

Подходы к отражению климатических факторов в оценке кредитного риска

Алексей Лобанов, к. э. н., FRM

Исследовательский центр национальной экономики СПбГУ

Perm (Winter) School 2023: Carbon Zero

Москва, 10 февраля 2023 г.

Исследовательский центр национальной экономики СПбГУ

Центр создан в 2018 г. на платформе и при акционерном участии Санкт-Петербургского Государственного Университета и предоставляет экспертизу мирового уровня в области управления стратегическими, финансовыми, операционными, климатическими, системными, политическими и иными видами рисков со стороны корпоративного сектора, финансовой индустрии и государственных структур.



ИЦНЭ – это коллаборация профессионалов по управлению рисками, структурой баланса, портфельным и проектным менеджментом в международных финансовых институтах и корпорациях, а также ведущих ученых, работающих в области количественных методов в финансах и экономике, корпоративном управлении, риск-менеджменте. С нами работают лучшие представители академического сообщества России, Европы и Великобритании. Центр обладает неограниченным доступом к передовым научным разработкам, методам и моделям, которые находят свое применение в стратегических отраслях России и за ее пределами.

Под каждый проект Центром создаётся междисциплинарная рабочая группа из сотрудников Центра, преподавателей, научных сотрудников и аспирантов СПбГУ, партнерских вузов, а также ведущих российских и зарубежных специалистов.

8 800 500 4730
www.necs.ru

ЦЭ
СПбГУ

Исследовательский центр национальной экономики СПбГУ



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 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. 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. 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.

Со-основатель Исследовательского центра
национальной экономики
Максим Був



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 высококласных ученых и экспертов реального сектора экономики и финансового рынка, мы создаем синергию лучших практик и методов, способную найти решения задач любой сложности.

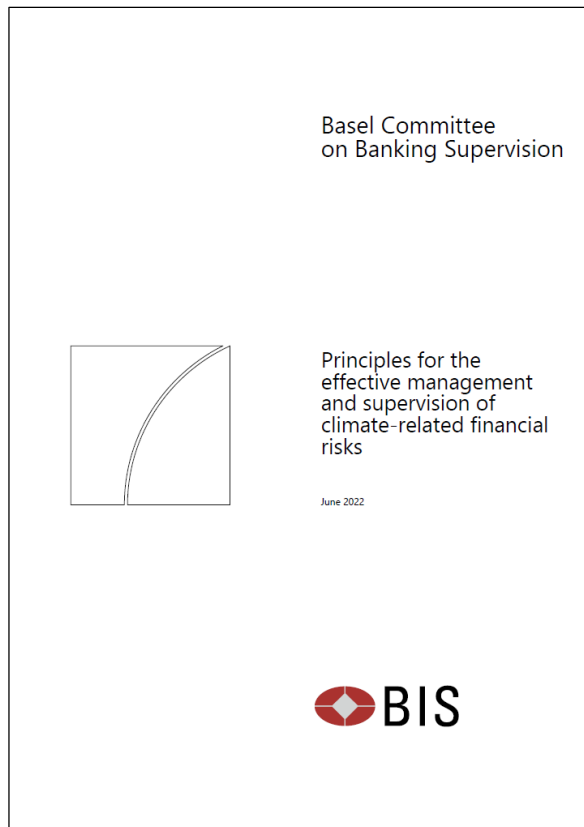
Со-основатель Исследовательского центра
национальной экономики
Кирилл Ильинский

Содержание

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

Что нужно знать банкам о климатическом риске?

Рекомендации Базельского комитета по банковскому надзору



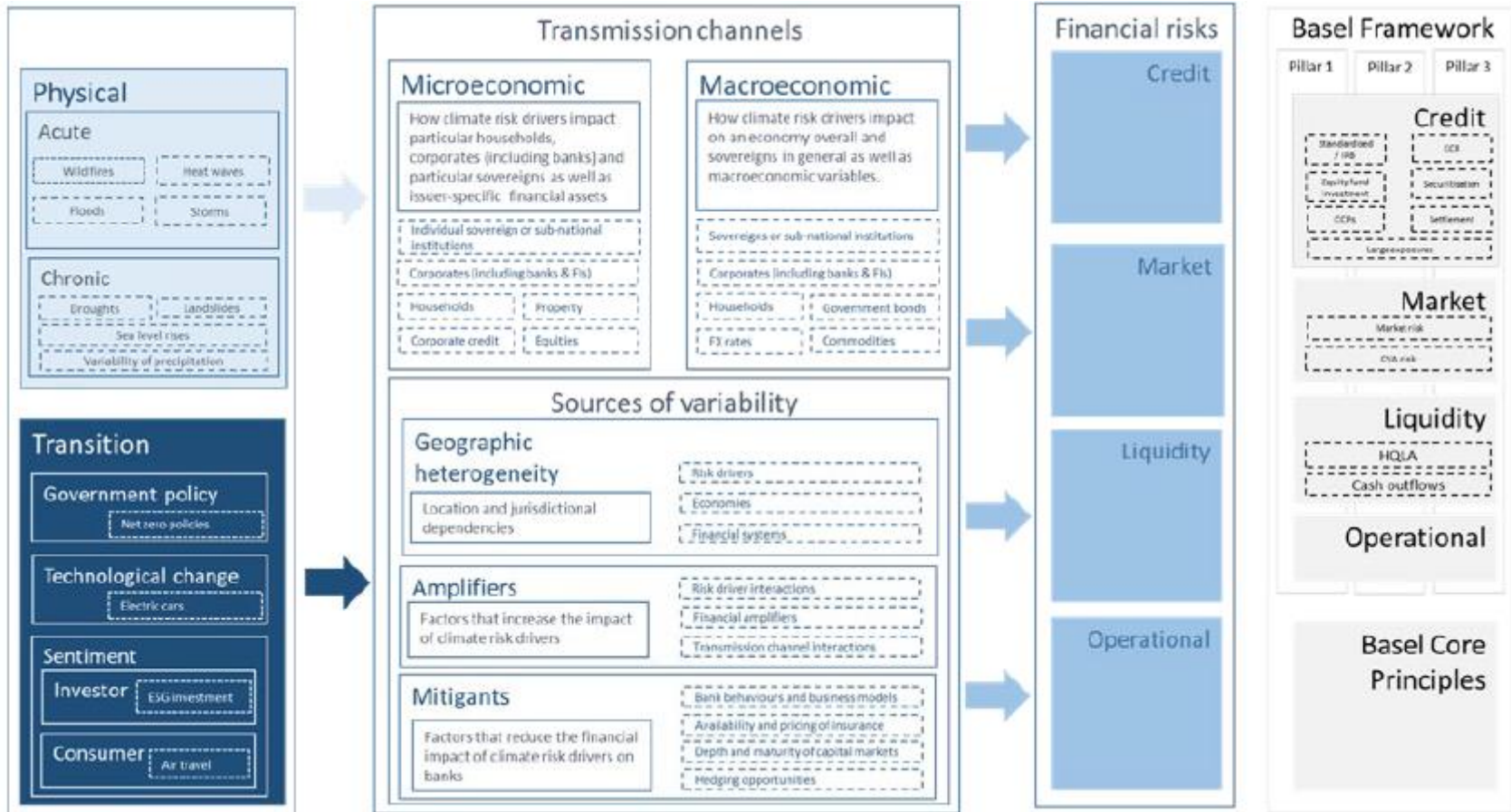
<https://www.bis.org/bcbs/publ/d532.pdf>

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 кредитную политику 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

Что нужно знать банкам о климатическом риске?

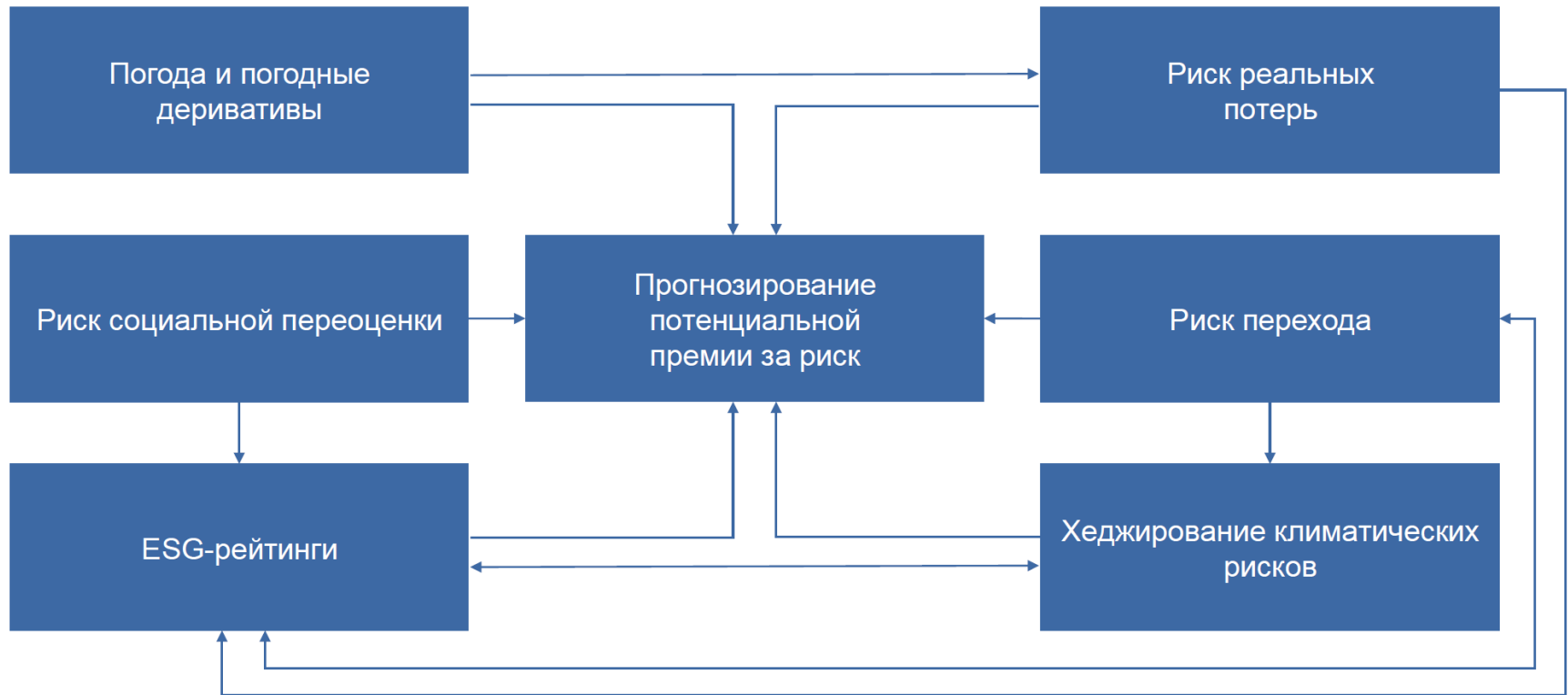
Каналы влияния климатических факторов на финансовые риски банков



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

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!

Что нужно знать банкам о климатическом риске?

Как проявляют себя климатические риски в деятельности банков?

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



физические риски (*physical risks*) – риски, связанные с природными явлениями, возникающими вследствие изменений климата:



«острые» риски (*acute risk*) – связаны с внезапными событиями



систематические риски (*chronic risk*) – связаны с долгосрочными изменениями климата



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



политические и правовые риски



технологические риски



рыночные риски



репутационные риски

Факторы физического климатического риска

Как проявляют себя климатические риски в деятельности банков?

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?

Доклад Банка России для общественных консультаций



http://www.cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf

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

1. Новая конфигурация климатических рисков для российской экономики	5
Врезка 1. Понятие, классификация и источники возникновения климатических рисков	5
1.1. Переходные климатические риски. Новая реальность	7
Врезка 2. Закон ЦИДА 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	18
2. Развитие оценки климатических рисков финансовым сектором	23
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 поднадзорными организациями	26
Врезка 8. Международный опыт учета климатических рисков финансовым сектором	28
3. Возможные подходы к учету климатических рисков в регулировании	35
Врезка 9. Развитие углеродного регулирования в России	35
3.1. Пруденциальное регулирование банков	37
Врезка 10. Международный опыт учета климатических рисков в макропруденциальном регулировании	38
3.2. Стигматизирование финансирования «зеленых» и адаптационных проектов, учет долгосрочных рисков	40
3.3. Иные инструменты учета климатических рисков в регулировании банков	41
Вопросы для консультаций	43
Приложение	44

➤ В том числе учет климатических факторов в оценке PD (!?)

Что нужно знать банкам о климатическом риске?

Методика Professional Risk Manager International Association



Общий подход к интегрированию климатического риска в управление финансовыми рисками (июль 2022 г.)

- 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

Факторы физического климатического риска

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



Источник: [Ilinski et al. \(2021\)](#)

«Мультипликативный» эффект возрастания погрешности результатов расчета из-за множества допущений в каждом типе моделей

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

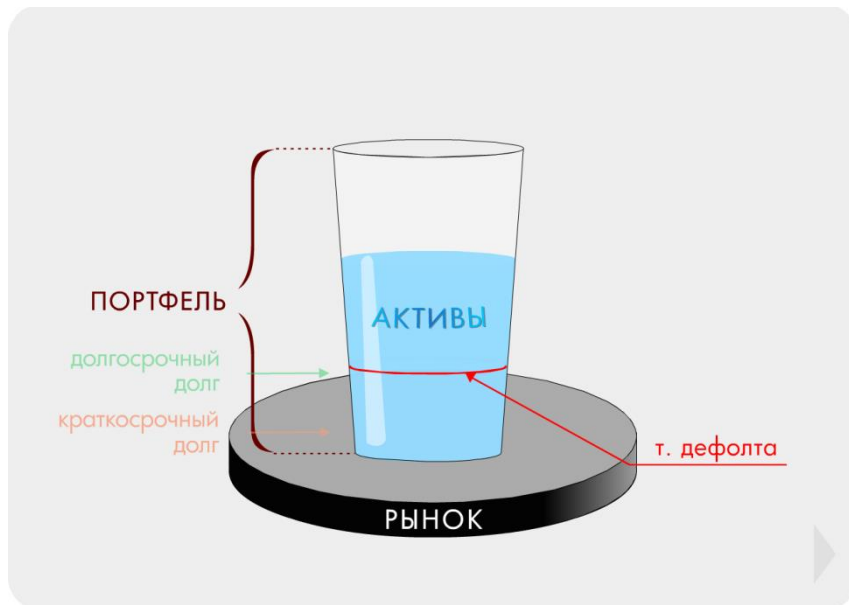
Мотивы выбора модели для включения климатических факторов в оценку кредитного риска:

- ✓ большая разнородность факторов климатического риска:
 - ☹️ сильные дожди
 - ☹️ засуха
 - ☹️ наводнения
 - ☹️ лесные пожары
 - ☹️ сильный ветер
 - ☹️ град
 - ☹️ температурные аномалии (аномальная жара / морозы)
- ✓ 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

Источник: [Ilinski et al. \(2022a, 2023\)](#)

Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Модель Мертона (1974 г.)

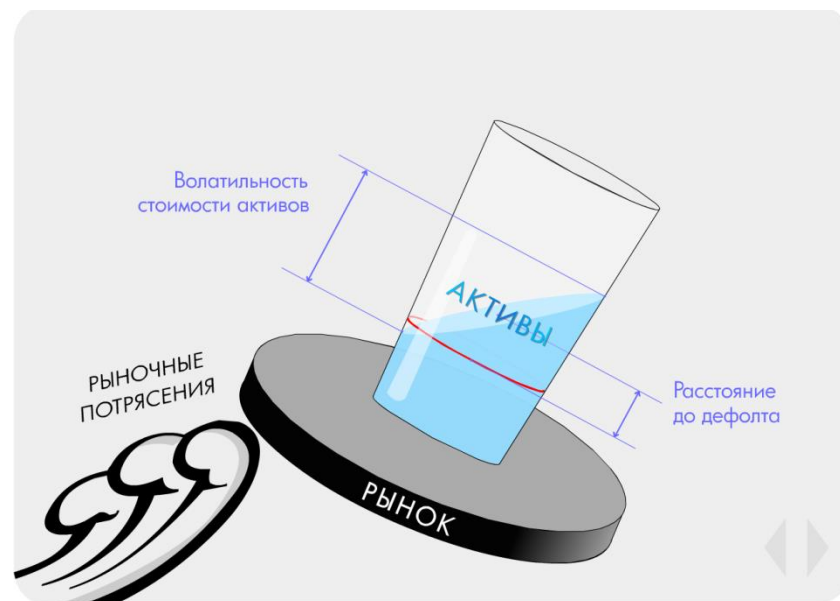


Основные допущения:

- Финансовый рынок является совершенным и полным (как следствие, выполняется теорема Модильяни-Миллера)
- В конце срока займа погашается основная сумма долга
- Из нейтральной к риску вероятности дефолта можно вывести оценку актуарной вероятности дефолта

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



Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Модель Мертона (1974 г.): допущения

А. Финансовый рынок является *совершенным и полным*

1. Нет транзакционных издержек (издержки заключения и исполнения сделок равны нулю, нет налогов)
2. На рынке присутствует достаточно большое количество инвесторов с сопоставимым уровнем благосостояния, при этом ни один участник рынка не может оказывать влияния на рыночную цену (т. е. цена одинакова для всех покупателей и продавцов)
3. Существует денежный рынок с одной и той же ставкой процента для заемщиков и займодавцев
4. Нет ограничений на инвестиции в ценные бумаги (в т. ч. ограничений на короткие продажи) и распоряжения доходами от торговли
5. Торговля на рынке происходит в непрерывном времени
6. Существует безрисковый актив с доходностью, одинаковой для всех участников рынка и не зависящей от времени

В. Выполняется теорема Модильяни-Миллера об инвариантности стоимости компании к структуре ее пассивов

С. Динамика стоимости активов компании может быть описана диффузионным случайным процессом

Источники: [Merton \(1974\)](#), [Sundraresan \(2013\)](#)

Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Модель Мертона (1974 г.)

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

где V_t – рыночная стоимость активов компании в момент времени t

μ – доходность активов

σ – 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:

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

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

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

Согласно модели [Black and Scholes \(1973\)](#) цена европейского опциона «пут»:

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

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

Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Теоретическая основа: модель Мертона вероятности дефолта компании

Нейтральная к риску вероятность наступления дефолта:

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

Согласно [Crouhy, Galai and Mark \(2000\)](#), актуарная вероятность наступления дефолта может быть получена по формуле:

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

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 компании моделируется как барьерный опцион на стоимость активов
- ✓ наличие у компании 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 компании (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 компании)

Источники: [Sundraresan \(2013\)](#)

Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Модификации модели Мертона

Модификация модели с учетом климатических факторов:

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

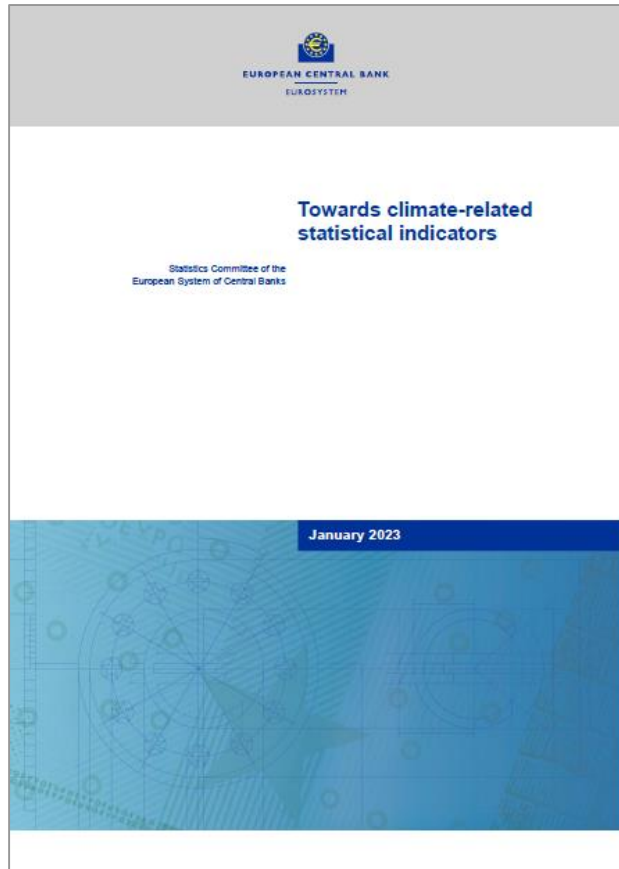
где C_t – ущерб стоимости активов вследствие изменения климатических факторов

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

Источник: Ilinski et al. (2022a, 2023)

Что нужно знать банкам о климатическом риске?

Предложения Европейского Центрального Банка



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

https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.climate_change_indicators202301~47c4bbbc92.en.pdf

Подходы к оценке ущерба от климатических факторов

Шкалы (функции) ущерба

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

Общий подход:

1. Классификация активов по их видам с учетом местоположения с т. з. подверженности климатическому риску
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 оценки стоимости активов от реализации климатического риска по шкале (функции) ущерба

Источник: [Ilinski et al. \(2022a, 2022b\)](#)

Подходы к оценке ущерба от климатических факторов

Основные факторы физического климатического риска

- 💧 Сильные дожди
- 💧 Сильный ветер
- 💧 Наводнения, половодья
- 💧 Чрезвычайная пожароопасность
- 💧 Засуха
- 💧 Град
- 💧 Метель
- 💧 Температурные аномалии (аномальная жара / морозы)
- 💧 Таяние вечной мерзлоты

Подходы к оценке ущерба от климатических факторов

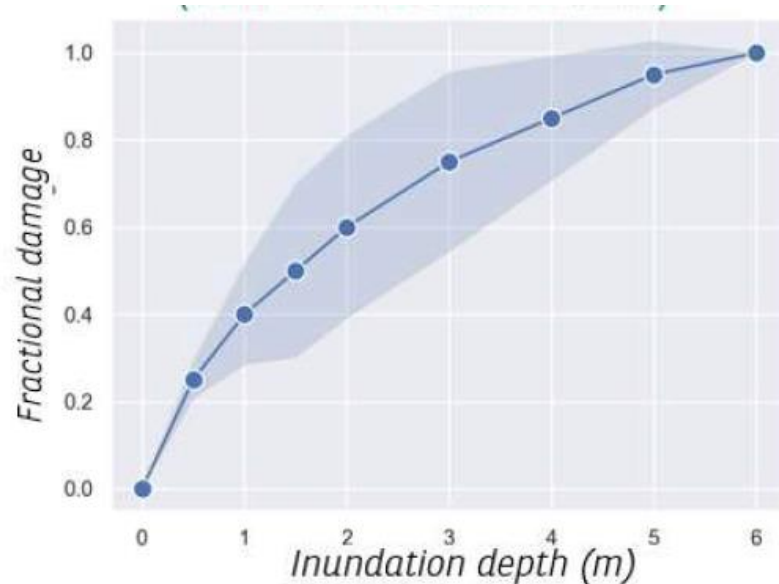
Пример: оценка ущерба от ветра по шкале Бофорта

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 развеивает 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.

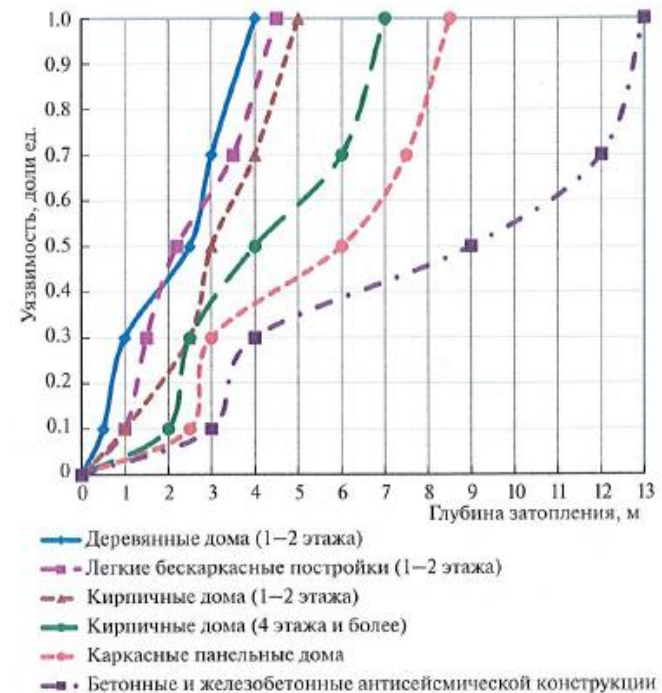
Подходы к оценке ущерба от климатических факторов

Пример: оценка ущерба от наводнений

Общий вид зависимости



Реальные эмпирические функции



Источник: Sandoe (2022), p. 11

Источник: Бурова (2022)

Подходы к оценке ущерба от климатических факторов

Пример: оценка ущерба от наводнений

Степень разрушения	Уязвимость, доли ед.	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)

Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

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

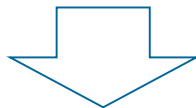
- ➔ расчета премии за риск в ценообразовании кредитов и финансовых инструментов (облигаций, ПФИ)
- ➔ формирования резервов на возможные потери по ссудам по МСФО
- ➔ размещения капитала банка по продуктам, клиентам, портфелям и т. д.
- ➔ оценки экономического эффекта (EVA/SVA) и эффективности ($RAROC$)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

Источник: Ilinski et al. (2022a, 2022b)

Оценка кредитного риска с учетом климатических факторов

Проблемы оценки кредитного риска с учетом 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 ([PRMIA \(2022\)](#)) $\Rightarrow$ модель стоимости активов компании 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)

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. Геоэкология. – 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. Ilinski, K., Bouev, M., Lobanov, A., Kudryavtsev, I., and N. Ivannik (2021), Climate and credit risks: A literature survey, Fusion Working Paper, December.
11. 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.
12. 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.

Литература

13. Ilinski, K., Bouev, M., Lobanov, A., Kudryavtsev, I. and N. Ivannik (2023), A credit risk model with E-Risk, Fusion Working Paper, February.
14. Jarrow, R. A., and S. M. Turnbull (1995), Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk, Journal of Finance, Vol. 1, 53–85.
15. Leland H. (1994), Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure, Journal of Finance, V. 49, p. 1213–52.
16. PRMIA Institute (2022), Framework for integrating climate risk into financial risk management, July.
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.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

исследовательский центр национальной экономики

8 800 500 4730
www.nercs.ru



ЦЭ
СПбГУ