

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ямалетдинова К.Ш., Габидуллина Г.Ф., Багаутдинова Г.Г. Оценка стоимости предотвращения катастроф в экономике управления системными рисками жизнедеятельности // Human Progress. 2025. Том 11, Вып. 11. URL: http://progress-human.com/images/2025/Tom11_11/Yamaletdinova.pdf DOI 10.46320/2073-4506-2025-11a-9.

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАТАСТРОФ В ЭКОНОМИКЕ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫМИ РИСКАМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ямалетдинова Клара Шаиховна

доктор технических наук, профессор,
заведующий базовой кафедрой управления качеством в
производственно-технологических системах,
Челябинский государственный университет,
г. Челябинск, Российская Федерация

Габидуллина Гузель Фаилевна

кандидат биологических наук, доцент, доцент
Уфимский университет науки и технологий,
г. Уфа, Российская Федерация

Багаутдинова Гульназ Галимовна

кандидат биологических наук, старший преподаватель
Уфимский университет науки и технологий
г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. В современной реальности хозяйствования характеризующейся высокой степенью взаимосвязи и взаимозависимости (глобализация, цифровизация, сложные инфраструктурные системы) системные риски становятся определяющим вызовом для устойчивого развития. Пандемия COVID-19, цепочки поставок во время геополитических кризисов, кибератаки на критическую инфраструктуру и климатические катаклизмы наглядно демонстрируют, что угрозы носят не изолированный, а каскадный характер, поражая одновременно экономическую, социальную и экологическую сферы и в этом контексте традиционные подходы к управлению рисками, направленные на локальные угрозы, оказываются неэффективными. Объект исследования - процесс управления системными рисками в экономике жизнедеятельности. Предмет исследования - методологические подходы и инструменты оценки стоимости мероприятий по предотвращению катастроф системного характера. Цель исследования - разработать теоретико-методологический инструментарий для экономической оценки эффективности затрат на предотвращение катастроф, возникающих из

системных рисков жизнедеятельности. В ходе работы систематизированы ключевые понятия области, предложена комплексная теоретическая модель оценки стоимости предотвращения, включающая методологию «затраты-выгоды» и анализ «издержек бездействия». Разработана классификационная таблица, связывающая виды катастроф с порождаемыми ими системными рисками. Сделан вывод о том, что проактивные инвестиции в устойчивость систем являются экономически более эффективными по сравнению с затратами на ликвидацию последствий уже произошедших катастроф.

Ключевые слова: системные риски, оценка стоимости предотвращения, экономика катастроф, риски жизнедеятельности, управление рисками, анализ выгод и затрат.

Введение

Современное общество функционирует в условиях беспрецедентной сложности устройства - энергетические, транспортные, финансовые и информационные сети образуют гиперинтегрированную систему, где сбой в одном элементе может вызвать лавинообразные последствия для всей конструкции, что порождает новый класс угроз – системные риски, понимание и управление которыми становится ключевой задачей глобальной и национальной безопасности. Оценка стоимости в контексте данного исследования – это не просто калькуляция прямых финансовых затрат, а комплексный экономический анализ, направленный на определение объема ресурсов, необходимых для реализации превентивных мер, и сопоставление этих затрат с потенциальным ущербом от реализации риска. Данная оценка включает в себя как прямые инвестиции (например, в укрепление дамб или создание резервных систем), так и альтернативные издержки (например, отказ от определенных видов экономической деятельности в целях безопасности). Таким образом, Системные риски – это категория рисков, характеризующихся тремя фундаментальными свойствами: 1. Нелинейность и эмерджентность, когда последствия не пропорциональны первоначальному воздействию и часто возникают неожиданно из-за сложных взаимодействий внутри системы; 2. Каскадный эффект, когда нарушение в одной подсистеме (например, энергоснабжении) транслируется в другие, порождая кризисы в здравоохранении, логистике, социальной стабильности; Трансграничность - эффекты системных рисков не признают административных или государственных границ, что требует координированных международных ответных мер.

Риски жизнедеятельности – это совокупность угроз, которые могут нарушить нормальное функционирование общества, подорвать его способность удовлетворять базовые потребности (безопасность, здоровье, благосостояние) и устойчиво развиваться, к которым

относятся угрозы здоровью населения, продовольственной безопасности, доступу к чистой воде и энергии, стабильности финансовой системы. Важность интеграции концепции оценки стоимости в управление системными рисками для предотвращения катастроф заключается в парадигмальном сдвиге от реактивного подхода (ликвидация последствий) к проактивному (предотвращение и подготовка). Экономическое обоснование превентивных мер позволяет принимать более взвешенные политические и инвестиционные решения, распределяя ограниченные ресурсы на наиболее уязвимые и критически важные звенья системы и без такой оценки общество обречено на постоянное «латание дыр» и несение колоссальных, зачастую невозможных, потерь.

Основная часть

Ключевым инструментом экономического обоснования превентивных мер является сравнительный анализ «затраты-выгоды» (англ. «Cost-Benefit Analysis – CBA» [1]), в классическом виде он применяется к детерминированным проектам, однако для работы с рисками, особенно системными, его модифицируют, вводя вероятностные оценки - формула 1.

Ожидаемый ущерб (англ. «Expected Loss – EL» [2]) - это отправная точка для расчета целесообразности предотвращения:

$$EL = P * L (1)$$

P (англ. Probability) – вероятность наступления катастрофического события в течение определенного периода времени (например, 1% в год).

L (англ. Loss) – совокупная оценка ущерба в денежном выражении в случае реализации события, ущерб (L) должен включать: а) Прямой ущерб - разрушение инфраструктуры, зданий, активов; б) Косвенный ущерб - потери ВВП из-за остановки производства, disruption цепочек поставок; в) Социальный ущерб - потери здоровья, жизни (стоимостная оценка которых проводится через метод «стоимости статистической жизни» - англ. Value of Statistical Life), психологический травматизм; г) Экологический ущерб - загрязнение окружающей среды, утрата биоразнообразия.

Стоимость предотвращения (англ. Cost of Prevention – CP) - это дисконтированный поток всех затрат, связанных с реализацией превентивных мер, в который входят следующие показатели:

- Капитальные затраты («CAPEX» [3]) - строительство защитных сооружений, закупка оборудования.
- Операционные затраты («OPEX» [3]) - обслуживание систем, обучение персонала.
- Альтернативные издержки - упущенная выгода от иного использования ресурсов.

Чистая приведенная стоимость предотвращения (англ. «Net Present Value of Prevention – NPVprevention» [4]):

Ключевой критерий для принятия решения, формула 2:

$$NPVprevention = (EL - CP) / (1 + d)^t \quad (2)$$

На практике расчет ведется для потока лет, поэтому используется формула 2.1:

$$NPVprevention = \Sigma [(ELt - CPt) / (1 + d)^t] \quad (2.1)$$

ELt – ожидаемый ущерб, предотвращенный в год t .

CPt – затраты на предотвращение в год t .

d (*discount rate*) – ставка дисконтирования, отражающая временные предпочтения общества (ценность сегодняшних благ относительно будущих). Выбор ставки дисконтирования является критически важным и часто дискуссионным моментом для долгосрочных рисков, таких как изменение климата.

t – временной горизонт анализа.

Если $NPVprevention > 0$ - инвестиции в предотвращение экономически оправданы, так как предотвращенный ущерб превышает затраты на его предотвращение.

Если $NPVprevention < 0$ то с точки зрения чистой экономики, инвестиции нецелесообразны, но это не всегда означает отказ от мер, так как могут существовать внеэкономические соображения (этические, политические).

Анализ «Издержек Бездействия» (англ. «Cost of Inaction» [5]– COI) - это концепция, дополняющая СВА, где COI – это и есть ожидаемый ущерб (EL), но представленный как цена, которую общество заплатит в будущем, если ничего не делать сегодня.

$$COI = EL \quad (3)$$

Сравнение CP и COI является мощным аргументом в пользу превентивных мер, если $CP \ll COI$, то бездействие равносильно сознательному принятию на себя огромных будущих потерь.

Проблема прикладного применения формул оценки стоимости предотвращения катастроф, это, прежде всего эпистемическая неопределенность, когда для многих системных рисков (например, появление нового патогена с определенными свойствами) невозможно достоверно оценить вероятность (P). Также прикладная проблема - оценка нематериального ущерба, то есть как оценить стоимость утраты культурного наследия или психологического благополучия?

Таблица 1

Виды катастроф и системные риски

Вид катастрофы	Первичное воздействие	Системные риски и каскадные эффекты	Области жизнедеятельности и подверженные риску
Пандемия (биологическая)	Вспышка высококонтагиозного заболевания	<ul style="list-style-type: none"> • Перегрузка системы здравоохранения • Нарушение трудовых ресурсов (болезнь, карантин) • Разрыв глобальных цепочек поставок • Массовая психологическая травма, паника • Финансовый кризис, рост госдолга 	Здравоохранение, экономика, социальная сфера, логистика, финансы
Киберкатастрофа	Критический сбой в киберфизических системах	<ul style="list-style-type: none"> • Отключение энергосетей • Коллапс финансовой системы (банки, платежи) • Остановка транспорта (авиа, ж/д) • Нарушение работы систем водоснабжения и связи • Утечки чувствительных данных, социальная дестабилизация 	Энергетика, финансы, транспорт, ЖКХ, информационная безопасность
Климатическая катастрофа (наводнение, засуха, пожар)	Физическое разрушение инфраструктуры	<ul style="list-style-type: none"> • Миграционные кризисы («климатические беженцы») • Продовольственный кризис (потеря 	Экология, сельское хозяйство, социальная стабильность, геополитика, ЖКХ

Вид катастрофы	Первичное воздействие	Системные риски и каскадные эффекты	Области жизнедеятельности и подверженные риску
		<ul style="list-style-type: none"> урожая) • Водный кризис • Рост социальной напряженности и конфликтов за ресурсы • Усиление нагрузки на системы соцобеспечения 	
<p>Геомагнитная буря (экстремальные значения)</p>	<p>Повреждение спутников и энергосетей</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Длительное масштабное отключение электричества • Потеря систем навигации (GPS) и связи • Остановка работы насосных станций, очистных сооружений • Нарушение работы холодной цепи (потеря лекарств, продуктов) 	<p>Энергетика, телекоммуникации, транспорт, ЖКХ, здравоохранение</p>
<p>Финансовый коллапс (крах системно значимого банка)</p>	<p>Потеря ликвидности и доверия</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Кредитный кризис для бизнеса и населения • Падение реального производства, рост безработицы • Социальные волнения • Кризис неплатежей в смежных отраслях • Цепная реакция на глобальных рынках 	<p>Финансы, экономика, социальная сфера, производство</p>

Источник: разработано авторами

Представленная классификация видов угроз и рисков отвечает на вопрос: почему управление такими угрозами требует системного подхода и проактивных инвестиций? Можно вполне определённо утверждать, что предметом оценки стоимости предотвращения катастроф в экономике является не стоимость предотвращения самого события (полностью предотвратить пандемию или ураган невозможно), а стоимость мер по повышению устойчивости систем жизнедеятельности к этим потрясениям, что позволяет минимизировать системный ущерб и избежать коллапса.

Заключение

Объективно можно сделать вывод о том, что оценка стоимости предотвращения катастроф является не просто финансовым действием, а стратегическим инструментом управления производственными системами в условиях растущей сложности и технологичности современной цифровой среды. Системные риски жизнедеятельности, характеризующиеся нелинейностью, каскадным эффектом и трансграничностью требуют принципиально нового подхода, при котором проактивное укрепление устойчивости систем признается приоритетным по сравнению с реактивным реагированием (фактически запаздывающим) на уже произошедшие события. Теоретической основой для такого подхода служит модифицированный анализ «затраты-выгоды», в фокусе которого находится не локальный проект, а устойчивость сложных социотехнических систем. Ключевыми метриками выступают ожидаемый ущерб, учитывающий полную стоимость каскадных последствий, и стоимость превентивных мер, направленных на разрыв цепочек распространения системного кризиса. Представленная в работе классификация видов угроз и рисков наглядно иллюстрирует, что первичное воздействие любого типа катастрофы – биологической, кибернетической, природной или финансовой почти неизбежно вытекает в кризисы в смежных областях, поражая основы жизнедеятельности общества: энерго- и водоснабжение, здравоохранение, транспорт и социальную стабильность. Экономически эффективная стратегия заключается в выявлении критических узлов этих систем и направленных инвестициях в их устойчивость, то есть парадигма должна сместиться от вопроса: «Сколько мы сэкономим, если ничего не будем делать?» к вопросу: «Какую цену мы готовы заплатить сегодня, чтобы гарантировать функционирование общества завтра?». Инвестиции в предотвращение – это своего рода страховой взнос за бесперебойную работу современного общества в XXI веке и, как показывает практика этот взнос неизменно оказывается ниже стоимости страхового случая. Дальнейшие исследования в данной области должны быть сосредоточены на совершенствовании методов квантификации нематериального

ущерба и моделирования каскадных эффектов в условиях глубокой неопределенности, что позволит повысить точность и практическую ценность проводимых оценок.

Список литературы

1. Koopmans C., Mouter N. Cost-benefit analysis //Advances in transport policy and planning. Academic Press, 2020. Т. 6. С. 1-42. DOI 10.1016/bs.atpp.2020.07.005.
2. Long B. et al. Active learning for ranking through expected loss optimization //Proceedings of the 33rd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. 2010. С. 267-274. DOI 10.1145/1835449.1835495.
3. Ioannou A., Angus A., Brennan F. Parametric CAPEX, OPEX, and LCOE expressions for offshore wind farms based on global deployment parameters // Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy. 2018. Т. 13. № 5. С. 281-290. DOI 10.1080/15567249.2018.1461150.
4. Kawabata Y. et al. Net present value as an effective indicator leading to preventive maintenance of port mooring facilities // Structure and Infrastructure Engineering. 2020. Т. 16. № 4. С. 714-725. DOI 10.1080/15732479.2019.1676792.
5. Ackerman F., Stanton E. Climate change: The costs of inaction. Global Development and Environment Institute, Tufts University, 2006.

ASSESSING THE COST OF DISASTER PREVENTION IN THE ECONOMICS OF SYSTEMIC RISK MANAGEMENT

Yamaletdinova Klara Shaikhovna

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Head of the Department of Quality Management in Production and Technological Systems,
Chelyabinsk State University,
Chelyabinsk, Russian Federation

Gabidullina Guzel Failevna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor
Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Russian Federation

Bagautdinova Gulnaz Galimovna

Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer
Ufa University of Science and Technology
Ufa, Russian Federation

Abstract. In today's highly interconnected and interdependent economic environment (globalization, digitalization, complex infrastructure systems), systemic risks are becoming a defining challenge for sustainable development. The COVID-19 pandemic, supply chains during geopolitical crises, cyberattacks on critical infrastructure, and climate cataclysms clearly demonstrate that threats are not isolated but cascading, simultaneously affecting the economic, social, and environmental spheres. In this context, traditional risk management approaches aimed at addressing local threats are

ineffective. The object of this study is the process of managing systemic risks in the economics of life activity. The subject of this study is methodological approaches and tools for assessing the cost of measures to prevent systemic disasters. The objective of this study is to develop a theoretical and methodological toolkit for the economic assessment of the effectiveness of expenditures on preventing disasters arising from systemic risks. This work systematizes key concepts in the field and proposes a comprehensive theoretical model for assessing the cost of prevention, incorporating cost-benefit methodology and cost-of-inaction analysis. A classification table linking disaster types to the systemic risks they generate is developed. It is concluded that proactive investments in system resilience are more cost-effective than spending on post-disaster recovery.

Key words: systemic risks, prevention cost assessment, disaster economics, life risks, risk management, benefit-cost analysis.