для беспрецедентного снижения мировой экономической активности. Поскольку динамика кредитной активности является основой инвестиционной активности как ключевого фактора экономического роста, в 2020 г. глобальные регуляторы задействовали широкий комплекс инструментов, направленных на поддержку кредитования. Это позволило сдержать разворачивание цепи негативных вторичных эффектов по аналогии с мировым финансовым кризисом 2008 года<sup>47</sup>. Реализация комплекса мер Банка России и Правительства, направленных на поддержку кредитования, также обеспечила рост кредитной активности в сравнении с предыдущими кризисами в условиях пандемии.

<sup>47</sup> IMF. (2020). Global Financial Stability Report: Bridge to Recovery. October 2020. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2020/10/13/global-financial-stability-report-october-2020>.

Рис. 22. Реальный индекс роста задолженности юридических лиц с устранением фактора валютной переоценки (в % к базовой дате)

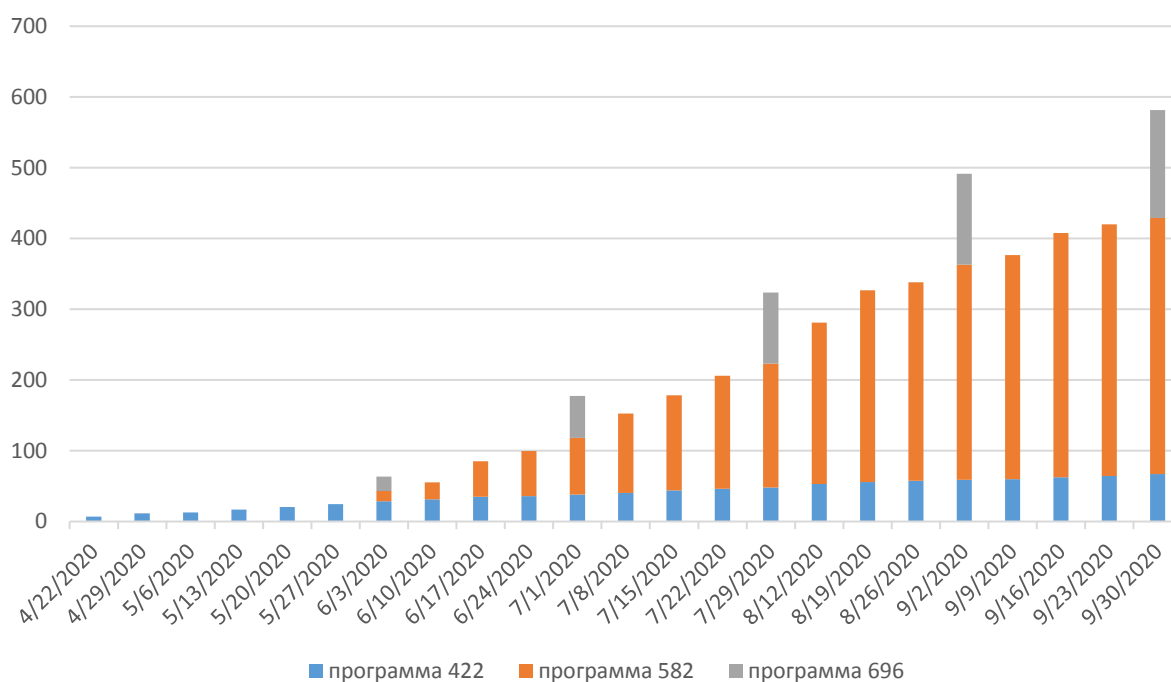


Источники: форма отчетности 0409101, данные Росстата.

Важную роль в сохранении занятости, экономической и кредитной активности в условиях пандемии сыграли государственные программы поддержки кредитования, которые были оперативно запущены в период действия ограничительных мер и направлены на смягчение их негативного влияния на экономическую динамику. К числу указанных программ относятся программа предоставления субсидий из федерального бюджета по кредитам, предоставленным системообразующим организациям (далее – программа 582), юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям для поддержки и сохранения занятости (далее – программа 422), а также на возобновление деятельности (далее – программа 696)<sup>48</sup>.

<sup>48</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 2 апреля 2020 г. № 422, Постановление Правительства Российской Федерации от 24 апреля 2020 г. № 582, Постановление Правительства Российской Федерации от 16 мая 2020 г. № 696.

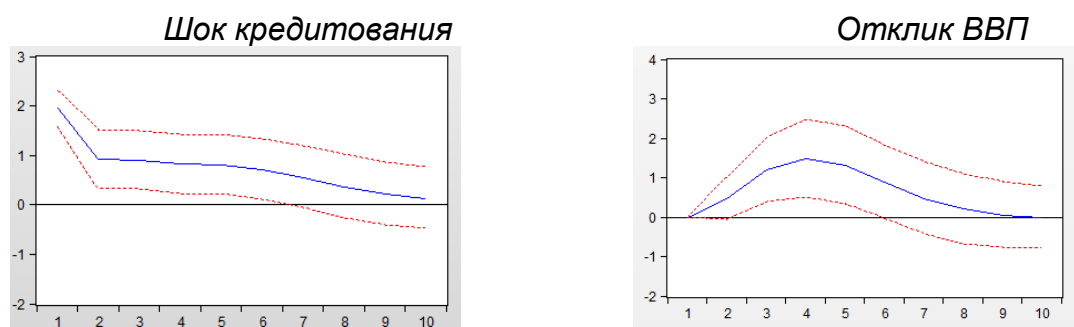
Рис. 23. Объемы фактически предоставленных кредитов по программам государственной поддержки (накопленным итогом), млрд руб.



Источник: обследование Банка России кредитных организаций.

Для оценки эффективности программ государственной поддержки кредитования в условиях пандемии COVID-19 была использована спецификация модели векторной авторегрессии VAR (глава III, пункт 2.1), где в качестве переменной кредитования были выбраны темпы роста новых выданных кредитов юридическим лицам в рублях в месячном выражении. Результаты расчета показали, что изменение темпа роста кредитования на 1 п.п. приводит к изменению темпа роста ВВП на 0,8 п.п. (рис. 24).

Рис. 24. Изменение темпа роста ВВП в ответ на изменение темпа прироста новых выданных кредитов



Источники: Росстат, Банк России, Bloomberg.

Объем всех программ государственной поддержки кредитования в апреле-июне 2020 г. составил 177 млрд руб. (33% от уровня новых выдач кредитов юридическим лицам в национальной валюте), в июле-сентябре – 404 млрд руб. (81%). Анализ чувствительности темпов роста ВВП к изменению темпов роста кредитования с учетом доли государственных программ относительно прироста величины кредитного портфеля показал, что эффект поддержки экономики от реализации государственных программ по каналу кредитной активности составил 0,5 п.п. в II квартале и 1,2 п.п. в III квартале 2020 г. (табл. 3). Более существенный макроэкономический эффект от программ государственной поддержки в III квартале 2020 г. обусловлен высоким вкладом этих программ в увеличение кредитных выдач за этот период.

Табл. 3. Изменение темпа роста ВВП в ответ на изменение темпа прироста новых выданных кредитов

Дата	Кредиты ЮЛ	Темп прироста объема кредитов за квартал	Объем госпрограмм	Темп прироста объема госпрограмм за квартал	Темп прироста ВВП (с учетом госпрограмм)	Темп прироста ВВП (без учета госпрограмм)
	млрд руб.		млрд руб.			
01.04.2020	26176					
01.05.2020	26695		11,9			
01.06.2020	26661		33,2			
01.07.2020	26714	538	132,3	177	-8,0	-8,5
01.08.2020	26973		146,3			
01.09.2020	27235		167,5			
01.10.2020	27213	499	90,1	404	-3,6	-4,8

Источники: Росстат, Банк России, Bloomberg.

Таким образом, реализация государственных программ поддержки кредитования в II–III кварталах 2020 г. внесла существенный вклад в сокращение отрицательных темпов экономического роста России на фоне пандемии.

## Заключение

В процессе проведения макропруденциального стресс-тестирования первостепенная роль отводится анализу системных эффектов и их влиянию на стабильность финансового сектора. Наиболее актуальными тенденциями в развитии макропруденциального стресс-тестирования стали расширение торговли на рынках с централизованным клирингом, рост значимости рисков заражения с учетом расширения масштабов деятельности небанковских финансовых посредников (управляющих активами и институтов развития), а также взаимное влияние финансового и нефинансового секторов с учетом эффектов обратной связи.

В настоящей аналитической записке приводится обзор международного опыта и российской практики анализа системных рисков по обозначенным направлениям в рамках макропруденциального стресс-тестирования. К числу основных выводов проведенного анализа относятся следующие.

- Центральные контрагенты, осуществляющие централизованный клиринг по сделкам значительной части финансового рынка, должны быть неотъемлемым объектом макропруденциального стресс-теста. Они не только концентрируют на себе существенные объемы позиций, но и имеют ограниченный уровень поглощения убытков, что привносит потенциальный риск для участников финансовой системы в случае масштабных шоков. Важным элементом оценки системных рисков является механизм уровней защиты центрального контрагента, а также порядок его использования в стрессовых условиях.
- Небанковские финансовые посредники становятся значимым источником системного риска, что подтверждается результатами сетевого анализа архитектуры основных сегментов российского рынка. Ряд некредитных финансовых организаций и институтов развития стали иметь высокую центральность сети, что формирует основания для их включения в периметр стресс-тестирования. Они могут выступать источником системного риска по прямым и косвенным каналам. Именно некредитные финансовые организации из числа локальных участников рынка имеют проциклический паттерн поведения, что нужно учитывать при оценке устойчивости финансового рынка в период повышенной волатильности.

- Нефинансовый сектор в период развития пандемии коронавируса стал источником риска для финансового сектора, функционирование которого, в свою очередь, оказывает существенное влияние на нефинансовый сектор по кредитному каналу. Масштабы эффекта обратной связи между финансовым и нефинансовым сектором, как показали результаты проведенного исследования, являются значимыми для моделирования кризисной динамики в рамках макропруденциального стресс-тестирования. Реализованные государством меры поддержки кредитования, по нашим оценкам, внесли весомый вклад в сдерживание спада экономической динамики.

В целом приведенные направления анализа системных рисков являются частью макропруденциального стресс-тестирования, поскольку позволяют выйти за пределы оценки рисков отдельных финансовых организаций и оценить системные эффекты на макроэкономическом уровне. Результаты данного анализа, в свою очередь, могут служить основой для выработки предложений по реализации антикризисных мер, а также разработки мер по макропруденциальной политике.