



ЦЭ  
СПбГУ

исследовательский  
центр  
национальной  
экономики

# Подходы к отражению климатических факторов в оценке кредитного риска

199034, Российская Федерация,  
г. Санкт-Петербург  
Университетская наб., 7-9-11

Алексей Лобанов, к. э. н., FRM  
Москва, 22 марта, 2023 г.

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ



## МАКСИМ БУЕВ

Проректор по  
стратегическому  
развитию

Сооснователь



## КИРИЛЛ ИЛЬИНСКИЙ

Управляющий  
партнёр

Сооснователь



8 800 500 4730  
www.narcs.ru



ЦЭ  
СПБГУ



# Максим Буев (DPhil)

# БИОГРАФИЯ

## Образование



Санкт-Петербургский  
государственный  
университет

СПбГУ, ф-т прикладной  
математики-процессов управления



EUROPEAN  
UNIVERSITY AT  
SAINT-PETERSBURG

ф-т экономики  
**Европейский  
университет  
в СПб**



UNIVERSITY OF  
**OXFORD**

ф-т экономики **Оксфорд**

## Опыт в индустрии



2000. Инвестиционный  
банкинг/корпоративные  
финансы



2016-2017



2008-2012.  
Деривативы,  
трейдинг

## Опыт в академии



UNIVERSITY OF  
**OXFORD**

2001-2004.  
Преподаватель



EUROPEAN  
UNIVERSITY AT  
SAINT-PETERSBURG

2012-2017. Декан  
ф-та экономики,  
профессор



с 2018. Проректор  
по стратегическому  
развитию

## Консалтинг



2013-2017



2016-2017



2019-2020

## Публикации

# 100+

популярных публикаций в  
финансовой и деловой прессе.



Journal of  
Computational  
Finance



# Кирилл Ильинский

(к.ф.м.н.)

# БИОГРАФИЯ

## Образование

СПбГУ,  
физический  
факультет



Санкт-Петербургский  
государственный  
университет

**Опыт**  
в индустрии



JPMORGAN CHASE & Co.

2000-2004. Создатель группы  
экзотического структурного  
арбитража



FUSION  
ASSET  
MANAGEMENT

2004-2020.  
Основатель, CEO

**Опыт**  
в академии



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
РАН

Математический  
Институт РАН, СПб



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
РАН

Институт  
Спектроскопии РАН  
(1994-2000), с.н.с



UNIVERSITY OF  
BIRMINGHAM

1994-2000.  
Исследователь



EUROPEAN  
UNIVERSITY AT  
SAINT-PETERSBURG

2012-2016.  
Приглашенный  
лектор

## Публикации

**40+**

научных статей по  
физике и финансам

Physics **review**

Communications In  
Mathematical  
Physics

NUCLEAR  
PHYSICS **B**

WILEY

PHYSICS OF  
FINANCE

Gauge Modelling  
in Non-equilibrium  
Pricing

Kirill Ilyinskiy

Physics of  
Finance: Gauge  
Modelling in Non-  
equilibrium Pricing,  
Wiley & Sons,  
2001



В зеркале  
Супер-моделей.  
Том 1,2  
Издательство  
Наука, 2020

К.Ильинский  
М. Буев



«Центр на базе СПбГУ решает сразу несколько задач. Во-первых, под одной крышей над прикладными проектами работают лучшие “академики” из старейшего вуза России и профессионалы финансового сектора, как из России так и из-за рубежа. Клиенты Центра получают экспертизу, которая лучшим образом сочетает научную строгость и практическую живость.

Во-вторых, в реализацию проекта Центр вовлекает аспирантов и студентов, которые таким образом получают опыт работы над реальными проблемами. В этом Центр чем-то напоминает хозрасчетные предприятия 1980-х, создававшиеся на базе вузов. Покидая университет, эти молодые специалисты оказываются более конкурентноспособными и востребованными на рынке труда, им проще находить с работодателями общий язык. В-третьих, своим клиентам Центр предоставляет возможность доступа к широкой социальной сети профессиональных контактов из разных вузов и компаний: мощности Центра не ограничиваются одним лишь СПбГУ или Петербургом. Теоретическая и прикладная наука не имеет границ. Если вы выбираете Центр, то для решения вашей проблемы его модель позволяет включить в команду как риск-менеджера из Лондона, так и профессора финансов из Москвы, так и математика из Калтеха.



Финансы — основополагающая система взаимоотношений в экономике. Финансовые, экономические риски и потрясения касаются всех нас, затрагивают любую компанию, регион, отрасль, человека.

Мы строим систему консультирования, которая эффективно нивелирует непредсказуемость «завтрашнего дня», позволит людям смотреть в будущее с оптимизмом, работать результативно и плодотворно.

Мы хотим, чтобы фундаментом этих процессов стало созидание.

Мы объединяем лучших специалистов, радеющих о благе и процветании экономики, бизнеса и России в целом.

Объединив для совместной работы высококлассных ученых и экспертов реального сектора экономики и финансового рынка, мы создаем синергию лучших практик и методов, способную найти решения задач любой сложности.

Исследовательский центр национальной экономики – надежный партнер, опора акционерам и топ-менеджменту в поиске решений ключевых задач.





# АО Исследовательский центр национальной экономики СПбГУ

Создан в 2018 году, основной  
акционер – государство в  
лице Санкт-Петербургского  
Государственного Университета

## ЗАЧЕМ?

Растущие запросы на экспертизу мирового уровня в области управления стратегическими, финансовыми, операционными, системными, политическими и иными категориями рисков

Школа российских кадров в области стратегического риск-менеджмента, анализа экономических рисков и финансово-экономической безопасности

Отечественная альтернатива международным консультационным компаниям

## КТО?

Профессионалы управления рисками, структурой баланса, портфельным и проектным менеджментом

Ведущие ученые в области экономики, количественных методов в финансах, корпоративном управлении, риск-менеджменте

## ОТКУДА?

Россия  
Великобритании  
Страны континентальной Европы

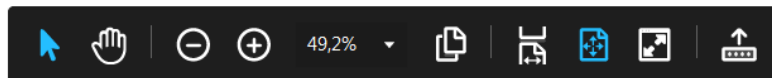
## ДЛЯ КОГО?

Корпоративный сектор  
Финансовая индустрия  
Министерства и ведомства и другие государственные структуры

Центр обладает широким доступом к лучшим научным разработкам, методам и моделям в разных вузах

## КАК МЫ РАБОТАЕМ?

Под каждый создаётся междисциплинарная рабочая группа из сотрудников Центра, преподавателей, научных сотрудников и аспирантов Университета, партнерских вузов, а также ведущих российских и западных специалистов




# Содержание



1. Что нужно знать банкам о климатическом риске?
2. Оценка кредитного риска на основе модели Мертона вероятности дефолта компании и ее модификаций
3. Подходы к оценке ущерба имуществу предприятия от реализации климатического риска
4. Подходы к оценке кредитного риска с учетом риска перехода к низкоуглеродной экономике







# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

Классификация климатических рисков Рабочей группы по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с изменением климата (*Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* – *TCFD*) Совета по финансовой стабильности (*Financial Stability Board* – *FSB*) ([FSB-TCFD, 2017](#)):

 **физические риски** (*physical risks*) – связаны с физическими проявлениями изменения климата:

-  «острые» риски (*acute risk*) – связаны с внезапными событиями катастрофического характера
-  «хронические» риски (*chronic risk*) – связаны с долгосрочными изменениями климата

 **риски перехода** (*transition risks*) – связаны с переходом к «низкоуглеродной» экономике:

-  политические и правовые риски
-  технологические риски
-  рыночные риски
-  репутационные риски



# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

**Принцип информированности** (Holmström, 1979): регулирование должно изолировать банки от рисков, которыми они не в состоянии управлять!

Применение принципа информативности на практике:

- ✓ динамические резервы на возможные потери по ссудам (Испания, 2000-е гг.)
- ✓ антициклический «буфер» капитала («Базель III», 2010 г.)
- ✓ «буфер» капитала для глобальных системно значимых банков (Базельский комитет по банковскому надзору, 2012 г.)
- ☑ право банков не формировать резервы на возможные потери по ссудам при ухудшении финансового положения заемщика и/или качества обслуживания им долга и/или качества обеспечения по ссуде в течение трех лет (Положение Банка России от 24.03.2004 №254-П, 2012 г.)



**Бенгт Холмстрём**

лауреат Нобелевской премии  
по экономике (2016 г.)

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

**Положение № 590-П (ранее – 254-П), п. 3.17:** «Кредитная организация вправе не увеличивать в течение 3 лет с даты возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) размер фактически сформированного резерва по ссудам физических лиц или индивидуальных предпринимателей, а также ссудам юридических лиц, указанных в абзаце десятом пп. 3.1.1 п. 3.1 настоящего Положения, финансовое положение и (или) качество обслуживания долга, и (или) качество обеспечения по ссудам которых ухудшилось вследствие возникновения ЧС.

Впервые введен в 2012 г. (!)  
Изначально: на два года

В отношении реструктурированных после возникновения ЧС ссуд физических лиц или индивидуальных предпринимателей, а также ссуд юридических лиц, указанных в абзаце десятом пп. 3.1.1 п. 3.1 настоящего Положения, финансовое положение и (или) качество обслуживания долга, и (или) качество обеспечения по ссудам которых ухудшилось вследствие возникновения ЧС, кредитные организации могут не применять требования пп. 3.7.2.2 и 3.7.3.2 п. 3.7, п. 3.9.2 п. 3.9 и пп. 3.13.2 п. 3.13 настоящего Положения *в течение всего срока действия договора о предоставлении реструктурированной ссуды* при отсутствии иных факторов ухудшения финансового положения и (или) качества обслуживания долга, не связанных с возникновением ЧС.»

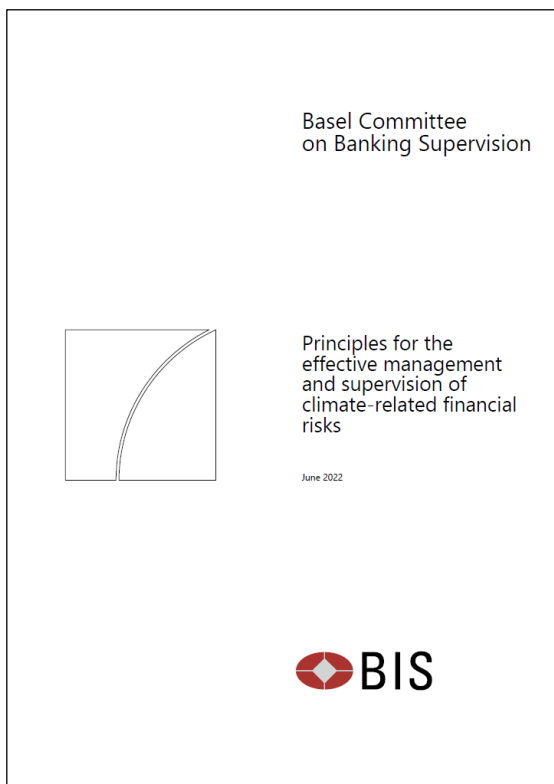
Классификация ссуды не выше чем в III категорию качества с расчетным резервом  $\geq 21\%$   
Классификация ссуды в более низкую категорию качества

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

- ➔ Климатический риск как глобальный фактор систематического (недиверсифицируемого) риска!
- ➔ У банка нет «аппетита» к климатическому риску?
- ➔ Должен ли банк принимать на себя в полной мере последствия реализации климатического риска?

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

## Рекомендации Базельского комитета по банковскому надзору



<https://www.bis.org/bcbs/publ/d532.pdf>

### Принципы эффективного управления и надзора за климатическими факторами финансовых рисков (июнь 2022 г.)

**Принцип 8: «Банки должны понимать влияние факторов риска, связанных с климатом, на их профиль кредитного риска и обеспечить отражение существенных финансовых рисков, обусловленных климатом, в своих системах и процессах управления кредитным риском»**

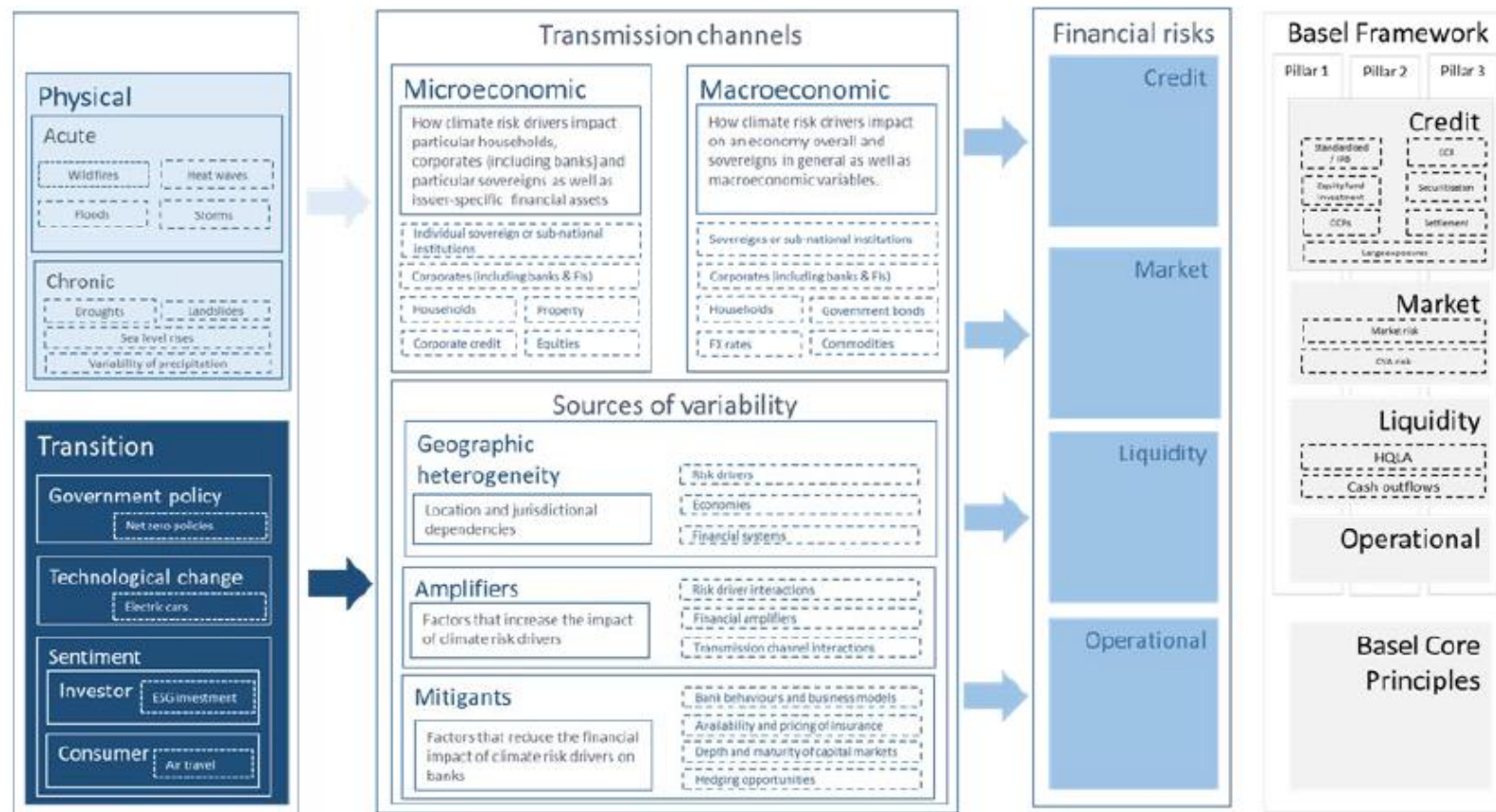
- Банки должны иметь ясно выраженную кредитные политики и процессы для учета существенных кредитных рисков, вызванных климатическими факторами. Это включает в себя консервативные политики и процессы для идентификации, **измерения, оценки,** контроля и отчетности, а также управления или снижения влияния существенных климатических факторов риска на их подверженность кредитному риску (включая кредитный риск контрагента) на своевременной основе

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

## Каналы влияния климатических факторов на финансовые риски банков



Источник: [Basel Committee on Banking Supervision \(2021\), Climate-related risk drivers and their transmission channels, April, p. 4.](#)

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СНГРУ

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

## Каналы подверженности банков климатическому риску:

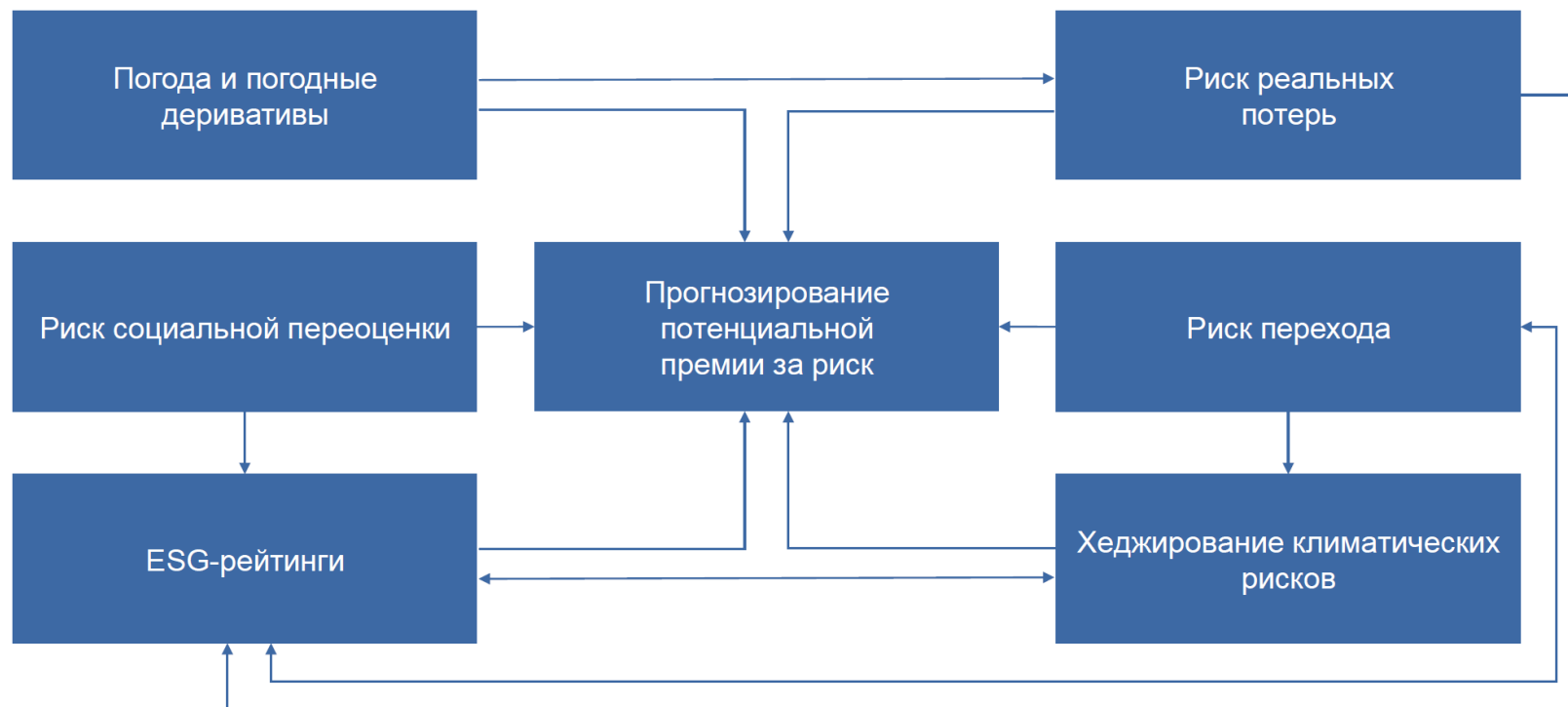
- Ущерб имуществу (основным средствам и залоговому обеспечению)
- Кредитный риск заемщиков
- Рыночный риск портфеля ценных бумаг
- Регуляторный риск несоблюдения новых требований

Оценка влияния физического риска на банки не менее проблематична, чем моделирование последствий риска перехода на низкоуглеродную экономику ...



# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

Взаимосвязи каналов влияния климатических рисков на финансовую сферу



Банкам нужно знать «цену» климатического риска в ставке процента по кредиту!

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

## Доклады Банка России для общественных консультаций



### Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора РФ (май 2020 г.)

- Климатические риски и устойчивое развитие
- Определение климатических рисков
- Влияние климатических рисков на деятельность финансовых организаций (страховщиков и банков)
- Опыт учета климатических рисков
- Мониторинг учета климатических рисков регуляторами
- «Зеленые» финансовые инструменты

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

## Доклады Банка России для общественных консультаций



### Климатические риски в меняющихся экономических условиях (декабрь 2022 г.)

<b>1. Новая конфигурация климатических рисков для российской экономики</b> .....	<b>5</b>
Врезка 1. Понятие, классификация и источники возникновения климатических рисков.....	5
1.1. Переходные климатические риски. Новая реальность.....	7
Врезка 2. Закон США о сокращении инфляции (Inflation Reduction Act) и его влияние на климатическую повестку.....	7
Врезка 3. О докладе Международного энергетического агентства World Energy Outlook.....	9
Врезка 4. Торговые ограничения и климатическая повестка: сценарный анализ.....	12
Врезка 5. Климатическая повестка в странах Азии.....	13
1.2. Физические климатические риски. Возрастающие опасности.....	15
Врезка 6. Частота реализации физических климатических рисков в России.....	17
1.3. Климатические риски и финансовая стабильность.....	19
<b>2. Развитие оценки климатических рисков финансовым сектором</b> .....	<b>23</b>
2.1. Новый баланс в раскрытии информации.....	23
2.2. Учет климатических рисков финансовыми организациями.....	25
Врезка 7. Как зарубежные регуляторы стимулируют учет климатических рисков поднаборными организациями.....	26
Врезка 8. Международный опыт учета климатических рисков финансовым сектором.....	29
<b>3. Возможные подходы к учету климатических рисков в регулировании</b> .....	<b>35</b>
Врезка 9. Развитие углеродного регулирования в России.....	35
3.1. Пруденциальное регулирование банков.....	37
Врезка 10. Международный опыт учета климатических рисков в макропруденциальном регулировании.....	39
3.2. Стимулирование финансирования «зеленых» и адаптационных проектов, учет долгосрочных рисков.....	40
3.3. Иные инструменты учета климатических рисков в регулировании банков.....	41
<b>Вопросы для консультаций</b> .....	<b>43</b>
<b>Приложение</b> .....	<b>44</b>

➤ В т. ч. учет климатических факторов в оценке PD (!?)

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

## Доклады Банка России для общественных консультаций



### Климатические риски в меняющихся экономических условиях (декабрь 2022 г.)



Интернет-приемная RU EN

Рекомендации по интеграции климатических рисков в систему управления рисками финансовых организаций планируется разработать и опубликовать в 2023–2024 годах.

Документ будет подготовлен с учетом мнений участников рынка [по итогам обсуждения](#) доклада для общественных консультаций [«Климатические риски в меняющихся экономических условиях»](#).

Банк России и представители профессионального сообщества схожим образом видят климатические риски, с которыми может столкнуться российская экономика. Участники обсуждения поддержали подходы к их учету в работе финансовых организаций и отметили, что необходимы единые сценарии для их оценки и стресс-тестирования. Респонденты также одобрили возможные подходы к учету таких рисков в регулировании банков.



Регулятор планирует продолжить работу по затронутым в докладе вопросам.

Пресс-релиз Банка России от 10.03.2023: <https://www.cbr.ru/press/event/?id=14614>

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

«Каскад» моделей: от изменений климата к оценке вероятности дефолта



Источник: Ilinski et al. (2021)

«Мультипликативный» эффект роста погрешности оценок из-за множества допущений в каждом типе моделей!

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)

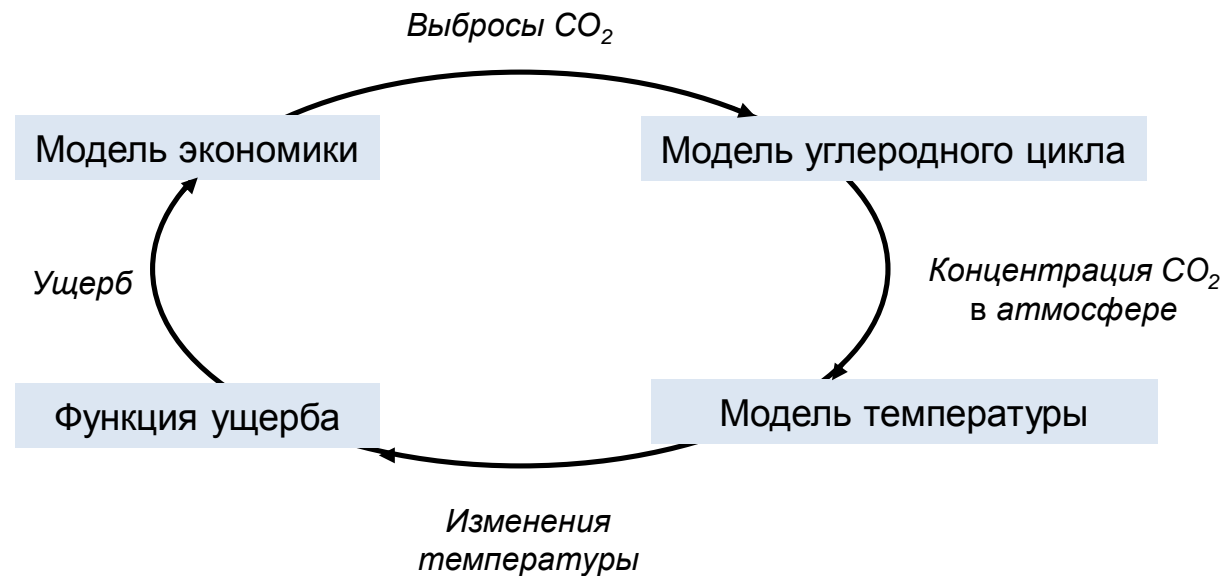


ЦЭ  
СПбГУ

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

«Каскад» моделей: от изменений климата к оценке вероятности дефолта

**Динамическая интегрированная модель климата и экономики DICE** (Nordhaus, 1993): цикл обращения углерода в природе и его влияние на экономику



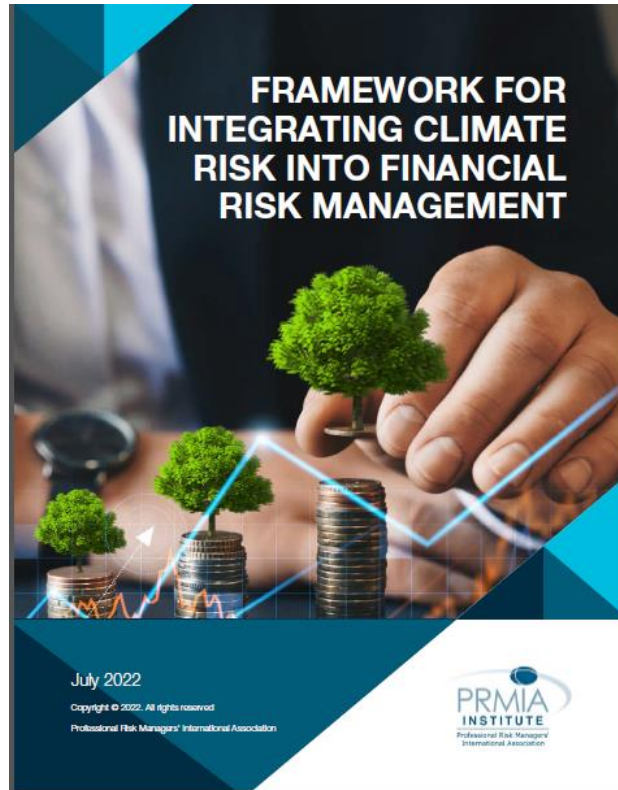
**Уильям Нордхаус**

лауреат Нобелевской премии по экономике (2018 г.)



# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Professional Risk Manager International Association Institute (PRMIA Institute)



Источник: Hahn (2022)

## Общий подход к интегрированию климатического риска в управление финансовыми рисками

- Модель Мертона вероятности дефолта и миграции кредитного рейтинга заемщика для отражения климатических факторов в кредитном риске
- Двухфакторная модель доходности активов компании в зависимости от макроэкономических параметров
- Климатические риски (пример): повышение температуры («хронический» риск), ураганы и наводнения («острые» риски)
- Каналы передачи (пример):
  - ↪ повышение температуры → производство с/х продукции → ВВП
  - ↪ ураганы → стоимость страхования жилья → цены на жилую недвижимость
- Линейные регрессии ВВП и индекса цен на жилую недвижимость на нормализованные изменения климатических факторов
- Многоуровневый ковариационный анализ

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

## Модели оценки вероятности дефолта

**Структурные модели** (*structural models*) основаны на известной структуре баланса компании-заемщика. Процесс наступления дефолта является *эндогенным* (т. е. представляется в явном виде): дефолт происходит в момент, когда стоимость активов компании снижается до определенного «порогового» уровня по отношению к ее обязательствам, при этом изменение стоимости активов во времени описывается заданным случайным процессом

Примеры: [Merton \(1974\)](#), [Black and Cox \(1976\)](#), [Leland \(1994\)](#), [KMV \(1995\)](#)

**Модели сокращенной формы** (*reduced-form models*) рассматривают дефолт как экзогенный процесс, в котором момент наступления дефолта описывается заданным случайным процессом. В этих моделях вероятность дефолта моделируется статистически от некоторого набора факторов, например, макроэкономических факторов, фондовых и отраслевых индексов и т. п.

Примеры: [Jarrow and Turnbull \(1995\)](#), [Duffie and Singleton \(2003\)](#)



# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

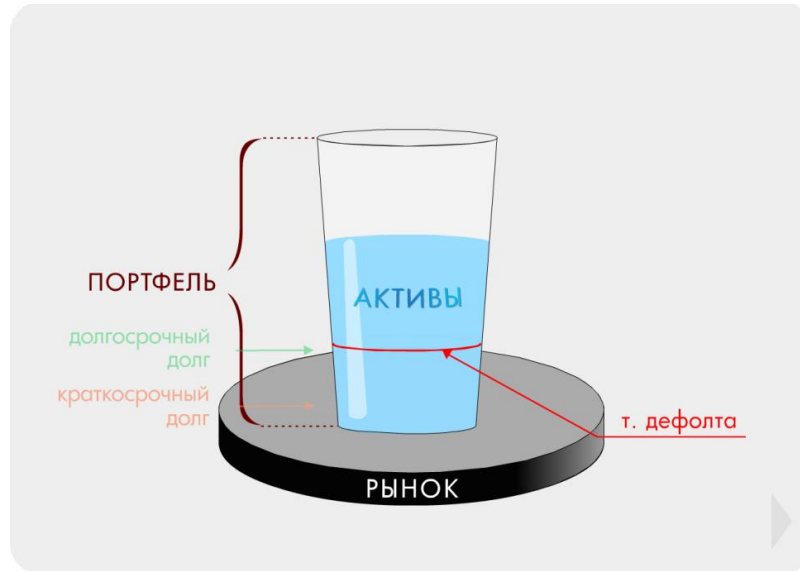
## Модели оценки вероятности дефолта

Мотивы выбора модели для включения климатических факторов в оценку кредитного риска:

- ✓ большая разнородность факторов климатического риска:
  - ☹ наводнения
  - ☹ сели
  - ☹ сильный ветер (ураганы, торнадо)
  - ☹ град
  - ☹ температурные аномалии (аномальная жара / морозы)
  - ☹ засуха
  - ☹ лесные пожары
  - ☹ таяние вечной мерзлоты
- ✓ отсутствие, нехватка или неоднородность (при наличии) статистических данных о взаимосвязи проявления климатического риска с реализацией кредитного риска
- ✓ потенциальная возможность хеджирования кредитного риска с учетом климатических факторов с помощью производных финансовых инструментов?

# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

## Теоретическая основа: модель Мертона вероятности дефолта компании

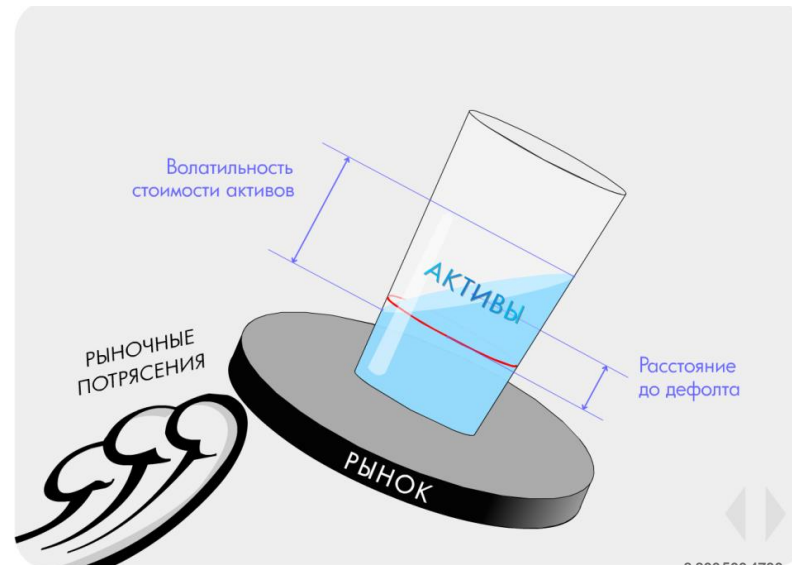


### Допущения:

- Финансовый рынок является совершенным и полным (как следствие, выполняется теорема Модильяни-Миллера)
- Основная сумма долга погашается в конце срока займа

**Пример:** модель Мертона (1974 г.) капитала компании с ограниченной ответственностью акционеров как опциона на «продажу» убытков кредиторам (опциона пут)

- взаимосвязь между рыночной стоимостью активов компании и вероятностью ее дефолта



8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ

# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Теоретическая основа: модель Мертона вероятности дефолта компании

$$dV_t = V_t(\mu dt + \sigma dW_t)$$

где  $V_t$  – рыночная стоимость активов компании в момент времени  $t$

$\mu$  – доходность активов

$\sigma$  – волатильность стоимости активов

$\{W_t\}$  – случайный процесс геометрического броуновского движения

$$D(V_T, T) = \min(V_T, B) = B - (B - V_T)^+$$

где  $D(V_T, T)$  – выплаты кредиторам компании при наступлении срока погашения долга

$B$  – основная сумма долга (в простейшем случае – бескупонной облигации)

$T$  – срок погашения долга

# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Теоретическая основа: модель Мертона вероятности дефолта компании

При выдаче займа компании с ненулевым кредитным риском ее кредиторы «продают» ее владельцам (заемщикам) европейский опцион «пут» на активы компании с ценой исполнения, равной основной суммы долга и процентов:

$$D(V_t, t) = B e^{-r(T-t)} - Put(V_T, B, r, T - t, \sigma)$$

По теореме паритета европейских опционов «колл» и «пут» стоимость капитала составляет:

$$E(V_t, t) = Call(V_T, B, r, T - t, \sigma)$$

Согласно модели Блэка-Шоулза (1973) цена европейского опциона «пут»:

$$P(Put) = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

где 
$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)}{\sigma\sqrt{T}}$$



# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Теоретическая основа: модель Мертона вероятности дефолта компании

Нейтральная к риску вероятность наступления дефолта:

$$P(V_t < B) = N(-d_2)$$

Актuarная вероятность наступления дефолта (Crouhy, Galai and Mark, 2000):

$$P = N\left(N^{-1}(p) - \frac{\mu-r}{\sigma} \sqrt{T-t}\right)$$

где  $P$  – нейтральная к риску вероятность дефолта

$p$  – актуарная вероятность дефолта

# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

## Модификации модели Мертона

### Модель [Black and Cox \(1976\)](#):

- ✓ наличие кредитных оговорок (*covenants*) – «порогового» уровня стоимости активов, при которых контроль над компанией переходит от владельцев к кредиторам
- ✓ стоимость капитала моделируется как барьерный опцион на стоимость активов
- ✓ наличие несубординированных (*senior*) и субординированных долговых обязательств (как срочных, так и бессрочных)
- ✓ возможность наложения ограничений на продажу активов

### Модель [Leland \(1994\)](#):

- ✓ моделирование денежных потоков от активов (связь со стоимостью активов по модели Гордона оценки стоимости акций)
- ✓ возможность изменения размера долга для поддержания оптимальной структуры пассивов
- ✓ наличие налогов
- ✓ наличие издержек при банкротстве (ликвидационной стоимости активов)

# Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

## Модификации модели Мертона

Модификация модели с учетом климатических факторов:

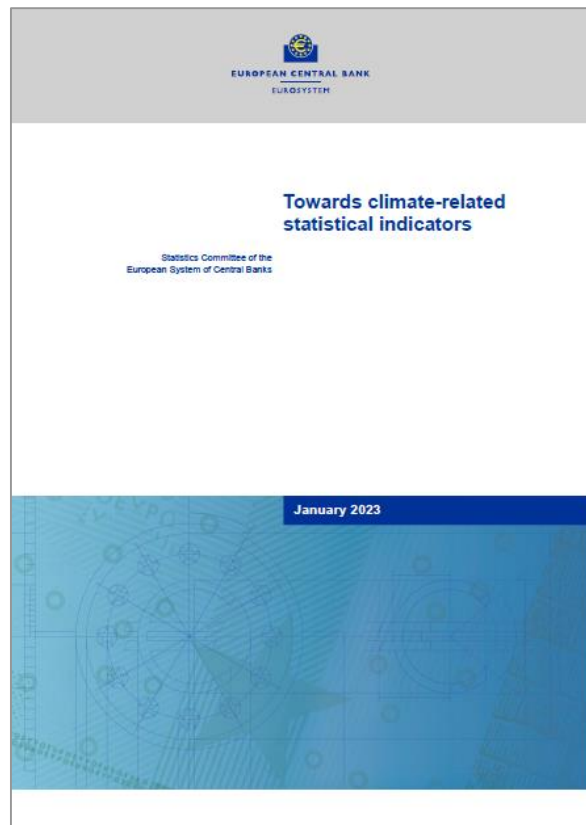
$$dV_t = V_t(\mu dt + \sigma dW_t + dC_t)$$

где  $C_t$  – изменение стоимости активов от воздействия климатических факторов (в первую очередь, ущерб от ЧС и т. п.)

Оценка стоимости американского барьерного опциона производится методом Монте-Карло: имитационное моделирование траекторий стоимости активов до достижения «барьера» (порога, при котором наступает дефолт) и усреднения полученных результатов

# Оценка ущерба имуществу от реализации климатических рисков

## Предложения Европейского центрального банка

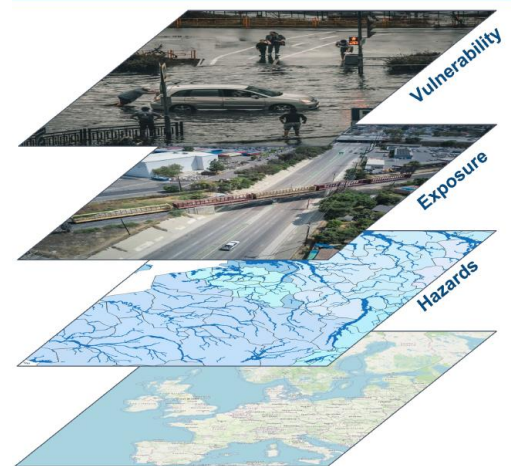


[https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.climate\\_change\\_indicators202301~47c4bbbc92.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.climate_change_indicators202301~47c4bbbc92.en.pdf)

К вопросу о статистических индикаторах, связанных с климатом  
(январь 2023 г.)

1. Экспериментальные показатели устойчивого финансирования
2. Аналитические показатели выброса углекислого газа
3. Аналитические показатели физических рисков

Stylised composition of physical risk indicators



Source: ECB.

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ

# Оценка ущерба имуществу от реализации климатических рисков

## Шкалы (функции) ущерба

**Основная проблема:** оценка (прогноз) ущерба от физических факторов климатического риска (в частности, стихийных бедствий) в стоимостном выражении

### Общий алгоритм:

1. Классификация активов с т. з. подверженности климатическому риску с учетом их местоположения
2. Построение распределений вероятностей распределений каждого фактора риска в месте нахождения активов
3. Задание (построение) шкал (функций) ущерба от каждого фактора климатического риска в относительном выражении
4. Оценка изменения балансовой стоимости активов от реализации климатического риска по шкале (функции) ущерба

# Оценка ущерба имуществу от реализации климатических рисков

## Основные факторы физического климатического риска



Сильные дожди



Сильный ветер



Наводнения, половодья



Чрезвычайная пожароопасность



Засуха



Град



Сель



Температурные аномалии



Таяние вечной мерзлоты



# Оценка ущерба имуществу от реализации климатических рисков

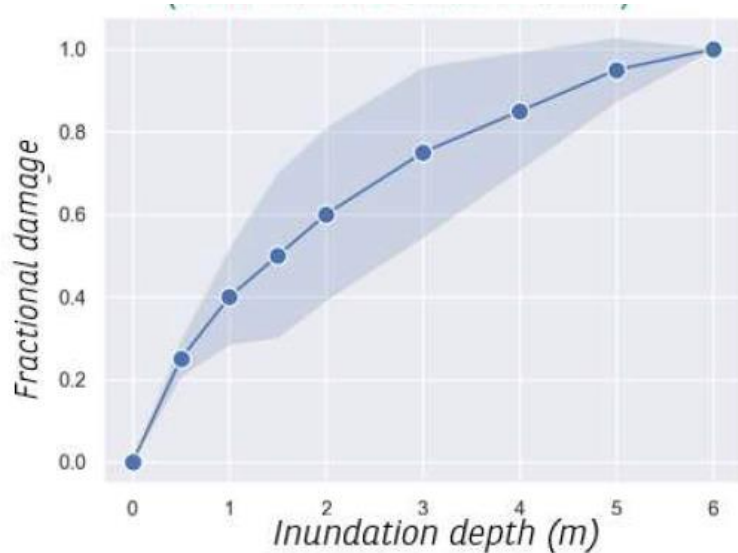
Пример: оценка ущерба от ветра по шкале Бофорта

Баллы Бофорта	Словесное определение силы ветра	Средняя скорость ветра			Действие ветра
		м/с	км/ч	узлов	
0	Штиль	0 – 0,2	< 2	0 – 1	Безветрие. Дым поднимается вертикально, листья деревьев неподвижны.
1	Тихий	0,3 – 1,5	2 – 5	1 – 3	Направление ветра заметно по сносу дыма, но не по флюгеру.
2	Лёгкий	1,6 – 3,3	6 – 11	4 – 6	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, приводится в движение флюгер.
3	Слабый	3,4 – 5,4	12 – 19	7 – 10	Листья и тонкие ветви деревьев всё время колышутся, ветер развевает лёгкие флаги.
4	Умеренный	5,5 – 7,9	23 – 28	11 – 16	Ветер поднимает пыль и мусор, приводит в движение тонкие ветви деревьев.
5	Свежий	8,0 – 10,7	29 – 38	17 – 21	Качаются тонкие стволы деревьев, движение ветра ощущается рукой.
6	Сильный	10,8 – 13,8	39 – 49	22 – 27	Качаются толстые ветви и сучья больших деревьев, тонкие деревья гнутся, гудят телеграфные провода. Трудно использовать зонты.
7	Крепкий	13,9 – 17,1	50 – 61	28 – 33	Гнутся большие ветви, трудно идти против ветра, затруднена речевая коммуникация. Могут быть опрокинуты установленные вдоль улиц щитовые конструкции и светодиодные панно.
8	Очень крепкий	17,2 – 20,7	62 – 74	34 – 40	Ветер ломает ветви деревьев, передвигаться пешком на ветру затруднительно.
9	Шторм	20,8 – 24,4	75 – 88	41 – 47	Могут быть повреждены линии электропередач, повалены деревья, опрокинуты временные конструкции и строения. Высокая пожарная опасность.
10	Сильный шторм	24,5 – 28,4	89 – 102	48 – 55	Возможно срывание кровли, повреждение окон, падение башенных кранов. Завалы из сломанных деревьев, строительных конструкций могут перекрыть дороги.
11	Жестокий шторм	28,5 – 32,6	103 – 117	56 – 63	Большие разрушения на значительном пространстве. Наблюдается очень редко.
12	Ураган	33 и более	118 и более	64 и более	Серьёзные разрушения капитальных строений, контактных сетей электротранспорта, линий электропередач коммунально-энергетических сетей, автотранспорта. Уничтожение крупной растительности, эрозия почв. Возможны подтопления, наводнения.

# Оценка ущерба имуществу от реализации климатических рисков

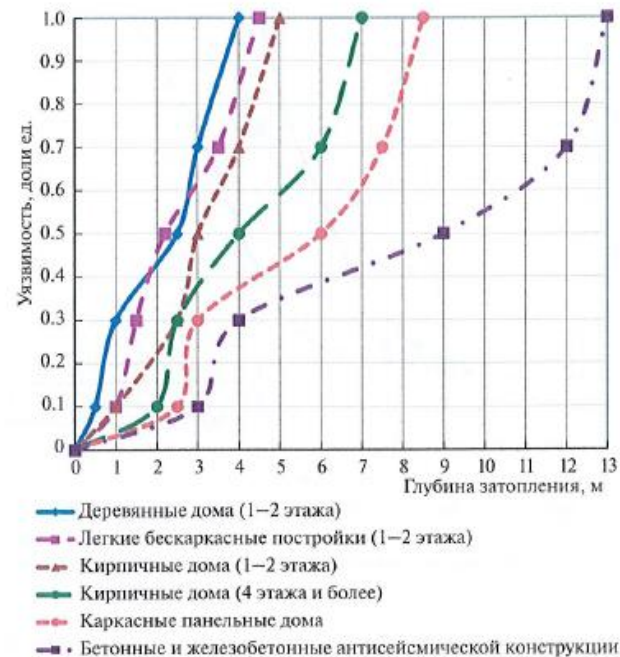
Пример: оценка ущерба от наводнений

Общий вид зависимости



Источник: Sandoe (2022), p. 11

Реальные эмпирические функции



Источник: Бурова (2022)

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ

# Оценка ущерба имуществу от реализации климатических рисков

## Пример: оценка ущерба от наводнений

Степень разрушения	Уязвимость, доли единицы	Описание разрушений
Незначительная	менее 0,1	Отсутствие заметных повреждений во всех элементах объекта
Слабая	0,1 – 0,3	Разрушение отдельных второстепенных элементов. Функционирование не нарушено
Средняя	0,3 – 0,5	Значительные разрушения второстепенных элементов или деформации основных Временное прекращение функционирования
Сильная	0,5 – 0,7	Разрушение основных элементов и прекращение функционирования. Остается возможность восстановления
Очень сильная	более 0,7	Полное разрушение, не подлежащее восстановлению

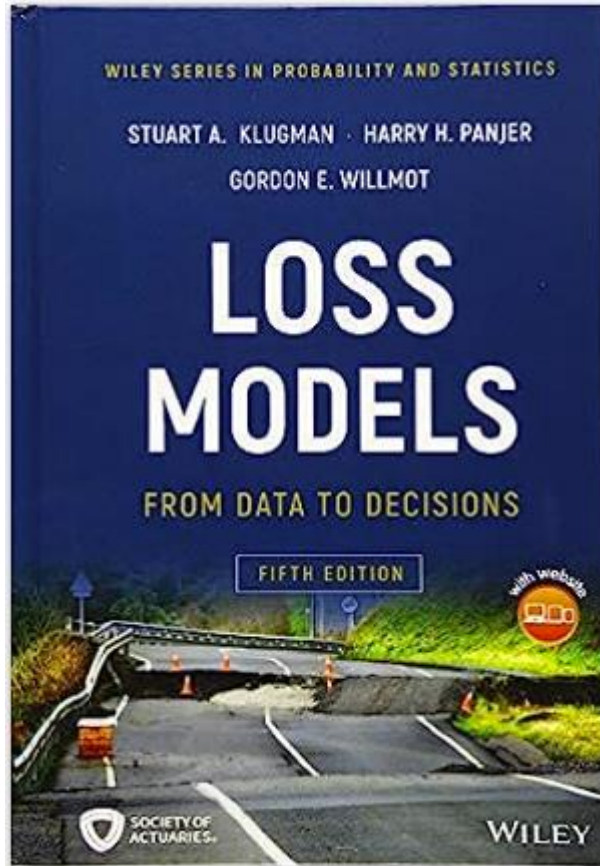
Источник: Бурова (2022)

8 800 500 4730  
[www.nercs.ru](http://www.nercs.ru)



ЦЭ  
СПбГУ

# Оценка ущерба имуществу от реализации климатических рисков



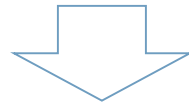
## Основные проблемы

- ☹ Каждый фактор физического климатического риска описывается уникальным природным процессом, и, как правило, неотделим от рельефа местности
- ☹ Органы власти на местах и ведомства (МЧС, Минприроды) не имеют утвержденных методик прогноза ущерба имуществу от стихийных бедствий
- ☹ Данные для оценки ущерба отсутствуют или недоступны
- ☹ Компетенции в оценке ущерба есть у страховщиков, но не у банков
- ☹ Книги о моделировании ущерба малополезны для стоимостной оценки ущерба имуществу конкретного заемщика
- ➔ Банкам предлагается превратиться в НИИ ... либо выработать централизованное решение в духе RegTech / «ГосТех»

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

Проблемы оценки кредитного риска с учетом физических климатических факторов

**Концептуальная сложность:** горизонты реализации «климатического риска» (минимум 30-50 лет) гораздо больше, чем средние сроки кредитования в реальном секторе (как правило, не превышающие 5 лет (Hahn 2022)  $\Rightarrow$  модель стоимости активов заемщика с бессрочным долгом?



*Оценка кредитного риска с учетом хотя бы только факторов физического климатического риска становится целиком модельной без возможности надежной верификации!*

**Техническая сложность:** оценка воздействия ЧС на стоимость активов компании =  
=  $f$  (тип и масштаб ЧС, особенности рельефа местности, вид актива, степень его уязвимости)

# Что нужно знать банкам о климатическом риске?

## Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Вероятности дефолта с учетом ( $PD_c$ ) и без учета ( $PD$ ) климатических факторов соотносятся между собой ( $PD_c / PD$ ) в целях

- ➔ расчета премии за риск в ценообразовании кредитов и финансовых инструментов (облигаций, ПФИ)
- ➔ формирования резервов на возможные потери по ссудам по МСФО
- ➔ размещения капитала банка по продуктам, клиентам, портфелям и т. д.
- ➔ оценки экономического эффекта ( $EVA/SVA$ ) и эффективности ( $RAROC$ ) с учетом риска для приносящих процентный доход подразделений и их руководства

# Литература

1. [Банк России. Климатические риски в меняющихся экономических условиях . – Консультативный доклад. – 2022.](#)
2. Бурова В. Н. Оценка степени уязвимости зданий при наводнениях // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2021. – № 6. – С. 81–88.
3. Basel Committee on Banking Supervision (2021), Climate-related risk drivers and their transmission channels, April.
4. Basel Committee on Banking Supervision (2022), Principles for the effective management and supervision of climate-related financial risks, June.
5. Black, F., and J. C. Cox (1976), Valuing corporate securities: some effects of bond indenture provisions. Journal of Finance, Vol. 31, p. 351–67.
6. Black, F., and M. Scholes (1973), The pricing of options and corporate liabilities, Journal of Political Economy, V. 81, p. 637–54.
7. Crouhy, M., Galai D, and R. Mark (2000), “Risk management”, New York: McGraw-Hill.
8. Duffie, D., and K. Singleton (2003), “Credit risk: pricing, measurement, and management”, Princeton: Princeton University Press.
9. [European Central Bank \(2023\), Towards climate-related statistical indicators, January.](#)
10. Hahn W. (2022), Framework for integrating climate risk into financial risk management, PRMIA Institute, July.
11. Ilinski, K., Bouev, M., Lobanov, A., Kudryavtsev, I., and N. Ivannik (2021), Climate and credit risks: A literature survey, Fusion Working Paper, December.
12. Ilinski, K., Bouev, M., Lobanov, A., Kudryavtsev, I., and N. Ivannik (2022a), Measuring the impact of climate change on credit risk, Fusion Working Paper, April.

# Литература

13. Ilinski, K., Uzdin, A., Bouev, M., Lobanov, A., and I. Kudryavtsev (2022b), A unified approach to modelling damage functions in bank's models of physical E-risk, Fusion Working Paper, December.
14. Ilinski, K., Bouev, M., Lobanov, A., Kudryavtsev, I., and N. Ivannik (2023), A credit risk model with E-Risk, Fusion Working Paper, February.
15. Jarrow, R. A., and S. M. Turnbull (1995), Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk, Journal of Finance, Vol. 1, 53–85.
16. Leland H. (1994), Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure, Journal of Finance, V. 49, p. 1213–52.
17. Sandoe M. (2022), Climate risk and stress testing innovations in climate scenario analysis and modelling, Presentation at RISK ESG.
18. Sundaresan S. (2013), A review of Merton's model of the firm's capital structure with its wide applications, Annual Review of Financial Economics, 5, 5.1–5.21.