



Назад к классике: разработка сценариев экзистенциальной безопасности для глобальных неантропогенных катастроф

Кристиан Герреро-Кастро,¹ Роджер Баарс²

¹ *Университет Бундесвера, Мюнхен, <https://www.unibw.de/home-en>*

² *Киотский Университет, <https://www.kyoto-u.ac.jp/en>*

Аннотация: Международные институты безопасности и обороны признают насущную необходимость включения экзистенциальных экологических сценариев и глобальных экологических угроз в анализ сценариев международной безопасности. Так, при оценке рисков экологической безопасности полезно объединять экзистенциальный риск с политикой безопасности для разработки структуры экзистенциальной безопасности и применять широкий спектр сценариев экологических проблем. Тем не менее всё ещё ощущается нехватка научных, методологических и теоретических основ, а также последовательных теоретических принципов. Разнообразие методов с неясными процессами ограничивает многие исследования, препятствуя дальнейшему изучению экзистенциальных сценариев. Это касается и спектра вероятных экзистенциальных экологических катастроф, особенно неантропогенных, неопределённых, комплексных и затрагивающих всю планету. Наше исследование исходит из того, что отсутствие узко структурированной области исследований ведёт к отсутствию адекватной теоретической базы. Такая структурированная область исследований поможет преодолеть нынешнюю теоретическую стагнацию и позволит разработать фундаментальную теоретическую базу для оценки соответствующих исследований. Благодаря новому структурному анализу, основанному на синтезе данных, наше исследование вносит вклад в разработку структуры сценариев экзистенциальной безопасности, связанных с неантропогенными глобальными планетарными катастрофами комплексного и неопределённого характера.

Ключевые слова: сценарий экзистенциальной безопасности, экологическая безопасность, неопределённость, комплексные сценарии, планетарная катастрофа, выживаемость, защита планеты.

Вступление

Наука отмечает, что мы начинаем наблюдать проявления антропоцена, когда воздействие человека влияет на естественное развитие в глобальном масштабе, пересекая три из девяти «планетарных границ»,¹ которые человечество должно защищать для безопасной жизнедеятельности.² Однако новые научные исследования в области экологии и политики безопасности расширяют свою тематику, переходя от антропогенных (техногенных) катастроф к неантропогенным (катастрофическим событиям, не вызванным человеком). Основное внимание при этом уделяется неантропогенным экологическим катастрофам, таким, как мощные цунами и землетрясения, извержения мегавулканов³ и воздействие на Землю космических объектов.⁴ Глубокая неопределённость и высокая комплексность сценариев глобальных катастроф неантропогенного происхождения, отличающихся от антропогенных катастроф, а также угроза экзистенциальной безопасности, которую несут их потенциально серьёзные последствия, могут привести к катастрофе планетарного масштаба, вплоть до краха государств.

Неантропогенные катастрофы и их последствия уже рассматривались в исследованиях экзистенциального риска и глобальных катастроф⁵ в различных дисциплинах, связанных с экологической безопасностью и планетарными проблемами. Последние исследования экзистенциального спектра расширяют свою направленность, отмечая важность космоса.⁶ В то же время значительно усилились стихийные бедствия планетарного масштаба как на глобальном, так и на стратосферном уровне. Поэтому недавние исследования также выявили необходимость новой классификации степени

¹ Colin N. Waters et al., "The Anthropocene Is Functionally and Stratigraphically Distinct from the Holocene," *Science* 351, no. 6269 (2016), aad2622, <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>.

² Johan Rockström et al., "Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity," *Ecology and Society* 14, no. 2 (2009), 32, www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/.

³ Lara Mani, Doug Erwin, Lindley Johnson, "Natural Global Catastrophic Risks," в *The Era of Global Risk: An Introduction to Existential Risk Studies*, ed. SJ Beard et al. (Open Biik Publishers, 2023), 123-146, <https://doi.org/10.11647/OBP.0336.06>.

⁴ Jean-Marc Salotti, "Humanity Extinction by Asteroid Impact," *Futures* 138 (2022), 102933, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102933>.

⁵ Adrian Currie, Seán Ó hÉigeartaigh, "Working Together to Face Humanity's Greatest Threats: Introduction to the Future of Research on Catastrophic and Existential Risk," *Futures* 102 (2018): 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.07.003>.

⁶ Rada Popova, Volker Schaus, "The Legal Framework for Space Debris Remediation as a Tool for Sustainability in Outer Space," *Aerospace* 5, no. 2 (2018), 55, <https://doi.org/10.3390/aerospace5020055>.

серьёзности бедствий по шкале от 0 до 10, где 10 соответствует масштабу разрушений во всём мире.⁷

Поэтому расширение окружающей среды с поверхности Земли в стратосферу и далее в космическое пространство обусловило исследование, предложившее новый подход к изучению окружающей среды: «Устойчивость взаимодействия Земли и космоса», названное «новым рубежом в области устойчивого развития, требующим расширения концептуальных и аналитических инструментов».⁸ При этом актуализировалась необходимость учёта космического пространства, в силу вероятности будущих глобальных природных катастроф планетарного масштаба, в частности, катастроф, вызванных воздействием на Землю внеземных объектов.⁹ Несмотря на низкую вероятность, но очевидную правдоподобность таких глобальных катастрофических событий,¹⁰ современные исследования оценивают вероятность падения астероида в течение следующих ста лет в $2,2 \times 10^{-12}$, с «очень коротким временем предупреждения».¹¹

В этой связи, даже если неантропогенный сценарий глобальной катастрофы не несёт прямой угрозы экзистенциальной безопасности, он может создать глобально неопределённую и комплексную ситуацию каскадных экологических и социальных катастроф. Это может повлечь глобальный риск безопасности, даже ведущий к коллапсу, как справедливо отмечается в последних исследованиях: «Системный характер риска важно учитывать применительно к другим экстремальным природным опасностям, включая взрывы звёзд, выбросы коронарной массы и инверсию магнитного поля Земли. Все эти риски, как мы сейчас понимаем, могут не представлять прямой угрозы вымирания человечества, но риски, которые они несут для систем и инфраструктуры, поддерживающих наши общества, могут представлять глобальный катастрофический риск и даже подтолкнуть нас к коллапсу».¹²

Поэтому крайне важно предвидеть неопределённые и комплексные неантропогенные катастрофические сценарии планетарного масштаба, вызванные экстремальными природными опасностями, такими, как падения

⁷ H. Jithamala Caldera, S.C. Wirasinghe, "A Universal Severity Classification for Natural Disasters," *Natural Hazards* 111, no. 3 (2022): 1533-1573, <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05106-9>.

⁸ Xiao-Shan Yap, Bernhard Truffer, "Contouring 'Earth-Space Sustainability'," *Environmental Innovation and Societal Transitions* 44 (2022): 185-193, <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.06.004>.

⁹ Nikola Schmidt, *Planetary Defense: Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets* (Cham, Switzerland: Springer, 2018).

¹⁰ Nahum Melamed, Avishai Melamed, "The Terrestrial Пример: Natural Disasters as Model for Planetary Defense Planning," *Journal of Space Safety Engineering* 7, no. 1 (2020): 67-77, <https://doi.org/10.1016/j.jsse.2020.02.003>.

¹¹ Salotti, "Humanity Extinction by Asteroid Impact."

¹² Mani, Erwin, Johnson, "Natural Global Catastrophic Risks."

астероидов, извержения мегавулканов и их каскадные эффекты для планеты и общества.¹³ Это жизненно важно для разработки активной политики безопасности, учитывающей неопределённость возможных последствий таких событий для человечества.¹⁴ Такие знания необходимы и для разработки планов готовности, стратегических планов на случай неопределённости¹⁵ и эффективных механизмов принятия решений для противодействия глобальным катастрофическим сценариям.¹⁶ В этом контексте упреждающее знание на основе новой интегральной структуры сценариев экзистенциальной безопасности может дать необходимые знания для глубокого понимания и применения неопределённых неантропогенных глобальных сценариев, тем самым позволив реагировать на потенциальные сложные катастрофические события.

Существующие вызовы

Международные институты безопасности и обороны признают насущную необходимость учёта экзистенциальных экологических сценариев и глобальных экологических угроз при анализе сценариев международной безопасности. Существуют ценные разработки в области оценки рисков экологической безопасности, например, сочетание экзистенциального риска¹⁷ с политикой безопасности для разработки концепции экзистенциальной безопасности,¹⁸ широкий спектр применения методов сценарного планирования к экологическим проблемам. Но теоретическая база для сценариев по-прежнему недостаточна,¹⁹ и разнообразие методов с неясными процессами ограничивает многие исследования.²⁰ Это затрудняет дальнейшее ис-

¹³ Timothy Titus et al., "A Review of Common Natural Disasters as Analogs for Asteroid Impact Effects and Cascading Hazards," *Natural Hazards* 116, no. 2 (2023): 1355-1402, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05722-z>.

¹⁴ Seth D. Baum, "Assessing Natural Global Catastrophic Risks," *Natural Hazards* 115, no. 3 (2023): 2699-2719, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05660-w>.

¹⁵ Tim Haarhaus, Andreas Liening, "Building Dynamic Capabilities to Cope with Environmental Uncertainty: The Role of Strategic Foresight," *Technological Forecasting and Social Change* 155 (2020): 120033, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120033>.

¹⁶ Melamed, Melamed, "Natural Disasters as Model for Planetary Defense Planning."

¹⁷ Nick Bostrom, "Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards," *Journal of Evolution and Technology* 9 (2002), <https://nickbostrom.com/existential/risks.pdf>.

¹⁸ Nathan Alexander Sears, "Existential Security: Towards a Security Framework for the Survival of Humanity," *Global Policy* 11, no. 2 (2020): 255-266, <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12800>.

¹⁹ Christopher Münch, Heiko A. von der Gracht, "A Bibliometric Review of Scientific Theory in Futures and Foresight: A Commentary on Fergnani and Chermack 2021," *Futures & Foresight Science* 3, no. 3-4 (2021): e88, <https://doi.org/10.1002/ffo2.88>.

²⁰ Kathy Cordova-Pozo, Etiënne A.J.A. Rouwette, "Types of Scenario Planning and Their Effectiveness: A Review of Reviews," *Futures* 149 (May 2023): 103153, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103153>.

следование экзистенциальных сценариев, особенно спектра вероятных экзистенциальных экологических катастроф,²¹ в частности, неантропогенных, неопределённых и комплексных планетарных катастроф.²² Такие попытки только начинаются, и отсутствие структуры сценариев экзистенциальной безопасности, объединяющей эти усилия, остаётся неизученным.

Эти критические пробелы ведут к слабости научного, теоретического, методологического и практического фундамента. В итоге стагнация препятствует разработке целостной рабочей структуры сценариев экзистенциальной безопасности, что затрудняет давно назревшее включение экзистенциальных сценариев в формирующуюся область экзистенциальной безопасности. Экзистенциальную безопасность десятилетиями неформально обсуждали в сфере безопасности и обороны с начала холодной войны, делались даже ценные попытки формализовать экзистенциальную безопасность в рамках концепции антропогенных катастроф, основанной на политологическом подходе.²³ Однако критические пробелы сохраняются, препятствуя полноценной разработке рабочей, практичной и целостной структуры сценариев экзистенциальной безопасности, которую можно было бы интегрировать в парадигмы безопасности.

Данное исследование исходит из того, что нынешняя научная, теоретическая, методологическая и практическая стагнация обусловлена отсутствием узко структурированной области исследований. Будущие исследования требуют специализированной области исследований для преодоления теоретической стагнации и создания фундаментальной теоретической базы для оценки этих исследований. Исходя из нового структурного анализа, основанного на синтезе данных, наше исследование предлагает фундаментальную, теоретически структурированную область исследований, позволяющую создать структуры сценариев экзистенциальной безопасности в связи с комплексными, неопределёнными и неантропогенными глобальными планетарными катастрофами.

Метод анализа

Существует множество экзистенциальных подходов к неантропогенным рискам и угрозам, например, перспективные исследования будущего²⁴ на основе долгосрочных траекторий развития человеческой цивилизации,

²¹ Caldera, Wirasinghe, "A Universal Severity Classification for Natural Disasters."

²² Tisha Hupkes, Anders Hedman, "Shifting Towards Non-Anthropocentrism: In Dialogue with Speculative Design Futures," *Futures* 140 (2022): 102950, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102950>.

²³ Caldera and Wirasinghe, "A Universal Severity Classification for Natural Disasters."

²⁴ Nicholas Beckstead, *On the Overwhelming Importance of Shaping the Far Future*, PhD Dissertation (New Brunswick, New Jersey: State University of New Jersey, 2013), <https://doi.org/10.7282/T35M649T>.

этики и экзистенциального риска, и антропоное мышление,²⁵ направленное на оценку экзистенциальных рисков на основе наблюдений человечества за собой и Вселенной. Кроме того, подход этического экзистенциального риска²⁶ нацелен на оценку консеквенциальной этики и моральный императив поддержания и защиты долгосрочного потенциала человечества, а принцип защиты от катастрофического ущерба²⁷ означает осторожные действия с учётом возможных катастрофических последствий.

Наше исследование основывается на подходах экзистенциального риска и глобального катастрофического риска.²⁸ Авторы выбрали экзистенциальный риск, потому что он охватывает как антропогенные, так и неантропогенные катастрофические события, способные привести к вымиранию человечества или резкому снижению его потенциала. Глобальный катастрофический риск был выбран, поскольку он также охватывает риски, могущие спровоцировать глобальные катастрофы, включая стихийные бедствия, которые впоследствии могут привести к вымиранию человечества или коллапсу общества.

Хотя подходы безопасности человека²⁹ и секьюритизации³⁰ предлагают богатый теоретический инструментарий для оценки и операционализации глобальных неантропогенных экологических катастроф, структура данного исследования основана на экологической безопасности и космополитизме безопасности. Экологическая безопасность³¹ рассматривает, как природные катаклизмы могут провоцировать социальные и национально-государственные конфликты в отдельных местах и регионах, дестабилизируя национальную и глобальную безопасность в рамках комплексной нелинейной системы. Поэтому авторы данного исследования поддерживают целостный подход к глобальной безопасности³² в ответ на планетарные угрозы всему

²⁵ Bostrom, "Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards."

²⁶ Toby Ord, *The Precipice: Existential Risk and the Future of Humanity* (New York: Hachette Books, 2020).

²⁷ Cass R. Sunstein, "The Catastrophic Harm Precautionary Principle," *Issues in Legal Scholarship* 6, no. 3 (2007), <https://doi.org/10.2202/1539-8323.1091>.

²⁸ Seth D. Baum, "Global Catastrophic Risks Edited by Nick Bostrom & Milan Cirković," *Risk Analysis* 29, no. 1 (2009): 155-156, <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01162.x>.

²⁹ United Nations Development Programme, *Human Development Report 1994: New Dimensions of Human Security* (New York: Oxford University Press, 1994), <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-1994>.

³⁰ Barry Buzan, Ole Wæver, Jaap de Wilde, *Security: A New Framework for Analysis* (Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers, 1998).

³¹ Thomas F. Homer-Dixon, "On the Threshold: Environmental Changes as Causes of Acute Conflict," *International Security* 16, no. 2 (Fall 1991): 76-116, <https://muse.jhu.edu/article/447281>.

³² Richard Beardsworth, *Cosmopolitanism and International Relations Theory* (Cambridge: Polity Press, 2011).

человечеству, стремясь к международной безопасности за рамками национального государства, охватывающей безопасность человечества глобально, в соответствии с космополитизмом безопасности.³³ Последний предполагает, что национальные государства должны преследовать не только цели и интересы государства, но и благополучие всего человечества, что делает его пригодным для разработки основ сценариев экзистенциальной безопасности.

В данном исследовании применён новый теоретический структурный анализ, основанный на синтезе данных, с использованием модифицированного метода синтеза данных, поскольку структурный анализ «в первую очередь связан со структурированием области исследования».³⁴ Для большей действенности и достоверности авторы разработали новую методологию, основанную на синтезе данных, включающую критическую оценку в протоколе с применением подхода *Tabula Rasa* (чистой доски). Используя *Tabula Rasa*, исследователи на основе критериев отбора критически оценили наиболее подходящие и релевантные парадигмы и теоретические подходы для структурирования исследуемой области в теоретическую структуру.

Кроме того, для повышения аналитического потенциала и лаконичного представления взаимосвязей и взаимоотношений между теоретическими подходами при раскрытии структурированной области исследования, в данном исследовании использовался метод символических уравнений, благодаря его возможностям формулирования и концептуализации. Символические уравнения берут начало в математике, но применяются в разных дисциплинах, таких, как биология, информационные технологии и смежные гуманитарные дисциплины, включая психологию, лингвистику и социологию, благодаря способности создавать точное и лаконичное представление новых концептуальных структур в различных дисциплинах.

Авторы также применяли междисциплинарный подход к исследованию, опираясь на свои знания в области глобальных экологических исследований и международной безопасности.

Новый анализ на основе синтеза данных

Авторы провели соответствующее теоретическое исследование, используя новый подход структурного анализа на основе синтеза данных, разработанный для этого исследования. Настойчиво и глубоко изучив корпус теоретической литературы, они оценили наиболее релевантные теории, подходящие для этого исследования. Цель состояла в том, чтобы найти набор

³³ Gillian Brock, Harry Brighouse, eds., *The Political Philosophy of Cosmopolitanism* (Cambridge: Cambridge University Press, 2005).

³⁴ Kai Petersen, Sairam Vakkalanka, Ludwik Kuzniarz, "Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An Update," *Information and Software Technology* 64 (2015): 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>.

наиболее релевантных теоретических подходов, определить узко структурированную область исследований и получить теоретическую базу для анализа сценариев неантропогенных планетарных катастроф. Используя новый структурный анализ на основе синтеза данных, исследователи приступили к рассмотрению существующих теоретических подходов. (1) Они рассмотрели и выделили пять областей теоретических подходов: сценарии; комплексность; неопределённость; будущее; и знания. (2) Затем они приступили к анализу, чтобы выявить наиболее релевантные и пригодные подходы из этого набора, и (3) критически оценили и определили наиболее релевантные теоретические подходы, применяя *Tabula Rasa* и формулу символического уравнения. (4) Таким образом, исследование позволило выявить структурированную область исследований для сценариев экзистенциальной безопасности.

$$K = f(\sum_{i=1}^n I_i)$$

где:

- ***K*** – новые знания;
- ***f*** – процесс преобразования (*Tabula Rasa*);
- ***I_i*** – отдельные компоненты идей;
- ***n*** – общее число компонентов.

Формула просто и лаконично выражает, что новые знания являются функцией концептуализации. При этом (1) концептуализация (*i*-ных компонентов идей) касается идей, заложенных в теориях, парадигмах или подходах, а (2) функция преобразования (***f***, *Tabula Rasa*) – это процесс генерирования новых знаний на основе концептуализации (*i*-ных компонентов идей).

Таким образом, уравнение означает, что:

*Новые знания **K** (теоретический подход) являются результатом применения функции преобразования **f** (Tabula Rasa) к совокупности компонентов идей с **I₁** по **I_n** (теоретический подход), при этом функция преобразования **f** (Tabula Rasa) генерирует новые знания **K**,*

где: ***K*** = ***f*** ($\sum(i=1 \rightarrow n)I_i$), а ***K*** (новые знания) – результат применения функции преобразования ***f*** (*Tabula Rasa*) к совокупности ***n*** концепций.

Кроме того, функция преобразования *Tabula Rasa* ***f*** (процесс концептуализации в новые знания) позволила критически оценить корреляцию, пригодность и релевантность каждой теории, подхода и парадигмы, исходя из результатов анализа, на основе научного поиска «с чистого листа». С другой стороны, подход с применением символического уравнения был выбран благодаря его уникальной способности кратко описать процесс и взаимосвязи между ключевыми понятиями различных теорий для построения точной концептуальной формулы. Такое новое сочетание *Tabula Rasa* и символических уравнений повышает применимость и обоснованность, обеспечивая мощную научную базу для цели данного исследования. В следующих разделах авторы опишут результаты применения наилучших подходов к

комплексности, неопределённости, будущему и знаниям в качестве основы сценариев экзистенциальной безопасности.

Результаты исследований

Приемлемые подходы к знаниям для сценариев экзистенциальной безопасности

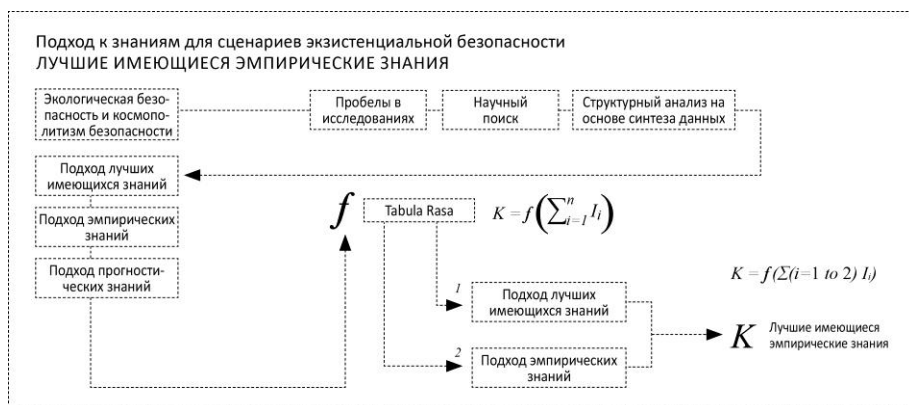


Рис. 1: Процесс и результат: Приемлемые подходы к знаниям для сценариев экзистенциальной безопасности

Среди наиболее релевантных подходов к знанию *Tabula Rasa* выявила следующие. Во-первых, это *прогностическое знание*, касающееся прежде всего предсказания будущих событий на основе анализа взаимосвязей отдельных элементов с использованием известной информации, тенденций и закономерностей. Его можно применять в алгоритмических уравнениях и при разработке статистических моделей для обеспечения предсказуемости, и это действенный подход к прогнозированию линейных систем. Но → сложных нелинейных системах, включая национальные государства, социальные структуры, международные конфликты и другие человеческие феномены, прогностическое знание ограничено и неэффективно для изучения нелинейных явлений, поскольку оно опирается на стационарные статистические характеристики.³⁵ Это делает данный подход непригодным для сценариев экзистенциальной безопасности.

Второй релевантный подход, выявленный в ходе анализа — это *наилучшие имеющиеся знания*. Он основан на анализе, оценке и синтезе наиболее актуальной информации и подходит для изучения нелинейных систем как в

³⁵ Demetris Koutsoyiannis, Alberto Montanari, "Negligent Killing of Scientific Concepts: The Stationarity Case," *Hydrological Sciences Journal* 60, no.7–8 (2015): 1174–1183, <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.959959>.

биологии,³⁶ так и в поведении людей,³⁷ поскольку он делает упор на факторе *времени* в знаниях. Он также нацелен на оценку знаний на основе временных факторов, постоянно изучая и выбирая наиболее актуальные источники информации, которые можно преобразовать в знания и использовать для принятия решений, связанных с исследованиями будущего.

Третий релевантный подход, выявленный в ходе анализа – *эмпирические знания*, которые часто связывают с эмпирическими подходами при изучении сценариев, как альтернативой нормативным подходам.³⁸ *Эмпирическое знание* исследует представления о будущем, когда знания ещё не устоялись.³⁹ Его главная черта – способность исследовать будущее без предубеждений, желаемых результатов или опоры на тенденции. Этот подход часто применяют в дельфийских исследованиях, когда задействованы группы экспертов в соответствующих областях знаний, поскольку они могут предложить разные точки зрения и варианты исследования вероятного будущего, которые можно использовать для изучения вариантов реакции на разное будущее.

Пригодность эмпирических знаний для оценки множества неизвестных вариантов будущего делают их пригодными для сценариев экзистенциальной безопасности. То же самое относится и к подходу на основе наилучших имеющихся знаний, поскольку он обеспечивает надёжный и динамичный аналитический инструмент для оценки масштаба антропогенных и неантропогенных катастрофических экологических сценариев. Дело в том, что эти сценарии не статичны, они трансформируются, движутся, изменяются и развиваются в рамках комплексных систем.

Результат: Наилучшие имеющиеся эмпирические знания

Формула:

$$K = f(\sum_{i=1}^n I_i)$$

f: критический анализ и тщательная оценка:

1. корреляции
2. приемлемости, и

³⁶ Tomas Willebrand, Scott Newey, "Reaching and Implementing the Best Available Knowledge in Wildlife Biology," *Wildlife Biology*, no. 2 (March 2025): e01307, <https://doi.org/10.1002/wlb3.01307>.

³⁷ Elinor Ostrom, "A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems," *Science* 325, no. 5939 (2009): 419-422, <https://doi.org/10.1126/science.1172133>.

³⁸ Roberto Poli, "A Note on the Classification of Future-Related Methods," *European Journal of Futures Research* 6, no. 1 (2018), 15, <https://doi.org/10.1186/s40309-018-0145-9>.

³⁹ Steve Bankes, Warren E. Walker, Jan H. Kwakkel, "Exploratory Modeling and Analysis," в *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, ed. Saul I. Gass, Michael C. Fu (Boston, MA: Springer, 2013), 532-537, https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1153-7_314.

3. релевантности целям исследования

Процесс:

$$K = f(\sum_{i=1 \rightarrow 2} I_i)$$

Функция преобразования f (*tabula rasa*) путём объединения:

1. наилучших имеющихся знаний
2. эмпирических знаний

Результат:

K: (Наилучшие имеющиеся эмпирические знания) для сценариев экзистенциальной безопасности

Подходы приемлемых сценариев экзистенциальной безопасности

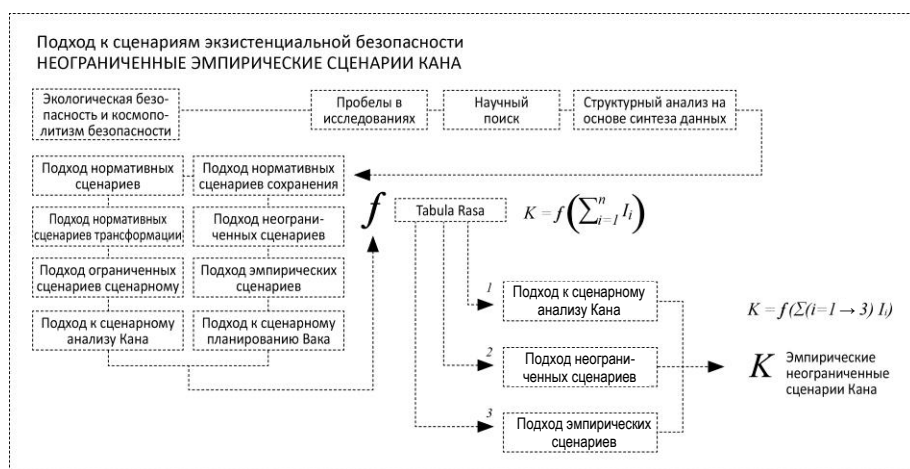


Рис. 2: Процесс и результат: Подходы приемлемых сценариев экзистенциальной безопасности.

Tabula Rasa выделила шесть релевантных типов подхода к разработке сценариев. Во-первых, это *нормативный сценарий*, состоящий из ряда скоординированных действий, описывающих достижимый будущий результат с конкретными характеристиками и условиями.⁴⁰ Он призван дать целевое видение будущего и пути его достижения в рамках возможного.

⁴⁰ Andrew M. Parker, Sinduja V. Srinivasan, Robert J. Lempert, Sandra H. Berry, "Evaluating Simulation-Derived Scenarios for Effective Decision Support," *Technological Forecasting and Social Change* 91 (2015): 64-77, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.01.010>.

Второй подход – *эмпирический сценарий*. Он направлен на анализ, поиск и идентификацию множества правдоподобных вариантов будущего,⁴¹ концентрируясь на выявлении широкого спектра потенциальных факторов, при первостепенном внимании к неопределённости, возникающей из-за множественности возможных исходов, не фокусируясь на одном предопределённом. Этот подход доказал свою эффективность при выделении неопределённости,⁴² обусловленной широким спектром неизвестных исходов. Главное же преимущество эмпирического сценария заключается в его масштабе: он рассматривает множество исходов и фокусируется на разных аспектах и факторах, которые могут привести к нескольким правдоподобным вариантам будущего, тем самым улучшая поиск сценариев экзистенциальной безопасности.

Третий и четвёртый подходы взаимосвязаны: это *сценарии сохранения и трансформации*. Следуя типологии сценариев, предложенной Бёресоном и др., нормативные сценарии включают два типа, различающиеся трактовкой структуры системы: (1) нормативные сценарии сохранения, и (2) нормативные сценарии трансформации. Согласно этой типологии, «*Сценарии сохранения* объясняют, как можно достичь цели, корректируя текущую ситуацию. *Сценарии трансформации* объясняют, как можно достичь цели, когда господствующая структура блокирует необходимые изменения».⁴³ В данном контексте оба сценария, сохранения и трансформации, описывают будущее, которое нужно достичь. Но главное тут – в структуре системы. Эти подходы ориентированы на достижение желаемого будущего и не способны дать аналитическое объяснение сценариев экзистенциальной безопасности, которые по своей природе неопределённые, комплексные и находятся в области неизвестного.

Пятый и шестой выявленные подходы – *неограниченные и ограниченные сценарии*. Неограниченный сценарий основан на исследовательских подходах, нацеленных на понимание всех потенциальных факторов различных будущих сценариев, обеспечивая всестороннее понимание сложности потенциальных будущих результатов.⁴⁴ Он устанавливает максимальные условия для множества интерпретаций и точек зрения на потенциальный будущий сценарий, не ограничивая анализ предопределёнными аспектами или факторами.

⁴¹ Uri Avin, Robert Goodspeed, Lily Murnen, "From Exploratory Scenarios to Plans: Bridging the Gap," *Planning Theory & Practice* 23, no. 4 (2022): 637-646, <https://doi.org/10.1080/14649357.2022.2119008>.

⁴² Marc J. Metzger et al., "How Personal Judgment Influences Scenario Development: An Example for Future Rural Development in Europe," *Ecology and Society* 15, no. 2 (2010), art. 5, <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss2/art5/>.

⁴³ Lena Börjeson et al., "Scenario Types and Techniques: Towards a User's Guide," *Futures* 38, no. 7 (2006): 723-739, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.12.002>.

⁴⁴ Börjeson et al., "Scenario Types and Techniques: Towards a User's Guide."

В отличие от него, ограниченный сценарий фокусируется на конкретном представлении или интерпретации потенциального будущего сценария и конкретных аспектах потенциальных будущих результатов, таких, как конкретные риски, угрозы, предопределённые факторы или неопределённости, а также интерпретации, заданные ментальными моделями.⁴⁵ В целом, ограниченный сценарий даёт чёткие ориентиры для анализа будущих сценариев, но при этом ограничивает круг потенциальных вариантов будущего для исследований. С другой стороны, подход на основе неограниченного сценария воплощает «способность выявить более широкий спектр множественных правдоподобных вариантов будущего»,⁴⁶ что делает этот подход пригодным для сценариев экзистенциальной безопасности.

Наконец, существует два основных подхода к сценарному анализу: классический сценарный анализ, разработанный аналитиком в области безопасности и обороны Германом Каном из корпорации RAND, и сценарное планирование, разработанное бизнес-менеджером корпорации Shell Пьером Ваком (под влиянием более ранних работ Кана). Эти две парадигмы принципиально отличны по своей базовой концепции и целям для оценки аспектов и природы сценариев в данном исследовании. С одной стороны, в сфере международных исследований Кан определил сценарный анализ как «Набор гипотетических событий, происходящих в будущем, сконструированный для прояснения возможной цепочки причинно-следственных связей, а также моментов принятия решений».⁴⁷ В контексте международных отношений он в первую очередь касался ядерных экзистенциальных угроз и будущего человечества.

С другой стороны, Вак описал сценарное планирование для бизнеса и организаций следующим образом: сценарный анализ требует от менеджеров прежде всего понимания сил, движущих их бизнес-системами, не полагаясь исключительно на прогнозы или альтернативы.⁴⁸ В этом контексте подход Кана напрямую касается глобальных экзистенциальных катастроф, отражая классическую парадигму анализа сценариев «неизвестных неизвестных», «что, если» и «размышлений о немыслимом», основанную на

⁴⁵ Robert J. Lempert, Steven W. Popper, Steven C. Bankes, *Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative, Long-Term Policy Analysis* (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2003), https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1626.html.

⁴⁶ H.R. Maier et al., “An Uncertain Future, Deep Uncertainty, Scenarios, Robustness and Adaptation: How Do They Fit Together?” *Environmental Modelling & Software* 81 (2016): 154-164, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.03.014>.

⁴⁷ Herman Kahn, Anthony Wiener, *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years* (New York: Macmillan New York, 1967).

⁴⁸ Pierre Wack, “Scenarios: Shooting the Rapids,” *Harvard Business Review* 63, no. 6 (1985): 139-150.

теории систем.⁴⁹ Классический сценарный анализ, первоначально задуманный Каном⁵⁰ для стратегических и международных исследований, помещает сценарный анализ в контекст экзистенциальных рисков (например, ядерной катастрофы) и действующих лиц (национальных государств и человечества). Таким образом, он наилучшим образом подходит для сценариев экзистенциальной безопасности и глобальных угроз.

Результат: Неограниченный эмпирический сценарий Кана

Формула:

$$K = f(\sum(i=1 \rightarrow n)I_i)$$

f : критический анализ и тщательная оценка:

1. корреляции,
2. приемлемости, и
3. релевантности целям исследования

Процесс:

$$K = f(\sum(i=1 \rightarrow 3)I_i)$$

Функция преобразования f (*tabula rasa*) путём объединения:

1. Сценарного подхода Кана,
2. Эмпирического сценария,
3. Неограниченного сценария

Результат:

K: (Неограниченный эмпирический сценарий Кана) для сценариев экзистенциальной безопасности

Пригодные подходы к будущему в сценариях экзистенциальной безопасности

Анализ *Tabula Rasa* выявил в литературе три релевантных подхода к будущему. Во-первых, это подход *одного правдоподобного будущего*, с теми же чертами, что и нормативный подход и подход на основе ограниченных сценариев. В частности, он предполагает изучение одного потенциального сценария, основанного на наилучших имеющихся знаниях, или на предопреде-

⁴⁹ Herman Kahn, Anthony J. Wiener, "The Next Thirty-Three Years: A Framework for Speculation," *Daedalus* 96, no. 3 (Summer 1967): 705-732, <https://www.jstor.org/stable/20027066>.

⁵⁰ Jeremy Stapleton, "Exploring Scenario Planning (XSP): Navigating an Uncertain Future," Manual (Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2020): 6-13, www.lincolnst.edu/app/uploads/legacy-files/pubfiles/how-use-exploratory-scenario-planning-full.pdf.

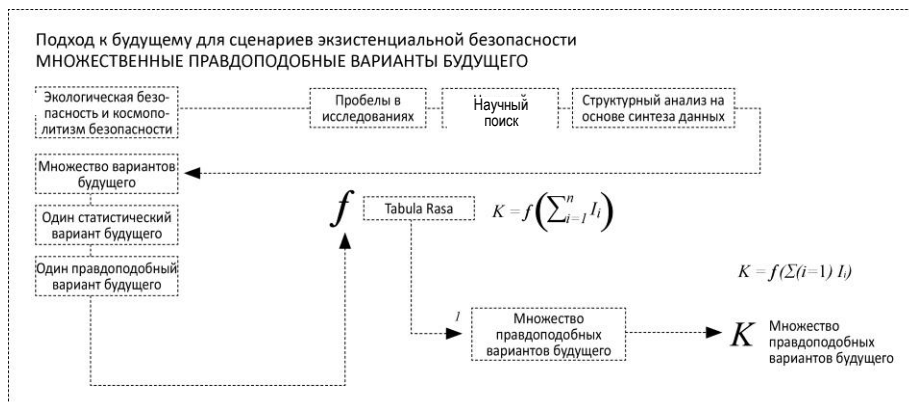


Рис. 3: Процесс и результат: Пригодные будущие подходы к сценариям экзистенциальной безопасности.

лёмном будущем,⁵¹ и опирающегося на нынешние и прошлые знания, данные и тенденции.⁵² Однако этому подходу не хватает научной силы для выявления неопределённостей, поскольку он сосредоточен на прогнозировании единственного правдоподобного сценария, упуская из виду факторы, которые потенциально могут привести к иным результатам. Это не позволяет данному подходу исследовать сценарии экзистенциальной безопасности неантропогенных катастроф из-за комплексности множественных варианты будущего.

Второй актуальный подход, выявленный в ходе анализа – *одно статистическое будущее* – относится к области количественного анализа, в частности, к статистическим моделям и распределению вероятностей. Он призван количественно оценить единственное будущее и предсказать статистическую неопределённость этого вероятного будущего⁵³ на основе данных и тенденций. В отличие от модели одного правдоподобного будущего, он может дать представление о неопределённости. Однако он не выдерживает проверки на надёжность при применении к комплексным системам, необходимой для сценариев экзистенциальной безопасности. Более того, он вряд ли способен предвидеть потенциально комплексную динамику и конфигурации внутри систем (кроме математики и физики) в областях, не подчиняющихся универсальным законам. Из-за этих ограничений оба подхода к исследованию после анализа были отвергнуты.

⁵¹ Warren Walker, Marjolijn Haasnoot, "White Paper: Uncertainty Analysis and Decision-Making under Uncertainty with the Deltamodel," Deltares, February 16, 2011, https://publications.deltares.nl/1204151_014b.pdf.

⁵² Joseph Voros, "Integral Futures: An Approach to Futures Inquiry," *Futures* 40, no. 2 (2008): 190-201, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2007.11.010>.

⁵³ Walker, Haasnoot, "Uncertainty Analysis and Decision-Making under Uncertainty with the Deltamodel."

Результат показал, что подход на основе множества правдоподобных вариантов будущего наиболее приемлем для разработки сценариев экзистенциальной безопасности, поскольку он обеспечивает исчерпывающий анализ наиболее значимых потенциальных результатов в комплексной системе. Этот подход устраняет аналитическую слабость подхода одного будущего, при котором вероятностные и статистические модели не могут адекватно ответить на вопросы о потенциальных сценариях будущего.⁵⁴ Кроме того, он предлагает содержательный анализ неопределённостей и сложностей множества будущих сценариев экзистенциальной безопасности, особенно в социально сложных условиях, включая катастрофы, связанные с общемировыми конфликтами, сбои, чрезвычайные ситуации и нестабильность. Он включает сбор и анализ различных предположений и аргументов о правдоподобии в нелинейных ситуациях, что делает его наиболее подходящим подходом к изучению комплексности и неопределённости международной системы.

Результат: Множественные правдоподобные варианты будущего

Формула:

$$K = f(\sum(i=1 \rightarrow n)I_i)$$

f: критический анализ и тщательная оценка:

1. корреляции,
2. приемлемости, и
3. релевантности целям исследования

Процесс:

$$K = f(\sum(i=1)I_i)$$

Функция преобразования *f* (*tabula rasa*) путём выбора:

1. Множественных правдоподобных вариантов будущего

Результат:

K: (Множественные правдоподобные варианты будущего) для сценариев экзистенциальной безопасности

⁵⁴ Steve Bankes, "Exploratory Modeling for Policy Analysis," *Operations Research* 41, no. 3 (1993): 435-449, <https://doi.org/10.1287/opre.41.3.435>.

Приемлемые подходы к комплексности для сценариев экзистенциальной безопасности

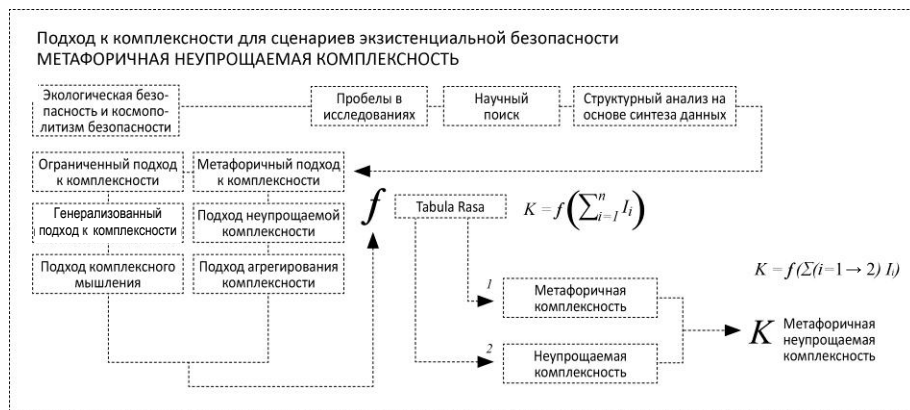


Рис. 4: Процесс и результат: Приемлемые подходы к комплексности для сценариев экзистенциальной безопасности.

В ходе исследования были выявлены пять релевантных подходов к оценке комплексности. Первый из них – подход *ограниченной комплексности*, касающийся изучения и понимания явлений комплексных систем на основе классических научных подходов и опирающийся на математический принцип упрощения.⁵⁵ Согласно нему, комплексные системы предсказуемы, но предсказуемость меняется в зависимости от условий системы для комплексности, «возникающей из основанного на правилах взаимодействия простых элементов».⁵⁶ Ограниченная комплексность направлена на снижение комплексности – по сути, на упрощение системы⁵⁷ – и постулирует, что все взаимодействия внутри системы могут быть измерены, что обеспечивает предсказуемость. Однако она не учитывает нелинейную природу сценариев экзистенциальной безопасности, включая неантропогенные глобальные катастрофы.

Второй подход, *генерализованная комплексность*, принимает упрощаемое понятие ограниченной комплексности, но не стремится к максимальному упрощению для понимания этого явления.⁵⁸ Вместо этого он снижает комплексность, исключая определённые факторы системы. Этот подход основан на линейных связях между компонентами комплексной системы, а

⁵⁵ Edgar Morin, “Restricted Complexity, General Complexity,” в *Worldviews, Science and Us*, ed. Carlos Gershenson, Diederik Aerts, Bruce Edmonds (World Scientific, 2007), 5–29, https://doi.org/10.1142/9789812707420_0002.

⁵⁶ David Byrne, Gillian Callaghan, *Complexity Theory and the Social Sciences: The State of the Art* (Abingdon, UK: Routledge, 2022).

⁵⁷ Morin, “Restricted Complexity, General Complexity.”

⁵⁸ Morin, “Restricted Complexity, General Complexity.”

также на предположении, что выявление и анализ каждого компонента позволяет полностью понять и предсказать целое. Эта предсказуемость основана на линейности и не учитывает нелинейность комплексных социальных систем, например, каскадные социальные эффекты после глобальных катастроф.

Третий подход, *неупрощаемая комплексность*,⁵⁹ сосредоточен на нелинейных взаимосвязях всех компонентов. Он подчёркивает важность динамичных отношений между элементами, утверждая при этом, что для комплексной системы характерна непредсказуемость. Кроме того, неупрощаемая комплексность включает разрушительный фактор внезапности, который отличает комплексные системы от сложных и, таким образом, подходит для сценариев глобальных катастроф.

Четвёртый подход, *комплексное мышление*, признаёт важность необъяснимых характеристик системы, а также неполное понимание взаимодействий и компонентов системы. Райсио и Лундстрём дают чёткое объяснение комплексного мышления, отмечая, что «комплексное мышление сосредоточено на том, что невозможно объяснить. Исходя из того, что точное понимание реальности всегда неполно, комплексное мышление сосредоточено на границах наших знаний».⁶⁰ Такое признание ограниченности знаний является важным фактором в комплексной системе, поскольку оно устраняет слабую предсказуемость и фокусируется на потенциальных результатах, одновременно выделяя закономерности или тенденции. Это особенно актуально для комплексных систем, не подчиняющихся универсальным законам. Но поскольку этот подход нацелен на достижение предсказуемости при помощи линейных алгоритмов, он не обладает аналитической силой для нелинейных комплексных сценариев.

Пятый подход, *метафоричная сложность*, противоречит допущению о линейности комплексных систем, принятому в классических науках, и признаёт, что «мир метафорически рассматривается не как механизм, а как организм».⁶¹ Этот подход касается комплексных систем, не подчиняющихся универсальным законам (и того факта, что без универсальных законов нет предсказуемости), таких, как человеческие системы, включая социальную динамику и взаимодействия, которые по своей природе неоднозначны, а также нелинейные эффекты, такие, как глобальные потрясения, войны, мировые катастрофы и нарушение сложных системных явлений. Кроме того,

⁵⁹ Jeanette Lancaster, "The Complex Systems of Practice," in *Practice, Learning and Change: Practice-Theory Perspectives on Professional Learning*, ed. Paul Hager, Alison Lee, Ann Reich (Dordrecht: Springer Netherlands, 2012), 119-131, <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4774-6>.

⁶⁰ Harri Raisio, Niklas Lundström, "Managing Chaos: Lessons from Movies on Chaos Theory," *Administration & Society* 49, no. 2 (2014): 296-315, <https://doi.org/10.1177/0095399714541269>.

⁶¹ Raisio, Lundström, "Managing Chaos: Lessons from Movies on Chaos Theory."

он признаёт фактор внезапности (например, стихийные бедствия), поскольку взаимодействия и динамика комплексной системы, не подчиняющейся универсальным законам, предполагают появление новых характеристик (например, каскадных эффектов) в сценарии, который невозможно предсказать, исходя из взаимодействия отдельных компонентов.

Приемлемые подходы к неопределённости для сценариев экзистенциальной безопасности

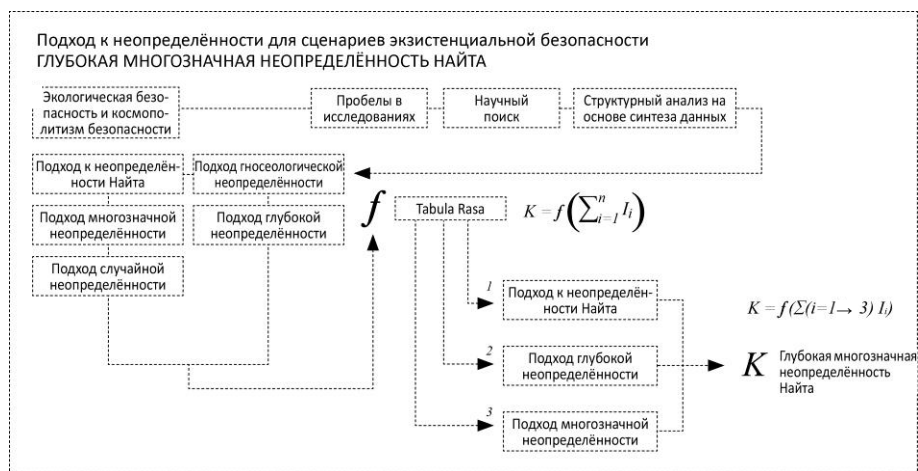


Рис. 5: Процесс и результат: Приемлемая неопределённость сценариев экзистенциальной безопасности.

Tabula Rasa выделяет пять актуальных подходов к неопределённости. Первый подход, *Найтова неопределённость*,⁶² был разработан для экономики и касается неизвестной вероятности результата. Согласно Найтовой неопределённости, вероятностные результаты определяют два основных фактора: (1) известные риски, результаты которых можно измерить вероятностно, и (2) неизвестные риски, результаты которых невозможно измерить, называемые также истинной неопределённостью. Неизвестный риск означает отсутствие или недостаток знаний, препятствующий оценке результатов в силу непредсказуемости возможных будущих событий. Он возникает, когда известен потенциальный результат, но не известны вероятности, связанные с этим результатом.⁶³ Кроме того, её можно понимать как неопределённость, формируемую абстрактным, предопределённым представлением о том, что потенциально может произойти в будущем, без механизмов

⁶² Frank H. Knight, *Risk, Uncertainty and Profit* (Houghton Mifflin, 1921).

⁶³ Yasuhiro Sakai, "J. M. Keynes on Probability Versus F. H. Knight on Uncertainty: Reflections on the Miracle Year of 1921," *Evolutionary and Institutional Economics Review* 13, no. 1 (2016): 1-21, <https://doi.org/10.1007/s40844-016-0039-0>.

оценки вероятности этого события; а значит, будущее невозможно предсказать. Более того, Найтова неопределённость существует не только из-за отсутствия количественно измеримого знания, но и из-за неполноты, ограниченности знаний или незнания. По мнению Халлегатт, она может также возникать из-за существования множества возможных вариантов будущего без понимания их вероятности.⁶⁴

Второй подход, *гносеологическая неопределённость*, подобно Найтовой неопределённости, возникает из-за недостатка знаний о потенциальных будущих результатах. Однако, в отличие от Найтовой неопределённости, здесь неопределённость также возникает из-за неоднозначности. Гносеологическая неопределённость связывает неоднозначность с рядом многочисленных и различных правдоподобных причин, объясняющих разные варианты будущего, которые мешают чёткому выявлению причин потенциально неизвестных результатов, или, как отмечалось в предыдущих исследованиях, с существованием множества основ для оценки неопределённого явления.⁶⁵ В этом контексте неоднозначность может также возникать из-за ограниченности или отсутствия научных знаний, либо же недостатка информации.⁶⁶ В целом, основной вклад гносеологической неопределённости в исследования неопределённости заключается в том, что она учитывается как важный фактор, формирующий неопределённое будущее, что особенно актуально для анализа неантропогенных глобальных катастроф.

Третий подход *многозначной неопределённости VUCA* (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity – изменчивость, неопределённость, комплексность, многозначность) сосредоточен на стратегических глобальных неизвестных, в частности, на экзистенциальных угрозах с высоким уровнем неопределённости. Он не ставит целью предсказать будущий результат или полагаться на тенденции, а призван обеспечить понимание множества потенциально неопределённых комплексных сценариев, которые реализуются в динамичных и изменчивых глобальных конфигурациях с непредсказуемыми результатами.

⁶⁴ Stéphane Hallegatte et al., "Investment Decision Making Under Deep Uncertainty: Application to Climate Change," Policy Research Working Paper No. 6193 (World Bank, 2012), <https://hdl.handle.net/10986/12028>.

⁶⁵ Marcela Brugnach et al., "Toward a Relational Concept of Uncertainty: About Knowing Too Little, Knowing Too Differently, and Accepting Not to Know," *Ecology and Society* 13, no. 2 (2008), art. 30, <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art30/>.

⁶⁶ Jon C. Helton, Clifford W. Hansen, Cedric J. Sallaberry, "Uncertainty and Sensitivity Analysis in Performance Assessment for the Proposed Repository for High-Level Radioactive Waste at Yucca Mountain, Nevada," *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2, no. 6 (2010): 7580-7582, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.05.128>.

Результат: Глубокая неопределённость – Найтова неопределённость*Формула:*

$$K = f(\sum_{i=1}^n I_i)$$

f: критический анализ и тщательная оценка:

1. корреляции,
2. приемлемости, и
3. релевантности целям исследования

Процесс:

$$K = f(\sum_{i=1}^3 I_i)$$

Функция преобразования *f* (*tabula rasa*) путём объединения:

1. глубокой неопределённости,
2. Найтовой неопределённости,
3. многозначной неопределённости

*Результат:***K:** (Глубокая, многозначная, Найтова неопределённость) для сценариев экзистенциальной безопасности

Четвёртый подход, *случайная неопределённость*, или, иначе, *статистическая неопределённость*, основан на статистике и вероятности и исходит из «случайности», или естественной изменчивости, которую нельзя смягчить или уменьшить, но можно представить вероятностно. Исследуя машинное обучение, Хюллермайер и Вэгеман недавно предложили полезную идею: «гносеологическая неопределённость относится к уменьшаемой части (полной) неопределённости, а случайная неопределённость относится к её неуменьшаемой части».⁶⁷ Случайная неопределённость применима к линейному анализу в математике для количественного выражения случайности, но не даёт инструментов для анализа неопределённого будущего в сценариях экзистенциальной безопасности, основанных на неизвестности, поскольку касается неупрощаемых факторов.

Пятый подход, *глубокая неопределённость*, предполагает, что из-за отсутствия полезных знаний, которые можно было бы применить вероятностно, возникает множество неопределённых потенциальных вариантов будущего. Глубокая неопределённость заключается в неопределённости множества правдоподобных вариантов будущего при отсутствии знаний о них. В этой связи Халлегатт с коллегами предположили, что глубокая неопределённость также может быть вызвана наличием Найтовой неопределённости. Майер и др., ссылаясь на Кваккеля с коллегами, отметили, что глубокая неопределённость также существует, когда аналитики видят воз-

⁶⁷ Eyke Hüllermeier, Willem Waegeman, “Aleatoric and Epistemic Uncertainty in Machine Learning: An Introduction to Concepts and Methods,” *Machine Learning* 110 (2021): 457-506, <https://doi.org/10.1007/s10994-021-05946-3>.

возможности, но не могут оценить их вероятность. Эти два подхода, в сочетании с неоднозначной неопределённостью VUCA, наиболее приемлемы при разработке сценариев экзистенциальной безопасности для глобальных не-антропогенных катастроф.

Теоретические подходы к сценариям экзистенциальной безопасности

Исследование включало тщательный анализ и оценку (1) корреляции, (2) приемлемости и (3) релевантности целям исследования, с кратким анализом связей и взаимоотношений между теоретическими подходами, чтобы (1) показать структурированную область исследования, и (2) создать новую теоретическую модель, сочетая *Tabula Rasa* с символическим уравнением для анализа, благодаря его широким возможностям построения формул и представления концептуализаций. Ниже показаны результаты анализа наиболее релевантных и приемлемых теоретических подходов к сценариям экзистенциальной безопасности.

Таблица 1. Процесс и результат: Теоретические подходы исследования

Формула	Анализ	Результаты	Научный подход
$K = f\left(\sum_{i=1}^2 I_i\right)$	f : критический анализ и тщательная оценка: (1) корреляции (2) приемлемости (3) релевантности целям исследования	Результат функции преобразования (<i>tabula rasa</i>) путём объединения: (1) наилучших имеющихся знаний (2) эмпирических знаний	K (эмпирический с использованием наилучших имеющихся знаний)
Формула	Анализ	Результаты	Подход к сценарию
$K = f\left(\sum_{i=1}^3 I_i\right)$	f : критический анализ и тщательная оценка: (1) корреляции (2) приемлемости (3) релевантности целям исследования	Результат функции преобразования (<i>tabula rasa</i>) путём объединения: (1) сценарного анализа Кана (2) эмпирического сценария (3) неограниченного сценария	K (эмпирический неограниченный сценарий Кана)
Формула	Анализ	Результаты	Подход к будущему
$K = f(I_1)$	f : критический анализ и тщательная оценка: (1) корреляции (2) приемлемости (3) релевантности целям исследования	Результат функции преобразования (<i>tabula rasa</i>) путём выбора: (1) множественных правдоподобных вариантов будущего	K (множественные правдоподобные варианты будущего)

Формула	Анализ	Результаты	Подход к комплексности
$K = f\left(\sum_{i=1}^2 I_i\right)$	f: критический анализ и тщательная оценка: (1) корреляции (2) приемлемости (3) релевантности целям исследования	Результат функции преобразования (<i>tabula rasa</i>) путём объединения: (1) неупрощаемой комплексности (2) метафоричной комплексности	K (метафоричная, неупрощаемая комплексность)
Формула	Анализ	Результаты	Подход к неопределённости
$K = f\left(\sum_{i=1}^3 I_i\right)$	f: критический анализ и тщательная оценка: (1) корреляции (2) приемлемости (3) релевантности целям исследования	Результат функции преобразования (<i>tabula rasa</i>) путём объединения: (1) глубокой неопределённости (2) Найтовой неопределённости (3) многозначности (неопределённости VUCA)	K (глубокая, многозначная Найтова неопределённость)

Структурированная область исследований сценариев экзистенциальной безопасности и теоретическая база сценариев экзистенциальной безопасности

Результаты дают краткое представление о связях и взаимоотношениях наиболее релевантных и приемлемых теоретических подходов к структурированной области изучения сценариев экзистенциальной безопасности и, таким образом, создают новую теоретическую базу, способную выразить в виде формулы и показать концептуализацию в результате сочетания *Tabula Rasa* и символического уравнения, как описано ниже.

Обсуждение

Об экзистенциальных рисках и угрозах для сценариев экзистенциальной безопасности

Авторы разделяют мнение о том, что «угроза обуславливает неотложность безопасности в силу своего непосредственного и «надвигающегося» характера, риски могут быть неопределёнными и отдалёнными», и что «угроза подразумевает прямую причинно-следственную цепочку вреда, в то время как риск больше касается условий второго порядка возможности причинения вреда в будущем». ⁶⁸ Основываясь на этих предположениях и учитывая массив исследований международной безопасности и мировой экологии,

⁶⁸ Tom Hobson, Olaf Corry, "Existential Security: Safeguarding Humanity or Globalising Power?" *Global Policy* 14, no. 4 (September 2023): 633-637, <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13287>.

авторы утверждают, что «экзистенциальный риск безопасности» (антропогенный) означает экзистенциально неблагоприятные результаты контролируемых человеком усилий, решений и действий, в то время как «экзистенциальные угрозы безопасности» (неантропогенные) представляют собой не контролируемые человеком события, влекущие экзистенциально негативные результаты.

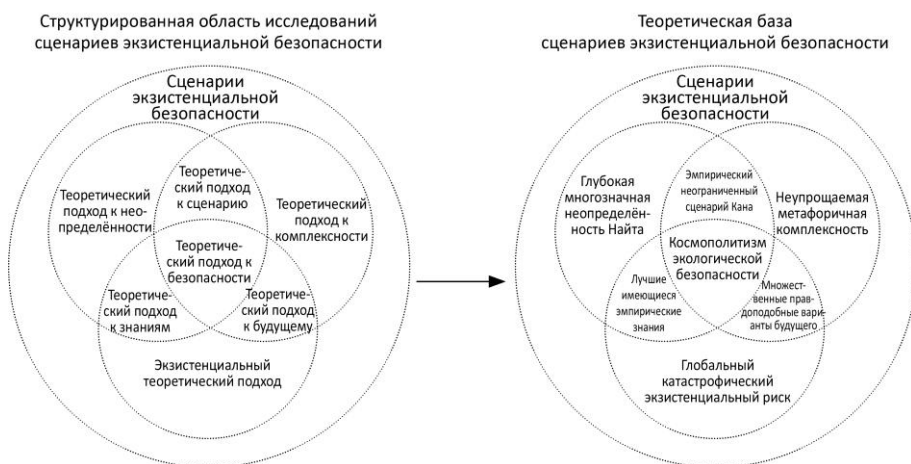


Рис. 6: Процесс и результат: Неохваченная структурированная область исследований.



Рис. 7: Процесс и результат: Новая теоретическая база для сценариев экзистенциальной безопасности.

Если ранее исследователи исключали неантропогенные катастрофы⁶⁹ из-за их малой вероятности по сравнению с антропогенными, в настоящее время учёные учитывают природные опасности и отмечают важность дальнейших исследований сценариев неантропогенных катастроф, как существенных для безопасности человечества.⁷⁰ Во-первых, хотя неантропогенные экологические катастрофы маловероятны, они способны опустошить всю планету. Во-вторых, неантропогенные катастрофы могут усугубить антропогенные стратегические риски с высоким уровнем комплексности для всего человечества, например, в силу каскадных экологических эффектов. В-третьих, вполне доказаны исторические прецеденты и имеются эмпирические свидетельства экзистенциальных катастроф, особенно падения метеоритов на Землю. В-четвёртых, исключение неантропогенных катастроф из исследований экзистенциальной безопасности не имеет обоснованного эмпирического обоснования, поскольку именно неантропогенные глобальные экологические катастрофы являются единственными эмпирическими свидетельствами реальных угроз существованию человечества, несмотря на их низкую вероятность.

Табл. 2. Типология экзистенциальных рисков безопасности и экзистенциальных угроз безопасности

Антропогенные катастрофы	Неантропогенные катастрофы
Экзистенциальные риски безопасности	Экзистенциальные угрозы безопасности
<i>Пример:</i> Планетарный экологический риск применения ядерного оружия	<i>Пример:</i> Планетарная экологическая угроза падения внеземного объекта (метеорита) на Землю
Существует <i>риск</i> , но не угроза, поскольку антропогенные факторы связаны с причинно обоснованными усилиями человека (решение-действия) и их последствиями (результатами).	Существует <i>угроза</i> , но не <i>риск</i> , поскольку неантропогенные факторы не связаны с причинно обоснованными усилиями человека (решение-действия) или их последствиями (результатами)
✓ Низкая неопределённость	✓ Высокая неопределённость
✓ Высокая комплексность	✓ Высокая комплексность
✓ Может быть предотвращён	✓ Не может быть предотвращена
✓ Может быть ослаблен	✓ Может быть ослаблена

⁶⁹ Sears, "Existential Security: Towards a Security Framework for the Survival of Humanity."

⁷⁰ Mani, Erwin, Johnson, "Natural Global Catastrophic Risks."

О комплексности и сценариях экзистенциальной безопасности

Литература и эмпирические данные подтверждают прогностическую силу линейности в классической науке, в частности, в химии, физике и математике, где поведение каждого элемента подчинено универсальным законам. Однако при изучении комплексных систем в естественных и общественных науках этот подход имеет ряд ограничений, а прогностическая сила линейных отношений оказалась не совсем эффективной, поскольку естественные, биологические и человеческие системы с социальной динамикой, видимо, не подчиняются этим универсальным законам. Поэтому процесс *Tabula Rasa* предполагает, что наиболее важные характеристики комплексного катастрофического экологического сценария кроются в «нелинейной» природе неупрощаемой комплексности.⁷¹ Для неё характерно непредсказуемое поведение и взаимодействие элементов системы.

С другой стороны, в нашем исследовании основное различие между сложными и комплексными системами заключается в том, что комплексность определяется ролью «внезапности»,⁷² понимаемой здесь, как основной действующий разрушительный фактор в системе. Без внезапности система обладает характеристиками не комплексной, а скорее просто сложной системы. Комплексность планетарного неантропогенного, а также антропогенного сценария экологической катастрофы для экзистенциальной безопасности обусловлена внезапно возникающими факторами. Это в конечном счёте приводит к разветвлению последствий по всей системе – в её взаимосвязях, динамике и отношениях. Поэтому ей свойственны все черты неупрощаемого подхода к комплексности.⁷³

О неопределённости и сценариях экзистенциальной безопасности

Подходы к неопределённости в литературе очень разнятся. В ранних исследованиях неопределённость разбивали по пяти разным векторам анализа риска: (1) времени; (2) направления; (3) измерений; (4) переменных; и (5) структуры. Эта классификация основана на системном подходе и характеризуется существенным недостатком информации.⁷⁴ С точки зрения теории организации, для абстрактного пояснения такой недостаток информации можно назвать неопределённостью – поскольку информация отсутствует либо теряется в многочисленных интерпретациях, – что говорит о важности процесса принятия решений для смягчения неопределённости.

Поэтому в литературе предлагается несколько разных подходов к неопределённости, основанных на её основных факторах. В *Tabula Rasa* при-

⁷¹ James Gleick, Robert C. Hilborn, "Chaos, Making a New Science," *American Journal of Physics* 56, no. 11 (1988): 1053-1054, <https://doi.org/10.1119/1.15345>.

⁷² Morin, "Restricted Complexity, General Complexity."

⁷³ Lancaster, "The Complex Systems of Practice."

⁷⁴ William D. Rowe, "Understanding Uncertainty," *Risk Analysis* 14, no. 5 (1994): 743-750, <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1994.tb00284.x>.

чины неопределённости определяются следующим образом: (1) в силу неизмеримости результатов и ограниченности знаний;⁷⁵ (2) в силу многообразия вариантов будущего без знаний об их вероятности;⁷⁶ (3) в силу разнообразия подходов к изучению неопределённого явления;⁷⁷ (4) в силу недостаточности у аналитиков знаний о будущем или неспособности договориться о решениях, касающихся вариантов будущего,⁷⁸ когда вероятность можно выявить, но нельзя ранжировать или оценить;⁷⁹ (5) в силу экзистенциальных угроз с высоким уровнем неопределённости при неопределённости VUCA⁸⁰ и в силу ограниченности или отсутствия научных знаний и информации.

В этой связи при подходе Tabula Rasa считается, что более релевантные подходы к оценке неопределённости в сценариях экзистенциальной безопасности планетарных неантропогенных и антропогенных экологических катастроф включают характеристики высокого уровня неопределённости глобальных экзистенциальных угроз. Поэтому принимается концептуализация неопределённости, используемая в подходе VUCA⁸¹ к неопределённости и в теории гносеологической неопределённости, поскольку глобальные экологические катастрофы имеют общие характеристики экзистенциального риска с высоким уровнем неопределённости, обусловленным разными базами для анализа неопределённости.⁸²

С другой стороны, анализ выявил, что непредсказуемость сценария экзистенциальной безопасности для глобальных неантропогенных экологических катастроф проистекает из неизмеримости последствий и ограниченности знаний. Это согласуется с общей идеей теории неопределённости Найта и с концепцией множественности правдоподобных сценариев будущего согласно подходу глубокой неопределённости. Tabula Rasa также предполагает, что глобальные неантропогенные экологические катастрофы характеризуются высоким уровнем неопределённости, множественностью воз-

⁷⁵ Sakai, "J. M. Keynes on Probability Versus F. H. Knight on Uncertainty."

⁷⁶ Hallegatte et al., "Investment Decision Making Under Deep Uncertainty: Application to Climate Change."

⁷⁷ Brugnach et al., "Toward a Relational Concept of Uncertainty."

⁷⁸ Lempert, Popper, Bankes, *Shaping the Next One Hundred Years*.

⁷⁹ Maier et al., "An Uncertain Future, Deep Uncertainty, Scenarios, Robustness and Adaptation."

⁸⁰ R. Bradley MacKay, Veselina Stoyanova, "Scenario Planning with a Sociological Eye: Augmenting the Intuitive Logics Approach to Understanding the Future of Scotland and the UK," *Technological Forecasting and Social Change* 124 (2016): 88-100, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.026>.

⁸¹ Harry R. Yarger, *Strategic Theory for the 21st Century: The Little Book on Big Strategy* (US Army War College Press, 2006), <https://press.armywarcollege.edu/monographs/723>.

⁸² Brugnach et al., "Toward a Relational Concept of Uncertainty."

можных вариантов будущего и непониманием их вероятности, на что раньше указывали Хелтон, Хансен и Саллаберри.⁸³

Об анализе сценариев экзистенциальной безопасности

Исследование показало, что две основополагающие парадигмы сценарного анализа присутствуют в литературе, но смешиваются, а их различия не прослеживаются в дебатах. Наша интерпретация определения сценарного планирования, приписываемого Пьеру Ваку (1985), справедливо отмечает нацеленность парадигмы, взгляда и теории Вака на компании, рынки и менеджеров в условиях конкуренции на внутреннем и международном рынках. Поэтому, исходя из результатов нашей критической оценки, мы предлагаем применять подход Кана для развития теории сценарных исследований глобальных планетарных катастроф, в силу присущих классическим парадигмам сценарного планирования «неизвестных неизвестных», «что, если» и «размышлений о немыслимом», основанных на сценариях теории систем. В исследовании мы называем это «классическим сценарным анализом», исходной концептуализацией сценарного анализа Кана для стратегических и международных исследований. Он составляет основу сценарного планирования для экзистенциального риска (глобальной ядерной катастрофы) и рассматривает несколько правдоподобных сценариев. Поэтому он, видимо, наиболее подходит для оценки глобальных экзистенциальных комплексных угроз, ибо он по умолчанию воплощает эмпирический⁸⁴ неограниченный⁸⁵ характер с высоким уровнем неопределённости⁸⁶ — в отличие от его последующей адаптации к организационно-деловой сфере, предложенной Ваком.⁸⁷

Таким образом, в данном исследовании предлагается не использовать исследования сценариев, опираясь на исследования организаций, управления и бизнеса, вероятно, адаптированные Пьером Ваком. Вместо этого, основываясь на оригинальном подходе Кана, авторы предлагают вынести дискуссию об исследовании сценариев за пределы бизнеса, организаций и смежных областей, включая прогнозирование. Исходя из этого, в исследовании утверждается, что наиболее подходящим подходом является классический сценарный анализ (Кан) «немыслимых ситуаций», поскольку он составляет исходную теоретическую базу и основополагающий подход сценарного анализа, что справедливо отмечено в точном теоретическом об-

⁸³ Helton, Hansen, Sallaberry, "Uncertainty and Sensitivity Analysis in Performance Assessment."

⁸⁴ Avin, Goodspeed, Murnen, "From Exploratory Scenarios to Plans."

⁸⁵ Börjeson et al., "Scenario Types and Techniques: Towards a User's Guide."

⁸⁶ Metzger et al., "How Personal Judgment Influences Scenario Development."

⁸⁷ Wack, "Scenarios: Shooting the Rapids."

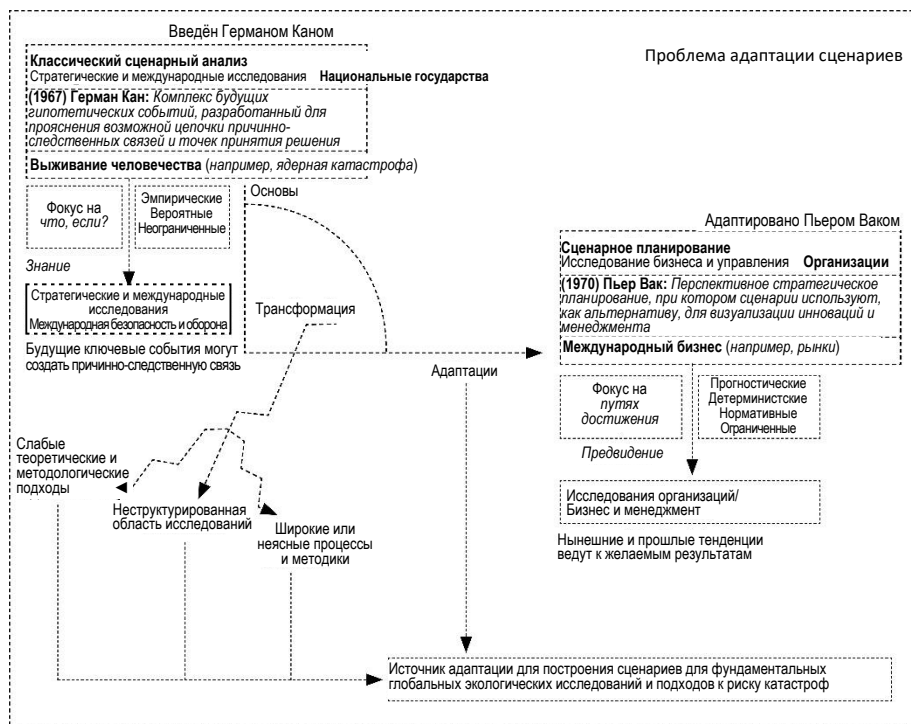


Рис. 8: Проблема адаптации сценариев.

зоре Спэниоля и Роуланда.⁸⁸ Классический стратегический сценарный анализ в области исследований стратегии, международной безопасности и обороны применим к области стратегических и экзистенциальных угроз человечеству. Однако, несмотря на ценность исследований организаций и бизнеса, результаты данного исследования не включали подходы, основанные на исследованиях организаций, бизнеса и управления, поскольку они не связаны с экзистенциальными угрозами. Данное исследование также не включало сценарные подходы, нацеленные на «предсказание» будущих результатов, поскольку классическое сценарное планирование стремится к рациональному раскрытию потенциальных глобальных экзистенциальных угроз человечеству, а не к прогнозированию событий или сценариев. Поэтому в данном исследовании в базу сценариев экзистенциальной безопасности был включён классический сценарный анализ Кана.

Таким образом, в данном исследовании предлагается не использовать исследования сценариев, опираясь на исследования организаций, управле-

⁸⁸ Matthew J. Spaniol, Nicholas J. Rowland, "Defining Scenario," *Futures & Foresight Science* 1, no. 1 (March 2019): e3, <https://doi.org/10.1002/ffo2.3>.

ния и бизнеса, вероятно, адаптированные Пьером Ваком. Вместо этого, основываясь на оригинальном подходе Кана, авторы предлагают вынести дискуссию об исследовании сценариев за пределы бизнеса, организаций и смежных областей, включая прогнозирование. Исходя из этого, в исследовании утверждается, что наиболее подходящим подходом является классический сценарный анализ (Кан) «немыслимых ситуаций», поскольку он составляет исходную теоретическую базу и основополагающий подход сценарного анализа, что справедливо отмечено в точном теоретическом обзоре Спэниоля и Роуланда.⁸⁹ Классический стратегический сценарный анализ в области исследований стратегии, международной безопасности и обороны применим к области стратегических и экзистенциальных угроз человечеству. Однако, несмотря на ценность исследований организаций и бизнеса, результаты данного исследования не включали подходы, основанные на исследованиях организаций, бизнеса и управления, поскольку они не связаны с экзистенциальными угрозами. Данное исследование также не включало сценарные подходы, нацеленные на «предсказание» будущих результатов, поскольку классическое сценарное планирование стремится к рациональному раскрытию потенциальных глобальных экзистенциальных угроз человечеству, а не к прогнозированию событий или сценариев. Поэтому в данном исследовании в базу сценариев экзистенциальной безопасности был включён классический сценарный анализ Кана.

Выводы и дальнейшие исследования

Данное исследование рассмотрело и определило структурированную область исследований сценариев экзистенциальной безопасности, а также предложило теоретическую базу для ответа на эти вопросы, объединяющую подходы к комплексности, неопределённости, будущему, знаниям и сценариям неантропогенных глобальных планетарных катастроф. Таким образом, работа вносит вклад в разработку базы сценариев экзистенциальной безопасности, позволяющей решать возникающие проблемы анализа сценариев неантропогенных катастроф, и развивает подходы к исследованию экзистенциальной безопасности в теоретико-практическом аспекте.

Теоретическая база была разработана посредством строгого концептуального структурного анализа на основе синтеза данных и критического включения исходной литературы, а не прямого эмпирического подтверждения. Максвелл отмечает, что при разработке теории приоритетом является концептуальная абстракции и разъяснение до эмпирического применения,

⁸⁹ Matthew J. Spaniol, Nicholas J. Rowland, "Defining Scenario," *Futures & Foresight Science* 1, no. 1 (March 2019): e3, <https://doi.org/10.1002/ffo2.3>.

подчёркивая эвристическую роль теоретической базы для руководства исследованием, а не в качестве эмпирических инструментов.⁹⁰ Преториус далее различает теоретические основы, опирающиеся на устоявшиеся теории, и концептуальные основы, упорядочивающие и связывающие концепции для пояснения взаимосвязей; ни одна из них по своей сути не требует эмпирических данных на начальном этапе.⁹¹

Важным стимулом для такого подхода стала известная проблема теоретической стагнации в данной области, которая способствовала распространению неадекватных и неудачных методов и моделей анализа, что отмечено при постановке проблемы. Последние исследования показывают, что такая стагнация проистекает из смешения методологических и практических подходов, что препятствует продуктивному научному диалогу и накоплению знаний в сценарных исследованиях. В работе указано, что отсутствует структурированная область исследований, обеспечивающая фундаментальный теоретический подход к данному явлению. Поэтому исследование направлено на создание такой области исследований, что способствует формированию теоретической базы для сценариев экзистенциальной безопасности. Упор сделан на содействие последовательному и целостному теоретическому дискурсу, поощрение дальнейшего диалога в научном сообществе и снижение риска сохранения неэффективных или узких и незрелых ситуативных методик, моделей и техник.

Кроме того, исходя из результатов исследования, авторы рекомендуют продолжить исследование сценариев экзистенциальной безопасности, в частности, экзистенциального риска, выживаемости человечества, безопасности в космосе, экологической безопасности и защиты планеты, основанных на нелинейности в вопросах неопределённости и комплексности. Наконец, авторы предлагают строить анализ различных сценариев будущего планеты с неизвестными неизвестными, применяя исходный сценарный подход Кана, поскольку он по своей сути воплощает экзистенциальные угрозы и глобальный риск для планеты, что возвращает нас к классическим исследованиям.

Примечание

Мнения, выводы, заключения и рекомендации в данной публикации принадлежат авторам и могут не отражать официальную политику или позицию Консорциума «Партнёрство ради мира», организаций-участниц и любых правительственных или международных организаций, связанных с его руководящими структурами.

⁹⁰ Joseph A. Maxwell, *Qualitative Research Design: An Interactive Approach* (Los Angeles, CA: Sage Publications, 2013).

⁹¹ Lynette Pretorius, "Theoretical and conceptual frameworks in research," February 20, 2024, https://www.lynettepretorius.com/the_scholars_way_blog/theoretical-and-conceptual-frameworks-in-research/.

Об авторах

Кристиан Герреро-Кастро – выпускник Центра исследований обороны американского континента при Национальном университете обороны США по специальности «Стратегия и оборонная политика». Магистр в области безопасности и обороны Национальной академии политических и стратегических исследований Чили, магистр международного бизнеса и развития Софийского университета (Япония), а также магистр международной безопасности, включая исследования космической безопасности, Университета бундесвера в Мюнхене и Европейского центра исследований в области безопасности им. Дж. Маршалла (Германия). Его исследования охватывают безопасность в космосе, комплексное стратегическое прогнозирование, взаимосвязь экономики и безопасности в космосе и защиту планеты, с акцентом на разработку новых основ обеспечения долгосрочного будущего человечества и содействия мирному использованию и исследованию космоса. *Электронная почта*: c.e.guer-cast@proton.me

Роджер Баарс – доктор социально-экономической географии Оклендского университета (Новая Зеландия), магистр географии Гамбургского университета (Германия). Его научная и преподавательская деятельность сосредоточена на взаимосвязанных темах адаптации к изменению климата, готовности к стихийным бедствиям и глобальных экологических исследований, при особом внимании к будущей неопределённости, рискам и устойчивости, а также глобальным изменениям. В настоящее время является помощником доцента аспирантуры глобальных экологических исследований Киотского университета (Япония). <https://orcid.org/0000-0002-3406-223X>

Библиография

- Avin, Uri, Robert Goodspeed, and Lily Murnen, "From Exploratory Scenarios to Plans: Bridging the Gap," *Planning Theory & Practice* 23, no. 4 (2022): 637-646, <https://doi.org/10.1080/14649357.2022.2119008>.
- Bankes, Steve, "Exploratory Modeling for Policy Analysis," *Operations Research* 41, no. 3 (1993): 435-449, <https://doi.org/10.1287/opre.41.3.435>.
- Bankes, Steve, Warren E. Walker, and Jan H. Kwakkel, "Exploratory Modeling and Analysis," in *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, ed. Saul I. Gass and Michael C. Fu (Boston, MA: Springer, 2013), 532-537, https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1153-7_314.
- Baum, Seth D., "Global Catastrophic Risks Edited by Nick Bostrom & Milan Cirković," *Risk Analysis* 29, no. 1 (2009): 155-156, <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01162.x>.
- Baum, Seth D., "Assessing Natural Global Catastrophic Risks," *Natural Hazards* 115, no. 3 (2023): 2699-2719, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05660-w>.
- Beardsworth, Richard, *Cosmopolitanism and International Relations Theory* (Cambridge: Polity Press, 2011).
- Beckstead, Nicholas, *On the Overwhelming Importance of Shaping the Far Future*, PhD Diss. (New Brunswick, New Jersey: State University of New Jersey, 2013), <https://doi.org/10.7282/T35M649T>.
- Börjeson, Lena, et al., "Scenario Types and Techniques: Towards a User's Guide," *Futures* 38, no. 7 (2006): 723-739, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.12.002>.
- Bostrom, Nick, "Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards," *Journal of Evolution and Technology* 9 (2002), <https://nickbostrom.com/existential/risks.pdf>.
- Brock, Gillian, and Harry Brighouse, eds., *The Political Philosophy of Cosmopolitanism* (Cambridge: Cambridge University Press, 2005).
- Brugnach, Marcela, et al., "Toward a Relational Concept of Uncertainty: About Knowing Too Little, Knowing Too Differently, and Accepting Not to Know," *Ecology and Society* 13, no. 2 (2008), art. 30, <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art30/>.
- Buzan, Barry, Ole Wæver, and Jaap de Wilde, *Security: A New Framework for Analysis* (Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers, 1998).
- Byrne, David, and Gillian Callaghan, *Complexity Theory and the Social Sciences: The State of the Art* (Abingdon, UK: Routledge, 2022).

- Caldera, H. Jithamala, and S.C. Wirasinghe, "A Universal Severity Classification for Natural Disasters," *Natural Hazards* 111, no. 3 (2022): 1533-1573, <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05106-9>.
- Cordova-Pozo, Kathya, and Étienne A.J.A. Rouwette, "Types of Scenario Planning and Their Effectiveness: A Review of Reviews," *Futures* 149 (May 2023): 103153, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103153>.
- Currie, Adrian, and Seán Ó hÉigeartaigh, "Working Together to Face Humanity's Greatest Threats: Introduction to the Future of Research on Catastrophic and Existential Risk," *Futures* 102 (2018): 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.07.003>.
- Gleick, James, and Robert C. Hilborn, "Chaos, Making a New Science," *American Journal of Physics* 56, no. 11 (1988): 1053-1054, <https://doi.org/10.1119/1.15345>.
- Haarhaus, Tim, and Andreas Liening, "Building Dynamic Capabilities to Cope with Environmental Uncertainty: The Role of Strategic Foresight," *Technological Forecasting and Social Change* 155 (2020): 120033, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120033>.
- Hallegatte, Stéphane, et al., "Investment Decision Making Under Deep Uncertainty: Application to Climate Change," *Policy Research Working Paper* no. 6193 (World Bank, 2012), <https://hdl.handle.net/10986/12028>.
- Helton, Jon C., Clifford W. Hansen, and Cedric J. Sallaberry, "Uncertainty and Sensitivity Analysis in Performance Assessment for the Proposed Repository for High-Level Radioactive Waste at Yucca Mountain, Nevada," *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2, no. 6 (2010): 7580-7582, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.05.128>.
- Hobson, Tom, and Olaf Corry, "Existential Security: Safeguarding Humanity or Globalising Power?" *Global Policy* 14, no. 4 (September 2023): 633-637, <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13287>.
- Homer-Dixon, Thomas F., "On the Threshold: Environmental Changes as Causes of Acute Conflict," *International Security* 16, no. 2 (Fall 1991): 76-116, <https://muse.jhu.edu/article/447281>.
- Hüllermeier, Eyke, and Willem Waegeman, "Aleatoric and Epistemic Uncertainty in Machine Learning: An Introduction to Concepts and Methods," *Machine Learning* 110 (2021): 457-506, <https://doi.org/10.1007/s10994-021-05946-3>.
- Hupkes, Tisha, and Anders Hedman, "Shifting Towards Non-Anthropocentrism: In Dialogue with Speculative Design Futures," *Futures* 140 (2022): 102950, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102950>.

- Kahn, Herman, and Anthony J. Wiener, "The Next Thirty-Three Years: A Framework for Speculation," *Daedalus* 96, no. 3 (Summer 1967): 705-732, www.jstor.org/stable/20027066.
- Kahn, Herman, and Anthony Wiener, *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years* (New York: Macmillan New York, 1967).
- Knight, Frank H., *Risk, Uncertainty and Profit* (Houghton Mifflin, 1921).
- Koutsoyiannis, Demetris, and Alberto Montanari, "Negligent Killing of Scientific Concepts: The Stationarity Case," *Hydrological Sciences Journal* 60, no.7-8 (2015): 1174-1183, <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.959959>.
- Lancaster, Jeanette, "The Complex Systems of Practice," in *Practice, Learning and Change: Practice-Theory Perspectives on Professional Learning*, ed. Paul Hager, Alison Lee, and Ann Reich (Dordrecht: Springer Netherlands, 2012), 119-131, <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4774-6>.
- Lempert, Robert J., Steven W. Popper, and Steven C. Bankes, *Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative, Long-Term Policy Analysis* (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2003), https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1626.html.
- MacKay, R. Bradley, and Veselina Stoyanova, "Scenario Planning with a Sociological Eye: Augmenting the Intuitive Logics Approach to Understanding the Future of Scotland and the UK," *Technological Forecasting and Social Change* 124 (2016): 88-100, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.026>.
- Maier, H.R., et al., "An Uncertain Future, Deep Uncertainty, Scenarios, Robustness and Adaptation: How Do They Fit Together?" *Environmental Modelling & Software* 81 (2016): 154-164, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.03.014>.
- Mani, Lara, Doug Erwin, and Lindley Johnson, "Natural Global Catastrophic Risks," in *The Era of Global Risk: An Introduction to Existential Risk Studies*, ed. SJ Beard et al. (Open Biik Publishers, 2023), 123-146, <https://doi.org/10.11647/OBP.0336.06>.
- Maxwell, Joseph A., *Qualitative Research Design: An Interactive Approach* (Los Angeles, CA: Sage Publications, 2013).
- Melamed, Nahum, and Avishai Melamed, "The Terrestrial Example: Natural Disasters as Model for Planetary Defense Planning," *Journal of Space Safety Engineering* 7, no. 1 (2020): 67-77, <https://doi.org/10.1016/j.jsse.2020.02.003>.
- Metzger, Marc J., et al., "How Personal Judgment Influences Scenario Development: An Example for Future Rural Development in Europe," *Ecology and Society* 15, no. 2 (2010), art. 5, <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss2/art5/>.
- Morin, Edgar, "Restricted Complexity, General Complexity," in *Worldviews, Science and Us*, ed. Carlos Gershenson, Diederik Aerts, and Bruce Edmonds (World Scientific, 2007), 5-29, https://doi.org/10.1142/9789812707420_0002.

- Münch, Christopher, and Heiko A. von der Gracht, "A Bibliometric Review of Scientific Theory in Futures and Foresight: A Commentary on Fergnani and Chermack 2021," *Futures & Foresight Science* 3, no. 3–4 (2021): e88, <https://doi.org/10.1002/ffo2.88>.
- Ord, Toby, *The Precipice: Existential Risk and the Future of Humanity* (New York: Hachette Books, 2020).
- Ostrom, Elinor, "A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems," *Science* 325, no. 5939 (2009): 419-422, <https://doi.org/10.1126/science.1172133>.
- Parker, Andrew M., Sinduja V. Srinivasan, Robert J. Lempert, and Sandra H. Berry, "Evaluating Simulation-Derived Scenarios for Effective Decision Support," *Technological Forecasting and Social Change* 91 (2015): 64-77, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.01.010>.
- Petersen, Kai, Sairam Vakkalanka, and Ludwik Kuzniarz, "Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An Update," *Information and Software Technology* 64 (2015): 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>.
- Poli, Roberto, "A Note on the Classification of Future-Related Methods," *European Journal of Futures Research* 6, no. 1 (2018), 15, <https://doi.org/10.1186/s40309-018-0145-9>.
- Popova, Rada, and Volker Schaus, "The Legal Framework for Space Debris Remediation as a Tool for Sustainability in Outer Space," *Aerospace* 5, no. 2 (2018), 55, <https://doi.org/10.3390/aerospace5020055>.
- Pretorius, Lynette, "Theoretical and conceptual frameworks in research," February 20, 2024, www.lynettopretorius.com/the_scholars_way_blog/theoretical-and-conceptual-frameworks-in-research/.
- Raisio, Harri, and Niklas Lundström, "Managing Chaos: Lessons from Movies on Chaos Theory," *Administration & Society* 49, no. 2 (2014): 296-315, <https://doi.org/10.1177/0095399714541269>.
- Rockström, Johan, et al., "Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity," *Ecology and Society* 14, no. 2 (2009), 32, <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>.
- Rowe, William D., "Understanding Uncertainty," *Risk Analysis* 14, no. 5 (1994): 743-750, <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1994.tb00284.x>.
- Sakai, Yasuhiro, "J. M. Keynes on Probability Versus F. H. Knight on Uncertainty: Reflections on the Miracle Year of 1921," *Evolutionary and Institutional Economics Review* 13, no. 1 (2016): 1-21, <https://doi.org/10.1007/s40844-016-0039-0>.

- Salotti, Jean-Marc, "Humanity Extinction by Asteroid Impact," *Futures* 138 (2022), 102933, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102933>.
- Schmidt, Nikola, *Planetary Defense: Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets* (Cham, Switzerland: Springer, 2018).
- Sears, Nathan Alexander, "Existential Security: Towards a Security Framework for the Survival of Humanity," *Global Policy* 11, no. 2 (2020): 255-266, <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12800>.
- Spaniol, Matthew J., and Nicholas J. Rowland, "Defining Scenario," *Futures & Foresight Science* 1, no. 1 (March 2019): e3, <https://doi.org/10.1002/ffo2.3>.
- Stapleton, Jeremy, "Exploring Scenario Planning (XSP): Navigating an Uncertain Future," Manual (Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2020): 6-13, <https://www.lincolnst.edu/app/uploads/legacy-files/pubfiles/how-use-exploratory-scenario-planning-full.pdf>.
- Sunstein, Cass R., "The Catastrophic Harm Precautionary Principle," *Issues in Legal Scholarship* 6, no. 3 (2007), <https://doi.org/10.2202/1539-8323.1091>.
- Titus, Timothy, et al., "A Review of Common Natural Disasters as Analogs for Asteroid Impact Effects and Cascading Hazards," *Natural Hazards* 116, no. 2 (2023): 1355-1402, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05722-z>.
- United Nations Development Programme, *Human Development Report 1994: New Dimensions of Human Security* (New York: Oxford University Press, 1994), <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-1994>.
- Voros, Joseph, "Integral Futures: An Approach to Futures Inquiry," *Futures* 40, no. 2 (2008): 190-201, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2007.11.010>.
- Wack, Pierre, "Scenarios: Shooting the Rapids," *Harvard Business Review* 63, no. 6 (1985): 139-150.
- Walker, Warren, and Marjolijn Haasnoot, "White Paper: Uncertainty Analysis and Decision-Making under Uncertainty with the Deltamodel," Deltares, February 16, 2011, https://publications.deltares.nl/1204151_014b.pdf.
- Waters, Colin N., et al., "The Anthropocene is Functionally and Stratigraphically Distinct From the Holocene," *Science* 351, no. 6269 (2016), aad2622, <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>.
- Willebrand, Tomas, and Scott Newey, "Reaching and Implementing the Best Available Knowledge in Wildlife Biology," *Wildlife Biology*, no. 2 (March 2025): e01307, <https://doi.org/10.1002/wlb3.01307>.
- Yap, Xiao-Shan, and Bernhard Truffer, "Contouring 'Earth-Space Sustainability'," *Environmental Innovation and Societal Transitions* 44 (2022): 185-193, <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.06.004>.

Yarger, Harry R., *Strategic Theory for the 21st Century: The Little Book on Big Strategy* (US Army War College Press, 2006), <https://press.armywarcollege.edu/monographs/723>.