

На правах рукописи

ПЕНИКАС ГЕНРИХ ИОЗОВИЧ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
МИКРО- И МАКРОПРУДЕНЦИАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
КРЕДИТНОГО РИСКА В БАНКАХ**

**Специальность
08.00.13 – Математические и
инструментальные методы экономики**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук**

Санкт-Петербург - 2022

Работа выполнена на кафедре прикладной математики и экономико-математических методов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Научный консультант - **Леонидов Андрей Владимирович**,
доктор физико-математических наук

Официальные
оппоненты: **Балаш Владимир Алексеевич**,
доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры дифференциальных
уравнений и математической экономики
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный
университет им. Н.Г. Чернышевского»

Картаев Филипп Сергеевич,
доктор экономических наук, доцент, заведующий
кафедрой математических методов анализа
экономики ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет
им. М.В. Ломоносова»

Столбов Михаил Иосифович,
доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой прикладной экономики
ФГАОУ ВО «Московский государственный
институт международных отношений
(университет) МИД РФ»

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки «**Центральный экономико-
математический институт Российской
академии наук**»

Защита состоится «__» _____ 2022 года в _____ часов на
заседании диссертационного совета Д 212.354.21 при Федеральном
государственном бюджетном образовательном учреждении высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный экономический
университет» по адресу: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова,
д. 30/32, литер А, ауд. _____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте
<http://www.unecon.ru/dis-sovety> Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный экономический университет».

Автореферат разослан «__» _____ 202__ года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Н.В. Бурова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования. В связи с вероятностью невыполнения, неполного или несвоевременного исполнения договорных обязательств заемщиком или контрагентом банка возникает кредитный риск. Кредитный риск в среднем занимает 84% от общего объема рисков банков в мире. Совокупность результатов управления кредитным риском разных банков определяет уровень финансовой стабильности банковской системы.

Для обеспечения финансовой стабильности регулятор принимает решения о формате требований микро- и макропруденциального регулирования банков. Они включают подходы из соглашений Базель I–III Базельского комитета по банковскому надзору (БКБН).

С 1988 г. в мире (с 1996 г. – в России) принят норматив достаточности капитала CAR (H1). С 2004 г. в мире (с 2015 г. – в России) предоставлена возможность применения математических моделей оценки кредитного риска для его расчета. Такие модели называют **подходом внутренних рейтингов (ПВР)**. В их основе лежат модели Р. Мертон (1974) и О. Васичека (1987). Требования ПВР для российских банков отражены в Положении Банка России № 483-П и в Указании № 3752-У.

Оценка кредитного риска примерно по трети суммы активов банков в мире зависит от ПВР. В России к 2022 г. ПВР был одобрен для трех банков, на которые приходится около 40% активов банковской системы страны. В 2021 г. Банк России начал обсуждение возможности перехода всех российских системно-значимых банков на ПВР в обязательном порядке. При реализации такого перехода результаты данного исследования станут повсеместно востребованными, приобретут повышенную актуальность.

Наложённые в начале 2022 г. санкции усилили актуальность темы исследования, поскольку была отмечена возможность концептуального пересмотра подходов к банковскому регулированию в России, включая пересмотр ПВР. Настоящее исследование дает расширенный перечень недостатков существующего банковского регулирования, основанного на нормативе достаточности капитала и ПВР. Обосновывается набор рекомендаций по направлениям целесообразного пересмотра регулирования.

Степень разработанности научной проблемы. Вклад в разработку исследуемой предметной области внесен в работах отечественных и зарубежных ученых, подразделенных в зависимости от профиля их вклада.

Математические и инструментальные методы

На текущий момент разработанными являются способы моделирования совместных распределений, включая применение копул; методы оценки регрессионных зависимостей, оценки эффектов воздействия; методы проверки разработанных моделей классификации с обучением. Основной вклад внесли следующие ученые.

Отечественные ученые: Айвазян С.А., Благовещенский Ю.Н., Бродский Б.Е., Елисеева И.И., Ершов Э.Б., Кельберт М.Я., Колмогоров А.Н.,

Мхитарян В.С., Сухов Ю.М., Фридман Г.М., Чернов В.П., Ширяев А.Н., Юзбашев М.М.

Зарубежные ученые: Ареллано М., Берскон Дж., Блисс К., Блохвитс С., Браун Л., Гамбел Э., Грин У., Гудман-Бэкон Э., Давье С., ДасГубта А., Демиденко Е., Дженест К., Джое Г., Имбенс Г., Заиграев А., Какиш Б., Каневски С., Клэйтон Д., Краппа Дж., Кулинская Е., Ланн А., Лачин Дж., Липовецки С., Мизес Р. фон, Мирджалили В., Нельсен Р., Нигрини М., Прессьер Дж., Рашка С., Ремиярд Б., Скайллет О., Цай Т., Шкляр А., Эмбрехтс П., Энгрис Дж.

При этом открытыми остаются вопросы проверки точности прогноза моделей вероятности дефолта при наличии корреляции дефолтов; оценки эффектов при истощении контрольной выборки и многошаговом воздействии, когда составы контрольной и пилотной групп варьируются на каждом шаге.

Моделирование рисков, регулирование, исследование корпоративных финансов организаций, включая кредитных

Разработанными являются способы оценки рисков, моделирования мер риска, выявления детерминант стоимости компаний и банков. Основной вклад в данную область внесли следующие ученые.

Отечественные ученые: Ерпылева Н.Ю., Ивашковская И.В., Козырь Ю.В., Обижаева А.А., Помазанов М.В., Смирнов С.Н., Шоломицкий А.Г.

Зарубежные ученые: Адам А., Александр К., Артзнер П., Деватрипонт М., Демзетц Г., Джакомини Е., Джорион Ф., Дюпре Т., Карней М., Керубини У., Ли Д., Ли С.-Х., Лучиано Э., Лоран Ж.-П., МакМинн Р.Д., Марковиц Г., Орландо Дж., Прасад А., Рокафеллар Т., Роше Ж.-Ш., Спокойный В., Талейб Н., Тироль Ж., Уберфельд А., Урясев С., Хердль В.К., Хит Д., Хукари М., Шемякин А., Шим Дж., Шляйфер А.

Одновременно неизученными остаются вопросы последствий от разделения мер риска на ожидаемые и непредвиденные потери. Не дано ответа на вопрос о том, как на оценке стоимости банков инвесторами сказывается переход на ПВР. Не исследовано, есть ли отличия при добровольном и обязательном форматах перехода.

Функционирование банковских систем и финансовых рынков, включая Центральных Банков, цифровых платформ и цифровых валют

Изучены особенности функционирования банковских систем частичного резервирования и их последствия для развития экономических циклов; дизайн цифровых валют и роль экосистем. Обсуждаются отличия традиционных банков от исламских. Основной вклад здесь внесли следующие ученые.

Отечественные ученые: Андриюшин С.А., Балаш В.А., Берзон Н.И., Верников А.В., Игнатъев С.М., Журавлев А.Ю., Картаев Ф.С., Катасонов В.Ю., Козырев А.Н., Моисеев А.К., Моисеев С.Р., Мурычев А.В., Перевышин Ю.Н., Поспелов И.Г., Синяков А.А., Солнцев О.Г., Столбов М.И., Теплова Т.В., Юдаева К.В.

Зарубежные ученые: Барнард Г., Борио К., Ванг Ю., Гудхарт Ч., Джонсон Дж., Жабур Р., Катхарт Л., Лалль Р., Ли Б., Мизес Л. фон, Муса И., Ордоньез Дж., Петтифор А., Сионг В., Скурс К., Стэнли Е., Уэрта де Сото Х., Хайек Ф. фон, Халдейн Э., Хуг Дж., Чеккетти С.

Тем не менее, не изучены особенности банковских систем частичного резервирования при наложении на них банковского регулирования в виде норматива достаточности капитала. Не обсуждены особенности и последствия банковского регулирования достаточности капитала исламских банков.

Эконометрическое моделирование параметров ПВР

Наиболее изученным параметром ПВР является вероятность дефолта (PD). Существуют модели прогноза данного параметра для многих сегментов как отечественных, так и зарубежных заемщиков. В развитие данного профиля исследования внесли основной вклад следующие ученые.

Отечественные ученые: Головань С.В., Карминский А.М., Масютин А.А., Мамонов М.Е., Могилат А.Н., Помазанов М.В., Пересецкий А.А., Суржко Д.А.

Зарубежные ученые: Агарвал А., Альтман Э., Бандиопадхый А., Барнив Р., Бивер В., Вейл Л., Гаррет И., Гонг Г., Граменнос К.Т., Джиджевичуте Л., Кавуссанос М.Т., Калтофен Д., Карась А., Квак В., Ландо Д., Лич Р., Мертон Р., Маджи М., Малле С., Ни Дж., Нигмонов А., Олсон В., Пол С., Сабато Г., Скодеберг Т., Соланко Л., Стайн Ш., Фиджини С., Форрест А., Фунгачова З., Чараламбакис Е., Чен Х.

Однако, в существующих моделях есть недостатки. С одной стороны, разработанные модели прогноза вероятности дефолтов российских банков не соответствуют требованиям ПВР. В них горизонты прогноза короче требуемого в один год. Дополнительно в таких моделях никогда не учитывались данные о нарушении нормативов банковского регулирования. С другой стороны, модели PD для отечественных предприятий прогнозируют не событие дефолта, а банкротства. Учет корректного горизонта прогноза и события дефолта может указать на иные детерминанты вероятности дефолта.

Микропруденциальное регулирование

В основу ПВР положены теоретико-вероятностные модели Мертона и Васичека, в которых стоимость (доходность) активов i -й компании-заемщика r_{A_i} зависит от двух факторов: системного Y и специфического ε_i :

$$r_{A_i} = Y\sqrt{R} + \varepsilon_i\sqrt{1-R}, \quad (1)$$

где $Y \sim N(0;1)$ – системный фактор; $\varepsilon_i \sim N(0;1)$ – специфический фактор для i -й компании-заемщика; $N(0;1)$ – функция стандартного нормального распределения; R – корреляция (доходностей) активов. Динамика доходности определяет безусловную вероятность дефолта (PD).

На основе введенной предпосылки Васичек предложил формулу условной вероятности дефолта. Она зависит от безусловной вероятности дефолта отдельной ссуды и корреляции активов. Базельский комитет адаптировал модель Васичека, в том числе задав корреляцию активов R_i :

$$R_i = R_{0,i} + R_{MIN,i} \cdot \left(\frac{1 - e^{-\eta \cdot PD_i}}{1 - e^{-\eta}} \right) + R_{MAX,i} \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-\eta \cdot PD_i}}{1 - e^{-\eta}} \right), \quad (2)$$

где параметры η , $R_{0,i}$, $R_{MIN,i}$, $R_{MAX,i}$ (в %) зависят от класса актива. В изучение данной модели и опыта внедрения ПВР мира внесли вклад следующие ученые.

Отечественные ученые: Масютин А.А., Помазанов М.В., Симановский А.Ю., Тихонов Р.Ю., Шатохина Ю.А.

Зарубежные ученые: Балдвин К., Беньямин Н., Васичек О., Витзани Дж., Вундерер К., Гурьеру К., Даффи Д., Горди М., Гудхард Ч., Кайфер Н., Каткерт А., Кругер М., Куниш М., Купиек П., Лопез Х., Миу П., Оздемир Б., Патель К., Плутто К., Пророковски Л., Пыхтин М., Райан К., Репулло Р., Синглтон К., Стебуновс В., Тарашев Н., Таше Д., Штульц Р., Шуерман Т., Энгельман Р.

Важно, что в определении корреляции активов предусмотрена фиксированное соотношение между PD и R. При этом в реальных портфелях ссуд банков такое соотношение может значительно отличаться от формы, заложенной Базельским комитетом. Как следствие, ПВР может как переоценивать кредитный риск, так и недооценивать его. Однако, масштаб таких искажений в оценке риска ранее никто не предъявлял.

Открытым остается вопрос, насколько калибровка количественных значений формулы корреляции активов (2) применима для России сегодня. Если не применима, то необходимо ее переоценить, но БКБН не раскрыл документов о том, как конкретно были получены количественные значения параметров ПВР в формуле (2).

Макропруденциальное регулирование

Надбавки к нормативу достаточности капитала являются одним из основных инструментов макропруденциального регулирования в России с 2013 г. Существует особенность применения таких надбавок для ПВР-банков, изложенная в Указании Банка России № 5072-У. В изучение данной области внесли свой вклад следующие ученые.

Отечественные ученые: Буклемишев О.В., Господарчук Г.Г., Данилов Ю.А., Данилова Е.О., Ивашковская И.В., Картаев Ф.С., Моисеев С.Р., Румянцев Е.Л., Симановский А.Ю., Солнцев О.Г., Столбов М.И.

Зарубежные ученые: Атиас И., Ачария В., Бен М., Бехнке С., Ван Ю., Ванг З., Веннет Р.В., Гамбакорта Л., Горди М., Гюнзель Н., Дегриз Х., Деннис С., Дзянгян В., Дюпре Т., Карей М., Ли С., Маззанти Дж.А., Майордомо С., Марин К., Мелеман Э., Норринг А., Опиела Т., Пагано А., Пена Дж., Пенати А., Протопадакис А., Репулло Р., Родригес-Морено М., Саурина Х., Сим А.Б., Слопек У., Суарез Х., Тенте Н., Убефельд А., Фатика С., фон Вестернхаген Н., Хейндрикс В., Шарп Я.

Открытым является вопрос оценки эффективности мер макропруденциального регулирования по ограничению рисков, связанных с ростом потребительского кредитования в России, и, как следствие, целесообразности использования макропруденциальных лимитов.

Агентно-ориентированное моделирование

Агентно-ориентированные (агентные) модели – это развитый в мире способ создания «искусственного мира» для преодоления ограничений эконометрических методов в приложении к историческим данным. Значимый вклад в развитие этого направления внесли следующие ученые.

Отечественные ученые: Бахтизин А.Р., Леонидов А.В., Макаров В.Л., Нечитайло В.А., Пономаренко А.А., Сушко Е.Д.

Зарубежные ученые: Ашраф К., Бионди Ю., Бреде М., Бохман О., ван де Лер М., Вольски М., Габби Г., Галлегати М., Гершман Б., Гросс М., Де Ко Р., Джанг С., Джафарей С., Джу Ф., Йори Дж., Карро А., Катулло Е., Класко Я., Кури К., Ли С., Лиу А., МакГроарти Ф., Монкс Т., Наполетано М., Остром Э., Паддрик М., Палесрини А., Поледна С., Полисос С., Попоян Л., Портер Дж., Ричетти Л., Ровентини А., Руссо А., Самитас А., Се Т., Секки Д., Сириопулос С., Тернер С., Тереану Е., Тесфатьсон Л., Улук А., Фармер Дж. Д., Форлетта М., Хе Дж., Хинтершвайрег М., Ховит П., Чен-Лау Й., Юрка П., Янг С.

В отечественной литературе в целом агентное моделирование банковской системы мало проработано. За рубежом существуют такие модели, но в них отсутствует одновременный учет рынка межбанковского кредитования (МБК), наличие системы частичного резервирования, наложение на банки ограничительных нормативов банковского регулирования достаточности капитала.

Цель и задачи диссертационного исследования. Цель исследования - усовершенствовать комплекс экономико-математических моделей регулирования кредитных рисков портфелей ссуд для повышения точности прогнозирования за счет учета ранее невыявленных вероятностно-статистических особенностей частных и совместных распределений дефолтов, долей дефолтов и их детерминант. Полученные выводы должны быть применимы для непосредственного использования как банками, так и их регуляторами.

Для достижения указанной цели выделены четыре блока, в рамках которых поставлены нижеследующие задачи исследования:

Эконометрическое моделирование параметров ПВР

- Разработать вероятностно-статистическую модель прогноза вероятности дефолта для ранее нерассмотренных сегментов заемщиков и усовершенствовать для известных. Обосновать, целесообразно ли для банковской системы разрабатывать модели оценки кредитного риска на едином массиве данных.
- Развить процедуры валидации математических моделей оценки кредитного риска.

Микропруденциальное регулирование

- Выделить основные этапы развития математических моделей банковского регулирования с использованием ПВР.

- Верифицировать на российских данных наличие связи вероятности дефолта и уровня потерь при дефолте (PLC). Оценить масштаб искажения в оценке кредитного риска, когда имеют место PLC и риск концентрации.
- Верифицировать на эмпирических данных корректность предпосылки теоретико-вероятностной модели Васичека о том, что корреляция дефолтов не зависит от фазы экономического цикла (от реализации системного фактора). При невыполнении этой предпосылки предложить модификацию модели и продемонстрировать недооценку кредитного риска в ПВР в задачах его стресс-тестирования.
- Исследовать возможности внутреннего регуляторного арбитража в ПВР.

Макропруденциальное регулирование

- Разработать эконометрическую модель и количественно оценить эффект для банковской системы от применения регулятором макропруденциальных мер для ограничения роста необеспеченного потребительского кредитования. Исследовать специфику реакции ПВР-банков на данные меры.
- Разработать эконометрическую модель взаимосвязи уровня достаточности капитала и стоимости акций банка. Оценить, как на стоимости акций банка сказывается переход банка на ПВР.
- Изучить особенности ценообразования кредитов и депозитов в ПВР-банках в России.

Агентно-ориентированное моделирование

- Усовершенствовать теоретическую модель денежного мультипликатора для выявления воздействия норматива достаточности капитала и норматива обязательных резервов на создание кредитных денег и, как следствие, на финансовую стабильность экономических систем.
- Разработать имитационную (агентно-ориентированную) модель для определения такого формата норматива достаточности капитала на уровне банковской системы, который будет способствовать повышению финансовой стабильности.

Объект и предмет исследования. В качестве объектов исследования выделены заемщики банков; отдельные банки в банковской системе; банковская система в целом.

Предметом исследования являются распределения кредитных рисков, возникающие в отношении заемщиков или на уровне банков и всей банковской системы; детерминанты указанных рисков и их принятия, последствия принятия данных рисков для банков и банковских систем.

Теоретическая основа исследования. Теоретическую основу диссертации формируют результаты исследований отечественных и зарубежных ученых в областях моделирования частных и совместных распределений, количественного моделирования риска и мер риска, в том числе в приложении к реализации кредитных рисков в банках и в ПВР.

Исследование основано на экономических теориях, положенных в основу банковского регулирования, и на методах многомерного

статистического и эконометрического анализов, агентно-ориентированного моделирования, использованных для проверки указанных теорий.

Методологическая основа исследования. Сложность объекта настоящего исследования потребовала применения разнообразных математических, статистических и инструментальных методов для решения поставленных задач. Перечислим использованные методы ниже.

1. Разработка теоретических и теоретико-вероятностных моделей.
2. Разработка эконометрических моделей.
3. Валидация разработанных моделей.
4. Генерация и моделирование негауссовских частных и совместных распределений, в том числе с использованием копул.
5. Реализация методов классификации.
6. Разработка агентно-ориентированной модели (АОМ).

Информационная база исследования. Многогранность темы работы потребовала использования разнородных источников информации и данных для возможности получения наиболее объективных выводов. Выделены три блока баз, положенных в основу работы:

1. Данные, которые впервые вводятся в научный оборот исследований:
 - операции банков ЕС с торговыми и хеджирующими деривативами;
 - предложения ставок по кредитам и депозитам с сайта banki.ru;
 - выдачи потребительских кредитов банками в России;
 - выдачи кредитов российским предприятиям российскими банками.
2. Широко распространенные данные:
 - отчетность предприятий России в системе СПАРК;
 - отчетность зарубежных компаний и банков в системе Bloomberg;
 - отчетность банков России;
 - макроэкономические данные по странам.

Обоснованность результатов исследования. Обоснованность выводов обусловлена использованием репрезентативных данных для ведущих компаний экономики России и мира, применением обоснованных методов эконометрического и многомерного статистического анализа собранных данных, решением задач исследования с помощью разнообразных подходов и сопоставлением полученных результатов; изучением выводов и методов, использованных в разнообразных исследовательских решениях как в России, так и за рубежом.

Для обеспечения обоснованности полученные результаты регулярно обсуждались в научно-практическом сообществе на академических и практических семинарах и конференциях; процедуры исследования и интерпретация выводов корректировались с получением ценной обратной связи.

Достоверность результатов исследования. Достоверность выводов следует из личной вовлеченности соискателя во все этапы проведения заявленных исследований, включая изучение накопленного опыта, изложенного в опубликованных научных изданиях и СМИ, сбор первичных данных, разработка программного кода и его применение к собранным

данным, соотнесение получаемых результатов с результатами и выводами, полученными другими исследователями в этой сфере, с положениями известных экономических теорий.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» в части следующих областей исследования:

- 1.1. Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании.
- 1.4. Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений.
- 1.6. Математический анализ и моделирование процессов в финансовом секторе экономики, развитие метода финансовой математики и актуарных расчетов.
- 1.7. Построение и прикладной экономический анализ экономических и компьютерных моделей национальной экономики и ее секторов.
- 2.2. Конструирование имитационных моделей как основы экспериментальных машинных комплексов и разработка моделей экспериментальной экономики для анализа деятельности сложных социально-экономических систем и определения эффективных направлений развития социально-экономической и финансовой сфер.

Научная новизна результатов исследования. Научная новизна проведенного диссертационного исследования состоит в комплексном рассмотрении подходов к математическому моделированию банковского регулирования кредитных рисков банков на всех уровнях принятия решений, начиная от уровня отдельной ссуды и заканчивая всей банковской системой.

К основным результатам исследования, полученным лично автором и обладающим научной новизной, относятся следующие:

Эконометрическое моделирование параметров ПВР

- Разработаны эконометрические модели риск-факторов для ранее неисследованных сегментов заемщиков, усовершенствованы модели для известных сегментов. Обоснованы выгоды от разработки моделей на данных из нескольких источников (банков).
- Усовершенствованы методы валидации математических моделей оценки кредитного риска портфелей.

Микропруденциальное регулирование

- Выделены ключевые этапы развития моделей ПВР. Выявлены противоречия модели банковского регулирования с теорией кредитного риска.

- Обнаружена положительная связь параметров PD-LGD (PLC) для российских данных. Показан эффект на недооценку кредитного риска от комбинации указанной связи и риска концентрации.
- Выявлен на эмпирических данных рост корреляции дефолтов в кризис. Предложено использование данного эффекта в задачах стресс-тестирования.
- Выявлен ряд источников возникновения внутреннего регуляторного арбитража при использовании ПВР.

Макропруденциальное регулирование

- Разработаны модификации метода «разность разностей» для оценки эффекта воздействия, когда истощается контрольная выборка и когда воздействие проходит поэтапно, меняя состав контрольной и пилотной выборок. С помощью разработанной модификации количественно оценены эффекты применения макропруденциальных мер в России.
- Выявлено, что повышение норматива достаточности капитала положительно сказывается на темпе роста стоимости банка.
- Выявлены особенности ценообразования кредитов и депозитов в ПВР-банках России.

Агентно-ориентированное моделирование

- Доказано, что норматив достаточности капитала является ограничивающим при создании кредитных денег в экономиках с высоким уровнем безналичных платежей.
- Разработана агентно-ориентированная модель банковской системы, позволяющая определить формат нормативов достаточности капитала для цели повышения финансовой стабильности. Предложена модификация модели для систем с частичным резервированием.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Полученные в исследовании результаты имеют теоретическую значимость. Они позволяют расширить знание о том, как функционируют современные банки в рамках наложенных ограничений в виде нормативов банковского регулирования; об особенностях деятельности ПВР-банков в России; о недостатках – выявленных возможностях реализации внутреннего регуляторного арбитража – в адаптации Базельским комитетом модели Васичека в ПВР. Данное знание будет ценным дополнением в преподавании в высших учебных заведений по темам «Банковское дело», «Управление рисками», «Многомерный статистический анализ», «Эконометрика».

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что полученные научные результаты позволили сформулировать прикладные рекомендации для использования как коммерческими банками, так и валидирующими, аудиторскими и регулирующими их подразделениями и организациями, включая Центральные Банки.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований представлены на 113 научных семинарах и конференциях в России и за рубежом.

Среди ключевых **отечественных семинаров и конференций** выделяются: I-IV Российский экономический конгресс, XIV-XXI апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества, III и IV международная научно-практическая конференция Федеральной службы по финансовому мониторингу; научные семинары Центрального экономико-математического института РАН.

Среди значимых **зарубежных семинаров и конференций** выделяются: международная школа-семинар «Многомерный статистический анализ, эконометрика и моделирование реальных процессов»; ежегодная конференция журнала Financial Research Letters (FRL); International Risk Management Conference (IRMC); Modeling and Analysis of Complex Systems and Processes (MACSPro), International Conference of the Financial Engineering and Banking Society (FEBS).

Публикация результатов исследования. Непосредственно по теме диссертации опубликовано 57 работ: две монографии и 48 статей из списка ВАК/WoS/Scopus общим объемом 64 п.л., личный вклад составляет 35 п.л. У автора всего 38 публикаций в международной системе Scopus, из которых 9 статей в журналах 1-2 квантиля.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы. Имеется 10 приложений. Общий объем – 398 страниц, в том числе 125 таблиц, 153 рисунка, 178 формул, 1042 источника.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Эконометрическое моделирование параметров ПВР

1. Разработаны эконометрические модели риск-факторов для ранее неисследованных сегментов заемщиков, усовершенствованы модели для известных сегментов. Обоснованы выгоды от разработки моделей на данных из нескольких источников (банков).

Разработаны модели для всех параметров ПВР, которые имеет право разработать коммерческий банк: PD, LGD, EAD. Охвачены все категории заемщиков: юридические и физические лица. Предложенные модели имеют широкое применение. Они отражают как мировые тенденции, так и российские особенности, см. Таблицу 1.

Для моделей PD ключевое значение имеют характеристики размера заемщика и доходности его бизнеса. Чем данные показатели выше, тем ниже PD. Несмотря на единое направление зависимости, обоснованы количественные различия по отраслям и сегментам.

Для модели LGD российских банков была выявлена обратная зависимость от размера заемщика в сравнении с моделями PD. Чем размер банка больше, тем ниже вероятность дефолта (PD), но в случае дефолта

потери (LGD) – выше. Для моделирования совместных распределений риск-факторов параметра EAD были обоснованы наилучшие копулы.

Таблица 1 - Свод ключевых характеристик разработанных моделей.

№	Парам.	Категория	Уточнение	Регион	Размер	Дох-ть	Копула
1	PD	Юр. лица	Банки	РФ	-0,02	-9,3	н/п
2			Предпр.	РФ	{-4,0}	-0,3	н/п
3			Предпр.**	РФ	{-2,6}	-0,4	н/п
4			Судовые компании*	Мир	-2,5	-11,3	н/п
5		Физ. лица	Онлайн-кредиты*	Мир	-0,47	н/п	н/п
6	LGD	По денежным потокам	Банки	РФ	+0,018	н/п	н/п
7		По цене долга	Предприятия	РФ	н/п	н/п	н/п
8	EAD	Котировки акций		Мир	н/п	н/п	Клэйтона
11		Ставки фрахтования*		Мир	н/п	н/п	Гауссов.

Примечание: приведены предельные эффекты; * - новый сегмент; ** - модель с учетом данных кредитного регистра; н/п – не применимо; {} - коэффициенты при наиболее близких аналогах указанного показателя. Размер относится к компании/кредиту.

Показано, что применение копул в дискриминантном анализе (CODA) дает неустойчивые результаты для низкодефолтных портфелей (LDP); а сам метод CODA уступает традиционным из-за учета копулой меньшего числа параметров, чем в ковариационной матрице (при учете сопоставимого числа параметров – например, через использование иерархических копул – существенно снижается интерпретируемость получаемых результатов).

Обосновано, что построение моделей PD на объединенном массиве данных (например, базы дефолтов из нескольких банков) позволяет повысить общественное благосостояние за счет снижения максимальных процентных ставок по кредитам и роста объемов выдаваемых кредитов.

2. Усовершенствованы методы валидации математических моделей оценки кредитного риска портфелей ссуд.

Обоснованы улучшения в следующих направлениях:

1. Валидация моделей PD;
 - а) для случая значимо положительной корреляции дефолтов;
 - б) при проверке концентрации данных в разрядах рейтинговой шкалы;
 - в) при получении оценки PD «по циклу» (Through-The-Cycle, TTC).
2. Валидация общей оценки кредитного риска и оценка модельного риска.

Доказано, что при положительной корреляции дефолтов и следующем из нее бимодальном распределении долей дефолтов (DR, см. Рисунок 1) процедуры, рекомендованные регуляторами для проверки точности моделей вероятности дефолта, дают некорректные результаты. Они чаще указывают на адекватность модели PD, тогда как в действительности это не так.

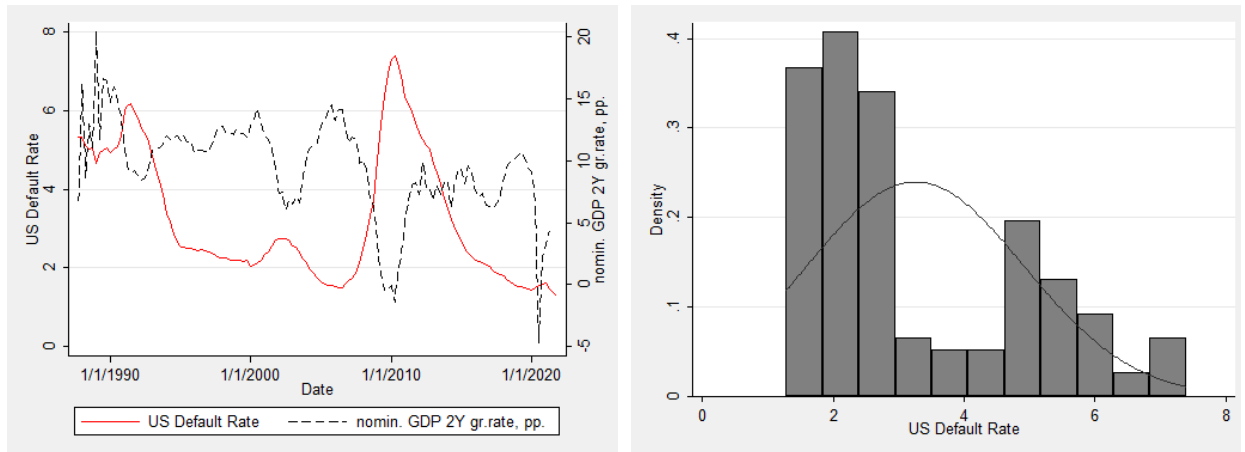


Рисунок 1. Доля дефолтов (DR) по всем кредитам в США в 1987-2021 гг.

Обосновано решение данной проблемы. Предложен метод «**двойных доверительных интервалов**». В Таблице 2 приведен пример для вероятности $PD_i = 20\%$. Допустим, имеет место попарная корреляция дефолтов $\rho = 80\%$. Все кредиты в портфеле одинаковые. Тогда с вероятностью 95% все реализации выборочной доли дефолтов для портфеля таких ссуд будут лежать в интервале $[0; 10\%]$ и $[90\%; 100\%]$ – такими будут части двойного доверительного интервала.

Байесовский доверительный интервал Джеффриса в таком случае будет следующим: $[8,8\%; 36,7\%]$. «Биномиальный тест с корреляцией» дает самый широкий интервал $[0; 88,7\%]$. Данный пример наглядно иллюстрирует недостаток двух последних процедур, рекомендованных регуляторами. Интервалы, соответствующие им, включают выборочную долю дефолтов DR, равную 20%. Показано, что при заданных параметрах таковая не наблюдается на рассмотренных уровнях доверия (в приведенном примере 95%).

Таблица 2 - Пример доверительных интервалов (PD = 20%, знач. 95%).

Процедура	Корреляция, %	Эмпир. частота, %	Длина интервала, пп.	Левая граница части 1, %	Правая граница части 1, %	Левая граница части 2, %	Правая граница части 2, %
Джеффриса	0	92,3	27,9	8,8	36,7		
Биномиальный тест с корреляцией	80	84,2	88,7	0,0	88,7		
	30	81,1	32,8	6,7	39,5		
	0	15,8	0,0	20,0	20,0		
	-3	28,0	3,3	18,4	21,7		
Двойные доверительные интервалы	80	95,8	20,0	0,0	10,0	90,0	100,0
	30	95,9	40,0	4,0	24,0	40,0	60,0
	0	97,2	33,0	7,0	40,0		
	-3	97,2	24,0	10,0	34,0		

Дополнительно показано, что корреляция дефолтов может быть статистически незначимой для общего массива данных. При этом в подвыборках она существенно положительна.

Поэтому обосновано, что для учета такого эффекта необходимо использовать смесь распределений Бернулли с коррелированными исходами. Впервые предложен алгоритм определения параметров такой смеси. Например, для данных США, положенных в основу Рисунка 1, найденные параметры приведены в Таблице 3.

Таблица 3 - Параметры смеси распределений.

Сегмент	Вес сегмента, %	PD, %	Корреляция дефолтов, %
1	13	22	26
2	87	0	100
Всего	н/п	3,4	0,8

Примечание: расчет автора по разработанному им алгоритму для данных о дефолтах по всем кредитам в США за 1985-2021 гг.

Из обоснованного представления распределения DR как смеси следуют два важных вывода:

- 1) учет корреляции дефолтов на общем массиве может вести к завышению оценок кредитного риска;
- 2) предложенный алгоритм определения параметров смеси является новым способом сегментации кредитного портфеля на группы заемщиков и ссуд, однородных в терминах кредитного риска.

Впервые обосновано, что низкодефолтные портфели (LDP) могут нести кредитный риск в размере 100% от числа заемщиков *при любом уровне PD*. Это результат корреляции дефолтов, равной 100%. Это значит, что в отличие от распространенного мнения (Д. Таше, Т. Скодеберг) об обоснованности низкой оценки кредитного риска для LDP, такие портфели, наоборот, должны иметь большую нагрузку в терминах капитала банка, чем высокодефолтные портфели.

Выявлена ранее не учитываемая причина возникновения модельного риска при получении общей оценки кредитного риска портфеля (Рисунок 2).

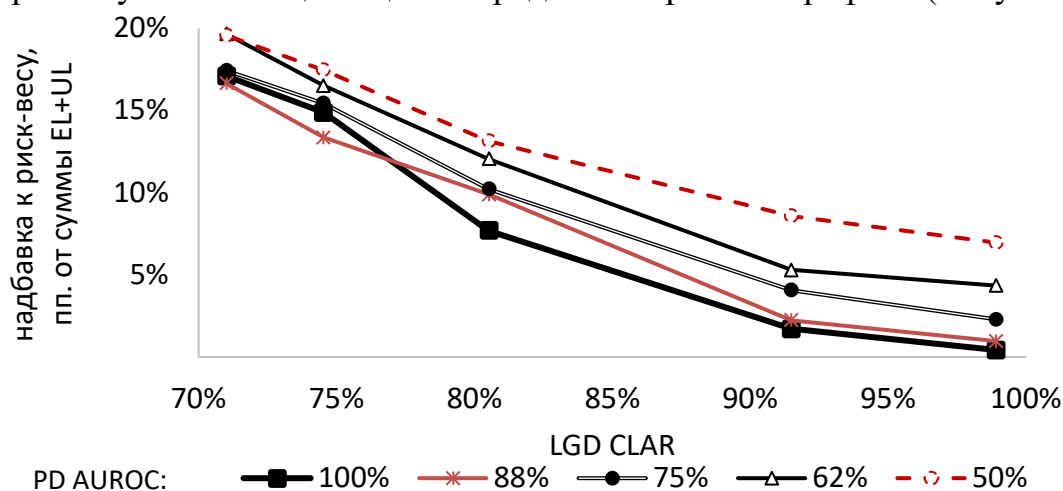


Рисунок 2. Иллюстрация того, что надбавка за модельный риск в ПВР может достигать 20% от прогноза всего кредитного риска при корреляции PLC, равной 0,5.

Это происходит из несовершенной дискриминационной способности моделей PD и LGD. Возникает «перерасход» из-за «замороженности» капитала под ожидаемо менее надежных (но фактически – более надежных) заемщиков. Показано, что тогда недооценка кредитного риска может достигать 20% от истинной величины при моделях PD, LGD, удовлетворяющих порогам «зеленой» области (годности моделей) при их валидации.

Впервые обоснован следующий подход к валидации общей величины кредитного риска. Установлено, что фактические потери необходимо сравнивать с суммой ожидаемых и непредвиденных потерь. Фактические убытки по кредитному договору нельзя отнести или к ожидаемым, или к непредвиденным. Таким терминологическим разделением общей оценки кредитного риска на ожидаемые и непредвиденные потери базельский комитет вводит риск-менеджеров и регуляторов в заблуждение. Разделение относится не к ожиданиям, а к портфельным эффектам. Показано, что ожидаемые потери (EL) – это, на самом деле, убытки по ссуде без учета эффектов портфеля ссуд (без учета корреляции дефолтов); непредвиденные потери (UL) – это дополнительные убытки по этой же ссуде при наличии таких эффектов (при ненулевой корреляции дефолтов).

Микропруденциальное регулирование банков

3. Выделены ключевые этапы развития моделей ПВР. Выявлены противоречия модели банковского регулирования с теорией кредитного риска.

Впервые собрана эволюция ключевых характеристик математических моделей ПВР, имевших место при указанных пересмотрах банковского регулирования, см. Таблицы 4-5.

Таблица 4 - Выделено пять тактов эволюции параметров корреляции R .

#	Класс активов (требования к)	Год	$R_{0,i}$	$R_{MIN,i}$	$R_{MAX,i}$	η
1.	все классы (фиксировано)	2001	20	н/п	н/п	н/п
2.	все классы (переменно)	2002	н/п	10	20	-50
3.	иные юридические лица (ЮЛ)	2003	н/п	12	24	-50
4.	малые и средние предприятия	2003	-4	12	24	-50
5.	объекты недвижимости с высоко-волатильными ценовыми параметрами	2003	н/п	12	30	-50
6.	возобновляемые кредитные требования	2003	н/п	2	17	-35
7.	прочие кредиты физическим лицам (ФЛ)	2003	н/п	2	11	-50
8.	возобновляемые кредитные требования	2004	4	н/п	н/п	н/п
9.	ипотека	2004	15	н/п	н/п	н/п
10.	прочие кредиты ФЛ	2004	н/п	3	16	-35
11.	глобальные системно-значимые банки	2009	н/п	15	30	-50

Примечание: н/п – не применимо.

Таблица 5 - Выделено семь этапов эволюции параметров в ПВР.

№	Публ. БКБН →	Базель II						Базель III
		50	ca02	cp3	107	118	128	d424
1.	ПВР в целом	нет	+	+	+	+	+	+
2.	Множитель α	1	1	1.5	1.06	1.06	1.06	1
3.	Концентр. GA	-	+	-	-	-	-	-
4.	LGD (F-IRB), %	-	50	50	45	45	45	40
5.	Двойной дефолт	-	v01	v01	v01	v01	v02	нет
6.	Срочность	-	v01	v02	v03	v03	v03	v03
7.	Ограничение на мин. риск-вес	-	Временно на число лет (Y)					постоянно
			2Y	2Y	3Y	3Y	3Y	после 3 лет
8.	Мин.риск-вес, % от ST	-	-	90-80	95-90-80			95-90-80-72.5
9.	Уровень знач.	-	99.5	99.9				

Показано, что к пересмотру регулирования кредитных рисков приводили не столько крупные убытки отдельных банков, сколько общемировые экономические кризисы. Дополнительно показано, что существуют ситуации, когда материальные убытки по кредитному риску анонсировались вместе с убытками по операционным рискам. Это могло приводить к искажению оценки кредитного риска в ПВР до половины его величины.

Выявлено, что ПВР с момента адаптации Базельским комитетом модели Мертона-Васичека сохраняет следующие критические противоречия с существующей теорией кредитного риска, несмотря на то, что комитет рассматривал разнообразные вышеприведенные параметры в ПВР:

- 1) В ПВР предусматривалось повышение оценки кредитного риска из-за наличия риска концентрации (потом с этапа 'cp3' надбавку исключили). Однако, концентрация может означать работу банка только с теми клиентами, которых он знает лучше всего. В таком случае кредитный риск узкой специализации и высокой концентрации будет ниже, чем при кредитовании многих, но малоизвестных банку клиентов, т.е. чем при диверсификации риска портфеля. ПВР это не позволяет учесть.
- 2) В ПВР заложено, что более высокая срочность кредитного обязательства связана с более высоким кредитным риском. Однако, как показал Мертон, на более длинном горизонте у заемщика больше возможностей найти альтернативный источник погашения кредита. Поэтому кредитный риск будет ниже. ПВР такой эффект также не учитывает.

4. Обнаружена положительная связь параметров PD-LGD (PLC) для российских данных. Показан эффект на недооценку кредитного риска от комбинации указанной связи и риска концентрации.

Впервые были оценены связи параметров PD и LGD (PLC) для двух сегментов заемщиков на российском рынке:

- (1) крупные промышленные предприятия с выпущенными облигациями;
- (2) отечественные банки.

Для обоих сегментов PLC является значимо положительной и составляет 22-28%. Данное значение является первым приближением при корректировке в сторону повышения общей оценки кредитного риска банков, работающих с данными сегментами. Поэтому используемой в практике управления рисками банков при разработке ПВР «маржи консервативности» в размере 5-10% к среднеисторическим уровням DR недостаточно для указанных сегментов.

Указанный положительный эффект дополнительно подтвержден альтернативной оценкой, полученной по модели Хекмана для сегмента отечественных банков.

Доказано, что учет одновременного наличия эффектов PLC и концентрации кредитного риска повышает недооценку риска примерно в два раза по сравнению с величиной по ПВР без учета указанных эффектов.

5. Выявлен на эмпирических данных рост корреляции дефолтов в кризис. Предложено использование данного эффекта в задачах стресс-тестирования.

ПВР в формуле корреляции активов (2) закрепляет только один из вариантов соотношения PD и корреляции дефолтов. Причем, как следует из Таблицы 4, для всех классов активов параметры такого варианта не пересматривались с 2009 г., а для основного сегмента кредитования юридических лиц – с 2003 г. Поэтому для отдельных сегментов кредитования, банков, юрисдикций актуален вопрос пересмотра функции корреляции активов в ПВР. Утверждается, что такой пересмотр целесообразно проводить с той же частотой (раз в год), с которой в рамках ПВР от банка требуется проверять актуальность параметров ПВР (PD, LGD, EAD).

В работе выведена формула корреляции дефолтов для использования при таком пересмотре:

$$\rho_i = \frac{n_i}{n_i - 1} \cdot \frac{Var(DR_i)}{\overline{DR}_i \cdot (1 - \overline{DR}_i)} - \frac{1}{n_i - 1}, \quad (3)$$

где \overline{DR}_i – средняя историческая (выборочная) доля дефолтов в i -ом классе (список классов активов по ПВР приведен в Таблице 6); $Var(DR_i)$ – дисперсия доли дефолтов; n_i – число заемщиков в i -ом классе, по которым рассчитана доля дефолтов \overline{DR}_i .

Выведенная формула корреляции активов имеет два принципиальных преимущества перед ПВР:

- она является аудируемой, т.е. может быть воспроизведена в любой момент на любых данных и проверена любым заинтересованным;
- она допускает отрицательные значения корреляции дефолтов (их нельзя теоретически исключать для малочисленных сегментов, однако, ПВР такого не допускает).

Доказано, что корреляция дефолтов растет в кризис, будучи не ограниченной функцией связи с параметром вероятности дефолта в формуле (2). Эффект подтвержден для России, Европы, США (см. Рисунок 3).

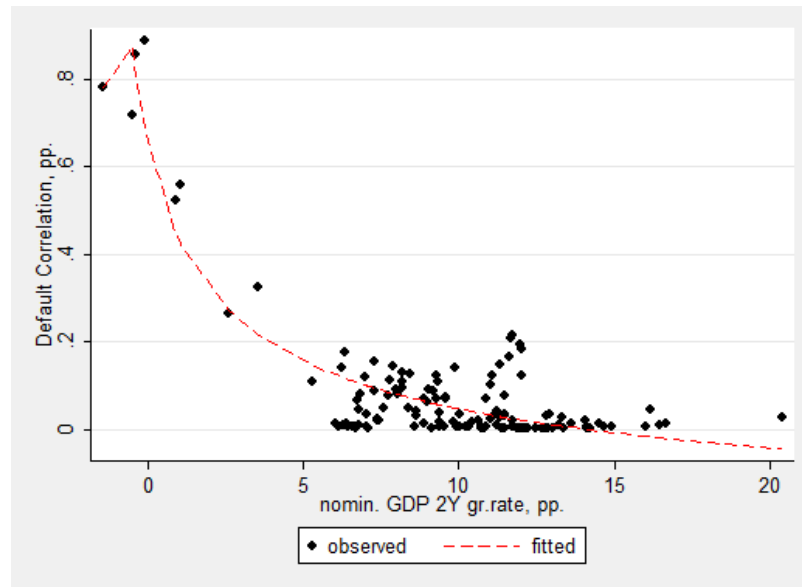


Рисунок 3. Корреляция дефолтов (по вертикали) отрицательно связана с системным фактором (по горизонтали) для США в 1987-2020 гг.

Обоснована модификация модели Васичека для отражения данного факта в теоретико-вероятностной модели. Показано, что корреляцию дефолтов ρ_i необходимо задать следующим образом:

$$\rho_i = N(\varepsilon_i - Y), \quad (4)$$

где $N(\)$ – функция нормального распределения; можно понимать следующую связь корреляции дефолтов (ρ_i) и корреляции активов (R_i):

$\rho_i^2 = R_i$ с пониманием, что ограничивается область значений корреляции активов, которая не может принимать отрицательных значений, которые нельзя исключить в действительности.

Следовательно, выражение (1) для доходности актива r_{A_i} примет вид:

$$r_{A_i} = Y \cdot \rho_i + \varepsilon_i \cdot (1 - \rho_i). \quad (5)$$

Модель Васичека (А) сравнена с предложенной модификацией (В) на Рисунке 4.

(а) R=20% для модели Васичека

(б) R=100% для модели Васичека

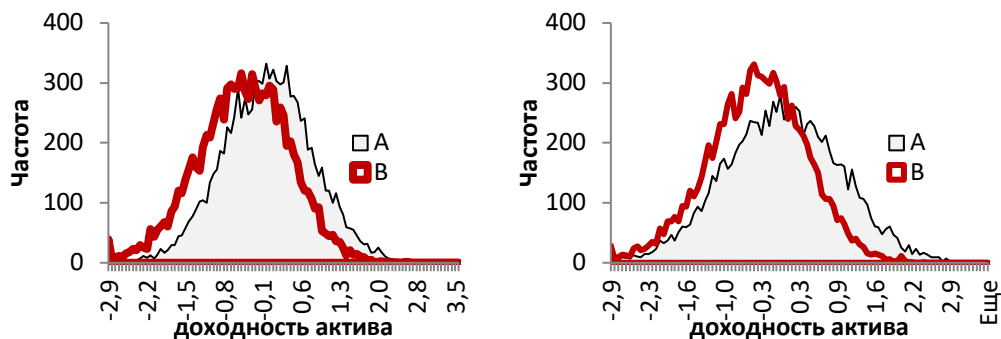


Рисунок 4. Смещение распределения доходностей влево (от А к В) при учете отрицательной взаимосвязи корреляции дефолтов и системного фактора (при росте корреляции в периоды кризиса).

Распределение А построено на основе модели Васичека (1); распределение В – на основе модифицированной автором модели (4). Показано, что при наиболее типичном для ПВР значении корреляции активов $R_i = 20\%$, текущий ПВР недооценивает кредитный риск на 21%. Предложенная модификация (В) дает адекватную оценку кредитного риска по сравнению с моделью Васичека (А).

Поскольку корреляция дефолтов может расти в кризис, то заложенное соотношение PD и корреляции активов перестает отражать действительность. Обосновано, что оценка кредитного риска по ПВР, несмотря на использование квантиля уровня 99.9% для реализации системного фактора, оказывается неконсервативной. Впервые предъявлены характеристики распределения дефолтов, при которых ПВР недооценивает кредитный риск по всем классам активов (по кредитным картам – более чем в два раза), см. Таблицу 6. Недооценка кредитного риска по ПВР может достигать 140%.

Таблица 6. Уровень недооценки кредитного риска по ПВР.

Класс актива	Корп.	МСП	Высоковол. недвиж.	Кред. карты	Ипотека	Иные розничные	ГСЗБ
Оценка риска по подходу автора / оценка по ПВР, % от значения по ПВР	123.9	156.1	120.8	239.2	112.4	209.7	106.4

Примечание: среднее DR равно 5%, дисперсия DR равна 2%, им соответствует корреляция дефолтов 0,42, рассчитанная по формуле (3); ГСЗБ – глобальные системно-значимые банки; МСП – малые и средние предприятия.

Разработана методология стресс-тестирования кредитного риска, в которой учтен рост корреляции дефолтов в периоды кризиса. Впервые показано, что доля дефолтов в стрессе (DR) может быть в 8 раз выше средней вероятности дефолта (PD) в стрессе. Рассмотрим уровень доверия 99,0% и сценарий падения мирового ВВП на 5%, согласно прогнозу Всемирного банка на 2020 г. Тогда получается, что средняя стрессовая доля дефолтов возрастает до 2,8% от общего числа заемщиков. Доля дефолтов в стрессе как значение меры риска (границы потерь уровня альфа Γ_{α}) равна 22,0%. На уровне 99,9% подход БКБН недооценивает кредитный риск для кризиса в 1,5 раза, или на 10 процентных пунктов (32,0% против 21,9%, см. строки 2, 3; столбец 9, Таблица 7).

Таблица 7 - Выявлена недооценка риска в ПВР при стресс-тестировании.

№	PD, %	ПВР			Авторский подход			$q_{99,9} - IRB, nn.$
		DR (99,9%) = p_i , %	Кор. активов R, %	\sqrt{R} , %	Кор. дефолтов, %	DR (99,0%), %	DR (99,9%), %	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)=(8)-(3)
Вар.	Данные				Данные			
1	1,1	14,7	18,9	43,5	0,7	10,0	22,0	7,3
2	2,8	21,9	15,0	38,7	2,1	22,0	32,0	10,1
3	2,8	21,9	15,0	38,7	2,4	24,0	32,0	10,1

Решения о выдаче крупных кредитов принимаются сотрудниками банка на основе моделей PD, LGD, но не ограничиваясь ими. Для принятия таких решений, как правило, используется голосование в кредитном комитете по правилу простого большинства.

Доказано, что правило взвешенного большинства для голосования о выдаче кредитов в кредитном комитете банка оказывается предпочтительнее, чем правило простого большинства, при условиях:

- 1) чем ниже средняя точность прогноза (компетенции) голосующих,
- 2) чем выше корреляция дефолтов.

6. Выявлен ряд источников возникновения внутреннего регуляторного арбитража при использовании ПВР.

Выявлены следующие проблемные области, создающие возможности реализации внутреннего регуляторного арбитража («выгоды») банком, т.е. возможности занижения оценки величины кредитного риска в ПВР или завышения норматива достаточности капитала при неизменности общей истинной оценки риска или при неизменности имеющихся данных о дефолтах:

- 1) управление долей ожидаемых (EL) и непредвиденных (UL) потерь;
- 2) выделение низкодефолтных портфелей (LDP);
- 3) использование критериев несклонности к платежу (UTP).

Доказано, что внутренний регуляторный арбитраж возникает в целом от наличия требования ПВР и норматива достаточности капитала разделять оценку потерь на ожидаемые (EL) и непредвиденные (UL).

Рассмотрим наглядный пример. При одной и той же суммарной оценке кредитного риска в 24,47 единиц (столбец 7, Таблица 8) норматив достаточности возрастает с 10.1% до 10.5%. Причиной является рост доли ожидаемых потерь в общей оценке риска. Это может быть следствием того, что банк предпочитает сфокусироваться на выдаче кредитов с более высокой вероятностью дефолта (PD) (столбец 2, Таблица 8) или что банк переключается на выдачу кредитов, для которых характерна меньшая корреляция дефолтов, т.е. повышает диверсификацию портфеля ссуд.

Таблица 8 - Увеличение доли ожидаемых потерь отражается в росте норматива CAR, когда капитал превышает общую оценку риска.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
№	PD, %	LGD, %	EAD	EL	UL	$ГП_{\alpha}$ =EL+UL	EL, % от $ГП_{\alpha}$	\tilde{K}	CAR, % RWA
1	5	77	100	3,87	20,61	24,47	16	30	10,1
2	15	45	100	6,75	17,72	24,47	28	30	10,5

Для устранения возможностей реализации таких возможностей арбитража необходимо отказаться от разделения рисков на ожидаемые и непредвиденные и от норматива достаточности капитала в его текущем формате. Из этого обоснована рекомендация сравнивать капитал с общей оценкой риска для целей банковского регулирования.

Частным случаем роста доли ожидаемых потерь является выделение низкодефолтного портфеля. Здесь такой рост является следствием снижения общей оценки риска в ПВР.

Рассмотрим пример в Таблице 8. На одном массиве данных появляется возможность уменьшить оценку риска с 199,5 условных денежных единиц до 184,0 (строки 3, 6 в столбце 8, Таблицы 8). Доля ожидаемых потерь растет с 22,6% до 24,5% (столбец 9). Это увеличивает норматив CAR с 8,5% до 9,5%, т.е. на 1 пп. (столбец 11). Для этого достаточно выделить сегмент (портфель) заемщиков с существенно меньшей долей дефолтов, чем в среднем для всей выборки (строки 4 и 6 в столбце 5).

Таблица 9 - Обнаруженный пример регуляторного арбитража от LDP.

(а) расчет норматива CAR без выделения LDP										
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
№	Портфель	N	D	D/N, %	EL	UL	$ГП_{\alpha}$	EL, % от $ГП_{\alpha}$	\tilde{K}	CAR, %
1	Сегмент 1	500	50	10	22,5	77,2	99,7	22,6		
2	Сегмент 2	500	50	10	22,5	77,2	99,7	22,6		
3	ИТОГО	1000	100	10	45,0	154,5	199,5	22,6	210,0	8,5

(б) расчет норматива CAR после выделения LDP										
№	Портфель	N	D	D/N, %	EL	UL	$ГП_{\alpha}$	EL, % от $ГП_{\alpha}$	\tilde{K}	CAR, %
4	LDP	500	10	2	4,5	45,9	50,4	8,9		
5	Иной	500	90	18	40,5	93,1	133,6	30,3		
6	ИТОГО	1000	100	10	45,0	139,0	184,0	24,5	210,0	9,5

Примечание: N – общее число наблюдений; D – число дефолтов.

При этом, масштаб внутреннего регуляторного арбитража может достигать 25%. Показано, что чем меньше число дефолтов в выборке и чем меньше дефолтов в сегменте LDP, тем больше масштаб возникающего арбитража (см. Рисунок 5).

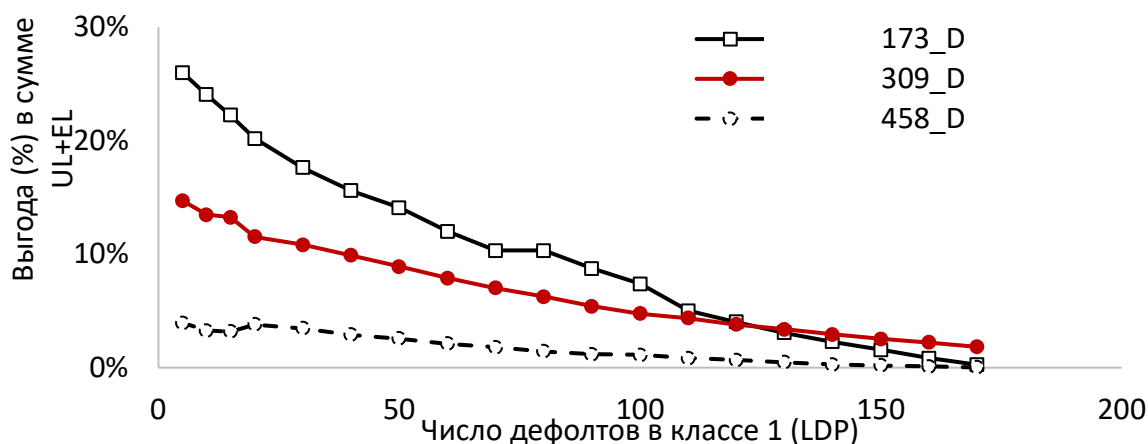


Рисунок 5. Число дефолтов в классе и выгоды банка от выделения LDP при линейных взаимосвязях.

Примечание. 173, 309, 458 – число дефолтов в двух классах (LDP и не-LDP); по горизонтали отложено число дефолтов в классе LDP из указанного числа.

Обоснована рекомендация для предотвращения такого арбитража. Необходимо сравнивать оценку кредитного риска без выделения LDP с его оценкой с выделением. При выявлении арбитража при выделении LDP регулятору целесообразно запрещать такое выделение.

Предъявлены возможности реализации внутреннего регуляторного арбитража от использования критериев несклонности к платежу (UTP), т.е. от более раннего признания дефолтов. Применение критериев UTP может занижать требования к капиталу при использовании продвинутого ПВР, когда банк сам разрабатывает модели PD, LGD, EAD.

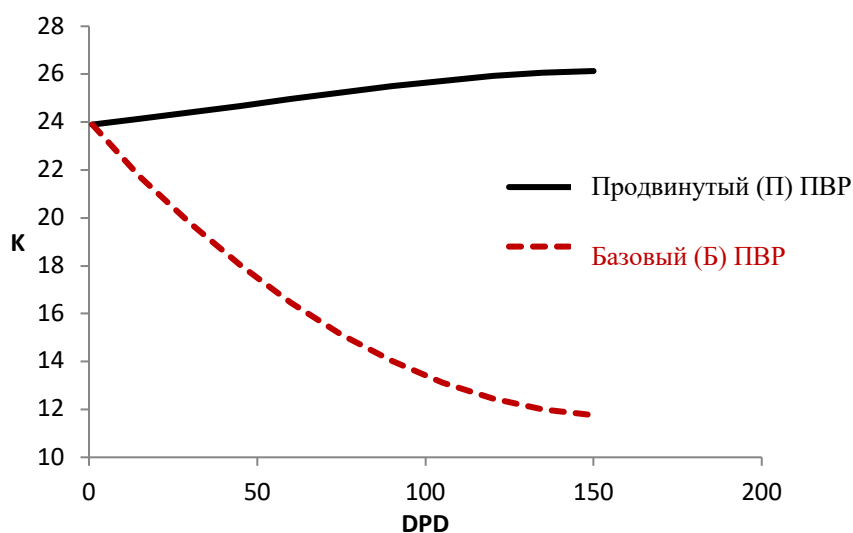


Рисунок 6. Снижение требований к капиталу при более раннем признании дефолтов (благодаря UTP) в продвинутом ПВР.

Примечание. dpd – число дней просрочки; более раннее признание дефолтов при использовании UTP – приводит к смещению влево.

В базовом ПВР, банк строит только модели PD, использование критериев UTP, наоборот, ведет к росту требований к капиталу (см. Рисунок 6). Для исключения такой асимметрии воздействия на оценку кредитного риска целесообразно отказаться от использования критериев UTP.

Макропруденциальное регулирование

7. Разработаны модификации метода «разность разностей» для оценки эффекта воздействия, когда истощается контрольная выборка (воздействию подвергаются все объекты) и когда воздействие проходит поэтапно, меняя состав контрольной и пилотной выборок. С помощью разработанной модификации количественно оценены эффекты применения макропруденциальных мер в России.

Метод «разность разностей» является распространенным инструментом оценки результата воздействия, в частности, введения мер регулирования. В работе были выявлены два следующих ограничения традиционного метода «разность разностей»:

1. Истощение контрольной выборки.
2. Многопериодность воздействия с изменением составов контрольной и пилотной выборок.

Для преодоления указанных ограничений были разработаны две модификации традиционного метода «разность разностей» с приложением к следующим задачам.

1. Модификация № 1: *истощение контрольной выборки*.
 - переход на ПВР коммерческими банками Греции;
 - переход на ПВР крупнейшими банками США и Евросоюза.
2. Модификация № 2: *многопериодность воздействия с изменением составов контрольной и пилотной выборок*.
 - ввод макропруденциальных надбавок к риск-весам в России;
 - изменение буфера CAR для глобальных системно-значимых банков.

Поясним суть модификаций на примерах.

Модификация № 1: *истощение контрольной выборки*.

Рассмотрим пример исходных данных (Рисунок 7). Пусть существует три объекта (банка). Меры применяются каждый такт времени, начиная со второго, к каждому из трех объектов. Иными словами, все банки перешли на ПВР к концу рассмотренного периода времени.

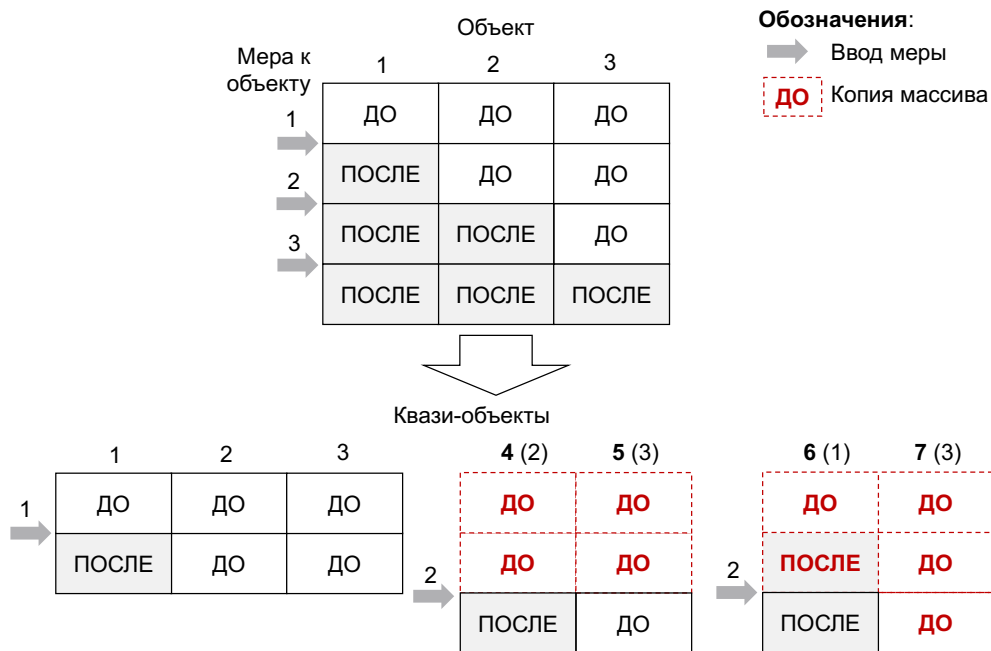


Рисунок 7 - Схема тиражирования данных по наблюдениям (модификация № 1 метода «разность разностей»).

Оценка эффекта от перехода на ПВР стандартным методом разность разностей нереализуема, потому что все объекты нужно отнести к пилотной группе. Но в данных содержится ценная информация, которую важно использовать. Для учета информации о различиях на промежуточных этапах, когда контрольная выборка была непустой, выделяются комбинации сопоставимых наблюдений.

В приведенном примере для формирования комбинаций создается семь квази-объектов. Число наблюдений растет с 12 до 18 при том, что

исключаются три исходных наблюдения (в последний такт, когда все объекты получили воздействие) и создаются копии девяти наблюдений.

Применение модификации № 1 к данным о банках Греции приводит к двукратному увеличению выборки, см. Таблица 10.

Таблица 10 - Переход от исходных к растражированным по объектам данным (модификация № 1).

В ячейках число наблюдений		До модификации			После модификации		
		d_treat (d_irb)		ИТОГО	d_treat (d_irb)		ИТОГО
d_time		0	1		0	1	
	0	0	56	56	41	54	95
	1	0	24	24	30	36	66
	ВСЕГО	0	80	80	71	90	161

Для малочисленных по объектам выборок, таких как банковская система Греции, предложенное преобразование реализуемо вручную. Для более объемных выборок (например, все банки Европы, перешедшие на ПВР) реализация вручную трудоемка. Поэтому предложены две версии автоматизированного алгоритма для тиражирования данных по описанной схеме. Важным достоинством алгоритма является то, что создаются копии не просто статуса объектов о переходе на ПВР, а всех используемых в исследовании переменных.

Описанная процедура тиражирования данных может изменять пропорции контрольных и пилотных наблюдений. Для этого предусмотрены альтернативные варианты тиражирования для их сохранения.

Модификация № 2: *многопериодность воздействия с изменением составов контрольной и пилотной выборок.*

Когда число этапов воздействия больше одного, возникает сложность в трактовке промежуточных тактов времени. Они одновременно являются этапами категории «после» для предшествовавших мер и этапами категории «до» для последующих мер. Исключение промежуточных этапов искажает оценки эффектов воздействия, особенно при изменении состава групп на исключенных этапах.

Для примера допустим, что есть банк, выдающий потребительские кредиты. Для задачи оценки эффекта от ввода макропруденциальных мер ограничения рисков от выдачи таких кредитов, указанный банк нужно отнести в категорию пилотных. Однако, если банк отказался от выдачи потребительских кредитов после ввода первой меры, то некорректно продолжать его рассматривать как пилотный для второй меры. Традиционный метод «разность разностей» такое различие в статусе банка не позволяет сделать.

Поэтому для учета информации из промежуточных тактов времени необходимо растражировать (создать дубли) исходных данных (см. Рисунок 8). Созданная копия массива должна получить иной признак в терминах индикатора «до-после», чем тот, что вначале присвоен исходным данным. Показано, что присваивать значение индикатора «контроль-пилот»

возможно только после такого тиражирования (см. выше пример про банк, отказавшийся от выдачи потребительских кредитов). Причем значение индикатора «контроль-пилот» нужно «протянуть» из данных такта «до» на такт «после».

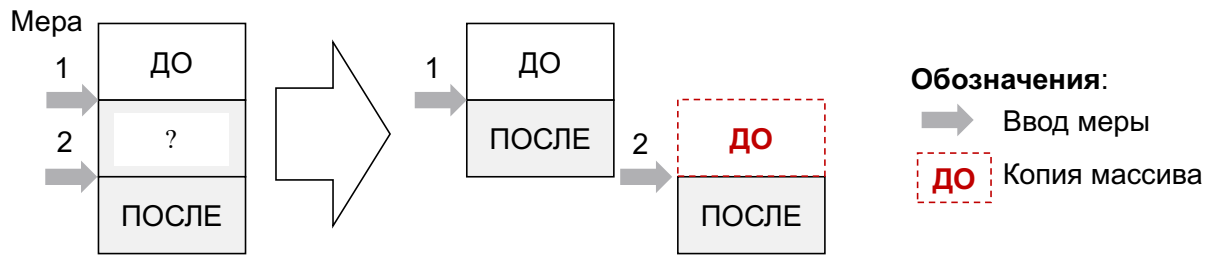


Рисунок 8. Схема тиражирования данных по времени (модификация № 2 метода «разность разностей»).

Показано, что для пяти этапов введения макропруденциальных мер применение модификации № 2 ведет к полуторакратному росту выборки (см. Таблица 11).

Таблица 11 - Переход от исходных к растиражированным по времени данным (модификация № 2).

В ячейках число наблюдений		До модификации			После модификации		
		d_treat		ИТОГО	d_treat		ИТОГО
d_time		0	1		0	1	
	0	3721	0	3721	4652	3721	8373
	1	5810	0	5810	2854	2956	5810
	ВСЕГО	9531	0	9531	7506	6677	14183

Обосновано, что банки-монолайнеры сокращают портфели высокорискованных потребительских кредитов при вводе макронадбавок с момента анонса. При портфеле в 20% и более от активов доля таких кредитов сокращается на 0.3 пп. в квартал на 100 пп. введенной макронадбавки. Тем не менее, в целом банки с такими кредитами склонны сохранять их, сокращая менее рискованное кредитование после ввода макронадбавок. Поэтому целесообразно перейти от макронадбавок к использованию прямых количественных ограничений.

Показано, что ПВР-банки в России имеют более крупные портфели потребительских кредитов. При этом они склонны наращивать выдачи таких кредитов на 2 пп. в квартал быстрее, чем иные банки при прочих равных.

Дополнительно показано, что использование макронадбавок к риск-весам должно предпочитаться изменению минимального уровня норматива, поскольку макронадбавки всегда дают сигнал об объеме принятых банком рисков для стейкхолдеров, в отличие от изменений минимального уровня норматива CAR.

Благодаря использованию модификации № 2 обосновано, что глобальные системно-значимые банки реагируют только на снижение буфера системной значимости. Они значимо не реагируют на его поднятие. Из этого следует рекомендация увеличить период применения буфера системной

значимости, как минимум, до трех лет, чтобы банки могли полноценно учесть такое изменение в своих стратегиях управления капиталом.

8. Выявлено, что повышение норматива достаточности капитала положительно сказывается на темпе роста стоимости банка.

Показано, что чем больше значение норматива CAR у банка ЕС, тем больше прирост его стоимости при прочих равных. Из этого следует, что банки могут быть заинтересованы в реализации возможностей внутреннего регуляторного арбитража.

Одновременно показано, что переход на ПВР отрицательно сказывается на приросте стоимости банка при прочих равных. Это верно для банков Греции, если учитывать в данных период кризиса 2007-09 гг. Подтвержден теоретически обсуждавшийся другими авторами (М. Горди, М. Иллинг, Г. Паулинг, Р. Репулло) эффект *процикличности* требований к капиталу в ПВР.

Таким образом, с точки зрения стратегии банка переход на ПВР выгоднее планировать на этапе подъема в экономическом цикле. Соответственно, регулятору, наоборот, может быть целесообразно отказаться от одобрения ходатайств на переход на ПВР накануне фазы экономического спада.

Хотя в целом переход на ПВР может иметь отрицательный эффект, выявлено различие в форматах такого перехода: добровольного и обязательного. Разработанная модификация № 2 метода «разность разностей» позволила сравнить эффекты на стоимость банков ЕС и США. Если ограничить начало выборки 2010 г., то наблюдается отрицательный эффект на доходность акций банков США при их обязательном переходе на ПВР с 2014 г., тогда как при добровольном переходе банков ЕС на ПВР после 2010 г. эффект на стоимость банка положительный. Отсюда следует рекомендация для России сохранить добровольный формат перехода на ПВР (при условии сохранения ПВР).

Впервые показаны особенности банковского регулирования исламских банков в мире и эффекты от такого регулирования. Выявлено, что чем выше показатель «кредиты нефинансовому сектору к ВВП» для страны, тем выше должен быть параметр «альфа» в нормативе достаточности капитала исламских банков. При этом рекомендованные предыдущими исследователями (С. Арчер, 2010; К. Болдвин, 2019) параметры «альфа» были отрицательно связаны с указанным фактором. Разница результатов происходит из того, что Арчер и Болдвин рассматривали параметры «альфы» как результат построенных ими теоретических моделей (учитывающей и модель Васичека), тогда как в настоящей работе были впервые учтены фактические параметры «альфа», установленные в странах с работающими исламскими банками.

Предварительное изучение введения в 2013 г. указанного регулирования достаточности капитала исламских банков не позволяет утверждать наличие положительного эффекта на стоимость исламских банков относительно традиционных банков.

9. Выявлены особенности ценообразования кредитов и депозитов в ПВР-банках России.

Впервые исследованы уникальные публичные данные о процентных ставках в предложениях российских банков по кредитам и депозитам, начиная с периода пандемии. Обосновано, что в части депозитов в России отсутствует плата со стороны граждан за неявное страхование вкладов. Наоборот, показано, что государственные банки предлагают более высокие процентные ставки за вклады сверх лимита страхования вкладов. Такая плата имеет U-образную форму, когда больше доплачивают самые крупные и наименее крупные банки с государственным участием. Причина в том, что такие банки в целом недоплачивают по вкладам.

Выявлено, что норматив достаточности капитала (CAR) как индикатор принятия риска банками при ценообразовании депозитов не является значимым фактором для России. Напротив, доказано, что чем ниже CAR для ПВР-банка в России, тем выше такой банк предлагает ставки по депозитам.

Обосновано, что подход ПВР-банков к ценообразованию кредитов более консервативен. ПВР-банки в России выше оценивают вероятность дефолта розничных заемщиков и, как следствие, предлагают более высокие процентные ставки по кредитам. При этом нельзя исключать, что ПВР-банки недооценивают кредитный риск. В таком случае недооценка риска ПВР-банками в России ниже, чем иными банками. Значит, можно ожидать, что при прочих равных при реализации кредитного риска потери ПВР-банков будут ниже.

Агентно-ориентированное моделирование

10. Доказано, что норматив достаточности капитала является ограничивающим при создании кредитных денег в экономиках с высоким уровнем безналичных платежей.

Прежде, чем разрабатывать агентно-ориентированную модель банковской системы с частичным резервированием, была разработана теоретическая модель денежного мультипликатора.

Выведена формула (7) для денежного мультипликатора (m) с учетом нормативов обязательных резервов (НОР, r) и достаточности капитала:

$$m = \min \left\{ \frac{1}{RW \cdot CAR_{MIN}}; \frac{[1 + (k - 1) \cdot (r - 1)] \cdot \left(\frac{RW \cdot CAR_0}{1 - RW \cdot CAR_0} \right) - (r - 1)}{1 + k \cdot (r - 1)} \right\}, \quad (6)$$

где k - доля невыбранных в наличной форме кредитов;

RW - риск-вес, или мера рискованности актива (невозврата кредита);

CAR_{MIN} - минимальное требование к нормативу достаточности капитала;

CAR_0 - фактическое начальное значение норматива достаточности.

Показано, что норматив CAR не ограничивает создание кредитных денег, когда в экономике низка доля безналичных платежей (например, в

Марокко), в отличие от стран с высокой долей безналичных платежей (США, ЕС, Канада) (см. Рисунок 9).

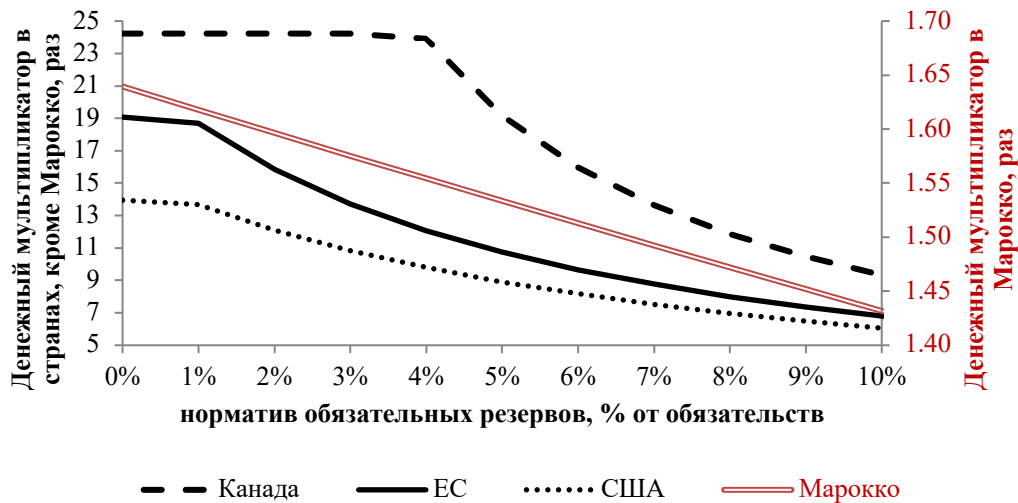


Рисунок 9 - НОР ограничивает денежную массу в безналичной экономике.

Впервые доказано, что норматив достаточности капитала не позволяет создать бесконечный объем кредитных денег при нулевой ставке обязательных резервов. Это опровергает выводы из формулы денежного мультипликатора, следующие из работ других авторов (В. Сионг, Е. Стэнли).

11. Разработана агентно-ориентированная модель (АОМ) банковской системы, позволяющая определить формат нормативов достаточности капитала для цели повышения финансовой стабильности. Предложена модификация модели для систем с частичным резервированием.

Впервые разработана агентная модель банковской системы. Интерфейс раздела банковского регулирования в АОМ представлен на Рисунке 10.

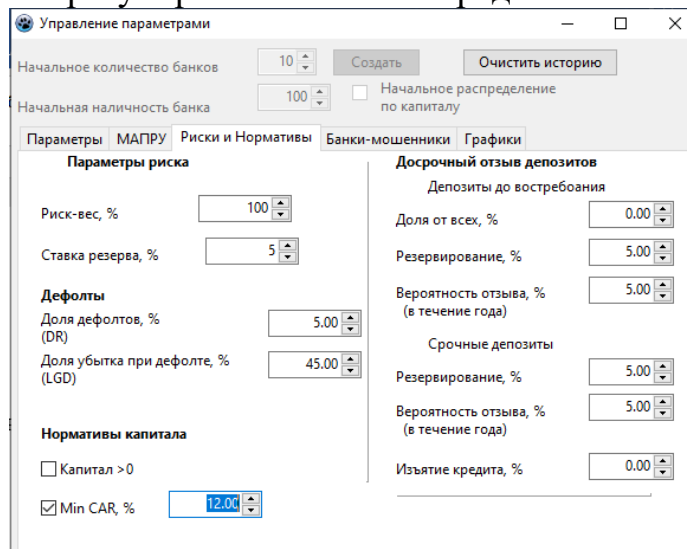


Рисунок 10. Интерфейс банковского регулирования в АОМ.

Учтены при разработке АОМ ранее упущенные свойства банковской системы, включая реалистичную кривую доходности и взаимодействие банков на рынке межбанковского кредитования. Отражены основные функции банка

по приему вкладов и выдаче кредитов. Заложена возможность реализации кредитного риска и риска ликвидности, режима частичного резервирования. Введены нормативы достаточности капитала и обязательных резервов.

Обосновано, что современные банковские системы с частичным резервированием порождают больше банков, но ведут к их более резкому сокращению в кризис, чем системы 100%-го резервирования (см. Рисунок 11).

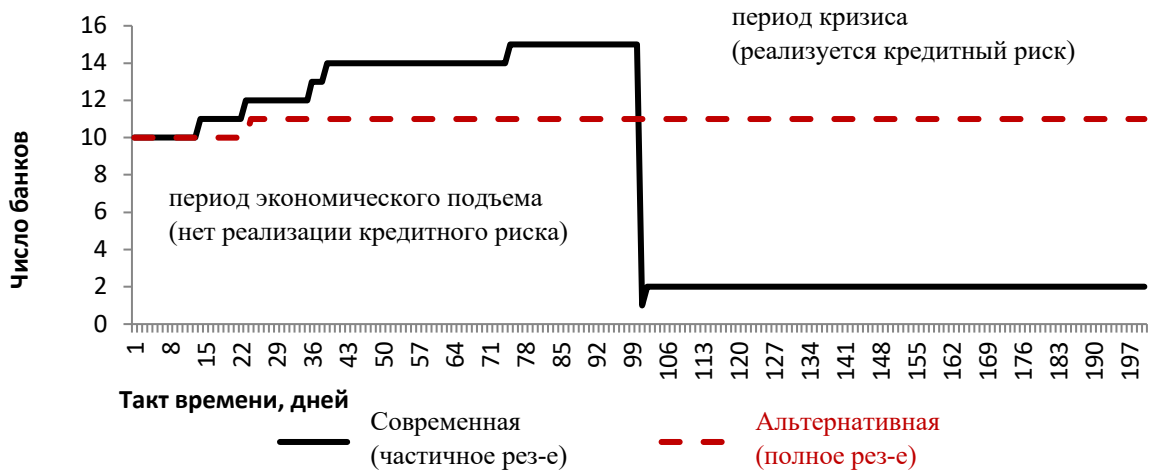


Рисунок 11 - Волатильность числа банков в системах частичного резервирования выше, чем в системах с полным резервированием.

Продемонстрировано, что банковская система с полным (со 100%-ым) резервированием вкладов до востребования и без норматива достаточности капитала является более стабильной, чем современная с частичным резервированием всех вкладов и наличием норматива достаточности. Показано, что для всех рассмотренных видов банковских систем с полным резервированием наиболее эффективным правилом банковского регулирования является требование к банку иметь неотрицательный капитал, а не минимум норматива CAR. С учетом полученных выше выводов требование неотрицательного капитала можно усилить через покрытие капиталом всего риска без деления на ожидаемые и непредвиденные потери.

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Построена теоретическая модель и обосновано, что построение моделей оценки кредитного риска для целей регулирования на основе баз данных более, чем одного банка улучшает общественное благосостояние. Доказано, что необходимым условием построения точных моделей является полнота базы убытков от реализации кредитного риска. Сформулирована рекомендация регулятору¹ не допускать отнесения

¹ В рекомендациях под регулятором в первую очередь понимается Центральный Банк. Независимо от решений регулятора в отношении приведенных рекомендаций, приведенные рекомендации могут быть реализованы подразделениями валидации и внутреннего аудита банка и организациями, ответственными за проведение внешнего аудита банков.

банками событий кредитного риска к рискам иного типа, при выявлении таковых – возвращать их в базу дефолтов и переоценивать параметры моделей.

2. Выявлены на эмпирических данных особенности совместных вероятностных распределений параметров ПВР (PD и LGD) для сегментов отечественных заемщиков. Показано, что их неучет ведет к недооценке кредитного риска в ПВР до 60% от истинной величины риска для стандартных портфелей ссуд и к ее трехкратному занижению – для низкодефолтных портфелей. Обоснована рекомендация регулятору использовать обоснованные в работе количественные корректировки оценки кредитного риска, рассчитываемой банками.
3. Показана эмпирически и доказана теоретически некорректность предпосылок ПВР в отношении корреляции активов. Обосновано утверждение, что сохранение в течение 20 лет параметров ПВР для основного сегмента кредитования юридических лиц приводит к завышению оценки кредитного риска для целей регулирования для данных международных рейтинговых агентств. Предъявлена теоретическая (но достижимая) комбинация характеристик портфеля ссуд, при которой ПВР, напротив, в два раза занижает оценку кредитного риска. Разработана теоретическая модель для корректного определения параметра корреляции дефолтов на основе временного ряда с данными о долях дефолта по портфелю ссуд, чтобы не допустить выявленных в ПВР переоценок и недооценок риска. Обоснована рекомендация банку оценивать кредитный риск по разработанной модели на основе данных о выборочной доле дефолтов портфеля ссуд, отказавшись от ПВР, где требуются только модели на уровне отдельной ссуды.
4. Показаны теоретические особенности, следующие из свойств бимодальности частного распределения выборочной доли дефолтов портфеля ссуд. Разработан метод двойных доверительных интервалов для проверки критерия точности моделей вероятности дефолта при значимо положительной корреляции, учитывающий выявленные особенности. Доказано на эмпирических данных, что свойство бимодальности распределения выборочной доли дефолтов портфеля ссуд может возникать в результате смешивания распределений. Разработан инструментальный метод для количественного определения параметров такой смеси и параметров распределений, формирующих смесь. Сформулирована рекомендация для банков использовать разработанный метод для проведения сегментации данных о ссудах на предварительном этапе до разработки моделей вероятности дефолта.
5. Доказаны возможности реализации внутреннего регуляторного арбитража. Показано, что в результате кредитный риск для целей банковского регулирования может недооцениваться на 65% от истинной величины. Сформулированы рекомендации регулятору разрешать выделение низкодефолтных портфелей только, если такое выделение не приводит к статистически значимым масштабам арбитража в виде роста норматива

или снижения общей оценки риска; и перейти от использования норматива достаточности капитала к сравнению абсолютной величины капитала и размера принятых кредитных рисков.

6. Разработаны модификации метода «разность разностей», которые позволяют оценить эффект от реализованных мер (от изменения) регулирования кредитного риска в банках, включая ситуации, когда истощается контрольная выборка и состав контрольной и пилотной групп меняется между несколькими тактами изменения регулирования.
7. Обоснован оптимальный формат перехода банка на использование собственных базы дефолтов и математических моделей для цели банковского регулирования. Показано на эмпирических данных, что после кризиса 2007-09 гг. инвесторы положительно оценивают добровольный формат перехода банка на ПВР и отрицательно - обязательный.
8. Разработана агентно-ориентированная модель банковской системы, которая позволила изучить режим регулирования кредитных рисков в банках, альтернативный к существующему нормативу достаточности капитала. Получено подтверждение утверждения, что банковская система полного резервирования является финансово более стабильной, чем система частичного резервирования. Доказано, что в системе полного резервирования норматив достаточности капитала является избыточным. Обоснована рекомендация регулятору перейти к системе полного резервирования и вместо норматива достаточности капитала использовать, как минимум, требование поддерживать неотрицательный капитал, а в целевом формате, поддерживать капитал сверх оценки риска, определенного с учетом разработанной модели корреляции дефолтов и ее роста в периоды кризиса.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Монографии, брошюры, учебники и учебные пособия

1. Пеникас, Г.И. Математическое моделирование кредитного риска и банковское регулирование: монография / Г.И. Пеникас. - СПб.: СПбГЭУ, 2022. – 28 п.л.
2. Penikas, H.I. Modern Financial Engineering. Counterparty, Credit, Portfolio and Systemic Risks: коллективная монография / G. Orlando, M. Bufalo, H. Penikas, C. Zurlo – Singapore: World Scientific, 2022. – 22,0/7,3 п.л.
3. Penikas, H.I. Key Rate Pass-Through to Deposit Rates: Experience from the Pandemic Times: глава в коллективной монографии / H. Penikas // Handbook of Banking and Finance in Emerging Markets (ed. D.K. Nguyen) – Singapore: Edward Elgar Publishing, 2022, Ch. 34 – 1 п.л.
4. Penikas, H. I. Application of Copula Models for Modeling One-Dimensional Time Series, in: Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure / V. S. Onischenko, H. I. Penikas // Ed. by S. Ivliev, A. K. Bera, F. Lillo. 2015, NY: Springer. С. 225-239. – 0,8/0,4 п.л.

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России

5. Penikas, H.I. Macroprudential Policy Efficiency in Russia: Assessment for the Uncollateralized Consumer Loans / I. Kozlovceva, H. Penikas, E. Petrenea, Y. Ushakova // Emerging Markets Review - 2022. DOI: 10.1016/j.ememar.2022.100910 – 1,5/0,4 п.л.
6. Пеникас, Г. И. Как уровень климатических рисков соотносится с уровнем кредитных? / Г. И. Пеникас // Финансы и бизнес. – 2022. № 18 (1). С. 32-40. – 0,5 п.л.
7. Пеникас, Г. И. Эффект переноса ключевой ставки Банка России на ставки по вкладам в период 2020-2022 гг. / Г. И. Пеникас // Деньги и кредит. – 2022. № 81 (2). – 1,2 п.л.
8. Penikas, H.I. PD-LGD Correlation for the Banking Lending Segment: Empirical Evidence from Russia / H. I. Penikas // Model Assisted Statistics and Applications. – 2022. № 17(1). С. 27 – 39. – 0,7 п.л.
9. Penikas, H.I. Automation of the Approach to Replicating Data When the Control Group Is Depleted in The Difference-In-Differences Method: Application to IRB Implementation Data Samples / H. Penikas, A. Skarednova, M. Surkov, Y. Festa // Procedia Computer Science. – 2022. № 199. С. 231-237. – 0,4/0,1 п.л.
10. Пеникас, Г. И. Оценка эффективности макропруденциальной политики Банка России по ограничению необеспеченного потребительского кредитования модифицированным методом разность разностей / Г. И. Пеникас // Финансы и бизнес. – 2021. № 17(2). С. 3-35. – 1,6 п.л.
11. Penikas, H. I. Natural Monopoly Regulation Principles' Application to Reduce Systemic Risk in Banking / H. I. Penikas // Финансы и бизнес. – 2021. № 17(3). С. 48-59. – 0,6 п.л.
12. Пеникас, Г. И. U-образная премия за неявное страхование вкладов в отечественных государственных банках / Г. И. Пеникас // Вопросы экономики. – 2021. № 10. С. 89-112. – 1,2 п.л.
13. Пеникас, Г. И. Обзор совместного семинара Банка России и РЭШ «Идентификация и оценка эффектов макропруденциальной политики» / Г.И. Пеникас // Деньги и кредит. - 2021. № 80(3). С. 94-104. – 0,6 п.л.
14. Penikas, H.I. Money Multiplier Under Basel Capital Ratio Regulation: Implications for Counter-COVID-19 Stimulus / H. I. Penikas // Journal of Sustainable Finance & Investment. – 2021. DOI: 10.1080/20430795.2021.1945348. – 1,0 п.л.
15. Penikas, H.I. Identifying Default Correlation via a Mix of Correlated Bernoulli Distributions / H. I. Penikas // 2021 International Conference on Sustainable Islamic Business and Finance. IEEE Conference Proceedings. – 2021. С. 172-175. – 0,2 п.л.
16. Penikas, H.I. Evaluating the 2013 Islamic Banking Regulation Capital Reform Implication for the Valuation of the Islamic Banks / V. Stefanenko, D. Savenko, H. I. Penikas // 2021 International Conference on Sustainable Islamic Business and Finance. IEEE Conference Proceedings. – 2021. С. 14-19. – 0,3/0,1 п.л.
17. Penikas, H.I. IRB PD model accuracy validation in the presence of default correlation: a twin confidence interval approach / D. Borzykh, H. I. Penikas // Risk Management. – 2021. № 23(4). С. 282–300. – 0,9/0,5 п.л.

18. Penikas, H.I. Agent-based model of the Russian banking system: Calibration for the maturity, interest rate spread, credit risk, and capital regulation / M. Ermolova, A. Leonidov, V. Nechitaylo, H. Penikas, N. Pilnik, E. Serebryannikova // *Journal of Simulation*. – 2021. № 15 (1-2). С. 82-92. – 0,6/0,1 п.л.
19. Пеникас, Г. И. Применение модели вероятности дефолта для оценки прогнозируемого кредитного риска / А. Б. Бурова, Г. И. Пеникас, С. В. Попова // *Деньги и кредит*. - 2021. № 80(3). С. 49-72. – 1,2/0,4 п.л.
20. Пеникас, Г. И. Низкодефолтные кредитные портфели (LDP) для ПБР как частный случай существенно несбалансированных классов в моделях бинарного выбора / Г. И. Пеникас // *Деньги и кредит*. - 2020. № 79(2). С. 101-128. – 1,4 п.л.
21. Penikas, H.I. History of the World Largest Credit Risk Losses in 1972–2018 / H. I. Penikas // *Экономический журнал ВШЭ*. - 2020. № 1. С. 1–19. – 0,9 п.л.
22. Penikas, H.I. The Basel II Internal Ratings Based (IRB) Model and the Transition Impact on the Listed Greek Banks / A. Merika, A. Merikas, H. Penikas, M. Surkov // *Journal of Economic Asymmetries*. - 2020. DOI: 10.1016/j.jeca.2020.e00183. – 0,8/0,2 п.л.
23. Penikas, H.I. Benchmarking Banking Regulation Regimes: Application for the CBDC / V.A. Nechitailo, H. I. Penikas // *Model Assisted Statistics and Applications*. – 2021. № 16(4). С. 261-272. – 0,6/0,3 п.л.
24. Penikas, H.I. Stress-Testing and Credit Risk Revisited: A Shipping Sector Application / A. Merika, I. Negkakakis, H. Penikas // *International Journal of Banking, Accounting and Finance*. – 2021. № 12(4). С. 389–403. – 0,8/0,3 п.л.
25. Penikas, H.I. History of the Basel internal-ratings-based (IRB) credit risk regulation / H. I. Penikas // *Model Assisted Statistics and Applications*. - 2020. № 15 (1). С. 81–98. – 0,9 п.л.
26. Penikas, H.I. The Review of the Open Challenges in the IRB Loan Portfolio Credit Risk Modeling / H. I. Penikas // *Model Assisted Statistics and Applications*. - 2020. № 15 (4). С. 371-388. – 0,9 п.л.
27. Penikas, H.I. Why the conservative Basel III credit risk model underestimates losses? / H. I. Penikas // *Conference “Modeling and Analysis of Complex Systems” (MACSPro)* / Ed. by A. Shapoval, V. Popov, I. Makarov. Vol. 2795. CEUR Workshop Proceedings. - 2020. С. 69-78. – 0,5 п.л.
28. Penikas, H.I. The impact of hedging and trading derivatives on value, performance and risk of European banks / Y. Titova, H. Penikas, N. Gomayun // *Empirical Economics*. - 2020. № 58(2). С. 535–565. – 1,6/0,5 п.л.
29. Penikas, H.I. The Impact of PD-LGD Correlation on Bank Capital Adequacy in Nongranular Loan Portfolio / M.D. Ermolova, H.I. Penikas // *Model Assisted Statistics and Applications*. - 2019. № 14(1). С. 103–120. – 0,9/0,5 п.л.
30. Penikas, H.I. PD-LGD correlation study: Evidence from the Russian corporate bond market / M.D. Ermolova, H.I. Penikas // *Model Assisted Statistics and Applications*. - 2017. № 12(4). С. 335–358. – 1,2/0,6 п.л.
31. Penikas, H.I. Determinants of the probability of default: The case of the internationally listed shipping corporations / A. Lozinskaia, A. Merikas, A. Merika, H. Penikas // *Maritime Policy & Management*. - 2017. № 4(7). С. 837–858. – 1,1/0,3 п.л.

32. Penikas, H. I. Basel regulation: A dangerous obsession / M. D. Ermolova, H.I. Penikas // Model Assisted Statistics and Applications. - 2017. № 12(1). С. 63-88.
33. Penikas, H. I. Optimal hedging ratio modeling using interday and intraday risk estimation: Moving window regression vs. cointegration approach / H. I. Penikas, I. Sirotkin // Model Assisted Statistics and Applications. - 2016. № 11(1). С. 1-12. – 0,6/0,3 п.л.
34. Penikas, H. I. Coherence Analysis of Financial Analysts' Recommendations in the Framework of Evidence Theory / A.Bronevich, A.Lepskiy, H. Penikas // SCAKD 2016 – The Second International Workshop on Soft Computing Applications and Knowledge Discovery. CEUR Workshop Proceedings Vol. 1687 / Ed. by M. Ojeda-Aciego, D. I. Ignatov, A. Lepskiy. - 2016. С. 12-23. – 0,6/0,2 п.л.
35. Пеникас, Г. И. Профессиональный стандарт "Специалист по управлению финансовыми рисками": опыт разработки и перспективы применения / С.В. Ивлиев, Г. И. Пеникас // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2016. № 2(8). С. 247-252. – 0,3/0,2 п.л.
36. Penikas, H. I. The Application of Conflict Measure to Estimating Incoherence of Analyst's Forecasts about the Cost of Shares of Russian Companies / A. Bronevich, A. Lepskiy, H. Penikas // Procedia Computer Science. - 2015. № 55. С. 1113-1122. – 0,5/0,2 п.л.
37. Пеникас, Г. И. Построение оптимального контракта для менеджера банка, стимулирующее неприятие избыточного риска / Г. И. Пеникас, Э.А. Теванян // Банковское дело. - 2015. № 7. С. 72-81. – 0,5/0,3 п.л.
38. Penikas, H. I. An Empirical Analysis of Growth and Consolidation in Banking: A Markovian Approach for the case of Russia / H. Penikas, A. Petrova // International Journal of Computational Economics and Econometrics. – 2014. № 4(1/5). С. 112-129. – 0,9/0,5 п.л.
39. Penikas, H. I. A Financial Stability Index for Israel / V.Arzamasov, H.Penikas // Procedia Computer Science. - 2014. № 31. С. 985-994. – 0,5/0,3 п.л.
40. Penikas H. Financial Risk as a Good / W. T. Selmier II, H. I.Penikas, K.Vasilyeva // Procedia Computer Science. – 2014. № 31. С. 115-123. – 0,6/0,2 п.л.
41. Пеникас, Г. И. Иерархические копулы в моделировании рисков инвестиционного портфеля / Г. И. Пеникас // Прикладная эконометрика. - 2014, № 35(3). С. 18–38. – 1,1 п.л.
42. Пеникас, Г. И. Исследование детерминант системной значимости страховых компаний / Г. И. Пеникас, В. С. Петров // Банковское дело. - 2014. № 7. С. 28-34. – 0,4/0,2 п.л.
43. Пеникас, Г. И. Исследование детерминант системной значимости страховых компаний. (Окончание) / Г. И. Пеникас, В. С. Петров // Банковское дело. - 2014. № 8. С. 44-52. – 0,5/0,3 п.л.
44. Пеникас, Г. И. Исследование факторов системной значимости глобальных банков / Г. И. Пеникас, М. В. Анохина // Банковское дело. - 2014. № 10. С. 82-91. – 0,5/0,3 п.л.
45. Penikas, H. I. Dry Bulk Time Charter Rates Joint Return Distribution Modeling: Copula-Approach / A. Merikas, A. Merika, H. Penikas // Procedia Computer Science. - 2013. № 17. С. 1125-1133. – 0,5/0,2 п.л.

46. Penikas, H. I. Copula-Application To Modelling Russian Banking System Capital Adequacy According to Basel II IRB-Approach / H. I. Penikas, I.K. Andrievskaya // Model Assisted Statistics and Applications. - 2012. № 7(4). С. 267-280. – 0,7/0,4 п.л.
47. Пеникас, Г. И. Анализ предложений по корректировке капитала на изменение собственного кредитного риска / А. А. Никитин, Г. И. Пеникас, М.В. Семенова // Банковское дело. - 2012. № 4. С. 58-62. – 0,3/0,1 п.л.
48. Пеникас, Г. И. Анализ предложений по надзору за деятельностью финансовых конгломератов / Г. И. Пеникас, Е. С. Малков // Банковское дело. - 2012. № 5. С. 30-32. – 0,2/0,1 п.л.
49. Пеникас, Г. И. Анализ предложений по резервированию капитала по сделкам с центральными контрагентами / И. К. Андриевская, Н. П. Львов, Е.С. Малков, Г. И. Пеникас // Банковское дело. - 2012. № 2. С. 21-27. – 0,4/0,1 п.л.
50. Пеникас, Г. И. Анализ принципов выдачи ипотечных кредитов на жилую недвижимость / И. К. Андриевская, Н. П. Львов, Е. С. Малков, Г.И. Пеникас // Банковское дело. - 2012. № 3. С. 30-33. – 0,2/0,1 п.л.
51. Пеникас, Г. И. Анализ рекомендаций по разработке плана финансового оздоровления / Г. И. Пеникас // Банковское дело. - 2012. № 7. С. 8-10. – 0,2 п.л.
52. Пеникас, Г. И. Выявление системно значимых финансовых организаций: обзор методологий / С. А. Айвазян, И. К. Андриевская, Р. Коннолли, Г.И. Пеникас // Деньги и кредит. - 2011. № 8. С. 13-18. – 0,3/0,1 п.л.

Статьи в профессиональных журналах и научных сборниках

53. Penikas, H.I. History of banking regulation as developed by the Basel Committee on banking supervision in 1974 – 2014 (brief overview) / H.I. Penikas // Financial Stability Journal (научный журнал Центрального Банка Испании). - 2015. № 28(5). С. 9-47. – 2,0 п.л.

Доклады на научных конференциях и другие научные публикации

54. Penikas, H.I. Model Risk for Acceptable, but Imperfect, Discrimination and Calibration in Basel PD and LGD Models / H.I. Penikas // Bank of Russia Working Paper No. 92. – 2022. URL: https://cbr.ru/StaticHtml/File/135028/wp_92.pdf – 0,6 п.л.
55. Penikas, H.I. How Do Investors Prefer Banks to Transit to Basel Internal Models: Mandatorily or Voluntarily? / H. Penikas, A. Skarednova, M. Surkov // Bank of Russia Working Paper Series No. 74. – 2021. URL: http://cbr.ru/StaticHtml/File/124474/wp-74_e.pdf – 1,5/0,5 п.л.
56. Пеникас, Г.И. Определение корреляции дефолтов по данным о дефолтах в США за период 1985 – 2021 гг. / Г.И. Пеникас // Тезисы IV международной научной конференции «Осенние математические чтения в Адыгее» (13-17 октября 2021 г., г. Майкоп). – 2021. С. 90-94. – 0,3 п.л.
57. Penikas, H.I. Identifying the Core Driver for the Islamic Banking Capital Adequacy Regulation / H. Penikas, V. Stefanenko // Ihtifaz: Journal of Islamic Economics, Finance, and Banking. – 2021. № 4 (2). С. 81-96. – 1,0/0,5 п.л.