

Моделирование кредитного риска по отраслям для банковского сектора

Александр НОВОПОЛЬЦЕВ



Ведущий специалист Управления исследований Национального банка, аспирант БГУ

Артём ТКАЧЁВ



Специалист 1 категории Управления финансовой стабильности Национального банка, аспирант БГУ

Ключевые слова:

кредитный риск, банковский сектор, динамические панельные модели, лассо-регрессия, прогнозирование, макроэкономический сценарий, эконометрика, проблемные активы.

Наиболее значимым и сложным для управления риском, воздействующим на финансовую устойчивость банковского сектора Республики Беларусь, на протяжении последних лет является кредитный риск. В течение 2016 г. наблюдался рост проблемных активов в банковском секторе, в основном за счет роста доли проблемных кредитов в портфелях корпоративных клиентов. В работе [1] было отмечено, что задача оценки кредитного риска и вероятности дефолта субъектов хозяйствования на реальных данных является приоритетной при оценке финансовой стабильности Национальным банком и Правительством в условиях преобладающей доли госпредприятий в реальном секторе и повышенных фискальных рисков. Согласно методологическим комментариям информационного сборника «Банковский сектор Республики Беларусь. Краткая характеристика устойчивости функционирования»¹ проблемные активы определяются как активы, подверженные кредитному риску, отнесенные при классификации в соответствии с Инструкцией Национального банка (утверждена постановлением Правления от 28 октября 2006 г. № 138) к III–V группам риска. Учитывая наибольшую концентрацию проблемной задолженности в кредитных портфелях корпоративных клиентов, анализ и прогнозирование доли проблемных активов являются важнейшими задачами макропруденциального надзора.

Предварительный анализ данных по доле проблемных активов для банковского сектора Республики Беларусь выявил следующие особенности. Доля проблемных активов на протяжении 2013 г. – III квартала 2017 г. характеризуется высокой волатильностью. Во-первых, на протяжении 2016 г. произошел значительный прирост данного показателя в процентном соотношении, что в значительной степени стало результатом ухудшения финансовых показателей деятельности предприятий реального сектора экономики (в первую очередь государственных, на долю которых приходится примерно 3/4 активов корпоративного сектора и 2/3 рабочей силы) на фоне низкой экономической активности. Другим фактором роста потенциала кредитного риска является значительная доля в кредитной задолженности предприятий обязательств перед банками в иностранной валюте при отсутствии соответствующих поступлений в иностранной валюте [2]. В условиях рецессии, которая сопровождалась падением цены на нефть и ослаблением курсов белорусского и российского рубля, реализовался максимальный потенциал кредитного риска.

Ранее в работе [3] были предложены основные подходы и методы к моделированию и прогнозированию доли проблемных активов и был проведен анализ возможности их использования для стран СНГ и Балтии, что обеспе-

¹ См.: <http://www.nbrb.by/publications/banksector/>.

чило предпосылки для использования данных подходов в случае Республики Беларусь. В более позднем обзоре [4] были представлены методы, которые использовались техническими миссиями Международного валютного фонда с целью проведения стресс-тестирования банковского сектора для анализа кредитного риска относительно доли проблемных активов. На основе представленных обзоров в зависимости от типа используемых для анализа данных можно выделить два подхода к моделированию доли проблемных активов: моделирование на панельных данных на уровне отдельных банков, а также моделирование по временным рядам долей проблемных активов, агрегированных по банковскому сектору. При моделировании на панельных данных, что представлено в исследованиях [5; 6], применяются динамические линейные модели, для оценивания которых используется обобщенный метод моментов с инструментальными переменными [7]. Особенностью динамических моделей является наличие лаговой зависимой переменной в уравнении регрессии, что объясняется существованием инерционности в изменении доли проблемных активов. Рассматриваемый подход позволяет за счет использования данных по отдельным банкам расширить их выборку наблюдений, так как данные по доле проблемных активов часто представлены короткими временными рядами. Также преимуществом данного подхода является возможность прогнозировать долю проблемных активов по отдельным банкам. Недостатком предложенного подхода является сложность процедуры оценивания. При моделировании на временных рядах, представляющих собой агрегированные показатели по банковскому сектору, широко используется модель логистической регрессии [8; 9], которая может как включать, так и не включать лаговую зависимую переменную. Еще одним преимуществом данного подхода является простота оценивания такой модели, а недостатком – малое количество доступных для оценивания модели наблюдений. Во всех представленных исследованиях для моделирования ис-

пользуются квартальные данные по доле проблемных активов в разрезе видов экономической деятельности (отраслей). В качестве объясняющих переменных применяются основные макроэкономические факторы.

Анализ доли проблемных активов в разрезе отраслей субъектов хозяйствования показал, что значения данного показателя для данных видов активов, как правило, выше, чем по всем активам, подверженным кредитному риску. При этом предприятия из различных отраслей характеризуются различной склонностью к риску. Так, для предприятий сельского хозяйства и строительства за исторический период наблюдалась повышенная концентрация проблемных кредитов в иностранной валюте. Принимая во внимание различные особенности ведения хозяйства предприятиями из различных отраслей и, как результат, различную склонность к риску, считается целесообразным проводить анализ доли проблемных активов в разрезе видов деятельности.

Учитывая актуальность оценки и прогнозирования доли проблемных активов на отраслевом уровне (это подтверждается многими исследованиями в данной области, а также последними тенденциями в банковском секторе Республики Беларусь, связанными с высокими значениями данного показателя для кредитных портфелей корпоративных заемщиков), представляется целесообразным осуществить моделирование доли проблемных кредитов в разрезе основных видов экономической деятельности.

Описание используемых данных

В ходе оценки кредитного риска были проанализированы агрегированные данные по кредитной задолженности и доле проблемных активов корпоративных заемщиков, относящихся к следующим отраслям: промышленность (добывающая и обрабатывающая промышленность, распределение газа, пара и воды), сельское хозяйство, строительство (в том числе операции с недвижимым имуществом), торговля. При проведении исследования были

использованы данные с 2013 г., так как только с данного периода имеется требуемая детализация по указанным отраслям. Для каждой категории заемщиков были рассчитаны временные ряды долей проблемных активов по кредитам в национальной и иностранной валюте.

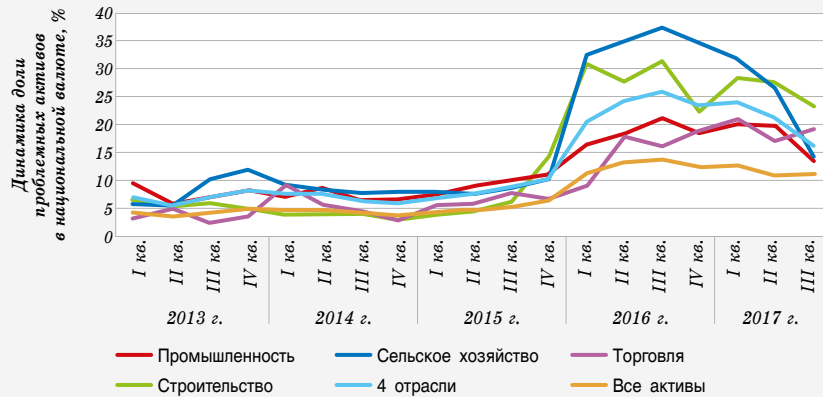
На *рисунках 1 и 2* представлены графики временных рядов доли проблемных активов в разрезе отраслей и валют, где данные показатели агрегированы по всему банковскому сектору. Как видно из *рисунков 1 и 2*, начиная с I квартала 2016 г. значения показателей по всем 4 отраслям значительно выросли (в 2 раза и более): для большинства отраслей пик наблюдался в III квартале 2016 г., после чего отмечено некоторое снижение. С 2013 г. до конца 2015 г. временные ряды были преимущественно стационарны, а в 2016–2017 гг. стационарность нарушается в конце наблюдаемого периода, что в определенной мере усложняет прогнозирование доли проблемных активов на будущие периоды. Снижение доли проблемных активов по всем отраслям в конце 2016 г. – начале 2017 г. связано с проводимыми в последнее время мероприятиями по урегулированию проблемной задолженности в банковском секторе. Доли проблемных активов по промышленности, строительству и сельскому хозяйству выше, чем по экономике в целом.

Для целей моделирования использовались доли каждой отрасли в их общей сумме активов (4 отрасли) и общей величине активов (все активы), подверженных кредитному риску (*таблица 1*), а также доли активов в иностранной валюте (*таблица 2*) по состоянию на конец II квартала 2017 г. и на конец III квартала 2017 г.

Макроэкономические показатели, которые используются в качестве факторов при моделировании доли проблемных активов, перечислены в *таблице 3*.

Предварительный анализ динамики данных индикаторов показал, что на протяжении 2015–2016 гг. наблюдалось падение ВВП в Республике Беларусь и в Российской Федерации, что соответствует периоду наибольшего роста доли проблемных активов, а

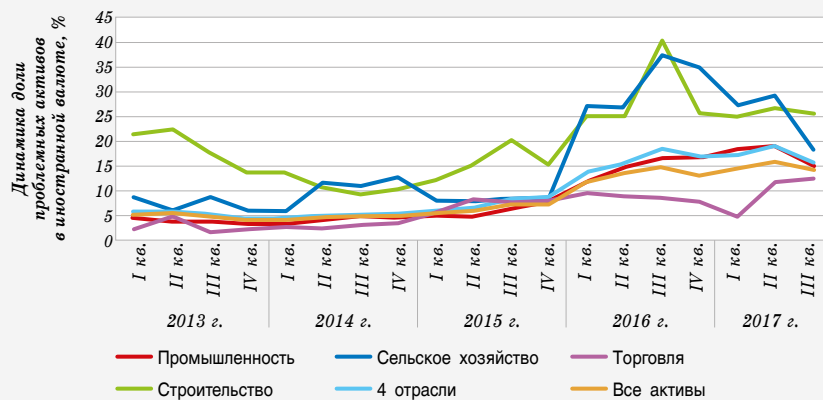
Доли проблемных активов по отраслям в национальной валюте, в %



Примечание. Составлено по расчетам авторов на основе пруденциальной отчетности банков Республики Беларусь.

Рисунок 1

Доли проблемных активов по отраслям в иностранной валюте, в %



Примечание. Составлено по расчетам авторов на основе пруденциальной отчетности банков Республики Беларусь.

Рисунок 2

в первом полугодии 2017 г. ВВП в обеих странах показал прирост, что сопровождалось снижением доли проблемных активов. В течение 2013–2017 гг. наблюдалось неуклонное снижение темпа роста инфляции. Несмотря на это, в 2013–2015 гг. произошли значительная девальвация белорусского и российского рубля и рост процентных ставок по национальным валютам. С начала 2016 г. до второго полугодия 2017 г. наблюдалось постепенное и значительное снижение процентных ставок по кредитам, рост цены на нефть и стабилизация обменных курсов. С 2017 г. началось восстановление экономики после продолжительного периода спада, однако темп роста остается невысоким, несмотря на благоприятные условия (относительно низкие процентные ставки и рост цены на нефть).

Моделирование на микроданных

Динамическая линейная модель по панельным данным для моделирования доли проблемных активов на микроданных имеет следующий вид [5; 6]:

$$\ln pl_{i,t} = c + \alpha \ln pl_{i,t-1} + \sum_{j=1}^N \beta_j x_{i,t}^j + \varepsilon_{i,t}, \quad (1)$$

$t = 1, \dots, T, i = 1, \dots, N, N$ – число банков в выборке данных, T – длина временных рядов; где $pl_{i,t}$ – доля проблемных активов для объекта (банка) i в момент времени t для заданного вида активов (по видам экономической деятельности и по валюте);

$\ln pl = \ln(npl / (100 - npl))$ – логистическое преобразование, которое преобразует показатель $npl \in [0, 100]$ в показатель $\ln pl$, так что $\ln pl \in (-\infty, +\infty)$ и (1) являются линейной моделью;

$x_{i,t}^j$ – значение фактора с порядковым номером j (макроэкономической переменной или ее лага) в момент времени t ;

c – константа, β_j – коэффициент при j -ом факторе;

$\varepsilon_{i,t}$ – случайная ошибка для объекта i в момент времени t .

Для моделирования доли проблемных активов в разрезе по отраслям и валютам использовались следующие показатели из таблицы 4, где также указаны

Таблица 1

Доли отраслей по размеру кредитной задолженности, %

Период	С/х	Промышленность	Строительство	Торговля	Всего
II квартал 2017 г.	10,84	63,06	7,42	18,68	100,00
III квартал 2017 г.	9,92	64,60	6,88	18,61	100,00

Примечание. Составлено на основе расчетов авторов.

Таблица 2

Доли активов в иностранной валюте в соответствующих категориях активов, %

Период	С/х	Промышленность	Строительство	Торговля	4 отрасли	Все активы
II квартал 2017 г.	23,82	79,35	75,90	50,13	67,62	56,33
III квартал 2017 г.	21,29	38,90	75,03	45,65	65,85	54,46

Примечание. Составлено на основе расчетов авторов.

Таблица 3

Макроэкономические показатели и их преобразование

Показатель	Описание	Период	Преобразование	Код показателя*
ВВП в Республике Беларусь	В постоянных ценах 2014 г., сезонно-скорректированный	За квартал	Изменение за квартал	gdp
ВВП в Российской Федерации	В ценах 2000 г., млрд. росс. руб., сезонно-скорректированный	За квартал	Изменение за квартал	gdp_ru
Инфляция	Индекс потребительских цен в Республике Беларусь	На конец квартала	Изменение за год	inf
Процентная ставка по кредитам	Средняя процентная ставка по новым кредитам банков в национальной валюте (без МБК) без учета гарантий Правительства и Национального банка	На конец квартала	–	i**
Ставка МБК	Процентная ставка однодневного межбанковского рынка в национальной валюте	На конец квартала	–	mbk**
Курс белорусского рубля	Официальный курс белорусского рубля к доллару США	На конец квартала	Изменение за квартал	busd
РЭОК	Реальный эффективный обменный курс белорусского рубля, рассчитанный по ИПЦ	На конец квартала	Изменение за квартал	reer
РОК	Реальный обменный курс белорусского рубля к российскому рублю, рассчитанный по ИПЦ	На конец квартала	Изменение за квартал	rer_rub
Курс российского рубля	Официальный курс российского рубля к доллару США	На конец квартала	Изменение за квартал	rusd
Цена на нефть	Цена на нефть марки Urals, долларов США за баррель	На конец квартала	Изменение за квартал	urals

* Все преобразованные показатели выражены в процентах.

** Рассчитываются также реальные процентные ставки \tilde{i} , \tilde{mbk} на основе номинальных процентных ставок i , mbk с использованием переменной inf , показывающей уровень инфляции за последние 12 месяцев.

Примечание. Составлено авторами.

направления связи для экономической интерпретации.

С учетом факторов, представленных в таблице 4, были построены модели вида (1) для до-

ли проблемных активов в разрезе отраслей и валют. Для оценивания параметров была использована выборка данных по 10 крупнейшим банкам (по величине

не активов, подверженных кредитному риску). Последнее было необходимо, поскольку банки с меньшими объемами активов имели неустойчивую динамику доли проблемных активов. Ниже представлены оценки параметров моделей.

$$\ln pl_{i,t}^{nc,ind} = -0,886 + 0,675 \ln pl_{i,t-1}^{nc,ind} - 0,108 gdp_{t-1} - 0,01 rer_rub_t,$$

$$\ln pl_{i,t}^{nc,con} = -0,707 + 0,682 \ln pl_{i,t-1}^{nc,con} - 0,239 gdp_ru_{t-2} - 0,02 reer_t,$$

$$\ln pl_{i,t}^{nc,trd} = -1,045 + 0,613 \ln pl_{i,t-1}^{nc,trd} - 0,150 gdp_ru_{t-2} - 0,008 urals_t,$$

$$\ln pl_{i,t}^{nc,agr} = -1,269 + 0,601 \ln pl_{i,t-1}^{nc,agr} - 0,228 gdp_{t-2} + 0,026 rmbk_t,$$

$$\ln pl_{i,t}^{fc,ind} = -0,446 + 0,820 \ln pl_{i,t-1}^{fc,ind} - 0,198 gdp_{t-2} - 0,135 gdp_ru_{t-1},$$

Таблица 4

Направления зависимостей для макроэкономических показателей

Показатель	Код показателя	Направление связи
ВВП РБ	gdp	Обратная
ВВП РФ	gdp_ru	Обратная
РЭОК (ин. валюта за один бел. рубль)	reer	Обратная
РОК бел. рубля к росс. рублю (рос. рублей за один бел. рубль)	rer_rub	Обратная
Реальная процентная ставка по новым кредитам	rir	Прямая
Реальная ставка МБК	rmbk	Прямая
Цена на нефть	urals	Обратная

Примечание. Составлено авторами.

$$\ln pl_{i,t}^{fc,con} = -0,447 + 0,799 \ln pl_{i,t-1}^{fc,con} - 0,01 \ln rals_{i,t-2},$$

$$\ln pl_{i,t}^{fc,trd} = -1,598 + 0,519 \ln pl_{i,t-1}^{fc,trd} - 0,607 \ln gdp_{ru,t-1} - 0,01 \ln rer_{rub,t},$$

$$\ln pl_{i,t}^{fc,agr} = -1,000 + 0,597 \ln pl_{i,t-1}^{fc,agr} - 0,01 \ln rer_{rub,t},$$

где с помощью верхнего индекса обозначены категория валюты (*nc* – в национальной валюте, *fc* – в иностранной валюте) и отрасль (*ind* – промышленность, *con* – строительство, *trd* – торговля, *agr* – сельское хозяйство).

Согласно приведенным уравнениям практически для всех отраслей наблюдается значимая зависимость от ВВП РБ или ВВП РФ для первых и вторых лагов данных показателей. Это говорит о том, что изменение доли проблемных активов относительно ВВП происходит с опозданием на один-два квартала. Знаки коэффициентов согласуются с экономически обоснованными предположениями о направлении связей (подробно описанных в *таблице 3* и представленных в *таблице 4*), что свидетельствует об адекватности данного подхода к моделированию.

Использование полученных моделей для прогнозирования на будущие кварталы оказалось проблематичным ввиду больших отклонений в значениях прогноза. Это вызвано наличием значительной нестационарности во временных рядах долей проблемных активов и значительным различием в уровнях данного показателя для отдельных банков. Однако данные результаты полезны для экономического анализа происходящих процессов.

Моделирование на макроданных

В качестве метода моделирования использовалась лассо-регрессия [10], что позволило автоматически выбирать для каждой модели свой набор значимых факторов. Для моделирования использовалась модель следующего вида:

$$\logit(npl_t) = c + \sum_{j=1}^N \beta_j x_t^j + \varepsilon_t, \quad (2)$$

$t = 1, \dots, T$, T – длина временных рядов; где npl_t – доля проблемных активов по всему банковскому сектору в момент времени t для заданного вида активов (по видам экономической деятельности и по валюте); ε_t – случайная ошибка в момент времени t ; остальные элементы такие же, как в модели (1).

Для моделирования использовались месячные данные по доле проблемных активов (по состоянию на первое число месяца) для того, чтобы увеличить объем выборки данных. На момент написания работы были доступны данные с января 2013 г. по октябрь 2017 г. Для оценивания модели использовались данные за период до июня 2017 г. включительно, в результате чего объем обучающей выборки составил 54 наблюдения. Наблюдения за последние 3 месяца (август – октябрь 2017 г.) использовались для сравнения с полученными прогнозными значениями. Прогноз осуществлялся на 6 месяцев вперед (до конца 2017 г.).

В отличие от модели (1) модель (2) не имеет лаговой зависимой переменной. Это связано с тем, что наличие лаговой переменной ввиду присутствия значительной нестационарности в данных в конце исследуемого пери-

ода, как показал анализ на микроуровне, негативно влияет на точность прогноза, вызывая его значительное смещение. Поэтому в случае анализа на макроданных лаговая зависимая переменная была исключена. В качестве факторов модели (2) были выбраны практически все перечисленные в *таблице 3* макропоказатели (кроме ВВП РФ), а также их лаги порядков 3 (лаг в один квартал) и 6 (лаг в два квартала). Для сопоставимости с анализом на квартальных данных использовались приросты всех показателей за три месяца. Месячные прогнозы для факторов до конца года рассчитывались на основе квартальных прогнозов.

Модель (2) оценивается с помощью подхода лассо, использующего регуляризацию параметров по норме $L1^2$, что позволяет оценивать модель при наличии мультиколлинеарности факторов. Данный метод позволяет получать несмещенные оценки параметров, а также выделять наиболее значимые факторы. При этом коэффициенты при менее значимых факторах обнуляются. С целью избежания эффекта масштаба все факторы подвергаются нормировке в пределах от -100% до 100%.

В *таблице 5* представлены оценки прогнозов с помощью мо-

Таблица 5

Прогнозы доли проблемных активов по кредитруемым отраслям в разрезе валют*

Валюта актива	Кредитруемая отрасль	Факт			Прогноз	
		Март 2017 г.	Июнь 2017 г.	Сентябрь 2017 г.	Сентябрь 2017 г.	Декабрь 2017 г.
Национальная валюта	С/х	31,66	26,64	20,46	20,28	14,68
	Промышленность	19,99	19,79	22,93	20,98	21,72
	Строительство	28,34	27,46	19,7	25,26	23,52
	Торговля	20,9	17,12	15,03	16,19	15,67
Иностранная валюта	С/х	27,2	29,34	24,44	28,92	27,5
	Промышленность	18,42	18,97	17,89	19,11	18,73
	Строительство	25,01	26,75	26,89	27,54	27,65
	Торговля	4,76	11,72	11,73	12,32	12,87
Всего по 4 отраслям		19,41	19,71	18,64	19,38	18,77

* Все значения доли проблемных активов указаны по состоянию на конец соответствующего месяца.

Примечание. Составлено на основе пруденциальной отчетности и расчетов авторов.

² Определяется как сумма модулей коэффициентов.

дели (2). Прогнозы вычислялись отдельно по каждой отрасли для активов в национальной и иностранной валюте. На основании величины доли каждой отрасли в активах банков на конец II квартала 2017 г. были рассчитаны суммарные прогнозные значения доли проблемных активов по всем 4 отраслям.

Согласно *таблице 5* предполагается, что в целом по 4 исследуемым отраслям доля проблемных активов по итогам 2017 г. немного снизится. Основное влияние на уровень проблемных активов по 4 отраслям оказывают проблемные кредиты промышленности в иностранной валюте в соответствии с большим удельным весом данной категории (*таблица 2*). Наибольший уровень доли проблемных активов будет оставаться для строительной отрасли, что в целом соответствует ситуации на строительном рынке, а по сельскому хозяйству в национальной валюте ожидается снижение доли проблемных активов.

В данной работе для моделирования кредитного риска банковского сектора был использован показатель доли проблемных активов в разрезе отраслей. Применены также современные подходы к моделированию доли проблемных активов на панельных данных по отдельным банкам и на временных рядах по банковскому сектору в целом.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1) так как знаки оцененных коэффициентов в моделях зависимости доли проблемных кредитов от макроэкономических факторов, построенных согласно подходу к моделированию на панельных данных, хорошо согласуются с экономическими предположениями, то полученные результаты могут быть полезны для экономического анализа и интерпретации. В то же время использование этих моделей для целей прогнозирования ограничено ввиду больших отклонений в значениях прогноза, обусловленных спецификой данных;

2) использование метода оценивания регрессионной модели с регуляризацией лассо дает возможность оценивать модель зависимости доли проблемных активов от макроэкономических факторов на агрегированных данных по банковскому сектору в условиях малого количества наблюдений и большого числа взаимокоррелируемых факторов. Такой метод оценивания обеспечивает выбор наиболее оптимального набора значимых факторов и адекватный уровень прогнозных значений доли проблемных активов, который соответствует наблюдаемой динамике.

В процессе анализа на панельных данных было выявлено, что доля проблемных активов, как правило, имеет значимую зависимость от лаговых значений ВВП. Проведенный анализ на агрегиро-

ванных данных показал, что общая динамика доли проблемных активов в Республике Беларусь в основном определяется отраслью промышленности. Динамика доли проблемных активов по данной отрасли меньше подвержена колебаниям, что дает возможность получать более точные прогнозы. Прогнозы, полученные при применении второго подхода, показали, что в целом по 4 анализируемым отраслям доля проблемных активов до конца 2017 г. снизится относительно конца II квартала 2017 г.

В целом проведенный анализ показал согласованность направления изменения прогнозных значений доли проблемных активов с фактическими. Вместе с тем было выявлено наличие не больших расхождений прогнозов с наблюдаемыми значениями. Это можно объяснить малым объемом данных для оценивания модели, а также значительной нестационарностью временных рядов долей проблемных активов, которая наблюдалась в последнее время ввиду сложной ситуации в банковском секторе. По мере стабилизации динамики проблемных активов, предложенные модели могут обеспечить приемлемую точность прогнозирования доли проблемных активов в краткосрочной перспективе.

* * *

Материал поступил 11.12.2017.

Источники:

1. Власенко, М.Н. Оценка вероятности дефолта предприятий реального сектора экономики / М.Н. Власенко, А.И. Ткачѳв // *Банкаўскі веснік*. – 2017. – № 1 (642). – С. 18–26.
2. Финансовая стабильность в Республике Беларусь в 2016 г.: аналитическое обозрение [Электронный ресурс] // Национальный банк Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/publications/finstabrep/FinStab2016.pdf>. – Дата доступа: 04.11.2017.
3. Власенко, М.Н. Моделирование уровня проблемных банковских кредитов в странах СНГ и Балтии / М.Н. Власенко // *Банкаўскі веснік*. – 2012. – № 13 (558). – С. 27–34.
4. *A guide to IMF stress testing: methods and models* / ed. L.L. Ong. – Washington: International Monetary Fund, 2014.
5. Vazquez, F. A Macro Stress Test Model of Credit Risk for the Brazilian Banking Sector / F. Vazquez, B. Tabak, M. Souto // *A Guide to IMF Stress Testing*; ed. L.L. Ong. – IMF, 2014. – P. 453–472.
6. Wezel, T. A Practical Example of the Nonperforming Loans Projection Approach to Stress Testing / T. Wezel, M. Canta, M. Luy // *A Guide to IMF Stress Testing*; ed. L.L. Ong. – IMF, 2014. P. – 473–483.
7. Arellano, M. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *Review of Economic Studies* / M. Arellano, R. Bond. – 1991. – Vol. 58, issue 2. – P. 277–297.
8. Jokivuolle, E. Macro-model-based stress testing of Basel 2 capital requirements / E. Jokivuolle, K. Virolainen, O. Vahamaa // *Discussion Paper*. – Bank of Finland, 2008.
9. Trenca, I. Credit Risk, A macroeconomic model application for Romania / I. Trenca, A. Benyovszki // *Finance – Challenges of the Future*. – 2008. – Vol. 1, issue 7. – P. 118–126.
10. Chan-Lau, J.A. Lasso Regressions and Forecasting Models in Applied Stress Testing / J.A. Chan-Lau // *IMF Working paper*. – 2017. – 17/108. – 34 p.