

Борисов Егор Русланович
ЯрГУ им. П.Г. Демидова
Borisov Egor Ruslanovich
Yaroslavl State University

ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И РЕСУРСНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ BUILDING ENTERPRISE RESILIENCE UNDER ENVIRONMENTAL AND RESOURCE-ECONOMIC RISKS

Аннотация. Экологические нарушения, дефицит ресурсов, ценовая волатильность и концентрация поставок все сильнее влияют на непрерывность деятельности и инвестиционные решения предприятий. В статье устойчивость предприятия рассматривается как интегрированная способность заранее выявлять экологические и ресурсно-экономические шоки, ограничивать их операционные и финансовые последствия и своевременно перенастраивать использование ресурсов. Современные данные о глобальных экологических рисках и рынках критически важных минералов сопоставлены с исследованиями циркулярной экономики, организационной устойчивости, сценарного анализа и машинного обучения. Предлагаемый подход объединяет ресурсоэффективность, диверсификацию поставок, опережающие индикаторы и адаптивный финансовый контроль в едином управленческом контуре.

Abstract. Environmental disruption, resource scarcity, price volatility, and supply concentration increasingly affect business continuity and investment decisions. The article examines enterprise resilience as an integrated capacity to anticipate environmental and resource-economic shocks, absorb their operational and financial effects, and reconfigure resource use before losses become persistent. Current evidence on global environmental risks and critical mineral markets is combined with recent research on circularity, organizational resilience, scenario analysis, and machine learning. The proposed approach links resource efficiency, supply diversification, leading indicators, and adaptive financial control within a single management loop.

Ключевые слова: Устойчивость предприятия, экологический риск, дефицит ресурсов, ресурсоэффективность, цепи поставок, сценарный анализ, машинное обучение.

Keywords: Enterprise resilience, environmental risk, resource scarcity, resource efficiency, supply chain, scenario analysis, machine learning.

Введение

Устойчивость предприятия все в большей степени определяется рисками, возникающими за пределами традиционных систем финансового и операционного контроля. По оценке Всемирного экономического форума за 2026 г., экстремальные погодные явления сохраняются среди ведущих глобальных рисков текущего периода, а экологические угрозы продолжают доминировать на долгосрочном горизонте [1]. Одновременно растет мировой спрос на материальные ресурсы: Международная группа по ресурсам оценивает, что при сохранении действующих тенденций объем их добычи в 2020-2060 гг. может увеличиться примерно на 60% [2]. В этих условиях физическое воздействие экологических факторов и доступность ресурсов образуют единую управленческую проблему. Проблема не сводится к восстановлению производства после нарушения: устойчивость зависит от способности предприятия своевременно выявлять слабые сигналы, определять, как экологические и ресурсные ограничения отражаются на затратах и денежных потоках, и перестраивать процессы до того, как негативное воздействие закрепится в структуре деятельности.

Современные исследования рассматривают организационную устойчивость как динамическую способность, связанную с принципами устойчивого развития, а не как статичный запас мощностей [3]. Цель статьи – определение компактной управленческой архитектуры формирования устойчивости предприятия к экологическим и ресурсно-экономическим рискам.



Каналы экологических и ресурсно-экономических рисков

Ресурсно-экономический риск возникает, когда физическая доступность, цена, качество или условия поставки материального ресурса изменяются быстрее, чем предприятие способно заменить его либо перенести дополнительные затраты в цену продукции. Обзор рынка критически важных минеральных ресурсов за 2026 г. показывает масштаб такой зависимости. С января 2025 г. по апрель 2026 г. цены на основные цветные металлы выросли примерно на треть, стоимость лития увеличилась более чем в два раза, а кобальта – примерно на 130%. Переработка ресурсов при этом оставалась высококонцентрированной: средняя доля крупнейшего поставщика переработанного сырья достигала около 70% в 2025 г [4]. Сочетание ценовой волатильности и концентрации повышает вероятность распространения локального нарушения сразу на несколько отраслей. Экологический риск способен воздействовать на ту же ресурсную базу через постепенное ухудшение ее состояния, а не только через немедленный дефицит. В лесном хозяйстве прогнозный мониторинг состояния древостоев связывается с сохранением экономической ценности древесных ресурсов и более своевременным распределением лесохозяйственных мероприятий [5].

Для управления это означает, что при постепенном ухудшении состояния природного актива устойчивость определяется способностью выявить негативную динамику до появления снижения пригодного выхода продукции, роста удельных затрат или необходимости списаний. Дефицит ресурсов одновременно повышает ценность операционной гибкости. Эмпирические данные по цепям поставок, функционирующим в условиях жестких ресурсных ограничений, показывают, что гибкость и способность быстро изменять конфигурацию процессов поддерживают устойчивость и позволяют сохранять результативность при нарушениях [6]. Резервные каналы снабжения, техническая взаимозаменяемость материалов, модульность производственных решений и контролируемые страховые запасы целесообразно рассматривать как экономические варианты адаптации, а не как безусловно избыточные издержки.

Основные каналы передачи риска и соответствующие меры предприятия представлены в таблице 1.

Таблица 1

Передача экологических и ресурсно-экономических рисков на уровне предприятия

Источник риска	Текущий сигнал	Передача на уровень предприятия	Мера повышения устойчивости
Экстремальные погодные явления и нагрузка на экосистемы	Физические нарушения остаются значимым глобальным риском	Простои, повреждение активов, снижение качества ресурсов	Адаптация площадок, мониторинг, пороговые значения для обеспечения непрерывности деятельности
Концентрация поставок критически важных минералов	Высокая концентрация переработки и экспортные ограничения	Дефицит ресурсов, увеличение сроков поставки, зависимость от отдельных поставщиков	Диверсификация поставщиков, замещение ресурсов, стратегические запасы
Волатильность цен на сырьевые товары	Резкий рост цен на ряд минеральных ресурсов в 2025-2026 гг.	Сокращение маржи, давление на оборотный капитал	Сценарное ценообразование, хеджирование при наличии соответствующих инструментов, правила переноса издержек в цену



Долгосрочный рост спроса на материалы	Существенное увеличение мировой добычи ресурсов к 2060 г.	Структурное усиление конкуренции за материалы и энергию	Повышение ресурсоотдачи, использование вторичного сырья, проектирование с учетом повторного использования
Деградация природной ресурсной базы	Снижение качества ресурса может уменьшать пригодный выход до физического истощения	Снижение выхода и качества продукции, рост удельных затрат	Прогнозный мониторинг состояния ресурсов и адаптивное распределение

Таблица 1 показывает, что экологические и ресурсно-экономические риски нецелесообразно вести в отдельных контурах отчетности. Одно событие способно одновременно влиять на физический выпуск, закупочные цены, оборотный капитал и потребность в инвестициях. Корпоративные экологические инициативы приобретают стратегическое значение, когда изменяют эти механизмы передачи риска за счет снижения материалоемкости, зависимости от дефицитных ресурсов или чувствительности к внешним ценовым колебаниям [7]. Интегрированный подход также не позволяет сводить устойчивость к накоплению избыточных запасов или созданию резервов на случай аварий. Исследования взаимосвязи устойчивого развития и устойчивости цепей поставок показывают существенное пересечение этих направлений, особенно если долгосрочная прибыльность зависит от доступности ресурсов и непрерывности снабжения [8]. Инвестиции в устойчивость наиболее обоснованы в тех случаях, когда меняют профиль уязвимости предприятия, а не только финансируют восстановление после нарушения.

Ресурсная эффективность как адаптивная операционная способность

Ресурсная эффективность повышает устойчивость, если позволяет снизить объем уязвимого ресурса на единицу полезного результата и расширяет число допустимых операционных конфигураций. Отраслевые данные по лесозаготовительным предприятиям показывают, что экономическая устойчивость зависит не только от объема заготовки, но и от состояния сырьевой базы, уровня ресурсных рисков и качества распределения ресурсов [9]. Сходная логика применима к промышленности и инфраструктуре: коэффициенты использования мощностей, возврат отходов в производственный цикл, энергоемкость, возможность применения альтернативных спецификаций и качество технического обслуживания определяют скорость адаптации предприятия к изменению условий снабжения.

Принципы циркулярной экономики расширяют этот подход за счет формирования вторичных потоков ресурсов внутри предприятия или между участниками цепи поставок. Эмпирические данные по малым и средним предприятиям показывают, что переход к циркулярной экономике способен усиливать устойчивость бизнеса и поддерживать организационные преобразования [10]. Наибольший эффект возникает, когда повторное использование, восстановление, переработка и взаимодействие с поставщиками включаются в операционную модель, а не рассматриваются как обособленная программа обращения с отходами.

Устойчивая операционная модель требует непрерывной управленческой последовательности, связывающей экологические и ресурсные сигналы с операционными и финансовыми решениями. Выявленное изменение должно быть переведено в измеримые последствия для выпуска, затрат, оборотного капитала, уровня обслуживания и потребности в инвестициях, после чего выбирается доступная мера реагирования и проводится повторная оценка по мере поступления новых данных. Такая последовательность имеет циклический



характер, поскольку ресурсные условия, цены, надежность поставщиков и состояние активов меняются с различной скоростью. Ключевым этапом становится перевод внешнего сигнала в операционные и финансовые последствия. Изменение доступности воды, качества сырья, стоимости энергии, надежности транспорта или концентрации поставщиков становится основанием для действия только после установления связи с пропускной способностью, удельными затратами, оборотным капиталом, уровнем обслуживания или капитальными расходами. Цифровые инструменты позволяют объединять показатели устойчивого развития с операционными данными и быстрее обновлять управленческую информацию при изменении рыночных условий [11]. Завершает управленческий цикл постоянное обновление модели. Данные по публичным компаниям показывают связь более высоких показателей в экологической, социальной и управленческой сфере (ESG) с организационной устойчивостью, при этом часть эффекта формируется через инновационную способность предприятия [12].

Показатели устойчивости целесообразно включать в регулярные операционные и инвестиционные решения, а не анализировать только после нарушения. К опережающим индикаторам могут относиться концентрация поставщиков, число дней обеспеченности критически важными ресурсами, коэффициент использования материала, доля вторичного сырья, показатели состояния ресурсной базы и время согласования замены либо перераспределения ресурсов.

Сценарное и основанное на данных управление устойчивостью

Статическое годовое планирование мало подходит для рисков, вероятность и экономические последствия которых меняются внутри планового периода. Сценарный анализ позволяет сопоставлять денежные потоки, ликвидность, закупочные затраты, производственную мощность и потребность в капитале при различных сочетаниях экологических и рыночных условий. Исследования адаптивных финансовых стратегий также подчеркивают значение задержки принятия решений: экономическая ценность прогноза снижается, если между выявлением сигнала и управленческим действием сохраняется длительный интервал [13]. Система управления устойчивостью должна заранее определять не только пороговые значения показателей, но и полномочия по принятию решений при их достижении.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) способны расширять набор сценариев, выявлять нелинейные зависимости и обновлять оценки по мере поступления новых данных, при этом окончательная интерпретация должна оставаться управленческой задачей. Проверенные подходы к включению ИИ в сценарный анализ показывают рост скорости обработки, широты сценариев и обоснованности выводов при сочетании автоматизированного анализа с экспертной оценкой [14]. Такой подход применим к ресурсно-экономическим рискам, поскольку цены, сроки поставки, погодные показатели, надежность поставщиков и состояние активов обновляются с разной периодичностью. Та же архитектура применима и за пределами финансового планирования. В управлении строительными рисками автоматизация на основе МО рассматривается как средство повышения точности прогнозирования, ранжирования рисков, прозрачности и скорости реагирования по параметрам сроков, стоимости, качества, ресурсов и договорных обязательств [15]. В области экологических и ресурсных рисков сопоставимые модели могут использоваться для приоритизации поставщиков, выявления отклонений ресурсоотдачи, оценки вероятности дефицита входных ресурсов и запуска пересчета сценариев до завершения месячного или квартального отчетного цикла.

Развитие аналитических возможностей не заменяет ресурсную гибкость. Исследования экологических инноваций показывают, что организационная устойчивость может выступать промежуточным механизмом, превращающим внешние знания и аналитические возможности в более глубокую адаптивную перестройку [16]. Компактная архитектура устойчивости предприятия может быть представлена четырьмя взаимосвязанными элементами: измеримой уязвимостью, альтернативными операционными конфигурациями, сценарными финансовыми



ограничениями и процессом принятия решений с минимальной задержкой. Каждый элемент необходим, поскольку прогноз без доступных альтернатив дает информацию без возможности адаптации, а наличие альтернатив без заранее заданных порогов замедляет действие. Для промышленного предприятия предлагается превентивный контур управления устойчивостью, который позволяет удерживать ключевые параметры в допустимых границах в условиях цифровой трансформации и внедрения ESG-подходов [17]. Исследования управления климатическими рисками в компаниях также показывают необходимость включения физических и переходных рисков в стратегию и систему принятия решений, а не их рассмотрения исключительно как элементов отчетности [18]. Финансовый контур подчиняется той же логике: современные исследования устойчивого развития и управления финансами предприятия фиксируют возрастающее влияние ESG-факторов на финансовую отчетность и решения по управлению капиталом [19].

На практике сценарные пороги следует связывать не только с производственными показателями, но и с ликвидностью, потребностью в финансировании и стоимостью адаптационных мер.

Заключение

Экологические и ресурсно-экономические риски все теснее сходятся на уровне предприятия. Экстремальные погодные явления, ухудшение качества природных ресурсов, концентрация поставок критически важных материалов и резкие ценовые колебания воздействуют на одни и те же параметры деятельности: выпуск, затраты, запасы, оборотный капитал и распределение инвестиций. Устойчивость предприятия целесообразно оценивать как способность сохранять экономически жизнеспособные варианты деятельности при изменении ресурсных ограничений, а не только как возможность вернуться к прежнему состоянию после нарушения. Предлагаемая управленческая архитектура объединяет ресурсную эффективность, диверсификацию снабжения, циркулярные потоки ресурсов, опережающие показатели, сценарный анализ и обновление решений на основе данных. Ее практическая ценность заключается в снижении чувствительности к дефицитным ресурсам и сокращении интервала между существенным изменением уязвимости и управленческой реакцией. Такой подход применим в ресурсоемких отраслях, промышленности, строительстве и других сферах, где экологические условия и рынки входных ресурсов напрямую влияют на непрерывность деятельности и эффективность инвестиций.

Список литературы:

1. World Economic Forum. Global Risks Report 2026. Geneva: World Economic Forum, 2026. URL: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2026/in-full/> (дата обращения: 01.10.2026).
2. United Nations Environment Programme, International Resource Panel. Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend. Nairobi: UNEP, 2024. URL: <https://www.unep.org/resources/Global-Resource-Outlook-2024> (дата обращения: 01.10.2026).
3. Ciasullo M.V., Chiarini A., Palumbo R. Mastering the interplay of organizational resilience and sustainability: Insights from a hybrid literature review // Business Strategy and the Environment. 2024. Vol. 33. No. 2. P. 1418-1446.
4. International Energy Agency. Global Critical Minerals Outlook 2026. Paris: IEA, 2026. URL: <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2026> (дата обращения: 01.10.2026).
5. Tarsevich A. Forecasting changes in forest stand condition as a tool for improving the efficiency of forest use // Professional Bulletin: Economics and Management. 2026. No. 2. P. 3-9.
6. Queiroz M.M., Fosso Wamba S., Raut R.D., Pappas I.O. Does resilience matter for supply chain performance in disruptive crises with scarce resources? // British Journal of Management. 2024. Vol. 35. No. 2. P. 974-991.



7. Belokon I. The future of green economy: the impact of environmental initiatives on corporate strategies // Cold Science. 2025. No. 23. P. 16-25.
8. Doetsch S., Huchzermeier A. The intersection of supply chain resilience and sustainability from a theoretical and practical perspective: An integrated framework // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 484. Art. 144306.
9. Tarsevich A. Factors of economic sustainability of logging enterprises in the system of rational forest resource use // European Journal of Technical and Natural Sciences. 2026. No. 4. P. 3-10.
10. Perramon J., Bagur-Femenías L., Alonso-Almeida M.M., Llach J. Does the transition to a circular economy contribute to business resilience and transformation? Evidence from SMEs // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 453. Art. 142279.
11. Прудникова М.А., Виллард К.Р., Гукасян Д.В. Перспективы применения цифровых инструментов для реализации целей устойчивого развития в условиях быстроизменяющегося рынка // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Т. 14. № 10-1. С. 316-323. EDN: BIBXFM.
12. Yang J., Wang J., Wang J. ESG performance, innovation capability and organizational resilience under environmental uncertainty: Evidence from China // Sustainability. 2026. Vol. 18. No. 6. Art. 2806.
13. Bordusenko D. Development of adaptive financial strategies based on scenario analysis and machine learning in dynamically changing markets // European Journal of Economic and Financial Research. 2026. Vol. 10. No. 3. P. 190-202.
14. Bessa G., Barbosa B. Integrating artificial intelligence into scenario analysis: A validated framework for strategic planning under economic uncertainty // Global Economics Research. 2025. Vol. 1. No. 2. Art. 100007.
15. Razgonau A. Automation of construction risk management processes based on machine learning algorithms: Problem formulation and efficiency analysis // European Journal of Technical and Natural Sciences. 2026. No. 4. P. 35-42.
16. Xue C., Wang J. Proactive boundary-spanning search, organizational resilience, and radical green innovation // Business Strategy and the Environment. 2024. Vol. 33. No. 3. P. 1834-1852.
17. Афонасова М.А. Обеспечение устойчивого развития промышленных предприятий в условиях цифровой и ESG-трансформации // π-Economy. 2024. Т. 17. № 3. С. 7-17.
18. Батаева Б.С., Бобкова А.А. Интеграция климатических рисков в стратегии устойчивого развития корпораций: анализ на примере компаний сектора аквакультуры // Мир новой экономики. 2025. Т. 19. № 3. С. 106-115.
19. Булетова Н.Е., Кулибаба С.В. Оценка влияния устойчивого развития на управление финансовыми ресурсами предприятия // Креативная экономика. 2024. Т. 18. № 8. С. 1893-1910. DOI: 10.18334/ce.18.8.121479

