



Банк России



# Связь кредитных и климатических рисков

Серия докладов об экономических исследованиях

№ 100 / сентябрь 2022

Генрих Пеникас

**Генрих Пеникас**

Банк России, Департамент исследований и прогнозирования

E-mail: [penikasgi@mail.cbr.ru](mailto:penikasgi@mail.cbr.ru)

Автор выражает признательность Азариной В., Дзюбе С., Шибитову Д. за помощь в сборе информации и данных, а также коллегам из Департамента финансовой стабильности за подробный обзор соответствующей литературы и освещение событий правового регулирования; Бузанову Г., Елисеевой И., Логиновой В., Мусаэльян Д., Нгиен Д., Синякову А., Турдыевой Н., Ченчику Я., Юдаевой К.В.; другим коллегам из Департамента финансовой стабильности и Департамента банковского регулирования и аналитики, кто принимал активное участие в обсуждении темы. Автор благодарит независимых рецензентов за представленные комментарии и Кожевникова С. за улучшение представленных результатов.

Серия докладов об экономических исследованиях Банка России анонимно рецензируется членами научно-консультативного совета Банка России и внешними рецензентами.

Все права защищены. Настоящий доклад отражает личную позицию авторов и может не совпадать с официальной позицией Банка России. Любое воспроизведение представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

Фото на обложке: Shutterstock/FOTODOM

107016, Москва, ул. Неглинная улица, 12,  
Телефоны: +7 495 771-91-00, +7 495 621-64-65 (факс)  
Официальный сайт Банка России: [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

---

**Аннотация**

В центре внимания нашего исследования находится оценка экологического (E) риска. В основе работы лежит база данных публичных рейтингов ESG-рисков для крупнейших мировых компаний, включенных в список Fortune 2000. Оценки кредитного рейтинга получены на основе общедоступных кредитных рейтингов. Вероятность дефолта (PD) определяется по результатам использования исторических данных о дефолте. Учтена специфика отраслей и секторов. Доступность данных об экологическом риске для половины выборки подразумевает обязательное применение модели отбора Хекмана. Приводятся примеры, когда положительная связь климатических и кредитных рисков является очевидной для конкретной отрасли и региона. В таких случаях может быть оправдано рекомендовать выдачу льготных кредитов для финансирования «зеленых» проектов и «зеленых» отраслей промышленности (например, как в случае с программой Банка Японии на 2021 год – хотя они были направлены на малые предприятия). В противном случае (что чаще всего имеет место) снижение ставки по кредитам может способствовать накоплению кредитных рисков и представлять угрозу финансовой стабильности. Говоря в целом, настоящая работа вносит вклад в изучение данного вопроса и показывает, что выявленная положительная зависимость климатических и кредитных рисков наблюдается не всегда, как утверждают в своей работе Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020).

**Ключевые слова:** «зеленая» компания, «коричневая» компания, Sustainalytics, выбросы углекислого газа, Хекман.

**Коды JEL:** C24, E52, H23, O44.

## 1. Введение

После принятия Парижского соглашения по климату в 2015 году вопрос, связанный с изменением климата, с каждым годом приковывает к себе все большее внимание. В предметную область были введены два термина: «зеленая» и «коричневая» промышленность. «Зеленые» отрасли промышленности – это те, которые вносят наименьший вклад в пагубное воздействие на изменение климата, а «коричневые» отрасли, напротив, наносят наибольший ущерб. В то же время понятие экологичности распространяется на инвестиционные проекты и облигации. Инструменты для финансирования позитивного вклада в изменение климата (или улучшение качества такого вклада) считаются «зелеными». Например, это могут быть проекты по ограничению выбросов углекислого газа (CO<sub>2</sub>).

По мнению многих, изменение климата представляет собой огромную проблему для человечества. Глобальное потепление называют одним из его пагубных последствий. Считается, что выбросы углекислого газа промышленными предприятиями в значительной степени способствуют глобальному потеплению. Международное сообщество принимает ряд мер для замедления его темпов.

Первое. Для управления изменением климата (насколько это возможно) необходимым предварительным условием является осведомленность о вкладе конкретного предприятия в это изменение. Именно поэтому поощряется раскрытие информации об объеме загрязнений и выбросах углекислого газа. К примеру, существует требование к котирующимся на бирже компаниям, выдвинутое Управлением по финансовому регулированию и надзору Великобритании в 2021 году. Аналогичная рекомендация для центральных банков была подготовлена в 2021 году рабочей группой Сообщества центральных банков и надзорных органов, которая ставит своей целью повышение экологичности финансовой системы.

Второе. Поскольку риски, связанные с изменением климата, считаются существенными, их следует заложить в цены финансовых продуктов. В обиход был даже введен термин «зеленый лебедь» (Болтон, Депре, Перейра да Силва, Самама и Шварцман, 2020), (Перейра да Силва, 2020). Их следует учитывать при оценке стабильности предприятий как заемщиков и банков как кредиторов таких заемщиков. В результате в 2021 году мировой разработчик стандартов в области банковского регулирования в лице Базельского комитета по банковскому регулированию подготовил соответствующие руководящие принципы для регулирующих органов (BCBS 2021). Одним из недавних инициаторов их принятия является Народный банк Китая. Выдвинуты предложения расширить сферу действия такого регулирования и перенести ее с крупнейших банков даже на небольшие кредитные кооперативы в США (Бауманн, 2021).

Третье. В дополнение к регулированию рисков, связанных с изменением климата, банки могут быть простимулированы к кредитованию «зеленых» проектов и «зеленых» отраслей промышленности. Например, такая программа была запущена Банком Японии в сентябре 2021 года. Вместе с тем регулятору нужно быть осторожным при введении подобных стимулирующих мер. Достаточно вспомнить о режиме льготного кредитования малых и средних предприятий (МСП) в подходе внутренних рейтингов (ПВР, IRB) соглашения Базель II (BCBS 2006). Цель льготного режима состояла в том, чтобы способствовать развитию МСП. Однако, на практике этот сегмент оказался наименее кредитоспособным по сравнению с обычными корпоративными заемщиками. В результате льготные требования

к капиталу привели к увеличению предложения таких кредитов и к большему количеству дефолтов.

В 2022 году на пути перехода к «зеленой» энергетике возникает ряд препятствий. Например, Тилль Рекейт с экономического факультета Кильского университета (Германия), входящий в Комиссию экспертов по исследованиям и инновациям при правительстве Германии, обратил внимание на следующий факт на Международном симпозиуме 2022 года по вопросам финансирования окружающей среды и энергетики (ISEFI-2022). После весны 2022 года отсрочка перехода к углеродной политике (как это сделала Португалия в 2022 году) для предотвращения роста цен на энергоносители может иметь негативные последствия. Отказ от российской нефти и газа из-за санкций ЕС и отсрочка введения налога на выбросы углерода могут усилить использование в большей степени «коричневых» ресурсов, таких как уголь. Впоследствии, сделав ставку на уголь, будет еще труднее перейти на более экологичные источники. Вот почему вопрос «зеленого» перехода особенно актуален сегодня.

Наша цель состоит в том, чтобы попытаться аргументированно показать, когда льготные процентные ставки на примере Банка Японии оправданы, а когда – нет. Общедоступные данные о климатическом (экологическом) риске позволяют нам проследить актуальную связь кредитных и климатических рисков. Принимается во внимание размер компании, а также ее отраслевая и региональная специфика. Получен вывод, что инициатива Банка Японии по стимулированию экономики может быть верной, но в то же время это может не работать для стран – экспортеров нефти.

Нужно отдавать себе отчет в существующих ограничениях такого утверждения. Программа Банка Японии направлена на МСП-проекты, тогда как в текущем исследовании идет работа с данными крупных компаний. Потенциально МСП – более ненадежные заемщики, чем крупные компании. Поэтому для них может быть в целом характерна положительная связь кредитного и климатического рисков. Однако вспомним статью Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020), поскольку они тоже рассматривали крупные компании. В противоположность их результату в данной работе обнаружена отрицательная связь кредитных и климатических рисков для крупнейших мировых компаний. Полученное противоречие в выводах говорит о том, что рейтинги климатического риска могут сильно различаться в методологии. Используя один рейтинг, можно получить положительную связь кредитных и климатических рисков и начать активно продвигать кредитование «зеленых» компаний и проектов. Используя же другие климатические рейтинги, можно получить отрицательную связь (как в данной работе) и рекомендовать воздержаться от активной выдачи «зеленых» кредитов. В последнем (нашем) случае следует более беспокоиться о разработке целевых инструментов для борьбы с отрицательными реализациями крупных кредитных рисков от незавершенных или неэффективных «зеленых» проектов или компаний. Ввиду такой чувствительности выводов к входящим данным по климатическим рейтингам регулятору следует как минимум менее активно поддерживать «зеленое» финансирование и одновременно начинать более критично относиться к утверждениям, содержащим аргументы за или против «зеленых» проектов и «зеленых» отраслей.

Полученный в работе вывод может показаться тривиальным и ожидаемым. Если оценивать по историческим данным, то регулярно платившие по долгам и небанкротившиеся более «коричневые» компании (например, энергетические) выглядят более надежными и несущими меньший кредитный риск, чем более «зеленые». Иными словами, имеет место

---

отрицательная связь между кредитными и климатическими рисками. Тем не менее на данное замечание целесообразно посмотреть под следующим углом зрения.

Автор полностью согласен, что описанную выше отрицательную связь рисков можно было ожидать. В работе использованы исторические данные о кредитоспособности компаний. Смотря ретроспективно, «коричневые» компании более надежны, чем их «зеленые» конкуренты. Альтернативой могло бы стать исследование с использованием сценариев развития климата и новой оценкой кредитоспособности «коричневых» и «зеленых» компаний после изменения климата или после переключения потребителей на «зеленые» источники энергии. Тогда знак между кредитными и климатическими рисками может перевернуться и стать положительным. Однако Капассо и др. (2020) также не используют сценарии о будущем, а учитывают историческую волатильность котировок акций. Используя такие исторические данные, они должны были бы тоже получить отрицательную связь кредитных и климатических рисков. Обсуждая Таблица 4 далее, мы подробнее объясним, почему Капассо и др. (2020) получили положительный знак. Поэтому настоящую работу полезно рассматривать как корректную начальную точку вместо работы Капассо и др. (2020).

Дополнительно можно заметить, что отрицательная связь кредитного и климатического рисков лежит в основе концепции рисков перехода, или переходных рисков (transition/transitional risks), о которых упоминалось еще в докладах европейского регулятора и ООН (ESRB, 2016), (UN PRI, 2017, p. 29). Если большая часть потребителей перейдет на «зеленые» источники энергии, то их производители смогут платить по имеющимся долгам и привлекать новые, а производители «коричневых» источников энергии, наоборот, испытают дефицит с притоком денежных средств для погашения долгов и окажутся банкротами. Таким образом, до массового перехода на «зеленые» источники, вероятнее всего, что связь кредитных и климатических рисков будет отрицательной; после массового перехода – положительной.

У описанного возможного изменения знака связи после перехода есть две сложности: это использование цветных металлов и осуществление самого перехода. Ярким примером первой сложности можно назвать ситуацию с алюминием. С одной стороны, он массово используется для получения «зеленых» источников энергии, включая солнечные батареи. С другой стороны, производства данного цветного металла являются одними из самых «коричневых». Такое противоречие получило название «климатический парадокс алюминия» (Aluminium's Climate Paradox) (Goldman Sachs, 2021). Из него следует гипотеза, что с переходом на «зеленую» энергетику масштабы «коричневых» производств возрастут, причем, возможно, непропорционально выше, чем будет прирост «зеленых» источников. Поэтому при массовом использовании «зеленой» энергетики «коричневые» производства могут сохранить свои надежные позиции как заемщики на рынках капиталов и банковских кредитов. Значит, отрицательная связь кредитных и климатических рисков может сохраниться после перехода на «зеленые» источники энергии.

Вторая сложность заключается в реализации самого перехода. Может оказаться, что регуляторных послаблений для кредитов «зеленым» компаниям и проектам в виде сниженных риск-весов в нормативе достаточности или предоставления льготных процентных ставок может быть недостаточно для осуществления структурной перестройки экономик. Возможным инструментом для ее реализации тогда может стать применение углеродного налога или создание внутристрановой биржи по торговле выбросами. В связи с этим будет полезно понаблюдать за реализацией «Сахалинского эксперимента»

(Интерфакс, 2022) и оценить его эффект. В рамках эксперимента утверждена цена в 1 тыс. рублей с тонны углекислого газа при превышении квоты.

Формализуем исследовательские гипотезы и ответим в работе на следующие вопросы:

- 1) Если применить адекватную спецификацию регрессии, где оценка климатического риска будет зависимой переменной, а кредитного – независимой, то коэффициент перед показателем кредитного риска будет иметь положительный или отрицательный знак (у нас нет цели выявлять причинно-следственную связь)? Если коэффициент статистически отрицателен, то будем говорить, что имеет место обратная (отрицательная) связь между оценками климатического и кредитного рисков.
- 2) Имеет ли место цензурирование данных, то есть случайно выбраны те компании, у которых имеется оценка климатического риска, или не случайно? Если не случайно, то как на основном выводе сказывается корректировка на цензурирование данных? Меняется ли знак зависимости между климатическими и кредитными рисками?
- 3) Определяя наш вклад в литературу на основании двух пунктов выше, нужно ли нам согласиться с выводами Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) о наличии положительной связи между кредитными и климатическими рисками?
- 4) С точки зрения выводов для экономической политики, нужно ли согласиться с подходом Банка Японии, когда «зеленые» проекты (или компании) получают право брать кредиты по льготным (заниженным) процентным ставкам?

Чтобы ответить на поставленные вопросы, организуем работу следующим образом. Далее, в разделе 2, следует обзор литературы. В разделе 3 описаны имеющиеся данные и использованная методология (подробные описательные статистики доступны в Приложении А). В разделе 4 приведены выводы с подробными оценками регрессии, доступными в Приложении В. В разделе 5 содержится заключение с ответами на поставленные вопросы.

## 2. Обзор литературы

Климатический (экологический) риск привлек особое внимание и стал частью аббревиатуры ESG. Для ознакомления со значительным прогрессом в этой области рекомендуется обратиться к книге Бубейкера, Камминга и Нгуена (2019).

В настоящем докладе не стоит задачи подвергать сомнению параметры, которые определяют повестку дня в том, что касается области изменения климата. Тем не менее важно признать высокую степень неопределенности в этой области.

Котликофф, Кублер, Полбин и Шайдеггер (2021) делают прогноз на 200 лет вперед и утверждают, что глобальная температура повысится на 3,6 градуса по Цельсию. В то же время совместные усилия и введение налога на выбросы углерода в размере 27–100 долларов США за тонну выбросов углекислого газа могут привести к тому, что рост температуры вследствие глобального потепления ограничится 2,6 градусами по Цельсию к 2200 году. Повышение температуры, о котором говорят Котликофф, Кублер, Полбин и Шайдеггер (2021), соответствует заявлениям НАСА (2022) о том, что наблюдаемая в настоящее время температура в мире является самой высокой за последние 2000 лет, и Вестерхольда и др. (2020), которые также прогнозируют сохранение тенденции к росту глобальной температуры. С другой стороны, в НАСА (2022) делают заявление на основе анализа глобальной температуры только за последние 120 лет. В то же время Легнером (2022) представлены данные о том, что глобальная температура была приблизительно на 4

градуса по Цельсию выше сегодняшнего уровня 1000–2000 лет тому назад. Его данные также совпадают с данными за 66 миллионов лет, представленными Вестерхольдом и др. (2020), согласно которым глобальная температура снизилась примерно на 16 градусов по Цельсию за этот промежуток времени.

На Международном симпозиуме по вопросам окружающей среды и финансирования энергетики (ISEFI-2022) Анна Крети из Университета Париж-Дофин привела примеры межпоколенных трансфертов, о которых на самом деле думают, когда предлагают какие-либо перераспределения на 200 лет вперед, как это сделали Котикофф, Кублер, Полбин и Шайдеггер (2021). Вместе с тем вспомним лауреата Нобелевской премии по экономике 1994 года профессора Джона Нэша и различие между оптимумом по Парето и равновесием Нэша. Предлагаемое перераспределение на 200 лет вперед – это своего рода желаемый оптимум по Парето, но он не является надежной точкой равновесия. Учитывая срок нахождения у власти политических лидеров в 4–7 лет по результатам выборов, весьма вероятно, что общество перейдет от желаемого оптимума по Парето к нежелательному, но стабильному равновесию Нэша.

Из-за описанной неопределенности в отношении влияния изменения климата на температуру и экономику здесь не дается собственных оценок обоим этим видам риска. Вместо этого использованы внешние источники с общедоступными оценками климатического риска для определения их связи с кредитным риском.

Вопрос о влиянии климатического риска на кредитный риск обсуждался еще в 2017 году в Принципах ответственного инвестирования ООН (UN PRI, 2017, стр. 29). Там утверждается, что углеродоемкие и особенно обремененные долгами проекты менее кредитоспособны, если переход к «зеленым» технологиям происходит поздно и резко. Такое утверждение более относится к переходным рискам, чем непосредственно к долгосрочным эффектам от реализации риска изменения климата.

В своих работах Рудебюш (2021) и Яношик и Вербракен (2021) согласны с тем, что учет климатического риска должен увеличить оценки кредитного риска, то есть повысить вероятность дефолта (PD). Их логика исходит из механики добавления фактора в модель PD, которая никогда ранее не учитывала климатический риск. Однако они не проводят маржинальный анализ, то есть то, какое предельное изменение PD связано с предельным изменением климатического риска. В настоящей работе восполнен этот пробел.

Для этого требуются соответствующие данные. Здесь получен прогресс по сравнению с Дегризом, Гончаренко, Тенишем и Вадашем (2021). Они связали климатический риск с самим фактом раскрытия информации. Не учитывая интенсивность самого воздействия, они называют углеродоемкие, но прозрачные компании «зелеными». В настоящей работе не допущено такого рода ошибки, полагаясь на публичные оценки климатического риска, которые не ограничиваются простым фактом раскрытия информации.

Наиболее близкой к нашей работе является исследование Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020). Авторы обнаружили, что «риск корпоративного дефолта напрямую связан с углеродным следом», т. е. чем выше климатический риск, тем выше и кредитный риск. Однако в качестве предварительного заключения получается прямо противоположный вывод, а именно: чем выше климатический риск, тем ниже кредитный риск. Более подробно рассмотрим причины такого существенного расхождения при обсуждении Таблица 4.

### 3. Данные и методология

Для оценки связи кредитных и климатических рисков берутся данные из общедоступных реестров этих двух видов рисков. Начинаем со списка крупнейших мировых компаний Fortune 2000. Перечень использованных переменных, их описательные статистики и корреляционная матрица доступны в Приложении А (Таблица 5 – Таблица 9).

Первое. Берется информация об оценках кредитного риска. Берем кредитные рейтинги, присвоенные тремя крупнейшими мировыми рейтинговыми агентствами, из Bloomberg («большая тройка»): Standard & Poor's (S&P, SP), Moody's, Fitch. Чтобы сделать данные сопоставимыми, перейдем от порядкового (относительного) измерения риска с точки зрения оценок кредитного рейтинга к оценкам вероятности дефолта (PD). Исходим из исторических долей дефолта для семи верхнеуровневых рейтинговых разрядов из отчетов большой тройки международных рейтинговых агентств: публичных (Moody's, 2018), (S&P Global Ratings, 2019) и непубличных (FitchRatings, 2021).

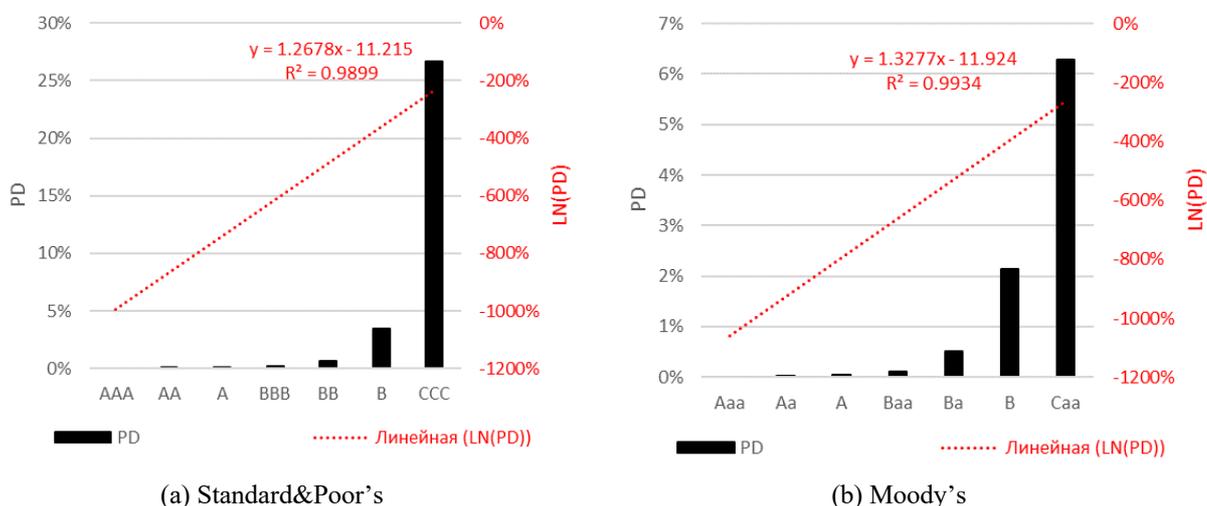


Рисунок. 1. Экстраполяция PD по кредитным рейтингам с использованием исторических показателей дефолта по кредитным рейтингам

Преобразуем оценки уровня дефолта в логарифмическую шкалу, поскольку это базовый принцип при разработке шкалы кредитного рейтинга (Master Scale). Это позволяет нам линейно экстраполировать оценки PD в логарифмах от оценок на уровне разрядов к нотчам. Логика оценки проиллюстрирована на Рисунок. 1. Если у компании несколько кредитных рейтингов, рассчитывается средняя величина PD на основе этих рейтингов.

Примерно для половины компаний, включенных в список, рейтинги кредитного риска от агентств из большой тройки отсутствуют. Тем не менее почти все они имеют упорядоченный рейтинг совокупного кредитного риска от Bloomberg (см. вторую колонку в Таблица 1). Чтобы присвоить PD компаниям, имеющим только рейтинг Bloomberg, оценивается среднее значение PD (см. колонку «Среднее» в Таблица 1) по разряду Bloomberg из доступных значений PD-рейтингов большой тройки на уровне каждой компании.

Проиллюстрируем подход на примере со случайно взятыми компаниями в Таблица 2. Первая компания (Nakuhodo DY Holdings) не имеет рейтингов от агентств большой тройки; у второй (WPP) есть рейтинг от Standard & Poor's (SP); у третьей (AirBus) – от всех трех.

Для третьей компании среднее PD считается по трем значениям, тогда как для второй оно равно доступному значению для одного доступного рейтинга Standard&Poor's.

Таблица 1. Оценки PD по разрядам кредитного рейтинга Bloomberg Composite

#	Blmb_COMP	набл.	Средняя вероятность дефолта (PD) по разряду, п.п.						# набл.	
			S&P	Moody's	Fitch	Среднее	Bloom	Итог	ols7	H6
1	#N/A	10	0.43	0.43	0.39	0.38		0.38	0	0
2	IG1	553	0.15	0.16	0.12	0.15	0.15	0.15	406	541
3	IG2	106	0.21	0.24	0.17	0.24	0.24	0.24	77	105
4	IG3	119	0.23	0.22	0.18	0.21	0.21	0.21	82	116
5	IG4	118	0.30	0.26	0.23	0.28	0.28	0.28	71	117
6	IG5	113	0.26	0.24	0.19	0.24	0.24	0.24	65	110
7	IG6	139	0.42	0.44	0.24	0.42	0.42	0.42	81	139
8	IG7	129	0.30	0.32	0.20	0.30	0.30	0.30	55	122
9	IG8	126	0.40	0.38	0.27	0.36	0.36	0.36	52	116
10	IG9	130	0.60	0.83	1.57	1.06	1.06	1.06	38	116
11	IG10	98	0.71	0.70	0.33	0.61	0.61	0.61	27	83
12	HY1	94	1.01	1.24	0.49	1.04	1.04	1.04	28	80
13	HY2	103	1.04	1.50	0.64	1.04	1.04	1.04	20	76
14	HY3	82	1.22	1.17	0.52	1.03	1.03	1.03	11	55
15	HY4	42	4.78	2.39	8.99	3.66	3.66	3.66	4	25
16	HY5	17	3.23	2.51	1.51	2.70	2.70	2.70	1	13
17	HY6	18	3.76	8.80	1.25	6.01	6.01	6.01	2	11
18	DS1	14	2.68	2.52		3.04	3.04	3.04	0	8
19	DS2	8	2.98	2.93	3.52	2.76	2.76	2.76	0	6
20	DS3	5					3.04	3.04	0	1
21	DS4	2					3.04	3.04	0	1
<b>22</b>	<b>Итого</b>	<b>2030</b>	<b>0.48</b>	<b>0.50</b>	<b>0.44</b>	<b>0.51</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>1020</b>	<b>1841</b>

Примечание: IG – инвестиционная категория; HY – высокодоходная категория; DS – проблемная категория; # набл. – число наблюдений из разряда, участвующих в оценке наилучших спецификаций регрессии: ols7 для МНК и H6 для Хекмана. Детали о расчете рейтинга Bloomberg Composite Credit Rating можно найти в работе (Zhang, 2015, p. 9).

Таблица 2. Пример вычисления PD на доступных данных

1	Компания	1) Hakuholdo DY Holdings	2) WPP	3) Airbus
2	Ticker_Blmb	2433 JP Equity	WPPGF US Equity	EADSY US Equity
3	Ticker_Yahoo	2433.T	WPPGF	AIR.DE
4	SP		BBB	A
5	Moodys			A2
6	Fitch		WD	BBB+
7	Blmb_COMP	IG3	IG3	IG6
8	PD_SP		0.0021	0.0006
9	PD_M			0.0005

1	Компания	1) Hakuholdo DY Holdings	2) WPP	3) Airbus
10	PD_F			0.0012
11	PD_mean		0.0021	0.0008
12	PD_BL	0.0021	0.0021	0.0042
13	PD_fin	0.0021	0.0021	0.0008

Примечание. WD – отзыван; SP – Standard & Poor's, M – Moody's, F – Fitch.

Как можно видеть в строке 4 колонки Bloom в Таблица 1, среднее PD для всех компаний, имеющих рейтинг хотя бы от одного международного кредитного рейтингового агентства и одновременно имеющих рейтинг IG3 от Bloomberg, составляет 0.21%. Поэтому применяемая вероятность дефолта для первой компании (без международного кредитного рейтинга, но с рейтингом IG3 от Bloomberg) равна 0.21%. У третьей компании есть рейтинг IG6 от Bloomberg. Этому рейтингу соответствует среднее значение PD, равное 0.42% (см. строку 7 колонки Bloom в Таблица 1). Однако для третьей компании у нас есть индивидуальные кредитные рейтинги от большой тройки. Поэтому по третьей компании в исследовании будет использовано среднее PD из присвоенных рейтингов большой тройки, а именно 0.08% (см. строку 13 в Таблица 2). Можно было бы сразу использовать исторические уровни дефолтов для рейтингов Bloomberg, но доступа к таким данным по разрядам Bloomberg нет.

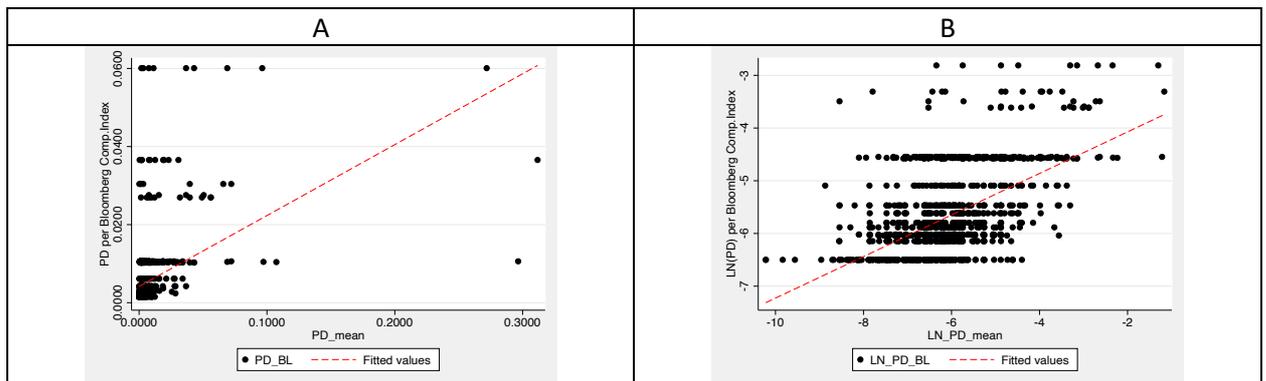


Рисунок 2. Оценки кредитного риска по большой тройке агентств ( $PD\_mean$ ) согласуется с рейтингом Bloomberg

В целом видно, что – по построению – присвоенные по разрядам Bloomberg значения PD согласуются со значениями PD от большой тройки, (см. Рисунок 2). Корреляция в уровнях PD равна 43% (см. часть А на Рисунок 2), а для логарифмов PD равна 54% (см. часть В на Рисунок 2). В среднем можно подтвердить стилизованный факт, что, чем крупнее компания с точки зрения совокупных активов, тем ниже у нее значение PD (см. Рисунок 3).

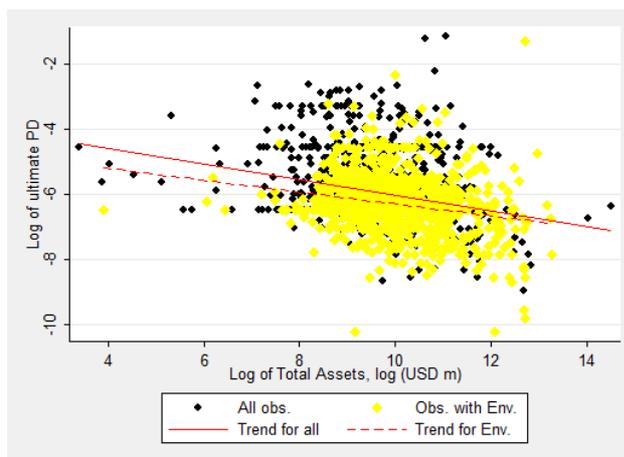


Рисунок 3. Более крупные компании, как правило, оцениваются как более кредитоспособные

Второе. Взятые данные об оценках климатических (экологических) рисков, представленные на веб-сайте [finance.yahoo.com](https://finance.yahoo.com). В специальном разделе «Устойчивое развитие» (Sustainability) содержится соответствующая информация для многих котирующихся на бирже компаний. Оценка климатического риска по состоянию на последнюю доступную дату предоставляется компанией Sustainalytics (2021). В ней учитываются различные события, которые могут спровоцировать реализацию климатического риска. Одновременно данная оценка не является и не должна путаться с мерой системного риска. Что еще более важно: доступный показатель климатического (экологического) риска сопоставим между отраслями, как утверждают разработчики. Это весьма полезно для нас, поскольку PD также является показателем, сопоставимым для компаний разных отраслей, а также внутри одной отрасли.

Используя оценки климатического риска от Sustainalytics, «зелеными» компаниями будем считать те, у которых наименьшие значения такой оценки, тогда как «коричневыми» – компании с наибольшей оценкой. Подчеркнем выгоды от использования оценки от Sustainalytics. Она не измеряет полноту раскрытия информации о климатическом риске, но указывает на интенсивность подверженности климатическому риску в целом. Хотя компания Sustainalytics (как и агентства большой тройки) не раскрывают подробную методологию рейтингования (включая веса факторов), оценка от Sustainalytics – это не оценка переходного риска (риска перехода, transition risk), а это целостная характеристика подверженности компании климатическому риску.

Имеющиеся данные не ограничиваются климатическим риском. Они дают оценку всех трех параметров ESG, а также общую оценку ESG-рисков (см. Рисунок 4). Для информации проиллюстрируем взаимозависимости оценок риска по различным измерениям на Рисунок 5.

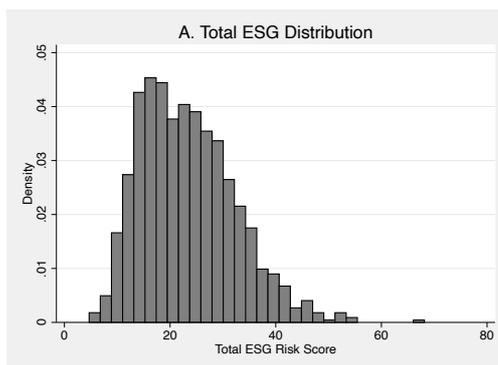


Рисунок 4. Значения общего ESG-балла распределены между 5 и 55 при потенциальном максимуме в 100 баллов

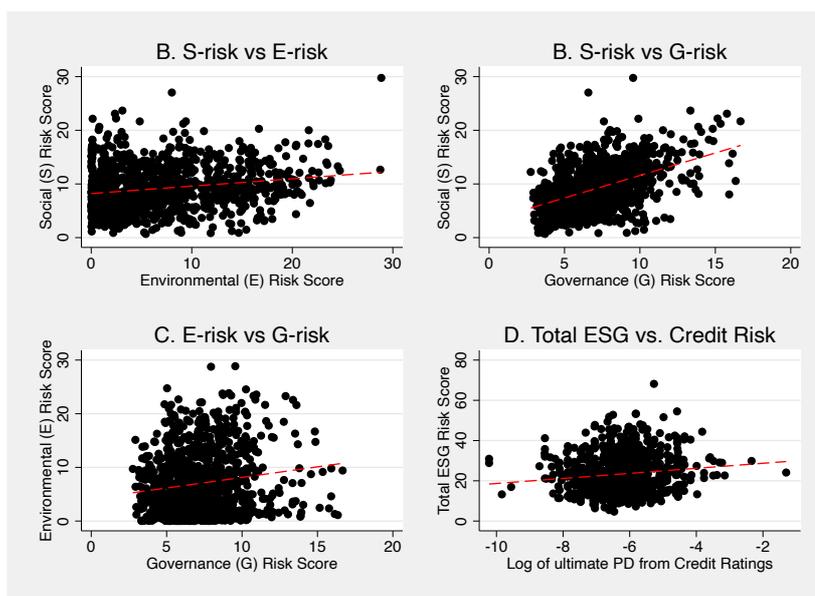


Рисунок 5. Три параметра ESG-рисков в значительной степени и в относительном отношении являются взаимозависимыми, в то время как общий ESG-балл в среднем положительно связан с оценками кредитного риска

Однако у этих данных есть одна специфическая особенность. Хотя все компании входят в список крупнейших компаний мира Fortune 2000, только половина из них получили оценки климатического риска от компании Sustainalytics. Точнее, компаниям с более низким значением PD с большей вероятностью будет присвоена оценка климатического риска (см. Рисунок 6). Такая заметная особенность в данных называется цензурированием. Цензурированные наблюдения не имеют значений зависимой переменной (оценки климатического риска в нашем случае). Нужно использовать оценку климатического риска в качестве зависимой переменной, но есть пропуски для половины наблюдений. По своей конструкции эта ситуация указывает, что нам стоит использовать модель отбора Хекмана, поскольку такое цензурирование данных может носить неслучайный характер.

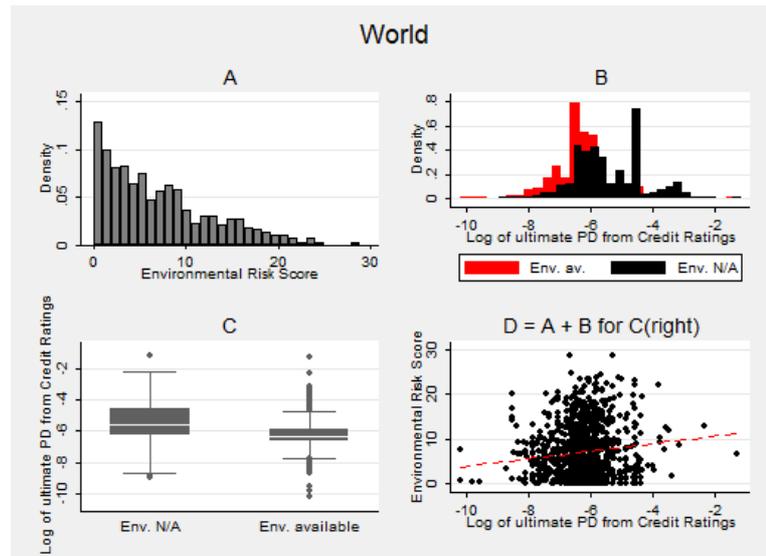


Рисунок 6. Половина крупнейших компаний мира располагают оценкой экологического риска из числа тех, которые входят в список Fortune 2000. Для них экологический риск наиболее сконцентрирован в диапазоне низких значений

Наше первое наблюдение заключается в том, что общий балл ESG и оценка климатического риска прямо связаны с оценками кредитного риска (см. разделы D на Рисунок 5 и Рисунок 6). Напомним, что это зависимость от средней величины, которая не учитывает специфику отрасли и региона. Более того, соответствующая парная корреляция низка (+13%, см. Таблица 9). Таким образом, уже на текущем этапе нам не стоит впадать в заблуждение и распространять утверждение о положительной связи климатического и кредитного рисков.

Для грамотного изучения связи климатических и кредитных рисков оценивается модель линейной регрессии, аналогично подходу, используемому Хорни, Манганелли и Моджону (2018), для декомпозиции кредитных спредов по суверенным еврооблигациям, методом наименьших квадратов (МНК, OLS):

$$E - Risk_{isr} = \beta_0 + \theta_1 \cdot LN(TA_{isr}) + \beta_1 \cdot LN(PD_{isr}) + \sum_{s=1}^S \beta_{1+s} \cdot D_s + \sum_{r=1}^R \beta_{1+s+r} \cdot D_r + \sum_{s=1}^S \beta_{1+s+R+s} \cdot D_s \cdot LN(PD_{isr}) + \sum_{r=1}^R \beta_{1+2S+R+r} \cdot D_r \cdot LN(PD_{isr}) + \varepsilon_{isr},$$

где использованы следующие обозначения:  $i$  – компания ( $I=2030$ ),  $s$  – сектор ( $S=14$ ),  $r$  – регион ( $R=11$ );  $E$ -Риск – оценка климатического риска от компании Sustainalytics, загруженная в середине января 2022 года;  $LN(TA_{isr})$  – размер компании (логарифм совокупных активов);  $D_k$  – фиктивная переменная, которая принимает значения единицы, если она соответствует  $k$ -ому атрибуту (сектору или региону). Добавлены произведения (interactions) логарифма PD и фиктивных показателей для дифференциации углов (признак взаимосвязи климатического и кредитного рисков) по регионам ( $D_r \cdot LN(PD_{isr})$ ) и секторам ( $D_s \cdot LN(PD_{isr})$ ).

Однако, недостатком вышеприведенной МНК-оценки является не учет неслучайного цензурирования данных. Модель Хекмана это учитывает. Модель Хекмана была впервые заявлена в работах (Heckman, 1976), (Heckman, 1979). Основной принцип модели состоит в том, чтобы скорректировать оценки коэффициентов, когда цензурирование данных имеет неслучайную природу. Точнее, когда отсутствие данных о зависимой переменной может

определяться конкретными факторами. Каноническим примером является поиск факторов, определяющих уровень зарплаты, или оценка так называемого уравнения Минцера (Mincer) (Heckman, Lochner, & Todd, 2006), (Belzil, 2008). Традиционными факторами считаются опыт работы, возраст. Однако зарплата не наблюдается (не фиксируется) для неработающих. Тем не менее это не означает, что неработающие не заслуживают определенного уровня вознаграждения, если бы они были заняты. Неучет характеристик и навыков безработных может приводить к искажению оценок коэффициентов. В нашем случае, можно заметить, что оценки климатического риска чаще присваиваются более надежным компаниям (тем, у которых ниже PD).

Для оценки модели Хекмана необходимо оценить два уравнения. Первое уравнение ниже называют основным (уравнением отклика, response,  $H\_resp$ ). Оно практически полностью воспроизводит уравнение для МНК-спецификации.

$$E - Risk_{isr} = \beta_0 + \beta_1 \cdot LN(PD_{isr}) + \sum_{s=1}^S \beta_{1+s} \cdot D_s + \sum_{r=1}^R \beta_{1+s+r} \cdot D_r + \sum_{s=1}^S \beta_{1+s+R+s} \cdot D_s \cdot LN(PD_{isr}) + \sum_{r=1}^R \beta_{1+2s+R+r} \cdot D_r \cdot LN(PD_{isr}) + \varepsilon_{isr}$$

Первое уравнение дополняется вторым (вспомогательным, уравнением отбора, selection,  $H\_select$ ). На вход модели Хекмана подается зависимая переменная с оценками климатического риска ( $E - Risk_{isr}$ ), содержащая пропуски (для сравнения: в МНК подавались только данные без пропусков). Алгоритм самостоятельно создает вспомогательную фиктивную переменную (индикатор) ( $I\{E - Risk_{isr} <>\}$ ), которая принимает значение единицы при наличии значения зависимой переменной. Иначе, индикатор принимает значение ноль. Формально ниже представлено второе уравнение (отбора).

$$I\{E - Risk_{isr} <>\} = N \left( \beta_0 + \theta_1 \cdot LN(TA_{isr}) + \beta_1 \cdot LN(PD_{isr}) + \sum_{s=1}^S \beta_{1+s} \cdot D_s + \sum_{r=1}^R \beta_{1+s+r} \cdot D_r + \sum_{s=1}^S \beta_{1+s+R+s} \cdot D_s \cdot LN(PD_{isr}) + \sum_{r=1}^R \beta_{1+2s+R+r} \cdot D_r \cdot LN(PD_{isr}) + u_{ijt} \right)$$

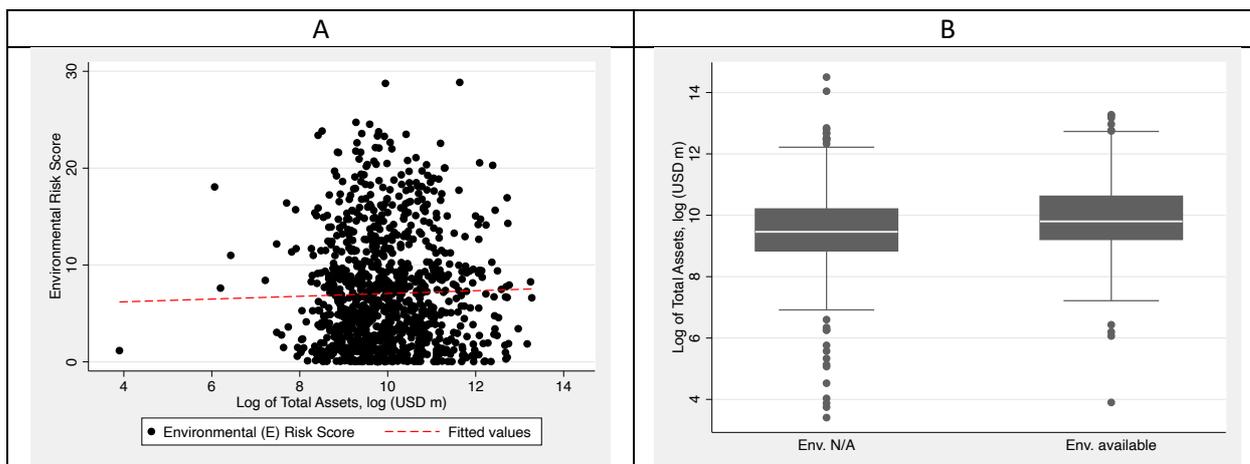


Рисунок 7. Размер компании (логарифм совокупных активов,  $LN\_TA$ ) практически не связан с оценкой климатического риска. При этом факт наличия такой оценки более вероятен для более крупных по размеру компаний

Разница между основным и вспомогательным уравнениями состоит в наличии логарифма совокупных активов ( $LN(TA_{isr})$ ) в уравнении отбора. Причина включения переменной только во второе уравнение – это практически отсутствующая связь размера компании и оценки климатического риска (см. часть А на Рисунок 7), но наличие ее связи с самим фактом наличия такой оценки (см. часть В на Рисунок 7). Соответствующие корреляции равны +3% и +19% (см. Таблица 9).

Принципиальная новация модели Хекмана – это связь двух уравнений. Если цензурирование (отсутствие данных) неслучайно, то должна быть связь между ошибками (остатками, шумом) двух уравнений, а именно между  $\varepsilon_{isr}$  и  $u_{ijt}$ . Хекман использовал показатель корреляции для учета такой связи. Здесь требуется вспомогательный статистический тест, чтобы убедиться в наличии корреляции. Нулевой гипотезой теста является отсутствие корреляции (ее равенство нулю). Это означает, что связи между ошибками в терминах модели Хекмана нет. Тогда достаточно применить МНК и соответствующую спецификацию. Если корреляция статистически значимо отличается от нуля, то модель Хекмана нужно предпочесть МНК-спецификации.

Модель оценивается, используя полную выборку, следуя обоснованию основателя теста Дибольта – Мариано (Дибольт, 2015). Его основной аргумент заключается в том, что всегда можно стратегически подобрать лучшую модель и получить высшую псевдопрогнозируемость, разделив данные на обучающие и тестовые (валидационные) подвыборки. Он настаивает на том, что байесовские принципы обновления также основаны на оценке полной выборки. Именно поэтому не разбиваются исходные данные на тренировочные и тестовые подмассивы.

Эндогенность не является проблемой в нашем анализе по построению. Прежде всего международные кредитные рейтинговые агентства не учитывают климатический риск в своих моделях. Для этого у них есть отдельные продукты. Например, одно из агентств большой тройки запустило коммерческий продукт под названием «Климатическая и кредитная аналитика» (Climate Credit Analytics) (S&P Global, 2021). Это отдельные рейтинги относительно традиционных, использованных в настоящем исследовании. Поэтому ключевой аргумент против эндогенности – это ее отсутствие по построению данных. Во-вторых, Sustainalytics – слишком маленькая компания, чтобы ее рассматривали гиганты из списка Fortune 2000. Оценки климатического риска не входят в перечень

финансовых целей руководителей компаний. Вместо этого они должны отражать особенности производственного процесса компании. Вместе с тем в отношении ценообразования кредитных продуктов может существовать определенная связь. Подчеркиваем: нас не интересует ни анализ воздействия, ни причинно-следственные связи, то есть то, как климатический риск влияет на PD (хотя упоминались работы Рудебюша (2021) и Яношика и Вербракена (2021), которые утверждают, что оценки PD имеют тенденцию к росту после учета климатического риска). Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы проследить связь, которую можно учитывать при определении цены кредита и, говоря более конкретно, когда или если будем разрабатывать программы субсидирования кредитов для «зеленых» отраслей промышленности и «зеленых» проектов.

Дополнительно отметим, что с методологической точки зрения реализации климатического риска целесообразно рассматривать на более длительном горизонте. Реализации же кредитного наблюдаются на более коротком горизонте. Однако если кредитные убытки можно фиксировать по конкретной компании, то связи реализации климатического риска с конкретными компаниями отсутствуют. Поэтому на текущем этапе исследования невозможно учесть разность горизонтов реализации кредитного и климатического рисков.

#### 4. Эмпирические данные

Спецификация  $ols7$  выбирается как наилучшая среди МНК. У нее наивысший коэффициент детерминации в 84%. Он не настолько высок, чтобы указывать на кажущуюся (*spurious*) регрессию. Одновременно он не настолько низок, чтобы говорить о наличии пропущенных переменных. Для сравнения регрессия оценок климатического риска на логарифмы совокупных активов и PD имеет коэффициент детерминации только около 1% (это спецификация  $ols1$ , которая не включена в Таблица 10 из-за своей низкой информативности, но может быть показана при необходимости). Спецификация  $ols7$  предпочитается перед  $ols6$ , поскольку в первой – только статистически значимые переменные. Адекватный уровень коэффициента детерминации и статистическая значимость коэффициентов позволяет нам интерпретировать значения коэффициентов, не ограничиваясь их знаком.

Читатель может задаться вопросом, не смещает ли оценки коэффициентов неравномерное распределение наблюдений по регионам (Таблица 8) или по секторам (Таблица 7). Например, для Индии есть чуть более 40 наблюдений, тогда как по США их примерно 600 штук. Чтобы успокоить читателя, вспомним описанную статистическую адекватность оцененных спецификаций. Более того, у нас имеется достаточное число степеней свободы (900 для МНК и более 1700 для Хекмана). Это гарантия, что не будет эффектов скачка (*cliff effects*), т.е. существенных изменений исходящих результатов при изменении входящих данных (незначительном их расширении или сужении).

Для имеющихся данных, отвергается нулевая гипотеза о независимости ошибок в двух уравнениях Хекмана (см. показатель  $\rho$ , равный +78%, и соответствующее нулевое значение  $p$ -value в спецификации  $H6$  из Таблица 11). Это подтверждает наличие цензурирования данных, то есть пропуски в данных об оценках климатического риска имеют неслучайный характер. Наиболее надежные и более крупные компании чаще имеют оценки климатического риска от Sustainalytics. Поэтому модель Хекмана предпочтительнее, чем МНК.

Спецификация Н6 является наилучшей среди моделей Хекмана. В ней самая значимая корреляция ошибок двух уравнений. Константа (пересечение) исключалась как в спецификациях Н5, так и Н6, но в Н5 корреляция была незначима. После сохранения только статистически значимых переменных в спецификации Н6 корреляция стала статистически значимой. Данный результат дополнительно подтверждает, что не оправдано стремиться всегда включать в модель все возможные переменные.

Таблица 3. Сравнение числа наблюдений в моделях МНК и Хекмана

		Иные данные	Набор для модели МНК (ols7)	
		0	1	ВСЕГО
Иные данные	0	172	17	189
Набор для модели Хекмана (Н6)	1	838	1003	1841
	<b>ИТОГО</b>	<b>1010</b>	<b>1020</b>	<b>2030</b>

В Таблица 3 приведено сравнение выборок для МНК и модели Хекмана. Во всей выборке – 2030 наблюдений. Оценки климатического риска доступны для 1020 компаний. Этот массив – основа для оценки МНК в спецификации ols7. Однако в 17 наблюдениях нет данных о совокупных активах. Поэтому из данных с оценками климатического риска в модель Хекмана идет  $1020 - 17 = 1003$  наблюдения. Дополнительно к ним включаются 838 наблюдений без оценок климатического риска, но с непропущенными данными о совокупных активах. Поэтому модель Хекмана (Н6) включает  $1003 + 838 = 1841$  наблюдение.

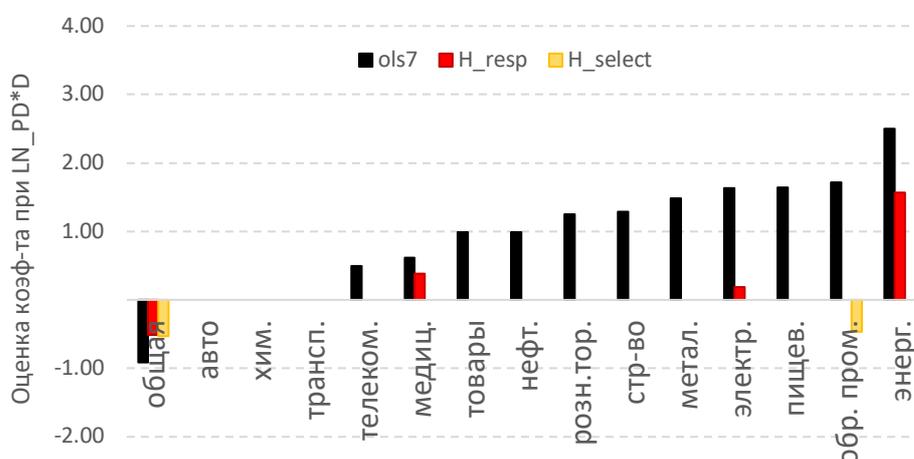


Рисунок 8. Связь кредитных и климатических рисков является положительной для энергетического сектора, в то время как в целом она отрицательна при прочих равных условиях

Примечание. Здесь наилучшая модель МНК – это ols7 из Таблица 10 и Хекмана (H\_resp, H\_select) – это спецификация Н6 из Таблица 11.

Оценки регрессий представлены на Рисунок 8 и Рисунок 9. Что касается Хекмана, то представлены коэффициенты как из уравнений отклика (H\_resp), так и из уравнений отбора (H\_select) для спецификации Н6. На Рисунок 8 приведены результаты по секторам, а на Рисунок 9 – по регионам. Детали доступны в Приложении В (см. Таблица 10 для МНК и Таблица 11 для Хекмана). На рисунках приведены коэффициенты перед произведениями

LN(PD) с индикаторами сектора и региона. Статистически незначимые коэффициенты представлены как нули.

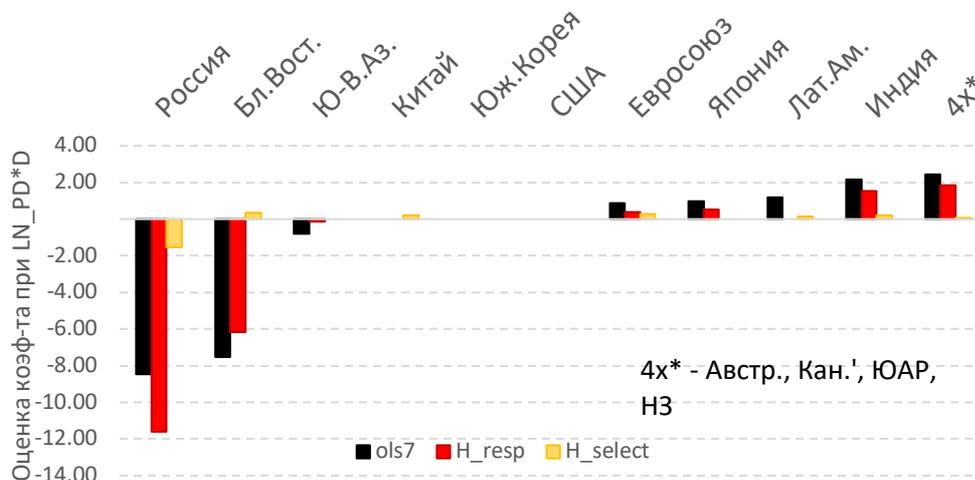


Рисунок 9. Страны – экспортеры нефти демонстрируют отрицательную связь кредитных и климатических рисков, в то время как для Индии, ЮАР, Новой Зеландии, Австралии и Канады она является положительной (последние четыре страны объединены в группу и обозначены как 4x\*)

Примечание. Здесь наилучшая модель МНК – это ols7 из Таблица 10 и Хекмана (H\_resp, H\_select) – это спецификация H6 из Таблица 11.

Даже при использовании модели OLS прослеживается отрицательную зависимость климатических и кредитных рисков при прочих равных условиях (см. «Общая» на Рисунок 8). Применение модели Хекмана позволяет в некоторой степени разделить общее влияние OLS на две в основном равные части (оценки коэффициентов). Первая половина отрицательной связи проистекает из уравнения отбора Хекмана, то есть из того факта, что компании с более низким PD имеют оценку климатического риска. Вторая половина исходит из уравнения отклика Хекмана. Более того, при применении модели Хекмана большая часть отраслевой специфики исчезает. Единственная существенная положительная связь между климатическими и кредитными рисками остается для энергетического сектора при прочих равных условиях.

Что касается стран, то на Рисунок 9 отчетливо прослеживаются три тенденции. Во-первых, есть страны, которые не оказывают особого влияния на связь между климатическими и кредитными рисками. Это США, Китай, Южная Корея и некоторые страны Юго-Восточной Азии. Во-вторых, есть страны с более выраженным положительным дополнением к взаимозависимости кредитных и климатических рисков. Это страны Европейского союза и Латинской Америки, Япония, Индия, Австралия, Канада, ЮАР и Новая Зеландия. В-третьих, существует группа стран – экспортеров нефти (включая Россию), которые вносят значительный отрицательный вклад в связь между климатическими и кредитными рисками.

Чтобы количественно интерпретировать полученные коэффициенты, нужно вспомнить, что в использованных спецификациях есть логарифм независимой переменной (PD), тогда как зависимая представлена в уровнях (без логарифма). Поэтому коэффициент отражает относительное изменение в PD, а не абсолютное. Возьмем для примера коэффициент -6 для стран Средней Азии из Рисунок 9. Представим две гипотетические компании из этого региона с PD, равными 10% и 11.5%. Абсолютная разница составляет 1.5 п.п., относительная – 15%. Поэтому вторая компания с PD в 11.5% должна иметь оценку климатического риска на  $15\% * -6 \sim -0.84$  пункта ниже, чем первая (знак приближения

использован, потому что расчет проводится через логарифмическое преобразование, откуда и происходит разница с непосредственным произведением двух множителей). Если у первой компании с PD в 10% оценка климатического риска составляла 10 пунктов, то можно ожидать, что у второй компании такая оценка будет равна  $10.00 - 0.84 = 9.16$ .

Если же необходимо получить общую (совокупную, агрегированную) оценку для связи климатического и кредитного рисков, необходимо просуммировать все применимые коэффициенты. Рассмотрим в качестве примера сектор строительства в Японии. В основном уравнении отбора модели Хекмана в спецификации H6 из Таблица 11 (основной) коэффициент перед логарифмом вероятности дефолта равен  $-0.5$ . Коэффициент при произведении логарифма PD и индикатора сектора (PD\_S3) равен  $+0.2$ . Коэффициент для его произведения с индикатором страны (PD\_R4) примерно составляет  $+0.5$ . Таким образом, их сумма будет  $-0.5 + 0.2 + 0.5 = +0.2$ . Это означает, что связь климатических и кредитных рисков в секторе строительства Японии целесообразно воспринимать как положительную. Если распространить программу льготного кредитования Банка Японии на данный сектор страны (хотя нужно помнить, что Банк Японии фокусировался только на МСП), то программа будет уместна. Кредитование более «зеленых» строительных компаний в Японии может быть дешевле, поскольку связанные с таким кредитованием кредитные риски ниже ввиду выявленной положительной связи климатических и кредитных рисков для данного сектора в Японии.

Для сравнения: нельзя сделать аналогичного вывода для строительных компаний Китая. Страновой коэффициент (PD\_R1) в данном случае равен нулю. Сумма применимых коэффициентов составляет:  $-0.5 + 0.2 + 0.0 = -0.3$ . Поэтому льготное кредитование более «зеленых» строительных компаний в Китае будет разрушать финансовую стабильность страны. Здесь можно вспомнить пример с компанией Evergrande (The Economist, 2021). С точки зрения климатического риска данная компания была более «зеленая», чем средний уровень по сектору. Соответствующие оценки риска для компании и сектора равны 6.65 и 7.45 пункта. Однако у компании наивысшая вероятность дефолта на уровне 27%, исходя из доступного рейтинга Moody's на момент выгрузки данных. Таким образом, получается, что оценка климатического риска для компании Evergrande ниже среднего, а кредитного – много выше среднего. Такое наблюдение соответствует отрицательной связи климатических и кредитных рисков с общим коэффициентом  $-0.3$ .

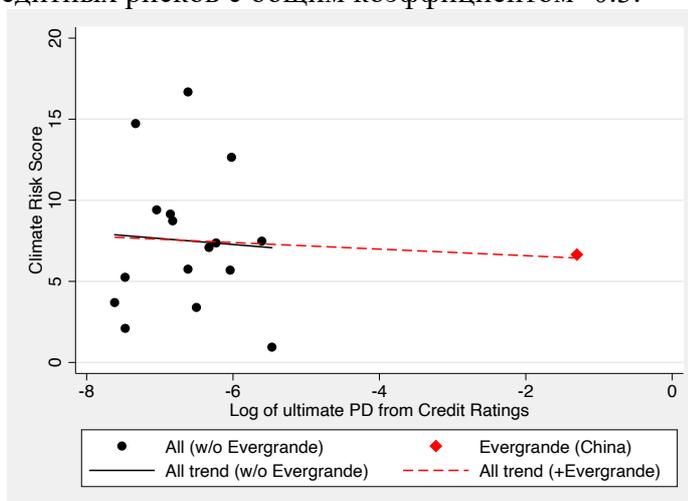


Рис. 10. Взгляд на строительный сектор Китая: соотношение климатических (OY) и кредитных (OX) рисков.

Примечание. w/o – без (исключая).

Хотя читатель мог бы захотеть отнести компанию Evergrande к числу выбросов на основании высокого значения вероятности дефолта, наблюдение по этой компании идеально ложится на линию тренда для строительных компаний в Китае на Рис. 10 (сравните практически сливающиеся сплошную черную линию и пунктирную красную, исключая и включающие компанию Evergrande соответственно). Поэтому считаем, что ситуация с компанией Evergrande является дополнительным косвенным подтверждением корректности полученных выводов.

Таким образом, было показано, что на исторических данных связь климатических и кредитных рисков является отрицательной, хотя в работе Капассо и др. (2011) сделано утверждение о положительной. Вспомним, что использование сценариев об изменении климата или изменении в использовании «зеленой» энергетики в будущем может изменить выводы и указать на положительную связь рисков. Однако ни в работе Капассо и др. (2011), ни в настоящей работе не использованы перспективные сценарии. В обеих работах использованы исторические данные, но получены противоположные выводы. Давайте обобщим различия между двумя работами в Таблица 4.

Таблица 4. Различия в результатах обусловлены использованием ненаблюдаемых (не поддающихся проверке) данных в альтернативных исследованиях

№	Параметр сравнения для	(Capasso, Gianfrate, & Spinelli, 2020)	Настоящее исследование
1	Прокси климатического риска	Выбросы CO <sub>2</sub>	Оценка климатического (экологического) риска по Sustainalytics.com
2	Осведомлены о данных Sustainalytics	Да, но не используем их	Да, используем их напрямую
3	Учет цензурирования климатических данных	Нет	Да
4	Прокси климатического риска	Оценки PD на основе итеративной структурной модели	PD от ведущих мировых рейтинговых агентств
5	Связь климатических и кредитных рисков (результат/вывод)	Положительная	Отрицательная

Первое. Еще раз подчеркиваем, что в настоящей работе использованы общедоступные данные (например, оценки климатического риска от компании Sustainalytics.com), которые фактически используются при принятии решений (например, кредитные рейтинги составляют основу регулирования достаточности банковского капитала во всем мире после введения в действие Соглашения Базель II Базельским комитетом в 2004 году). Напротив, Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) предпочитают иметь дело со своими собственными оценками, которые в лучшем случае читатель может попытаться воспроизвести, но которые не используются в обычной банковской деятельности ни банками, ни регуляторами.

Второе. Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) используют показатель выбросов углекислого газа как индикатор климатического риска, хотя признают компанию Sustainalytics.com в качестве альтернативного источника данных. Однако они ограничиваются ссылкой на статью Буша, Джонсона и Пиоча (2020) с сообщением о том, что данные компании Sustainalytics.com коррелирует с данными по выбросам CO<sub>2</sub>, но предпочтение следует отдавать именно выбросам CO<sub>2</sub>.

В такой перекрестной ссылке есть несколько недостатков. Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) со всей очевидностью не проводят сравнительного анализа оценок климатического риска, по крайней мере с точки зрения относительного ранжирования. Не вызывает сомнения, что выбросы CO<sub>2</sub> и оценки климатического риска могут коррелировать в низкой степени. Например, об этом говорилось в отношении ESG-оценок и данных о CO<sub>2</sub> в докладе Бруннермайера (2022, min 25). Однако само понятие ESG не ограничивается только климатическим риском, но включает в себя социальные и управленческие аспекты. Вот почему естественно, что ESG является плохим прокси климатического риска, и нужно использовать исключительно параметр «Е». Более того, недавнее исследование Дрейфуса, Сюй, Шинделла, Цальке и Раманатана (2022) показывает, что учитывать только CO<sub>2</sub> явно недостаточно. На CO<sub>2</sub> приходится в лучшем случае половина вклада в изменение климата, в то время как другие газы, такие как метан и озон, определяют вторую половину. Поэтому ограничение исследования исключительно CO<sub>2</sub> дает только нерепрезентативную картину (в лучшем случае соответствующую половине существенных вкладов). Таким образом, в определении климатического риска кроется первая причина отклонения, то есть использование нерепрезентативных данных о выбросах углерода.

Третье. Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) упускают из вида цензурирование данных, что является также вероятным для выбросов CO<sub>2</sub>. Для такого учета требуется модель Хекмана, но Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) ее не используют. В текущей работе данное упущение устранено.

Четвертое. Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) отходят от структурной модели кредитного риска, представленной в работе Мертона (1974). Идея состоит в том, чтобы определить PD как вероятность того, что стоимость активов компании будет ниже стоимости ее обязательств. Однако авторы не сравнивают свои оценки PD с теми, которые вытекают из кредитных рейтингов ведущих мировых рейтинговых агентств. Таким образом, возникает вторая причина расхождения, а именно собственные оценки кредитного риска.

Пятое. Видно, что Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) используют полурепрезентативные данные о климатическом риске и сравнивают их с собственными оценками кредитного риска. Неудивительно, что их результаты демонстрируют положительную зависимость климатических и кредитных рисков. Таким образом, наш основной вклад заключается в демонстрации отрицательной связи климатических и кредитных рисков и показе неадекватности подхода и некорректности общих выводов Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020). Справедливости ради нужно признать, что в конкретных случаях – например, для Японии и энергетического сектора – такая положительная связь климатических и кредитных рисков может существовать.

## 5. Заключение и обсуждение

Используя данные о климатическом риске от Sustainalytics и от международных кредитных рейтинговых агентств, показано, что существуют три группы стран, которые вносят либо положительный, либо отрицательный, либо нейтральный вклад в связь климатических и кредитных рисков. На отраслевом уровне только энергетический сектор характеризуется положительной надбавкой. Такая положительная надбавка свидетельствует, что при прочих равных условиях более высокий климатический риск связан с более высокими оценками

кредитного риска. Это означает, что действительно можно предлагать кредиты компаниям более экологичного энергетического сектора по более низким процентным ставкам.

Точно так же можно судить о корректности мер экономической политики Банка Японии в отношении льготного кредитования более «зеленых» проектов. В связи с выявленной «положительной» спецификой Японии на страновом уровне может быть целесообразно субсидировать более экологичные проекты в Японии. Однако, когда оценочная зависимость между климатическими и кредитными рисками для региона и/или сектора «отрицательна», такой льготный режим для более экологичных проектов подразумевает накопление кредитного риска для кредитных организаций.

Напомним читателю о возможных ограничениях такой аргументации. Банк Японии фокусировался на МСП-проектах, а не на крупных компаниях. Поэтому для МСП связь кредитных и климатических рисков может быть выше в силу более высоких кредитных рисков МСП. К сожалению, отсутствует потенциальная база данных по МСП для проверки такой гипотезы. Более того, в нашем распоряжении есть только реализации кредитного риска, тогда как реализации климатического риска напрямую не привязываются к конкретной компании.

Чтобы более формально обобщить полученные результаты, ответим на поставленные в начале работы вопросы:

- 1) Да, обнаружен отрицательный знак для (основного) коэффициента перед логарифмом вероятности дефолта ( $LN\_PD$ ). Знак сохраняется при добавлении индикаторов секторов и регионов, равно как и их произведений с логарифмов  $PD$ . Коэффициенты при индикаторах имеют разные знаки. Поэтому можно выделить секторы и страны, где при прочих равных стоит говорить о положительном или отрицательном вкладе в общую отрицательную связь кредитных и климатических рисков. Чтобы оценить эффект (связь климатических и кредитных рисков) для конкретного сектора в интересующем регионе, необходимо просуммировать коэффициенты при применимых индикаторах и при основном коэффициенте. Нам не удалось обнаружить сектор, который мог бы перевесить отрицательную связь кредитных и климатических рисков для нефтеэкспортирующих регионов. Для них такая связь – самая отрицательная в абсолютном выражении. Таким образом, раз знак основного коэффициента отрицателен, то делаем вывод об отрицательной связи кредитных и климатических рисков.
- 2) Да, получилось обнаружить цензурирование данных. Из двух тысяч наблюдений по крупнейшим компаниям в мире только по половине из них есть оценки климатического риска, из которых 40% сконцентрированы в наилучшей инвестиционной категории (IG1) согласно классификации Bloomberg. Более того, такое цензурирование подтверждено статистическими тестами. При применении модели Хекмана корреляция ошибок двух уравнений составила 78%. Поэтому модель Хекмана была предпочтена модели МНК. Применив модель Хекмана (то есть учтя цензурирование), обнаружено, что положительный вклад в связь кредитных и климатических рисков на уровне отраслей, выявленный через МНК, практически полностью пропал. Единственный сектор, для которого сохранилась положительная поправка – это энергетический. Однако специфика нефтеэкспортирующих стран перевешивает положительный вклад энергетического сектора, давая в итоге отрицательную оценку связи кредитных и климатических рисков для таких стран.

- 3) В работе доказано, что для основного коэффициента, характеризующего связи кредитных и климатических рисков, знак отрицателен. Поправка на цензурирование данных практически обнулила положительные поправки на уровне отраслей. Поэтому можно утверждать, что для крупнейших компаний в мире характерна отрицательная связь кредитных и климатических рисков. Из этого можно заключить, что выводы работы Капассо, Джанфрате и Спинелли (2020) о положительной связи кредитных и климатических рисков нужно воспринимать с большой долей скептицизма. Знак интересующей связи рисков существенно зависит от использованных данных о рейтингах и подходов к моделированию. Иногда связь может быть действительно положительной, но регулятор не должен слепо ожидать ее во всех случаях. Как показано в настоящей работе, намного чаще связь отрицательна.
- 4) С точки зрения выводов для экономической политики, можно согласиться в принципе с подходом Банка Японии по льготному кредитованию «зеленых» проектов в Японии. В Японии можно говорить о положительной связи кредитных и климатических рисков при прочих равных. Более того, такая страновая поправка по масштабу сопоставима с оценкой основного коэффициента. Поэтому для Японии высоко вероятно, что связь рисков положительна. Опять же вспомним ограничение, что здесь рассмотрены крупнейшие компании, а Банк Японии вел речь о МСП. Однако, второй наилучший подход, доступный здесь, подтверждает логику Японии (притом что первым наилучшим было бы изучить базу данных по МСП, если такая существует). При этом в иных странах субсидирование процентных ставок по кредитам на реализацию «зеленых» проектов может привести к росту кредитных рисков, как было с кредитованием МСП в ПВР-подходе Базеля II.

В дополнение к рассмотренным выше эконометрическим данным отметим, что наши выводы подтверждаются фактами. Прежде всего следует указать на то, что причина более низкого кредитного риска «коричневых» компаний и проектов вполне естественна. Чаще всего «коричневая» компания это та, которая достаточно хорошо зарекомендовала себя на рынке. В отличие от «зеленых» проектов и «зеленых» компаний, «коричневые» уже располагают стабильными денежными потоками. Они фактически выплачивают дивиденды (имеют высокие дивиденды на акцию, DPS), в то время как часть «зеленых» компаний (например, представляющие сектор информационных технологий) имеют только высокую прибыль на акцию (EPS), вообще не выплачивая дивидендов с момента их создания, несмотря на высокое качество предоставляемых услуг. Данный вывод является закономерным следствием ограничения исследования, когда используются только исторические данные. Если бы были использованы сценарии о будущем, то, возможно, получилось бы прийти к оценке положительного знака между кредитными и климатическими рисками.

Поэтому уменьшение процентной ставки по кредитам для «зеленых» компаний может появиться только тогда, когда переход от потребления «коричневых» товаров и услуг к «зеленым» приобретет систематический характер. Иначе, полученные в настоящей работе выводы могут дать регулятору первую рекомендацию о том, для каких регионов и секторов снижение процентной ставки по кредиту может быть оправдано (где кумулятивный эффект положителен, как в Японии) или где, наоборот, ставку по кредиту стоит увеличить (когда эффект отрицателен, как в строительной сфере Китая).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. Использованные данные

Таблица 5. Список использованных переменных

#	Переменная	Определение	Ед.изм.	Источник
1	Total_ESG	Общий ESG балл	пункты	Sustainalytics
2	Environm	Балл экологического (климатического) риска	пункты	Sustainalytics
3	Social	Балл социального риска	пункты	Sustainalytics
4	Govern	Балл риска системы управления	пункты	Sustainalytics
5	ERS	Индикатор наличия балла климатического риска	0 / 1	автор
6	LN_Env	Логарифм экологического(климатического) риска	LN (пункты)	автор
7	Ind_id	Порядковый номер отрасли	счетчик	автор
8	Cty_id	Порядковый номер страны	счетчик	автор
9	Sect_id	Порядковый номер сектора (несколько отраслей)	счетчик	автор
10	Reg_id	Порядковый номер региона (несколько стран)	счетчик	автор
11	PD_SP	Вероятность дефолта (PD) от Standard & Poor's	доля	(S&P Global Ratings, 2019)
12	PD_M	Вероятность дефолта (PD) от Moody's	доля	(Moody's, 2018)
13	PD_F	Вероятность дефолта (PD) от Fitch Ratings	доля	(FitchRatings, 2021)
14	PD_mean	Средняя вероятность дефолта из доступных по агентствам (Standard & Poor's, Moody's, Fitch)	доля	автор
15	PD_BL	PD по рейтингу Bloomberg Composite Credit Rating	доля	Bloomberg + автор
16	PD_fin	Конечная PD (или среднее по доступным оценкам агентств или по рейтингу Bloomberg Composite)	доля	автор
17	LN_PD	Логарифм конечной PD	LN (п.п.)	автор
18	TA2020	Совокупные активы на конец 2020	млн долл. США	Bloomberg
19	LN_TA	Log of total assets	LN (млн долл. США)	автор

Табл. 6. Описательные статистики рассмотренных переменных.

#	Перемен.	Набл.	Среднее	Ст.откл.	Мин	Макс
1	Total_ESG	1043	23.33	8.95	4.67	68.15
2	Environm	1020	7.06	5.81	0.01	28.85
3	Social	1021	9.17	4.18	0.68	29.76
4	Govern	1021	7.08	2.26	2.76	16.67
5	ERS	2030	0.51	0.50	0.00	1.00
6	LN_Env	1020	1.36	1.46	-4.61	3.36
7	Ind_id	2030	29.82	18.81	1.00	70.00
8	Cty_id	2030	33.67	18.81	2.00	53.00
9	Sect_id	2030	7.58	3.95	1.00	14.00
10	Reg_id	2030	6.22	4.13	1.00	11.00
11	PD_SP	1079	0.00	0.01	0.00	0.34
12	PD_M	997	0.01	0.01	0.00	0.27
13	PD_F	600	0.00	0.03	0.00	0.49
14	PD_mean	1240	0.01	0.02	0.00	0.31
15	PD_BL	2016	0.01	0.01	0.00	0.06
16	PD_fin	2020	0.01	0.01	0.00	0.31
17	LN_PD	2020	-5.86	1.12	-10.22	-1.17
18	TA2020	2009	31 792	72 978	0	1 985 617
19	LN_TA	1842	9.74	1.15	3.41	14.50

Таблица 7. Распределение наблюдений по секторам

Sec_id	Freq.	mean(Environm)	mean(PD_fin)
1	84	5.87	0.59%
2	103	12.53	0.40%
3	223	5.86	0.93%
4	227	3.56	0.44%
5	152	13.47	0.36%
6	105	9.88	0.35%
7	72	5.44	0.37%
8	179	7.40	0.61%
9	128	1.84	0.47%
10	129	14.86	0.77%
11	152	15.96	0.82%
12	196	4.26	0.66%
13	189	2.55	0.65%
14	91	6.21	0.69%
Всего	2030	7.06	0.60%

Примечание. 1. автомобили; 2. химия; 3. строительство; 4. электричество; 5. энергетика; 6. продукты питания; 7. Потребительские товары; 8. производство; 9. медицина; 10. металлургия; 11. нефть и газ; 12. розничная торговля; 13. телекоммуникации; 14. транспорт.

Таблица 8. Распределение наблюдений по регионам

Reg_id	Freq.	mean(Environm)	mean(PD_fin)
1	287	9.21	1.03%
2	436	5.56	0.48%
3	43	10.83	0.64%
4	197	6.85	0.41%
5	29	5.04	0.67%
6	62	11.93	0.78%
7	58	16.16	0.67%
8	60	8.86	0.59%
9	92	8.38	0.40%
10	112	8.09	0.45%
11	654	6.49	0.59%
Всего	2030	7.06	0.60%

Примечание. 1. Китай; 2. ЕС; 3. Индия; 4. Япония; 5. Ближний Восток; 6. Латинская Америка; 7. Россия; 8. Южная Корея; 9. Юго-Восточная Азия; 10. Австралия, Канада, Новая Зеландия, ЮАР; 11. США.

Таблица 9. Корреляционная матрица рассмотренных переменных

#	Перемен.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Total_ESG	+1.00																		
2	Environm	+0.79	+1.00																	
3	Social	+0.72	+0.20	+1.00																
4	Govern	+0.60	+0.19	+0.47	+1.00															
5	ERS	.	.	.	.	+1.00														
6	LN_Env	+0.59	+0.78	+0.10	+0.14	.	+1.00													
7	Ind_id	-0.03	+0.09	-0.15	-0.09	+0.01	+0.06	+1.00												
8	Cty_id	-0.13	-0.10	-0.02	-0.21	+0.10	-0.13	-0.04	+1.00											
9	Sect_id	-0.00	-0.09	+0.19	-0.13	-0.04	-0.16	-0.11	+0.07	+1.00										
10	Reg_id	-0.04	-0.01	+0.04	-0.21	+0.17	-0.05	-0.01	+0.66	+0.09	+1.00									
11	PD_SP	+0.11	+0.08	+0.10	-0.00	-0.18	+0.06	+0.01	-0.01	+0.07	+0.00	+1.00								
12	PD_M	+0.03	+0.00	+0.03	+0.02	-0.19	+0.01	+0.02	-0.03	+0.02	-0.04	+0.74	+1.00							
13	PD_F	+0.15	+0.17	+0.13	+0.02	-0.11	+0.08	+0.03	-0.09	-0.05	-0.07	+0.97	+0.65	+1.00						
14	PD_mean	+0.05	+0.03	+0.04	+0.03	-0.15	+0.03	+0.02	-0.05	+0.01	-0.05	+0.99	+0.86	+0.98	+1.00					
15	PD_BL	+0.16	+0.15	+0.11	+0.09	-0.30	+0.12	+0.01	-0.01	+0.10	-0.01	+0.47	+0.51	+0.23	+0.43	+1.00				
16	PD_fin	+0.05	+0.03	+0.04	+0.03	-0.20	+0.04	+0.02	-0.04	+0.03	-0.04	+0.99	+0.86	+0.98	+1.00	+0.58	+1.00			
17	LN_PD	+0.13	+0.13	+0.07	+0.02	-0.39	+0.07	-0.04	-0.02	+0.10	-0.01	+0.57	+0.62	+0.39	+0.56	+0.62	+0.61	+1.00		
18	TA2020	+0.10	-0.01	+0.15	+0.17	+0.06	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06	-0.00	-0.02	-0.00	-0.03	-0.01	-0.19	+1.00	
19	LN_TA	+0.11	+0.03	+0.13	+0.14	+0.19	+0.01	+0.02	-0.05	-0.03	-0.04	-0.10	-0.07	+0.01	-0.04	-0.07	-0.03	-0.25	+0.60	1

## ПРИЛОЖЕНИЕ В. Оценки регрессий

Таблица 10. Оценки модели OLS с фиктивными значениями по регионам и секторам

Переменная	ols2	ols3	ols4	ols5	ols6	ols7
LN_PD	0.739***	0,097	0,097	0,097	-0.830***	-0.913***
LN_TA	0,019	0,018	0,018	0,018	0,076	
S1	-0,473	-2,857	-2.857***	-2,857	2.007*	
S2	6.755***	18.038***	18.038***	18.038**	23.022**	6.885***
S3	-0,163	4,437	4.437**	4,437	9.235*	8.188**
S4	-2.388***	2,61	2,61	2,61	8.146***	8.084***
S5	7.501***	19.259***	19.259***	19.259**	24.087***	23.595***
S6	3.793***	9.672*	9.672***	9,672	14.665***	14.383***
S7	-0,349	0,363	0,363	0,363	6.174***	6.074***
S8	1.823***	8.774*	8.774***	8,774	13.805***	12.892***
S9	-3.855***	-2,579	-2,579	-2,579	3,025	
S10	8.154***	12.640**	12.640***	12.640*	17.673***	17.277***
S11	9.871***	11.201**	11.201***	11.201**	16.533***	16.187***
S12	-1.823***	0,235	0,235	0,235	5.836**	6.135***
S13	-3.301***	-2,964	-2.964*	-2,964	2,425	
R1	2.048***	-0,594	-0,594	-0,594	0,489	2.119***
R2	-1.327***	1,396	1,396	1.396***	2.384***	4.091***
R3	1,158	11.347*	11,347	11.347***	11.751***	14.189***
R4	0,588	2,789	2,789	2.789**	4.523***	6.847***
R5	0,054	-53.295**	-53.295***	-53.295***	-52.947***	-49.497***
R6	2.097***	6,192	6,192	6.192***	7.806***	9.021***
R7	1,177	-51,668	-51.668***	-51.668***	-52.605***	-49.767***
R8	1.611**	1,701	1,701	1,701	2.414**	1.589***
R9	1.164*	-7,253	-7,253	-7.253***	-5.882***	-3.895*
R10	-0,12	12.712**	12.712**	12.712***	13.925***	15.234***
PD_S1		-0,395	-0.395***	-0,395	0,383	
PD_S2		1.809*	1.809***	1,809	2,603	
PD_S3		0,734	0.734***	0,734	1.501*	1.291**
PD_S4		0,8	0.800***	0,8	1.681***	1.637***
PD_S5		1.851**	1.851***	1,851	2.626**	2.498**
PD_S6		0,928	0.928**	0,928	1.725***	1.646***
PD_S7		0,125	0,125	0,125	1.042***	0.991***
PD_S8		1,088	1.088***	1,088	1.893***	1.718***
PD_S9		0,222	0,222	0,222	1.116**	0.614***
PD_S10		0,777	0.777***	0,777	1.577*	1.483*
PD_S11		0,235	0,235	0,235	1.088***	0.991**
PD_S12		0,338	0,338	0,338	1.233***	1.250***
PD_S13		0,071	0,071	0,071	0.930***	0.499***
PD_R1		-0,42	-0,42	-0,42	-0,243	
PD_R2		0,429	0,429	0.429***	0.581***	0.855***
PD_R3		1,716	1,716	1.716***	1.773***	2.173***

Переменная	ols2	ols3	ols4	ols5	ols6	ols7
PD_R4		0,351	0,351	0.351**	0.616***	0.974***
PD_R5		-8.137**	-8.137***	-8.137***	-8.081***	-7.531***
PD_R6		0,728	0,728	0.728**	0.976**	1.170***
PD_R7		-8,76	-8.760***	-8.760***	-8.921***	-8.459***
PD_R8		0,009	0,009	0,009	0,125	
PD_R9		-1,341	-1,341	-1.341***	-1.134***	-0.807**
PD_R10		2.045**	2.045**	2.045***	2.235***	2.446***
_cons	10.325***	6.399*	6.399**	6,399		
Error clust.	Нет	Нет	По секторам	По регионам	По регионам	По регионам
Регион D.	Да	Да	Да	Да	Да	Только знач.
Сектор D.	Да	Да	Да	Да	Да	Только знач.
N	1003	1003	1003	1003	1003	1020
R <sup>2</sup>	60,2%	61,6%	61,6%	61,6%	84,4%	84,3%
R <sup>2</sup> _adj	59,2%	59,7%	59,7%	59,7%	83,6%	83,7%

Примечание. S означает фиктивное значение для конкретного сектора (D): 1. автомобили; 2. химия; 3. строительство; 4. электричество; 5. энергетика; 6. продукты питания; 7. Потребительские товары; 8. производство; 9. медицина; 10. металлургия; 11. нефть и газ; 12. розничная торговля; 13. телекоммуникации; 14. транспорт.

R означает фиктивное значение для региона (D): 1. Китай; 2. ЕС; 3. Индия; 4. Япония; 5. Ближний Восток; 6. Латинская Америка; 7. Россия; 8. Южная Корея; 9. Юго-Восточная Азия; 10. Австралия, Канада, Новая Зеландия, ЮАР; 11. США. N – количество наблюдений.

Критика R-квадрата изложена в лекции (Shalizi, 2015), но сообщаем об этом с точки зрения конвенций. Используются обычные обозначения статистической значимости для уровней \*\*\* 1%, \*\* 5%, \* 10%.

Таблица 11. Расчетные оценки спецификаций модели Хекмана

Переменная	H1	H2	H3	H4	H5	H6
<b>H_resp (основное уравнение, уравнение отклика)</b>						
LN_PD	1.034***	0.655***	0,054	0,029	-0.925***	-0.499***
S1		-0.464	-2.865	-2.938	1.511	
S2		6.741***	17.996***	17.882***	22.366***	7.891***
S3		-0.154	4.425	4.273	8.665**	
S4		-2.404***	2.589	2.707	7.953***	
S5		7.519***	19.258**	19.364**	24.067***	18.012***
S6		3.780***	9.715	9.705	14.456***	5.150***
S7		-0.389	0.362	0.429	5.928***	
S8		1.817**	8.705	8.491	12.879***	3.272***
S9		-3.867***	-2.557	-2.507	2.778	
S10		8.141***	12.604**	12.614**	17.386***	9.107***
S11		9.882***	11.087***	11.219***	16.249***	10.917***
S12		-1.831**	0.174	0.217	5.471***	
S13		-3.305***	-3.023	-2.897	2.254*	
R1		1.815***	-0.916	-0.848	-0.04	
R2		-1.441***	1.200***	1.393***	2.342***	
R3		1.093***	11.342***	11.518***	12.216***	9.881***

Переменная	H1	H2	H3	H4	H5	H6
R4		0.570***	2.771***	2.771***	4.429***	4.086***
R5		-0.413	-53.504***	-53.046***	-52.143***	-45.513***
R6		1.966***	5.977***	6.039***	7.414***	0.776***
R7		0.909**	-50.784***	-52.256***	-52.790***	-63.938***
R8		1.525***	1.522	1.471	1.867**	1.285***
R9		1.024***	-7.284***	-7.107***	-5.556***	
R10		-0.206	12.553***	12.618***	13.652***	10.837***
PD_S1			-0,401	-0,414	0,291	
PD_S2			1.804*	1.784*	2.500*	
PD_S3			0,735	0,711	1.415**	
PD_S4			0,798	0,816	1.656***	0.188***
PD_S5			1,853	1,871	2.627**	1.515*
PD_S6			0,936	0,934	1.695***	
PD_S7			0,126	0,136	1.008***	
PD_S8			1,079	1,044	1.749***	
PD_S9			0,225	0,232	1.074**	0.381***
PD_S10			0,777	0,78	1.550**	
PD_S11			0,222	0,245	1.055***	
PD_S12			0,331	0,338	1.182***	
PD_S13			0,063	0,084	0.907***	
PD_R1			-0.449*	-0.430*	-0,267	
PD_R2			0.410***	0.444***	0.607***	0.380***
PD_R3			1.723***	1.754***	1.870***	1.523***
PD_R4			0.350***	0.351***	0.608***	0.493**
PD_R5			-8.126***	-8.043***	-7.848***	-6.079***
PD_R6			0.707***	0.721***	0.952***	
PD_R7			-8.587***	-8.833***	-8.902***	-10.494***
PD_R8			-0,011	-0,019	0,053	
PD_R9			-1.331***	-1.299***	-1.041***	-0.151***
PD_R10			2.028***	2.040***	2.214***	1.823***
_cons	14.052***	9.877***	6.248*	6.071*		
<b>H_select (вспомогательное, дополнительное уравнение; уравнение отбора)</b>						
LN_PD	-0.476***	-0.481***	-0.476***	-0.610***	-0.634***	-0.519***
LN_TA	0.141***	0.161***	0.184***	0.195***	0.195***	0.136***
R1		-1.340***	-1.326***	0.273	0.303	
R2		-0.698***	-0.695***	1.369***	1.388***	0.911***
R3		-0.397***	-0.374***	1.078***	1.107***	0.995***
R4		-0.177***	-0.212***	-0.306	-0.272	
R5		-2.434***	-2.417***	0.426	0.465	
R6		-0.616***	-0.563***	0.778**	0.817**	0.260*
R7		-1.436***	-1.286***	-9.476***	-9.444***	-8.956***
R8		-0.613***	-0.638***	-0.883*	-0.850*	-0.396***
R9		-0.750***	-0.766***	-0.205	-0.172	
R10		-0.478***	-0.387***	0.633***	0.662***	

Переменная	H1	H2	H3	H4	H5	H6
S1			0.171	-0.913	-0.801	
S2			0.035	-1.61	-1.504	
S3			-0.237	-1.508	-1.377	
S4			0.03	0.995	1.12	
S5			-0.296	0.195	0.314	
S6			-0.003	-0.673	-0.566	
S7			0.256	0.511	0.607	
S8			-0.07	-3.085***	-2.978***	-3.103***
S9			0.124	-0.15	-0.007	
S10			-0.223	-0.235	-0.121	
S11			-0.397*	0.307	0.419	
S12			-0.117	0.236	0.363	
S13			-0.076	0.788	0.915	
PD_S1				-0,19	-0,171	
PD_S2				-0,278	-0,26	
PD_S3				-0,212	-0,19	
PD_S4				0,162	0,183	
PD_S5				0,079	0,098	
PD_S6				-0,111	-0,092	
PD_S7				0,033	0,049	
PD_S8				-0.505***	-0.486***	-0.513***
PD_S9				-0,046	-0,021	
PD_S10				0,002	0,021	
PD_S11				0,12	0,139	
PD_S12				0,057	0,08	
PD_S13				0,143	0,166	
PD_R1				0.271***	0.276***	0.199***
PD_R2				0.347***	0.350***	0.242***
PD_R3				0.247***	0.252***	0.211***
PD_R4				-0,016	-0,01	
PD_R5				0.439***	0.445***	0.351***
PD_R6				0.234***	0.241***	0.118***
PD_R7				-1.399***	-1.393***	-1.301***
PD_R8				-0,058	-0,053	
PD_R9				0,093	0,098	
PD_R10				0.170***	0.175***	0.059***
_cons	-4.074***	-3.754***	-3.863***	-4.759***	-4.895***	-3.876***
<b>Статистика</b>						
Error clust.	Нет	По регионам				
Регион D.	Нет	Да	Да	Да	Да	Только знач.
Сектор D.	Нет	Да	Да	Да	Да	Только знач.
N	1841	1841	1841	1841	1841	1841
N_cens	838	838	838	838	838	838

Переменная	H1	H2	H3	H4	H5	H6
athrho	-0.133	0.087	0.056	0.072	0.146	1.033***
lnsigma	1.757***	1.301***	1.282***	1.283***	1.288***	1.487***
ll	-4,20E+03	-3,70E+03	-3,60E+03	-3,60E+03	-3,60E+03	-3,70E+03
rho, %	-13.2	8.7	5.6	7.2	14.5	77.5
p_c, %	38.5	57.3	44.6	25.1	16.9	0

Примечание. S означает фиктивное значение для конкретного сектора (D): 1. автомобили; 2. химия; 3. строительство; 4. электричество; 5. энергетика; 6. продукты питания; 7. Потребительские товары; 8. производство; 9. медицина; 10. металлургия; 11. нефть и газ; 12. розничная торговля; 13. телекоммуникации; 14. транспорт.

R означает фиктивное значение для региона (D): 1. Китай; 2. ЕС; 3. Индия; 4. Япония; 5. Ближний Восток; 6. Латинская Америка; 7. Россия; 8. Южная Корея; 9. Юго-Восточная Азия; 10. Австралия, Канада, Новая Зеландия, ЮАР; 11. США. N – количество наблюдений.

N – количество наблюдений; N\_sens – количество цензурируемых наблюдений; athrho – гиперболический тангенс от rho, то есть  $athrho = 1/2 * \ln((1+rho) / (1-rho))$ . Если athrho значимо, то модель Хекмана стоит предпочесть оценке двух уравнений (отклика и отбора) порознь; lnsigma – это стандартная ошибка основного уравнения отклика. Если она значима, это второе подтверждение того, что модель Хекмана предпочтительнее, чем два отдельных уравнения; athrho и lnsigma – это стандартные результаты расчетов в программе Stata для модели Хекмана. Для Stata удобнее оптимизировать параметры athrho и lnsigma, чем параметр корреляции ошибок rho непосредственно.

ll – значение функции правдоподобия; rho – оценка коэффициента корреляции для двух ошибок (в уравнении отклика и в модели отбора); p\_c – значение p для проверки нулевой гипотезы rho равно нулю (когда p\_c превышает выбранный уровень достоверности, делается вывод, что нулевая гипотеза не отвергается). Используются обычные обозначения статистической значимости для уровней \*\*\* 1%, \*\* 5% и \* 10%.

### Используемая литература

- Интерфакс. (22 августа 2022 г.). *Плата за превышение квоты выбросов парниковых газов составит 1000 рублей за тонну CO2*. Получено из <https://www.interfax.ru/russia/857669>
- Baumann, D. (2021, December 23). *Waters challenges NCUA to manage climate risk at credit unions*. Retrieved from Washington CU Daily: <https://www.cuinsight.com/waters-challenges-ncua-to-manage-climate-risk-at-credit-unions.html>
- BCBS. (2006, June 30). *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. A Revised Framework. Comprehensive Version*. Retrieved from Basel Committee on Banking Supervision (BCBS): <http://bis.org/publ/bcbs128.htm>
- BCBS. (2021, November 16). *Principles for the effective management and supervision of climate-related financial risks*. Retrieved from Website of the Basel Committee on Banking Supervision: <https://www.bis.org/bcbs/publ/d530.pdf>
- Belzil, C. (2008). Testing the Specification of the Mincer Wage Equation. *Annales d'Économie et de Statistique*, 91/92, 427–451.
- BoJ. (2021, September 21). *Principal Terms and Conditions of the Funds Supplying Operations to Support Financing for Climate Change Responses*. Retrieved from Website of the Bank of Japan: [https://www.boj.or.jp/en/announcements/release\\_2021/rel210922a.pdf](https://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2021/rel210922a.pdf)
- Bolton, P., Després, M., Pereira da Silva, L. A., Samama, F., & Svartzman, R. (20 January 2020 г.). *The green swan. Central banking and financial stability in the age of climate change*. Получено из <https://www.bis.org/publ/othp31.pdf>
- Boubaker, S., Cumming, D., & Nguyen, D. K. (Eds.). (2019). *Research Handbook of Finance and Sustainability*. Edward Elgar Publishing.
- Brunnermeier, M. (03 June 2022 г.). *Lecture - Green Swan 2022*. Получено из A virtual conference co-organised by the Bank for International Settlements, the European Central

- Bank, the Network for Greening the Financial System and the People's Bank of China: [https://www.youtube.com/watch?v=Q\\_iU7ExoJkQ](https://www.youtube.com/watch?v=Q_iU7ExoJkQ)
- Busch, T., Johnson, M., & Pioch, T. (2020). Corporate carbon performance data: Quo vadis? *Journal of Industrial Ecology*, 26, 350–363.
- Capasso, G., Gianfrate, G., & Spinelli, M. (2020). Climate change and credit risk. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121634.
- Darwall, R. (2022, May 24). *ESG's power grows as banker is canceled for talking sense on climate change*. Retrieved from The New York Post: <https://nypost.com/2022/05/24/hsbc-banker-stuart-kirk-suspended-for-climate-change-remarks/>
- Degryse, H., Goncharenko, R., Theunisz, C., & Vadasz, T. (24 December 2021 г.). *When Green Meets Green*. Получено из <https://ssrn.com/abstract=3724237>
- Diebolt, F. X. (2015). Comparing Predictive Accuracy, Twenty Years Later: A Personal Perspective on the Use and Abuse of Diebolt-Mariano Tests. *Journal of Business & Economic Statistics*, 33(1), 1–9.
- Dreyfus, G. B., Xu, Y., Shindell, D. T., Zaelke, D., & Ramanathan, V. (2022). Mitigating climate disruption in time: A self-consistent approach for avoiding both near-term and long-term global warming. *Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences*, 119(22), e2123536119.
- ESRB. (2016, February). *Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy*. Retrieved from Reports of the European Systemic Risk Board Advisory Scientific Committee No. 6: [https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/asc/Reports\\_ASC\\_6\\_1602.pdf](https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/asc/Reports_ASC_6_1602.pdf)
- FCA. (2021, December 17). *Enhancing climate-related disclosures by standard listed companies*. Retrieved January 17, 2022, from The Website of the UK Financial Conduct Authority: <https://www.fca.org.uk/publication/policy/ps21-23.pdf>
- FitchRatings. (22 July 2021 г.). *Global Corporate Finance 2020 Transition and Default Study*. Получено из Exclusively for the use of The Central Bank of the Russian Federation
- Goldman Sachs. (2021, August 13). *Aluminium's Climate Paradox. Interview with Goldman Sachs Research's Nick Snowdon*. Retrieved from <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/from-briefings-13-august-2021.html>
- Heckman, J. (1976). The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models. *Annals of Economic Social Measurement*, 5(4), 475–492.
- Heckman, J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47(1), 153–161.
- Heckman, J., Lochner, L., & Todd, P. (2006). Chapter 7. Earnings functions, rates of return and treatment effects: the Mincer equation and beyond. In E. A. Hanushek, & F. Welch, *Handbook of the Economics of Education* (Vol. 1). Elsevier B.V.
- Horny, G., Manganelli, S., & Mojon, B. (2018). Measuring Financial Fragmentation in the Euro Area Corporate Bond Market. *Journal of Risk and Financial Management*, 74(11), 1-19.
- Janosik, R., & Verbraken, T. (20 October 2021 г.). *How Climate Change Could Impact Credit Risk*. Получено из <https://www.msci.com/www/blog-posts/how-climate-change-could-impact/02803746523>
- Kotlikoff, L. J., Kubler, F., Polbin, A., & Scheidegger, S. (October 2021 г.). *Can Today's and Tomorrow's World Uniformly Gain from Carbon Taxation?* Получено из NBER Working Paper 29224: <https://www.nber.org/papers/w29224>
- Legner, E. F. (2022, February 25). *Temperature Changes on Earth During The Past 18000 Years from 2500 AD*. Retrieved from University of California, Riverside: <https://faculty.ucr.edu/~legnerf/bronze/climate.htm#discussion>
- Merton, R. (1974). On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest. *Journal of Finance*, 29, 449–470.

- 
- Moody's. (2018, February 15). *Cross-Sector: Annual Default Study: Corporate Default and Recovery Rates, 1920-2017*. Retrieved December 20, 2019, from [https://www.moody's.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC\\_1112754](https://www.moody's.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC_1112754)
- NASA. (2022, February 25). *Global Temperature*. Retrieved from Global Climate Change: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- NGFS. (2021, December 14). *Guide on climate-related disclosure for central banks. Technical document*. Retrieved January 17, 2022, from Network for Greening the Financial System: [https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/guide\\_on\\_climate-related\\_disclosure\\_for\\_central\\_banks.pdf](https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/guide_on_climate-related_disclosure_for_central_banks.pdf)
- PBC. (2021, November 09). *The People's Bank of China Launches the Carbon Emission Reduction Facility*. Retrieved January 17, 2022, from The Website of the The People's Bank of China : <http://www.pbc.gov.cn/en/3688110/3688172/4157443/4385345/index.html>
- Pereira da Silva, L. A. (2020, May 13). *Green Swan 2 – Climate change and Covid-19: reflections on efficiency versus resilience*. Retrieved from <https://www.bis.org/speeches/sp200514.pdf>
- Rudebusch, G. D. (2021, February 08). *Climate Change Is a Source of Financial Risk*. Retrieved from <https://www.frbsf.org/economic-research/publications/economic-letter/2021/february/climate-change-is-source-of-financial-risk/>
- S&P Global. (2021). *Leading climate scenario analysis for transition and credit risk*. Retrieved from <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/documents/mi-risk-983425-climate-credit-analytics.pdf>
- S&P Global Ratings. (2019, April 09). *2018 Annual Global Corporate Default And Rating Transition Study*. Retrieved December 20, 2019, from <https://www.spratings.com/documents/20184/774196/2018AnnualGlobalCorporateDefaultAndRatingTransitionStudy.pdf>
- Shalizi, C. (2015, September). *Lecture 10: F-Tests, R2, and Other Distractions*. Retrieved from Modern Regression (Lecture Course "36-401" and "36-607" Materials): <https://www.stat.cmu.edu/~cshalizi/mreg/15/lectures/10/lecture-10.pdf>
- Sustainalytics. (2021, January). *ESG Risk Ratings - Methodology Abstract. Version 2.1*. Retrieved from [https://connect.sustainalytics.com/hubfs/INV/Methodology/Sustainalytics\\_ESG%20Ratings\\_Methodology%20Abstract.pdf#page12](https://connect.sustainalytics.com/hubfs/INV/Methodology/Sustainalytics_ESG%20Ratings_Methodology%20Abstract.pdf#page12)
- The Economist. (2021, October 23). *Time for orderly resolution for Evergrande is running out. If the state has a grand plan, it will need to make it known soon*. Retrieved from <https://www.economist.com/finance-and-economics/2021/10/23/time-for-orderly-resolution-for-evergrande-is-running-out>
- UN PRI. (2017). *Shifting Perceptions: ESG, Credit Risk and Ratings. Part 1: State of Play*. Retrieved from <https://www.unpri.org/download?ac=256>
- Westerhold, T., Marwan, N., Joy, A., Liebrand, D., Agnini, C., Anagnostou, E., . . . Lauretano, D. (2020). An astronomically dated record of Earth's climate and its predictability over the last 66 million years. *Science*, 369(6509), 1383-1387.
- Zhang, H. (2015). *Instructions and Guide for Credit Rating*. Retrieved from <https://data.bloomberglp.com/bat/sites/3/Paul-Laux-Lab-6.pdf>