

concluded that the scale of development of small business is insufficient, which does not allow for the full implementation of its inherent functions. The necessity of supplementing the quantitative approach with a qualitative analysis of small business as a mesoscale system has been substantiated. The concept of heterogeneity of its structure is introduced, characterized by the presence of a triad of categories (“kids”, “genetic dwarfs”, “transformers”) and a triad of subcategories (“travelers”, “reorganizers”, “imago”) that determine the composition of “transformers”. Their system functions have been studied and it was concluded that the relationship between them, on one hand, determines the systemic stability of small business, and on the other hand, creates a “portrait” of small business in a particular state. Based on the proposed methodological principles, the specificity of the Russian small business model has been formulated, namely that the SME sector is currently not able to be the basis of a market economy, and the model itself is structurally unbalanced. Its distinguishing features include a low share of innovative oriented enterprises comprising “kids” and “dwarfs”, a significant number of small firms working in economic symbiosis with large enterprises, a relatively short life cycle of all categories of small businesses, a high share of imago and retiring due to the loss-making of small enterprises etc. The specifics of the implementation of micro-level development strategies of various categories of small enterprises is the use of credit resources of banks, increasing the stability of their functioning (including increasing their life cycle) have been considered. The necessity of a differentiated approach to the implementation of the mesoscale strategy of state support of small businesses has been substantiated. The conclusion has drawn on the importance of transforming the existing infrastructure to support Russian small business, and in particular – the importance of the role of state aid in times of crisis. Supporting measures for small enterprises in the context of the corona-virus pandemic in Russia and in foreign countries have been considered.

Keywords: small and medium enterprises, small business, heterogeneity, system structure, development strategies, sustainability.

Classification JEL: M21, L26, Q01.

Manuscript received 22.06.2020

СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ РИСКОВ БАНКОВ: ОБЗОР МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКИ, МЕТОДОВ И МЕТОДОЛОГИИ¹

Д.С. Биджоян

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-4(91)-99-117

Стресс-тестирование представляет собой достаточно обширную область исследования, находящуюся на стыке множества дисциплин (финансы, банковское дело, эконометрика, макроэкономика, микроэкономика, математический анализ и др.), и представляет интерес как для ученых-теоретиков, так и практиков. Полезность данного подхода, ставшая очевидной после финансового кризиса 2007–2009 гг., побудила многих исследователей разрабатывать и постоянно совершенствовать методологии стресс-тестирования, с помощью которых можно достаточно точно прогнозировать поведение банков и финансового сектора в кризисные периоды, что позволит банкам оценивать масштаб потерь и своевременно предпринимать необходимые меры, направленные на укрепление финансового состояния. На сегодняшний день экономическая наука обладает большим арсеналом методов стресс-тестирования, позволяющих оценить потенциальные потери банков при заданных изменениях в риск-факторах в кризисные периоды, которые соответствуют исключительным, но вероятным событиям. Методологии стресс-тестирования охватывает все важные виды рисков (кредитный, процентный риски, риск

© Биджоян Д.С., 2020 г.

Биджоян Давит Саакович, к.э.н., преподаватель, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, России; bidzhoyan_david@mail.ru. ORCID 0000-0002-3668-1691

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-110-50234.

ликвидности и др.), а также риски специфические. Наличие огромного числа методов стресс-тестирования подтверждает их многогранность. Эти методы вызваны попыткой создать поведенческую модель банков, а структура и функционал этих методов остаются сложными. Цель данного исследования – предложить сжатую и вместе с тем исчерпывающую классификацию методов стресс-тестирования, а также дать обзор существующих на сегодняшний день подходов к стресс-тестированию и его различных аспектов (например, разработке стрессовых сценариев), представленных учеными, международными организациями, центральными банками и другими заинтересованными лицами.

Данная работа является введением в огромную область аналитики – стресс-тестирование. Она ориентирована на банковских и финансовых аналитиков, макроэкономистов, желающих либо ознакомиться со стресс-тестированием как инструментом оценки банковских рисков, либо систематизировать все накопленные знания в данной области с целью более глубокого понимания экономических процессов.

Ключевые слова: стресс-тестирование, финансовая устойчивость, риски банковской деятельности, кредитный риск, процентный риск по торговому портфелю, процентный риск по банковской книге, риск ликвидности, стрессовый сценарий.

Классификация JEL: C22, C58, E2, G21, G28.

1. ВВЕДЕНИЕ В СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ. ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ КАК ИНСТРУМЕНТА АНАЛИЗА БАНКОВСКИХ РИСКОВ

На сегодняшний день стресс-тестирование занимает прочное место в методологии оценки устойчивости банков к различного рода рискам. Риск представляет собой потери, выраженные в различных формах (финансовые, материальные, репутационные и др.), вследствие наступления неблагоприятных событий. Стресс-тестирование оценивает объем потерь при повышенных вероятностях наступления неблагоприятных

событий и их влияние на финансовую устойчивость банков. Ввиду достаточной гибкости методов понятие «стресс-тестирование» имеет множество определений как от международных организаций, так и от центральных банков разных стран. Так, согласно определению Банка международных расчетов, стресс-тестирование составляют «различные методы, которые используются финансовыми институтами для оценки своей уязвимости по отношению к исключительным, но возможным событиям» (BIS, 2000). Международный валютный фонд определяет стресс-тестирование как «методы оценки чувствительности портфеля к существенным изменениям макроэкономических показателей или к исключительным, но возможным событиям» (Blaschke, 2001). Банк России дает следующее пояснение к термину «стресс-тестирование»: «оценка потенциального воздействия на финансовое состояние кредитной организации ряда заданных изменений в факторах риска, которые соответствуют исключительным, но вероятным событиям» (Банк России, 2017). Работа (Acharya et al., 2014) определяет стресс-тестирование как «трансляцию гипотетического неблагоприятного шока на потери банка». В настоящей работе предлагается следующее *определение стресс-тестирования: оценка влияния исключительных негативных, но вероятных событий на финансовую устойчивость банков с целью определения достаточности капитала для покрытия убытков.*

Стресс-тестирование появилось в начале 1990-х гг. как инструмент оценки рисков по большей части банками на индивидуальной основе. Стресс-тестированию подвергался только торговый портфель, т.е. считались потери по долевым ценным бумагам в ответ на снижение фондовых индексов. Однако уже впоследствии появились *методологии стресс-тестирования банковской книги*, т.е. расчет уровня потерь по кредитному и другим видам рисков вследствие изменения риск-факторов. На протяжении следующих двух десятилетий стресс-тестирование развива-

лось и становилось частью множества программ анализа рисков. Так, в Financial Sector Assessment Program (FSAP)² от Международного валютного фонда и Всемирного банка, начатая в 1999 г., стресс-тестирование выступает как ключевой компонент. Базельский комитет по банковскому надзору (BCBS, 1996) использовал стресс-тестирование для оценки торгового портфеля.

Уже в начале 2000-х гг. надзорные органы и регулятор начали рассматривать возможность проведения стресс-тестирования на уровне банковского сектора и финансовой системы в целом на агрегированной основе. Наибольшее распространение стресс-тестирование получило после мирового финансового кризиса 2007–2009 гг., когда множество банков, в том числе крупных и системно значимых, потерпели крах ввиду недостаточности капитала (или ликвидности) для покрытия всех убытков. Это дало импульс развития методологии стресс-тестирования как мощнейшего инструмента оценки рисков банковской деятельности (дополняющего существующие методы, а не конкурирующего с ними!). На сегодняшний день стресс-тестирование применяется во многих международных организациях, центральных банках большого числа стран, в самих банках – для оценки рисков. Более подробно история возникновения и развития стресс-тестирования представлена в исследовании (Dent et al., 2016).

Настоящая работа имеет следующую структуру. В разд. 2 приведена полная классификация стресс-тестирования по различным критериям. В разд. 3 описываются подходы к стресс-тестированию основных рисков. Раздел 4 посвящен методологии разработки стрессовых сценариев. Обзор международной практики стресс-тестирования приведен в разд. 5. Дискуссионные аспекты стресс-тестирования представлены в разд. 6. В заключении приводятся основные выводы проведенного исследования.

² Подробнее см. в разд. 5.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ И ТИПОВ СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ

Понимание важности и значимости методов стресс-тестирования в оценке рисков банковской деятельности побудило ученых-теоретиков к расширению и углублению методов стресс-тестирования. На сегодняшний день финансовые аналитики обладают широчайшим арсеналом стресс-тестирования, классификации методов и типов которого посвящен данный раздел.

По уровню анализа стресс-тестирование подразделяется на анализ:

- устойчивости финансовой системы в целом, включая банковский сектор, пенсионные фонды, страховые организации, а также их взаимодействие между собой (*макропруденциальное стресс-тестирование*) (Demekas, 2015; Danilova et al., 2018);
- финансовых организаций на индивидуальной основе (*микропруденциальное стресс-тестирование*). Является аналогом надзорного стресс-теста.

По типу выделяют стресс-тест:

- методом «анализ чувствительности», подразумевающий оценку влияния изменения одного параметра на определенный вид риска;
- методом «сценарный анализ», предполагающий оценку влияния изменения ряда риск-факторов на финансовую устойчивость банков в течение определенного прогнозного периода;
- «реверсивный стресс-тест», заключающийся в расчете предельных значений риск-факторов, при которых банки будут испытывать дефицит капитала (ликвидности) для покрытия убытков (оттоков).

По виду выделяют стресс-тестирование методом:

- *сверху-вниз (top-down)*, подразумевающее использование надзорными и регуляторными органами отчетности, которую присылают банки на регулярной основе в ЦБ для проведения стресс-тестирования с учетом межсекторных взаимосвязей;

• *снизу–вверх (bottom–up)*, согласно которому надзорные органы рассылают разработанные стрессовые сценарии, в соответствии с которыми банки самостоятельно проводят стресс-тестирование. Результаты присылаются в ЦБ для дальнейшего агрегирования и сравнения.

Сценарии подразделяются:

- на *базовый* – динамика основных макроэкономических показателей, которые наиболее вероятны в будущем в текущих реалиях;
- *стрессовый* – динамика основных макроэкономических показателей с ненулевой вероятностью, подразумевающая ухудшение макроэкономического окружения и вызывающая значительные потери для банков и финансовых институтов.

По *типу стрессового сценария* выделяют:

- *исторический* – за основу может быть взят кризисный период в прошлом. Преимуществом данного подхода является отсутствие необходимости моделирования, в то время как не учитывается, что каждый последующий кризис существенно отличается от предыдущих как по своей сути, так и по степени жесткости;
- *гипотетический* – разрабатываются с помощью методов машинного обучения и эконометрического, статистического моделирования. Гибкость данного подхода позволяет

создать различные по степени жесткости и виду стрессовые сценарии, однако недостатком является сложность их моделирования, необходимость расчета правдоподобности и жесткости.

По *типу изменения балансовых показателей* выделяют:

- *статический баланс* – предполагается фиксирование основных балансовых показателей банка (активы, пассивы, капитал и др.), которые инвариантны в период стресс-тестирования (Bank of England, 2019a; ЕВА, 2020);

- *динамический баланс* – основные балансовые показатели (активы, пассивы, капитал и др.) изменяются во времени в период стресс-тестирования (Henry, Kok, 2013; Dees et al., 2017).

На рис. 1 графически изображена подробная классификация стресс-тестирования.

3. СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ РИСКОВ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Множество объектов финансового рынка (пенсионные фонды, страховые организации, банки, небанковские кредитные организации) могут быть подвергнуты



Рис. 1. Классификация методов и типов стресс-тестирования

стресс-тестированию с целью оценки их устойчивости в кризисные периоды. Однако в круг интересов данной работы попадают только банки. Соответственно, в данном разделе будут рассмотрены риски, присущие только банковской деятельности.

Стресс-тестирование является анализом влияния различных видов шоков на достаточность капитала. В общем виде формула учета потерь при расчете достаточности капитала выглядит следующим образом (1):

$$H_{1,i} = \frac{K_i - L}{RWA_i - cr \cdot L}, \quad (1)$$

где $H_{1,i}$ – достаточность вида капитала i ($i = 0$ – совокупный капитал, $i = 1$ – базовый капитал, $i = 2$ – основной капитал)³; K_i – капитал вида i ; L – потери от различных видов рисков; RWA_i – активы, взвешенные по риску, для вида капитала i ; cr – коэффициент риска по каждому активу или группе активов.

Если по итогам стресс-тестирования достаточность капиталов оказывается выше установленного регулятором нормативов и надбавок к ним, считается, что банк успешно прошел стресс-тестирование. В противном случае считается, банк будет испытывать дефицит капитала для покрытия всех убытков с целью выполнения регуляторных нормативов и (или) надбавок к ним.

Однако данный тип анализа не распространяется на стресс-тестирование риска ликвидности, целью которого является проверка наличия достаточного количества ликвидных средств для покрытия непредвиденных оттоков пассивных статей баланса банка или разрыва ликвидности.

Каждый вид риска, рассмотренный в данном разделе, будет проанализирован в разрезе типов стресс-тестирования: анализ чувствительности и сценарный анализ.

Кредитный риск

Кредитование экономики является ключевой банковской деятельностью, приносящей банку значительную долю прибыли, а потому кредитный риск считается наибольшим источником убытков в банковском бизнесе. Как следствие, методологическим аспектам стресс-тестирования кредитного риска уделено большее внимание.

Анализ чувствительности. Под проведением анализа чувствительности кредитного риска подразумевается определение доли ссуд, которые в результате каких-либо шоков окажутся в состоянии дефолта. Вся суть данного упражнения сводится к выработке методики расчета доли ссуд, вышедших в дефолт. На сегодняшний день есть несколько подходов к решению этого вопроса, которые опираются на следующие группы факторов риска:

- отраслевые: предполагается обесценение ссуд определенных отраслей;
- географические: обесценение ссуд, аллоцированных в одном регионе;
- финансовые показатели заемщика: обесценение ссуд фирм, чьи заранее выбранные финансовые показатели превышают заданный уровень, и др.

Также могут использоваться и комбинации указанных групп факторов, что позволит более тщательно проанализировать риски кредитного портфеля банка. Отдельно стоит отметить, что первые две группы факторов риска используются и при анализе риска концентрации кредитного портфеля.

Сценарный анализ. Стресс-тестирование кредитного риска по методу сценарного анализа представляет собой многоступенчатую процедуру оценки потерь в результате реализации стрессового сценария.

На практике используют преимущественно два подхода к моделированию кредитного риска (Cihák, 2007):

- моделирование объема неработающих активов или резервов на возможные по-

³ В англоязычной литературе *total capital* – совокупный капитал, *Tier 1 capital* – основной капитал, *Common Equity Tier 1 capital* – базовый капитал.

тери, а также их доли в активах соответствующих групп (портфель кредитов, выданных корпоративному сектору, портфель необеспеченных потребительских ссуд, ипотечно-жилищные кредиты и др.);

- моделирование компонентов кредитного риска (вероятность дефолта (PD, probability of default), потери при дефолте (LGD, loss given default) и объем долга под риском (EAD, Exposure at default).

В случае наличия данных только в агрегированном формате применяют первый подход, основывающийся на анализе кредитного риска на портфельном уровне. Однако результаты такого расчета получаются грубыми.

Оценка объема кредитного риска в стрессовом сценарии осуществляется на основе регрессионного анализа, где в качестве зависимой переменной выступает показатель кредитного риска (объем неработающих активов, их доля в активах, темп роста и др.), а регрессорами выступают макроэкономические переменные (Bidzhoyan, Bogdanova, 2018; Биджоян и др., 2019; Buncic, Melecky, 2013). Общий вид модели оценки потерь по кредитному риску на портфельном уровне выглядит следующим образом:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{jt} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где t – время; y_t – показатель кредитного риска; x_{jt} – макроэкономические переменные в момент времени t , $j = 1 \dots m$, m – общее число макроэкономических переменных; β_0 , β_1 , β_j – вектор коэффициентов, которые должны быть оценены; ε_t – остатки модели.

Способы моделирования влияния макроэкономических переменных на показатели кредитного риска на портфельном уровне варьируются от простой OLS регрессии до нелинейных панельных данных. Панельная регрессия использовалась в работе (Buncic, Melecky, 2013). В статье (Melecky, Podpiera, 2010) делается вывод, что в центральных банках стран Центральной и Юго-восточной Европы преобладают регрессии временных

рядов и панельные регрессии. Также распространены и регрессии с регуляризацией (Karpinos, Mitnik, 2015; Jorge, Chan-Lau, 2017).

Данный подход достаточно широко представлен в литературе, в частности (Louzis et al., 2012; Vasquez et al., 2012; Buncic, Melecky, 2013; Bidzhoyan, Bogdanova, 2018; Биджоян и др., 2019).

В научной литературе и на практике проекция макроэкономических переменных на показатели кредитного риска проводится путем построения одной единственной эконометрической модели. В работе (Papadopoulos et al., 2016) критикуется данный подход, поскольку при наличии большого количества макроэкономических переменных может существовать множество моделей, которые могут соответствовать критериям отбора (правильность знака перед переменными, хорошие статистические свойства и др.). В работе предлагается подход построения большого числа моделей с дальнейшим усреднением прогнозов.

Второй подход, основанный на моделировании компонентов кредитного риска (PD, LGD, EAD), является более точным, так как базируется на индивидуальных данных каждого заемщика, как корпоративного, так и розничного секторов. Однако недостатком данного подхода являются необходимость большого количества гранулированных данных и наличие соответствующих моделей для расчета компонентов кредитного риска. Вдобавок, как правило, модели оценки компонентов кредитного риска учитывают только индивидуальные характеристики заемщика. Учет макроэкономических переменных осуществляется за счет дополнительной, сателитной, модели, посредством которой стрессовый сценарий и принимается во внимание (Foglia, 2008).

Потери по кредитному риску на уровне заемщика на индивидуальной основе рассчитываются по формуле

$$loss_{ij} = PD_j \cdot LGD_{ij} \cdot EAD_{ij}, \quad (3)$$

где $loss_{ij}$ – общий объем потерь по ссуде i заемщика j ; PD_j , $PD_j(LGD_{ij}, EAD_{ij})$ – вероятность дефолта заемщика j , которая рассчитывается

по специальной функции $PD_j = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, оцениваемой регрессионно, где $x_1, x_2, \dots, x_n$ – индивидуальные характеристики заемщика; $f(\cdot)$ – функция расчета вероятности дефолта заемщика; LGD_{ij} – потери по ссуде при дефолте; EAD_{ij} – объем долга под риском, также рассчитываемый на основе регрессионных моделей⁴.

Полученные в результате моделирования объемы потерь подставляются в формулу (1), и рассчитывается достаточность капитала.

Рыночный риск

В научной и деловой литературе можно встретить понятие «стресс-тестирование рыночного риска». Стоит отметить, что существует множество разновидностей рыночного риска. В данной статье будет рассмотрена только часть из них, а именно: процентный риск по банковской книге, процентный риск по торговому портфелю, фондовый риск. Валютный риск, который также является частью рыночного риска, анализируется в совокупности с другими видами рисков.

А. Процентный риск по банковской книге

Стресс-тестирование процентного риска по банковской книге подразумевает оценку снижения чистого процентного дохода вследствие движения процентных ставок на рынке.

Анализ чувствительности. В научной литературе существует несколько подходов к стресс-тестированию процентного риска по банковской книге (Blaschke, 2001). Все они основываются на *гэп-анализе* (или *анализе разрывов*)⁵. Первый из них базируется на переоценке денежных потоков активов и пассивов,

разделенных на несколько групп по срочности, которая в конечном итоге негативно скажется на чистом процентном доходе. Второй подход заключается в оценке разрывов во времени до погашения, что является источником потерь в случае сдвига процентных ставок на рынке. Третий подход подразумевает наличие *гэпа* (или *разрыва*) между дюрациями активов и пассивов, что также чувствительно к изменениям процентных ставок.

В методологии Банка России (Банк России, 2017) учитывается также и трансформация структуры пассивов в ответ на изменение процентных ставок на рынке. Например, повышение процентной ставки влечет к росту доли краткосрочных обязательств и к снижению доли долгосрочных обязательств.

Сценарный анализ. Стресс-тестирование процентного риска по банковской книге по методу «сценарный анализ» подразумевает построение регрессионных моделей зависимости объема чистого процентного дохода от макроэкономических переменных (Dees et al., 2017). Общий вид модели выглядит следующим образом (4):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{jt} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

где t – время; y_t – чистый процентный доход; x_{jt} – макроэкономические переменные в момент времени t , $j = 1 \dots m$, m – общее число макроэкономических переменных; $\beta_0, \beta_1, \beta_j$ – вектор коэффициентов, которые должны быть оценены; ε_t – остатки модели.

Среди переменных, которые имеют воздействие на чистый процентный доход (приведены в работах (Busch, Memmel, 2015; Covas et al., 2014)), выделяют реальный темп роста ВВП, spread между долгосрочными и краткосрочными процентными ставками, уровень годовой инфляции и др.

Б. Процентный риск по торговому портфелю

Не менее важным с точки зрения анализа доходности банковских операций явля-

⁴ Существует обширная научная литература о моделировании компонентов кредитного риска, обзор которых приведен в работе (НАО et al., 2010).

⁵ Гэп-анализ (от англ. *gap* – разрыв) – анализ структуры баланса, заключающийся в соотношении между собой активных и пассивных позиций баланса по срочности сделок.

ется стресс-тестирование процентного риска по торговому портфелю, что подразумевает переоценку облигаций как следствие сдвига кривой доходности долговых ценных бумаг.

Анализ чувствительности. Расчет переоценки производится отдельно для следующих типов бумаг:

- государственные долговые ценные бумаги: учитывается сдвиг кривой доходности по государственным облигациям, номинированным в базовой валюте страны анализируемого банка (далее – базовая валюта и в иностранной валюте (еврооблигации));

- корпоративные долговые ценные бумаги: учитывается сдвиг кривой доходности по государственным облигациям и изменение величины кредитного спреда, номинированным в базовой и иностранной валюте (еврооблигации).

Удерживаемые до погашения долговые ценные бумаги и бумаги, оцениваемые по амортизированной стоимости, переоценке не подлежат. Переоцениваются облигации, оцениваемые по справедливой стоимости через прибыль или убыток или через прочий совокупный доход.

В случае если облигации номинированы в иностранной валюте (еврооблигации), в формулу расчета переоценки включается также и изменение в обменном курсе валют, в которых номинированы облигации.

Формула расчета переоценки долговых ценных бумаг (Банк России, 2017) выглядит следующим образом:

$$\Delta V_{basecurr_i} = -D_i V_i (\Delta rate + \Delta spread) f x_j + V_i \Delta f x_j, \quad (5)$$

где $\Delta V_{basecurr_i}$ – переоценка по облигации i в базовой валюте; D_i – дюрация облигации i ; V_i – рыночная стоимость облигации i ; $\Delta rate$ – сдвиг кривой доходности; $\Delta spread$ – изменение величины кредитного спреда; приравнивается к нулю в случае переоценки государственных облигаций; $f x_j$ – валюта, которой номинирована облигация i , приравнивается к единице, если облигации номинированы в базовой ва-

люте; $\Delta f x_j$ – изменение обменного курса валюты, в котором номинирована облигация i , приравнивается к нулю, если облигации номинированы в базовой валюте.

Полученная переоценка снижает объем собственных средств банка, а также объем активов, взвешенных по уровню риска с учетом коэффициента риска по облигациям.

Сценарный анализ. При проведении стресс-тестирования банков методом сценарного анализа долговые ценные бумаги, находящиеся на балансе кредитной организации, переоцениваются в каждый период времени в течение стресса, исходя из заданной стрессовой динамики ставок доходности по государственным облигациям и спреда за кредитный риск по корпоративным облигациям.

Число долговых инструментов в период стресса может как уменьшаться, так и увеличиваться:

- уменьшаться – в случае реализации риска ликвидности продажа некоторых высоколиквидных или ликвидных активов (в число которых входят облигации) для покрытия оттоков (разрывов ликвидности);

- увеличиваться – в случае притока вкладов физических лиц (ФЛ), депозитов юридических лиц (ЮЛ) и др. при отсутствии спроса на кредиты со стороны экономики⁶.

В. Фондовый риск

Анализ чувствительности. Стресс-тестирование фондового риска оценивает влияние падения фондовых индексов на стоимость торгового портфеля, находящегося на балансе кредитной организации.

Существует несколько методологий переоценки долевых ценных бумаг в ответ на изменения фондовых индексов. Выбор индекса зависит от валюты, в которой номинирована ценная бумага, а также от географической и отраслевой принадлежности.

⁶ Существует множество иных конфигураций, при которых число облигаций на балансе кредитной организации может увеличиваться.

Общая формула переоценки долевых ценных бумаг (Банк России, 2017) выглядит следующим образом:

$$\Delta V_{basecurr_i} = V_i \frac{\Delta index}{index} \Delta f x_j, \quad (6)$$

где $\Delta V_{basecurr_i}$ – переоценка долевой ценной бумаги i в базовой валюте; V_i – стоимость долевой ценной бумаги i ; $index$ – значение фондового индекса; $\Delta index$ – изменение фондового индекса; $\Delta f x_j$ – изменение обменного курса валюты j , в которой номинирована долевая ценная бумага i , принимает значение единица в случае, если акция выпущена в базовой валюте.

Сценарный анализ. Стресс-тестирование фондового риска по методу «сценарный анализ» подразумевает переоценку рыночной стоимости долевого ценных бумаг в каждый момент времени в течение всего горизонта планирования с предположением, что банк не продаст свои активы в период стресса. Однако это достаточно сильное предположение, так как долевые ценные бумаги входят в состав ликвидных средств и в случае реализации риска ликвидности должны быть проданы для покрытия оттоков.

Риск ликвидности

В противовес стресс-тесту других видов рисков, которые проверяют достаточность капитала для покрытия убытков, стресс-тест ликвидности анализирует достаточность ликвидных активов, за счет которых будут покрываться оттоки (разрывы ликвидности⁷), случающиеся в результате стрессовых, но вероятных событий.

Реализация риска ликвидности может происходить со стороны пассивов и со стороны активов:

⁷ Разрывы ликвидности возникают в случае, если денежные поступления от активов недостаточны для покрытия денежных расходов. Разница покрывается за счет реализации ликвидных средств банка.

- пассивы: оттоки вкладов физических лиц, депозитов юридических лиц и т.д., которые необходимо покрывать за счет ликвидных средств;

- активы: обесценение активов⁸, что приводит к дисбалансу денежных потоков (разрыв ликвидности), которые необходимо покрывать за счет ликвидных средств.

Целью стресс-тестирования риска ликвидности является проверка достаточности ликвидных средств для покрытия оттоков (разрывов ликвидности).

Международные организации и центральные банки уделяют пристальное внимание ликвидности, поэтому стресс-тест ликвидности является одним из основных инструментов анализа. Существует достаточно большой пласт научных и практических работ, в которых представлены методологии анализа ликвидности банков.

Так, Европейский центральный банк (ЕЦБ; European Central Bank, ECB) (ECB, 2018) разработал «Принципы внутренней оценки достаточности ликвидности» – Internal Liquidity Adequacy Assessment Process (ILAAP). Методология и сценарии Международного валютного фонда представлены в работе (Jobst et al., 2017).

Анализ чувствительности. Стресс-тестирование риска ликвидности по методу «анализ чувствительности» предполагает задание значений параметров, обеспечивающих стрессовое событие с точки зрения риска ликвидности: коэффициенты оттока по пассивам или коэффициенты обесценения по активам. Возникшие исходящие денежные потоки, которые не покрывают за счет входящих, должны быть покрыты исключительно за счет ликвидных средств банка. В случае если ликвидных средств достаточно, банк успешно проходит стресс-тест ликвидности; в противном случае банк при реализации за-

⁸ Под обесценением активов также понимается и снижение платежеспособности клиентов – заемщиков банка.

данного сценария будет испытывать дефицит ликвидности.

Стресс-тест риска ликвидности может проводиться и в кооперации с другими видами рисков, которые могут служить источником стрессового события для риска ликвидности или же наоборот. Например:

- реализация кредитного риска, подразумевающего выход части кредитного портфеля в дефолт, является источником дисбаланса в денежных потоках – ситуация нехватки денежных поступлений для осуществления выплат;

- реализация процентного риска по банковской книге может привести к росту выплат по обязательствам банка при неизменном уровне денежных поступлений.

Возникшая разница должна быть покрыта за счет ликвидных средств банка. В случае если ликвидных средств недостаточно, для покрытия оттоков банк продает свои активы с определенным дисконтом, что тоже считается результатом реализации риска ликвидности⁹. В работе (Braouezec, Wagalath, 2018) приводится оптимизационная задача продажи активов в стрессовом сценарии для выдерживания нормативов достаточности капитала.

Однако может быть и обратная ситуация, когда реализация риска ликвидности послужит началом реализации другого риска, – *эффект домино*¹⁰.

Сценарный анализ. Есть несколько вариантов проведения стресс-теста ликвидности методом сценарного анализа. Один из них заключается в построении регрессионных моделей оценки влияния макроэкономических переменных на оттоки капитала в банках. Данный подход достаточно прост, однако достаточно груб ввиду того, что компоненты риска

ликвидности не учитываются. В противовес представленному подходу риск ликвидности может моделироваться как сумма всех его компонентов:

- моделирование сальдо оборотов¹¹ по вкладам физических лиц (ФЛ), депозитов юридических лиц (ЮЛ), средств на счетах и прочее;

- моделирование сальдо оборотов¹² по активам (портфели розничных, корпоративных кредитов, выплат по вложениям в долговые ценные бумаги и др.);

- моделирование процентных выплат и поступлений и др.

Дополнительным параметром при проведении стресс-теста риска ликвидности методом сценарного анализа является определение величины дисконта продажи ликвидных активов, поскольку, как правило, для скорейшей выручки средств с целью покрытия оттоков (разрывов) активы продаются с дисконтом. Чем менее ликвидным оказывается актив, тем больше величина дисконта.

Таким образом, моделирование компонентов риска ликвидности позволит более точно оценить таковой при проведении стресс-теста.

Другие виды рисков

В настоящем разделе приведены иные виды рисков, которые также анализируют практически все центральные банки и международные организации.

Одним из основных рисков, которые анализируют банки, является *эффект домино*. Он возникает, если дефолт одного банка становится причиной краха ряда других банков ввиду наличия межбанковских кредитов, которые, в свою очередь, станут причиной дефолта других банков. Так, стресс-тест закан-

⁹ В англоязычной литературе встречаются термины *fire sales* и *second round effect*. Более подробно об этом см. в работах (Geanakoplos, 2012; Shleifer, Vishny, 2011; Cont, Wagalath, 2012).

¹⁰ Подробнее в подразделе «Другие виды рисков».

¹¹ Разница между кредитовым и дебетовым оборотами для пассивных показателей.

¹² Разница между дебетовым и кредитовым оборотами для активных показателей.

чивается в момент, когда дефолт одних банков не вызывает дефолта других (Espinosa-Vega, Sole, 2014).

Операционный риск также является одним из важнейших видов риска, которые подвергаются стресс-тестированию. Сложность моделирования заключается в унификации подходов к определению источников операционного риска ввиду их многогранности и многочисленности. Выделяют внутренние и внешние источники. К числу первых можно отнести ошибки в работе персонала, сбои в информационных системах банка и др. К числу последних относится «*расследование мошенничества*» (*fraud investigation*) со стороны клиентов. Каждый вид источника также может быть разделен на несколько подвидов. Есть несколько способов стресс-тестирования операционного риска. Один из них – построение регрессионных моделей зависимости потерь в результате операционного риска от макроэкономических показателей. Второй – построение функции плотности распределения потерь от операционного риска. Подробный анализ методов стресс-тестирования операционного риска приведен в работе (Curti et al., 2019).

Стресс-тест *риска концентрации кредитного портфеля* крайне важен для активов небольших объемов, поскольку дефолт одного заемщика может привести к существенно сокращению капитала банка и, соответственно, снижению достаточности капитала.

В последнее время набирают обороты стресс-тесты специфических рисков¹³. Например, Резервный банк Новой Зеландии (Dunstan, 2016) провел стресс-тестирование портфеля кредитов молочным организациям в случае падения цен на молоко. В работе (Paraschiv et al., 2016) приводится стресс-тестирование портфеля товарных фьючерсов.

¹³ Как правило, под стресс-тестом специфических видов рисков понимается анализ части кредитного портфеля, сгруппированного по определенному признаку в ответ на изменение параметров, имеющих значение только для конкретного портфеля.

Стресс-тест портфеля страхования жизни представлен в работе (Bank of England, 2019с).

4. РАЗРАБОТКА СТРЕССОВЫХ СЦЕНАРИЕВ

Стрессовые сценарии являются ключевым аспектом при проведении стресс-теста *методом сценарного анализа*, поскольку во многом от стрессового сценария (помимо методологии) зависят конечные результаты стресс-теста. Поэтому разработке стрессовых сценариев уделено огромное внимание как со стороны научного сообщества, так и со стороны надзорных органов, реализующих стресс-тест. Данный раздел посвящен всем аспектам разработки стрессовых сценариев.

Стрессовые сценарии подразделяются на три типа: *исторические*, *гипотетические* и *гибридные*¹⁴. Исторические сценарии представляют собой повторение траектории движения риск-факторов, которые происходили в прошлом; гипотетические разрабатываются специальными инструментальными методами; гибридные являются комбинацией исторического и гипотетического подходов. Сценарии могут быть разработаны как для всей экономики в целом, так и для отдельного портфеля.

В работе (Breuer et al., 2017) вводится классификация гипотетических стрессовых сценариев, которые авторы подразделяют на сценарии:

- первого поколения, при которых не рассчитываются правдоподобность и жесткость сценариев;
- второго поколения, при которых правдоподобность и жесткость рассчитываются.

В центральных банках многих стран, как правило, применяются один или два

¹⁴ Гибридные стрессовые сценарии являются комбинацией исторического и гипотетического сценариев. Пример методологии разработки гибридного сценария приведен в работе (Nagpal, 2017).

стрессовых сценария (в США – два сценария: неблагоприятный (adverse scenario) и крайне неблагоприятный (severely adverse scenario); в Великобритании (Банк Англии) – один) без расчета их правдоподобности. Данное обстоятельство подвергается критике со стороны научного сообщества по нескольким причинам. Во-первых, правдоподобность сценариев не рассчитывается. Во-вторых, из-за отсутствия меры жесткости сценария есть риск получить «ложный вывод» (*false illusion*)¹⁵, поскольку для одних банков разработанные сценарии могут быть стрессовыми, а для других – нет. Однако это не означает, что банки, успешно прошедшие стресс-тест при выбранных сценариях, не будут испытывать дефицита капитала при других сценариях (Breuer et al., 2017).

Расчет правдоподобности является не тривиальной задачей. В научной литературе по разработке стрессовых сценариев преобладающим методом оценки правдоподобности является расстояние Махаланобиса¹⁶ (Breuer et al., 2009, 2013, 2017). Как правило, весь спектр стрессовых сценариев с расстоянием Махаланобиса составляет эллипсоид (Cihák, 2007; Breuer, Kenn, 1999). Однако стоит отметить, что существуют и иные меры расстояния, используемые для расчета правдоподобности сценариев: расстояние Кулбека–Лейблера; расстояние Брегмана, *f*-divergence (Breuer et al., 2013), а также «подход объединения энтропии» (*Entropy pooling approach*) (Meucci, 2010).

Жесткость сценария определяется потерями, которые банки несут при его реализации. Потери могут быть выражены в снижении коэффициентов достаточности капитала,

проценте от капитала объема средств, необходимых для санации, и др. (Pritsker, 2017). В работе (Mokinski, 2017) предложен альтернативный подход к расчету жесткости сценария путем проецирования всех сценариев на скалярный вектор жесткости с помощью специально разработанной методологии.

С целью оптимизации расчетов и времени был выведен принцип «наиболее жесткий, но правдоподобный сценарий» (*extreme, but plausible scenario*), который заключается в выборе наиболее жесткого сценария, правдоподобность которого не ниже определенного (выбранного заранее) уровня. Это позволит сократить время на вычисления и избавит от проблемы *false illusion*. Сценарий, соответствующий данному принципу, находится в точке касания эллипсоида, рассчитывающего правдоподобность, с кривыми потерь, иллюстрирующими жесткость сценариев (Breuer et al., 2009, 2017).

Стоит отметить, что при сценарном анализе, как правило, присутствует огромное число риск-факторов. К примеру, Банк Англии при проведении стресс-тестирования семи крупнейших банков использует 48 показателей¹⁷, ФРС – 28. Это значительно усложняет работу при эконометрическом моделировании. Вследствие этого в ряде работ предложены методы снижения размерности; в частности, применяется метод главных компонент (Kapinos, Mitnik, 2015; Kulakova, 2019), Sliced Inverse Regression («Нарезанная обратная регрессия») (Pritsker, 2017) и другие методы.

5. ОБЗОР МЕТОДОЛОГИЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

После мирового финансового кризиса 2007–2009 гг. международные организации, центральные банки, банковские аналитики

¹⁵ Эффект *false illusion* – ложный положительный результат: банк успешно проходит стресс-тест, но в других стрессовых сценариях, которые не учитываются, он будет испытывать дефицита капитала.

¹⁶ Интуитивно расстояние Махаланобиса представляет собой число стандартных отклонений вектора средних значений многомерных данных от конкретной точки.

¹⁷ <https://www.bankofengland.co.uk/stress-testing>

в значительной степени продвинулись в развитии методологии стресс-тестирования банковского сектора. Ряд таких европейских международных организаций, как Европейская служба банковского надзора (ЕБА, European banking authority), Европейский центральный банк (ЕЦБ, European Central Bank), Европейская служба оценки системных рисков (ЕСРБ, European Systemic Risk Board), а также Международный валютный фонд (ИМФ, International Monetary Fund) проводят упражнения по стресс-тестированию банков – каждая организация придерживается своей специально разработанной методологии.

В данном разделе представлен обзор международной практики стресс-тестирования банков.

Международный валютный фонд

Программа анализа финансовой стабильности (FSAP)¹⁸ от МВФ (совместно с Всемирным Банком) является одной из первых, включивших стресс-тестирование в качестве отдельного важного инструмента оценки надежности финансовых систем стран¹⁹, в которых проходили проверки. С момента начала действия программы в 1999 г. по середину 2018 г. было проведено 346 FSAP программ в 173 государствах (BCBS, 2018). Программа предусматривает проверку устойчивости финансовой системы страны. Стресс-тестирование МВФ включает методологию первого поколения (Breuer, Summer, 2017), что означает использование двух-трех сценариев без расчета уровня правдоподобности. Международный валютный фонд проводит анализ финансовой стабильности, включая стресс-

тестирование, в кооперации с центральным банком той страны, финансовая система которой анализируется (к примеру, (Feldkircher et al., 2013; Anand et al., 2014)). Более подробно методология стресс-тестирования МВФ представлена в книге (Ong, 2014).

Европейские организации

В Европе действует ряд международных организаций, которые проводят стресс-тестирование европейских банков.

ЕБА и ЕЦБ являются крупнейшими европейскими организациями, проводящими стресс-тестирование крупнейших банков стран Европейского Союза. ЕБА начиная с 2011 г. регулярно проводит стресс-тестирование методом *top-down*. В периметр анализа входят банки, суммарная доля активов которых превышает 70%-й рубеж²⁰ активов всего банковского сектора Евросоюза. Стресс-тест охватывает все виды рисков – кредитный, рыночный, операционный, а также доходность и капитал. При этом методология стресс-тестирования основывается на предположении о статичном балансе (ЕБА, 2020) и относится к методологиям первого поколения (без расчета правдоподобности сценария (Breuer, Summer, 2017)). Банки, не прошедшие стресс-тестирования (ЕБА, 2011, 2014, 2016, 2018)²¹, получили предписание «доначислить» капитал.

Европейский центральный банк проводит стресс-тестирование методом *top-down* в предположении о динамичном балансе (Henry, Kok, 2013). Методология охватывает практически все компоненты, а также виды стресс-тестирования. Анализируются все основные типы рисков (кредитный, процентный, ликвидности, эффект домино и др.), представляется методология разработки стрессового сценария и т.д. (Dees et al., 2017).

¹⁸ FSAP – Financial Stability Analysis Program. Результаты проведенных исследований находятся в свободном доступе: <https://www.imf.org/external/np/fsap/fsap.aspx>

¹⁹ Финансовая система, помимо банков, включает также и другие виды финансовых организаций (страховые компании, пенсионные фонды и др.).

²⁰ В анализ попали банки, чьи активы превышают 30 млрд евро.

²¹ ЕБА публикует результаты стресс-тестирования.

Банк Англии

Банк Англии первым начал принимать в расчет фазу экономического цикла при составлении стрессового сценария (Bank of England, 2019a). Согласно проработанной методологии, в период роста экономики следует применять достаточно жесткие сценарии, в то время как в период рецессии жесткость может быть ниже. Следует отметить, что учитывается также и динамика макроэкономических показателей других стран, таких как Германия, Франция, Китай, США и др. Банк Англии применяет модель динамического баланса, т.е. учитывает изменения стоимости, объема и структуры активов и пассивов. В целом методология стресс-тестирования Банка Англии относится к методологиям²² первого поколения, которые не рассчитывают правдоподобность сценариев (Breuer, Summer, 2017). Банк Англии публикует результаты стресс-тестирования (Bank of England, 2019b) в разрезе отдельных банков и финансовой системы в целом.

Федеральная резервная система

В США действует ряд организаций, которые проводят стресс-тестирование для оценки надежности финансовой системы или банковского сектора в целом или отдельных банков индивидуально, таких как Федеральная резервная система (FRB), Федеральная корпорация страхования банковских вкладов (FDIC, Federal Deposit Insurance Corporation) и Управление контролера денежного обращения (ОСС, Office of Comptroller of Currency). На законодательном уровне действуют две программы стресс-тестирования: Закон Додда–Франка о стресс-тестировании (DFAST, Dodd Frank Act Stress Test) и Комплексная оценка доста-

точности капитала (CCAR, Comprehensive Capital Analysis and Review)²³. Коллективно все три вышеперечисленные организации пришли к выводу, что стресс-тестированию должны подвергнуться банки, чьи совокупные активы превышают 10 млрд долл.²⁴ Обе программы, DFAST и CCAR, опираются на одни и те же данные и стресс-тестируют одни и те же показатели банков. Однако есть различия в предположениях относительно планирования капитала: если DFAST не подразумевает изменение капитала в период стресс-теста со стороны акционеров, то в CCAR такого предположения нет. Этим могут объясняться различия в результатах стресс-теста средствами этих программ (CCAR, 2019, Box 2).

В обеих программах используются три сценария: один базовый и два стрессовых, жесткость одного из которых – умеренная (adverse scenario), а другого – высокая (severely adverse scenario). В сценарий входит 28 переменных, 16 из которых характеризуют экономику США, а остальные 12 – экономики четырех стран (или групп государств)²⁵.

Результаты стресс-тестирования публикуются как агрегированно, так и в разрезе банков, участвовавших в стресс-тесте индивидуально (DFAST, 2019, Appendix B; CCAR, 2019, Appendix A).

Методология (DFAST, 2019) проведения стресс-тестирования ежегодно подвергается пересмотру. Обо всех измененных положениях докладывают в письме Департамента надзора и регулирования (Supervision

²³ Вся информация представлена на сайте ФРС по ссылке <https://www.federalreserve.gov/supervisionreg/stress-tests-capital-planning.htm>

²⁴ Для ознакомления: Statement to Clarify Supervisory Expectations for Stress Testing by Community Banks (<https://www.federalreserve.gov/newsevents/pressreleases/files/bcreg20120514b1.pdf>).

²⁵ В их число входят страны Европы, развивающиеся страны Азии, Япония и Великобритания.

²² Методологические аспекты стресс-тестирования Банка Англии представлены в работе (Bank of England, 2019d).

and Regulation) Совету директоров Федеральной резервной системы США²⁶.

6. ДИСКУССИОННЫЕ АСПЕКТЫ СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ

Стресс-тестирование, помимо своей значимости в оценке надежности банков, имеет также спорные аспекты, по которым среди научного сообщества и организаций, проводящих стресс-тестирование, нет единого мнения.

Один из таких вопросов – публикация результатов стресс-тестирования. Разногласия по данному аспекту объясняются неоднозначными эффектами, которые может иметь такая публикация. С одной стороны, доступ широкой общественности к итогам стресс-теста создаст рыночную дисциплину в банках, повышая уровень их ответственности перед бизнес-сообществом²⁷. С другой стороны, бизнес-сообщество остро реагирует практически на все негативные новости, в число которых могут войти и отрицательные результаты стресс-тестирования по отдельным банкам. Это может спровоцировать непредвиденный и внезапный отток вкладов и депозитов (т.е. реализация риска ликвидности), что в конечном итоге может привести к техническому дефолту банка. Вдобавок публикация результатов стресс-теста напрямую влияет на авторитет надзорных и регулирующих органов, проводящих стресс-тестирование, поскольку в случае неверной классификации банков (например, в публикации указано, что банк успешно проходит стресс-тест, а на самом деле испытывает большие трудности) доверие к таким органам будет подорвано.

Дискуссионным является также вопрос о данных, на основе которых проводится стресс-тестирование. Надзорные органы применяют данные отчетностей, которые банки регулярно присылают в центральные банки и которые не доступны широкой публике. Поэтому ЦБ обладают более широким спектром детализированных данных, что позволяет проводить более точные расчеты при стресс-тестировании. Использование только публичных данных (Биджоян и др., 2019; Bidzhoyan, Bogdanova, 2018) делает расчеты более прозрачными (в случае применения методологии стресс-тестирования), но грубыми ввиду высокой степени агрегирования данных²⁸.

Открытым остается вопрос, связанный с коэффициентами риска для расчета достаточности капитала. Он актуален для организаций, проводящих стресс-тестирование на основе публикуемой (непубликуемой) отчетности ввиду отсутствия детализированной информации о структуре активов, в то время как сами банки, обладая этой информацией, не испытывают подобных проблем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной работе проведено подробное описание междисциплинарной области знания под названием «стресс-тестирование», включающее ее детализированную классификацию по различным критериям. Представлены методологии стресс-тестирования основных видов рисков, которые в наибольшей мере влияют на достаточность капитала (ликвидность). Особое внимание уделено разработке стрессовых сценариев, которые являются ключевым аспектом стресс-тестирования.

²⁶ Пример такого письма представлен по ссылке <https://www.federalreserve.gov/supervisionreg/files/model-change-letter-20180302.pdf>

²⁷ Банк Англии (Bank of England, 2019b; EBA, 2018) публикует результаты стресс-тестирования.

²⁸ К примеру, вследствие отсутствия данных по структуре розничного портфеля (необеспеченные потребительские кредиты, ипотечные кредиты, автокредиты, кредитные карты) расчет всего розничного портфеля является неизбежностью.

Однако, несмотря на высокую степень проработанности данной области, все еще остаются открытые вопросы, на которые научному сообществу предстоит ответить в ближайшем будущем.

Стоит отметить, что приведенный обзор охватывает только наиболее важные (на взгляд автора) аспекты стресс-тестирования, необходимые для полноценного введения в тему. Есть также детали, не затронутые в настоящей работе, поскольку стресс-тестирование является настолько многогранной дисциплиной, в который каждому элементу стресс-теста может быть посвящен самостоятельный обзор, аналогичный представленному, что выходит за рамки проведенного исследования. Например, не освещен компонент эконометрического инструментария разработки стрессовых сценариев, так как работа адресована в первую очередь банковским аналитикам, а разработка стрессовых сценариев требует глубоких знаний в эконометрическом моделировании, в частности в Bayesian Vector Autoregression (Байесовская векторная авторегрессия), Dynamic Stochastic General Equilibrium model (DSGE, модель динамического стохастического общего равновесия) и др., в многомерном статистическом анализе и пр.

Специально стоит отметить относительно низкую публикационную активность российских исследователей и Центрального банка по данной тематике по сравнению с зарубежными исследователями. Однако интерес к стресс-тестированию в России растет как со стороны Банка России и отдельных финансовых институтов, так и со стороны ученых-исследователей, что будет способствовать развитию данного аналитического направления.

Список литературы / References

Банк России (2017). Концепция макропруденциального стресс-тестирования. Доклад для общественных консультаций. [Bank of Russia

(2017). The Concept of Macroprudential Stress Testing. Consultation paper (in Russian).]

Биджоян Д.С., Богданова Т.К., Неклюдов Д.Ю.

(2019). Стресс-тестирование кредитного риска кластера российских коммерческих банков // Бизнес-информатика. № 3 (13). С. 35–51.

[Bidzhoyan D, Bogdanova T., Neklyudov D. (2019). Credit Risk Stress Testing in a Cluster of Russian Commercial Banks. *Journal Business-Informatics*, no. 3 (13), pp. 35–51 (in Russian).] DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.35.51

Данилова Е., Румянцев Е., Шевчук И. (2018). Обзор совместного семинара Банка России и МВФ «Последние новации в макропруденциальном стресс-тестировании» // Деньги и кредит. № 4. С. 60–83 [Danilova E., Rumyantsev E., Shevchuk I. (2018). Review of the Bank of Russia – IMF workshop ‘Recent Developments in Macroprudential Stress Testing’. *Russian Journal of Money & Finance*, no. 77 (4), pp. 60–83 (in Russian).] DOI: 10.31477/rjmf.201804.60

Acharya V., Engle R., Pierret D. (2014). Testing macroprudential stress tests: The risk of regulatory risk weights. *Journal of Monetary Economics*, no. 65, pp. 36–53.

Anand V., Engle R., Traclet V. (2014). Stress-testing the Canadian banking system: a system-wide approach. *Bank of Canada, Financial System Review*, pp. 61–68.

Bank of England (2019a). Stress testing the UK banking system: key elements of the 2019 annual cyclical scenario, pp. 16.

Bank of England (2019b). Financial Stability Report.

Bank of England (2019c). Life insurance stress test 2019. Scenario specification, Guidelines and Instructions.

Bank of England (2019d). Stress testing the UK banking system: 2019 guidance for participating banks and building societies.

Bank of International Settlement (2000). Stress testing by large financial institutions: current practice and aggregation issues.

Basel Committee on Banking Supervision (1996). Amendment to the capital accord to incorporate market risk.

Basel Committee on Banking Supervision (2009). Principles for sound stress testing practices and supervision.

- Basel Committee on Banking Supervision (2018). Stress-testing principles.
- Baudino P., Goetschman R., Henry J., Taniguchi K., Weisha Zhu (2018). Stress-testing banks – a comparative analysis. *Financial Stability Institute Insights on policy implementation*, no. 12.
- Bidzhoyan D., Bogdanova T. (2018). Russian banks credit risk stress-testing based on the publicly available data. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, no. 850, pp. 262–271.
- Blaschke W., Jones T., Magnoni G., Peria S.-M. (2001). Stress-testing of financial systems: an overview of issues, methodologies, and FSAP experience. *IMF Working Paper*. WP/01/88.
- Braouezec Y., Wagalath L. (2018). Risk-based capital requirements and optimal liquidation in a stress scenario. *Review of finance*, no. 22 (2), pp. 747–782.
- Breuer T., Csiszar I. (2013). Systematic stress test with entropic plausibility constraints. *Journal of banking and finance*, no. 37(5), pp. 1552–1559.
- Breuer T., Jandacka M., Reinberger K., Summer M. (2009). How to Find Plausible, Severe and Useful Stress Scenarios. *International Journal of Central Banking*, no. 5 (3), pp. 205–224.
- Breuer T., Jandacka M., Reinberger K., Summer M. (2009). How to find plausible, severe and useful stress scenarios. *International Journal of Central Banking*, no. 5 (3), pp. 205–224.
- Breuer T., Summer M. (2017). Solvency stress testing of banks: Current practice and novel options. *Report for the Sveriges Riksbank and Finansinspektionen*.
- Breuer T., Krenn G. (1999). Stress testing. Guidelines on market risk. *Oesterreichische National Bank*, vol. 5.
- Buncic D., Melecky M. (2013). Macroprudential stress testing of credit risk: A practical approach for policy makers. *Journal of Financial Stability*, no. 9 (3), pp. 347–370.
- Busch R., Memmel C. (2015). Banks' net interest margin and the level of interest rates. *Deutsche Bundesbank Discussion Papers*, no. 16.
- Chengcheng H., Alam M.M., Carling K. (2010). Review of the literature of credit risk modelling: development of the past 10 years. *Banks and Bank System*, no. 5 (3), pp. 34.
- Cihák M. (2007). Introduction to applied stress testing. *IMF Working Papers* (7–59), pp. 1–74.
- Comprehensive Capital Analysis and Review 2019: Assessment Framework and Results. *Board of Governors of The Federal Reserve System*
- Cont R., Wagalath L. (2012). Fire sales forensics: Measuring endogenous risk. *Mathematical finance*, no. 26 (4), pp. 835–866.
- Covas F.B., Rump B., Zarkajsek E. (2014). Stress-testing US bank holding companies: A dynamic quantile regression approach. *International Journal of Forecasting*, no. 30 (3), pp. 691–713.
- Curti F., Migueis M., Stewart R. (2019). Benchmarking operational risk stress testing models. *Finance and Economics Discussion Series 2019–038*. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Daniels T., Duijm Liedorp F., Mokas D. (2017). A top-down stress testing framework for the Dutch banking sector. *Netherland Bank, Occasional Studies*, no. 15 (3).
- Dees S., Henry J., Martin R. (2017). STAMP€: stress-test analytics for macroprudential purposes in the euro area. *European Central Bank*.
- Demekas D. (2015). Designing effective macroprudential stress tests: progress so far and the way forward. *IMF Working paper* WP/15/146.
- Dent K., Segoviano M., Westwood B. (2016). Stress testing of banks: an introduction. *Bank of England Quarterly Bulletin Q3*, pp. 130–143.
- Dodd-Frank Act Stress Test 2019: Supervisory stress test results. *Board of Governors of The Federal Reserve System*.
- Dunstan A. (2016). Summary of the dairy portfolio stress testing exercise. *Reserve Bank of New Zealand Bulletin*, no. 79 (5), pp. 10.
- Espinosa-Vega M.A., Sole J. (2014). A guide to IMF Stress Testing: Methods and Models. Chapter Introduction to the network analysis approach to stress testing. *International Monetary Fund*, pp. 205–209.
- European Banking Authority (2011). 2011 EU-wide stress test: results.
- European Banking Authority (2014). 2014 EU-wide stress test: results.
- European Banking Authority (2016). 2016 EU-wide stress test: results.
- European Banking Authority (2018). 2018 EU-wide stress test: results.

- European Banking Authority (2020). 2020 EU-wide stress test: methodological note.
- European Central Bank (2010). Stress testing banks in crisis. *Financial stability Review*.
- European Central Bank (2014). Comprehensive assessment stress test manual.
- European Central Bank (2018a). Euro area financial institutions. *Financial stability Review*, ch. 3.
- European Central Bank (2018b). ECB Guide to the Internal Liquidity Adequacy Assessment Process (ILAAP).
- Feldkircher M., Fenz G., Ferstl R., Krenn G., Neudorfer B., Pühr C., Reininger T., Schmitz S., Schneider M., Seibenbrunner C., Sigmund M., Spitzer R. (2013). ARNIE in action: the 2013 FSAP stress tests for the Austrian banking system. *Central Bank of Republic of Austria, Financial Stability Report*, pp. 100–118.
- Foglia A. (2008). Stress Testing Credit Risk: A Survey of Authorities' Approaches. *International Journal of Central Banking*, no. 5 (3), pp. 9–45.
- Gianakopoulos J. (2012). The leverage cycle. *University of Chicago Press*, 204, ch. 1, pp. 1–65.
- Hao C., Alam M.M., Carling K. (2010). Review of the literature of credit risk modelling: development of the past 10 years. *Banks and Bank System*, no. 5 (3), pp. 34.
- Henry J., Kok C. (2013). A macro stress test framework for assessing systemic risks in the banking sector. *ECB Occasional Paper Series*, no. 152.
- Husselman R., Wahrenburg M. (2018). How demanding and consistent is the 2018 stress test design in comparison to previous exercises? *ECON committee*.
- Jobst A.A., Lian Ong Li, Schmieder C. (2017). Macroprudential liquidity stress testing in FSAPs for systematically important financial systems. *IMF Working Paper*, WP/17/102.
- Jorge A., Chan-Lau (2017). Lasso regression in forecasting models in applied stress testing. *IMF Working Paper* WP/17/108.
- Kapinos P., Mitnik O. (2015). A top-down approach to stress-testing of banks. *Journal of Financial Services Research*, no. 49 (2), pp. 229–264.
- Kulakova A. (2019). Stress-testing of russian banking sector: contingent claim analysis approach. *NEKN02 Master Essay I*.
- Li Lian Ong (2014). A guide to IMF stress testing. *Methods and models*.
- Louzis D.P., Vouldis A.T., Metaxas V.L. (2012). Macroeconomic and bank specific determinants of non-performing loans in Greece: A comparative study of mortgage, business and consumer loan portfolios. *Journal of Banking and Finance*, no. 36 (4), pp. 1012–1027.
- Melecky M. and Podpiera A-M (2010) Macroprudential stress-testing practices of central banks in central and south eastern Europe: an overview and challenges ahead. *Policy Research Working Paper WPS5434*.
- Meucci A. (2010). Fully flexible views: Theory and practice. *Risk*, no. 21 (10), pp. 97–102.
- Mokinski Feider (2017). A severity function approach selection. *Deutsche Bundesbank Discussion Papers* 34/2017.
- Nagpal K.M. (2017). Designing stress scenarios for portfolios. *Risk Management*. *Risk Management*, no. 19, pp. 323–349. DOI: 10.1057/s41283-017-0024-x.
- Papadopoulos G., Papadopoulos S., Sager T. (2016). Credit risk stress testing of EU15 banks: a model combination approach. *Bank of Greece Working Paper* 203, pp. 1–41.
- Paraschiv F., Mudry P.-A., Andries A.M. (2016). Stress-testing for portfolios of commodity futures with extreme value theory and copula functions. *Economics and modelling*, no. 50, pp. 9–18. DOI 10.1007/978-3-319-20430-7_3.
- Pritsker M. (2017). Choosing stress scenarios for systemic risk through dimension reduction. *Federal Reserve Bank of Boston Working Paper*. WP17-04.
- Shleifer A., Vishny R. (2011). Fire sales in finance and macroeconomics. *Journal of economics perspective*, no. 25 (1), pp. 29–48.
- Vazquez F., Tabak B.M., Souto M. (2012). A macro stress test model of credit risk for the Brazilian banking sector. *Journal of Financial Stability*, no. 8 (2), pp. 69–83.

Рукопись поступила в редакцию 14.04.2020 г.

STRESS TESTING AS A BANKING RISK ASSESSMENT TOOL: A REVIEW OF INTERNATIONAL PRACTICE, METHODS AND METHODOLOGY

D.S. Bidzhoyan

DOI: 10.33293/1609-1442-2020-4(91)-99-117

Davit S. Bidzhoyan, National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, Russia; bidzhoyan_david@mail.ru. ORCID 0000-0002-3668-1691

Acknowledgement. The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research, project no. 19-110-50234.

Stress testing is a broad research area, at the interference of many disciplines (finance, banking, econometrics, macroeconomics, microeconomics, mathematical analysis etc.), and is of interest to both theoretical scientists and practitioners. The usefulness of this approach became evident after the financial crisis of 2007–2009, which prompted many researchers to develop and constantly improve stress-testing methodologies, using which it is possible to accurately forecast the behavior of banks and the financial sector in crisis periods. It allows banks to assess the scale of losses and timely take the necessary measures to strengthen the financial condition. Today, economic science has the biggest arsenal of stress testing methods that allow us to assess potential losses in crisis periods that correspond to extreme but plausible events. The stress testing methodologies cover all-important types of risks (credit, interest rate risk, liquidity risk etc.), as well as specific risks. The presence of a huge number of stress testing methods guarantees its versatility and depth, which could be explained by the attempt using this methods to create a behavior model of banks, which are quite complex in structure and functionality. The purpose of this study is to provide a concise, but at the same time comprehensive classification of stress testing methods, as well as a review of the current approaches to stress testing or to solving its various aspects (for example, developing stress scenarios) presented by scientists, international organizations, central banks and other interested parties. This paper is an introduction to the vast field of analytics – stress testing, and is oriented to banking and financial analysts, macroeconomists who want either to familiarize themselves

with stress testing as a tool for assessing banking risks, or to systematize all the accumulated knowledge in this area in order to better understand economic processes.

Keywords: stress-testing, financial stability, banking risks, credit risk, interest rate risk of banking book, interest rate of trading book, liquidity risk, stress scenario.

Classification JEL: C22, C58, E2, G21, G28.

Manuscript received 14.04.2020