

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338.012

DOI: 10.26730/2587-5574-2026-2-86-91

МНОГОУРОВНЕВАЯ РЕДУКЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ КАК МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ КУМУЛЯТИВНОГО ЭФФЕКТА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0 В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Черевко М.А.¹, Лукьяненко П.П.²¹ГК «Газпром нефть»²Национальный исследовательский Томский политехнический университет**Информация о статье**

Поступила:

13 мая 2026 г.

Одобрена после рецензирования:

20 мая 2026 г.

Принята к публикации:

20 мая 2026 г.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, инновационный портфель, цифровая трансформация, кумулятивный экономический эффект, многоуровневая редукция, нефтегазовая отрасль, управление инновациями, системные инициативы

Аннотация.

В статье рассмотрена проблема оценки и управления экономическим эффектом внедрения технологий Индустрии 4.0 в нефтегазовой отрасли. Показано, что преобладающая практика фрагментарного проектно-ориентированного внедрения цифровых решений не позволяет выявить и управлять кумулятивным эффектом инноваций на уровне производственной системы в целом. В качестве решения предложен метод многоуровневой редукции инновационного портфеля, основанный на последовательной агрегации локальных инициатив в системные решения. Эмпирическая база исследования включает корпоративные данные по 1229 инновационным практикам, реализованным в дочерних обществах нефтегазовой компании. В результате применения метода сформированы лонг-лист из 45 агрегированных инициатив и шорт-лист из 7 системных инициатив, формирующих наибольшую долю совокупного экономического эффекта. Показано, что технологии Индустрии 4.0 как таковые не являются самостоятельным источником эффекта, а выступают механизмом интеграции и масштабирования инноваций, обеспечивающим формирование кумулятивного (эмерджентного) экономического эффекта. Предложена классификация уровней зрелости нефтегазовых компаний с точки зрения способности к многоуровневой редукции инновационного портфеля и управления кумулятивным эффектом. Полученные результаты могут быть использованы при формировании инновационных портфелей и разработке стратегий цифровой трансформации нефтегазовых компаний

Для цитирования: Черевко М.А., Лукьяненко П.П. Многоуровневая редукция инновационного портфеля как метод формирования кумулятивного эффекта внедрения технологий индустрии 4.0 в нефтегазовой отрасли // Экономика и управление инновациями. 2026. № 2 (37). С. 86-91. DOI: 10.26730/2587-5574-2026-2-86-91, EDN: CJRZGR

MULTI-LEVEL REDUCTION OF THE INNOVATION PORTFOLIO AS A METHOD FOR FORMING THE CUMULATIVE EFFECT OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN THE OIL AND GAS SECTOR

Mikhail A. Cherevko¹, Pavel P. Lukyanenok²¹ Gazprom Neft Group² National Research Tomsk Polytechnic University**Abstract.**

This paper addresses the problem of assessing and managing the economic effects of Industry 4.0 technologies in the oil and gas sector. It is shown that the prevailing fragmented project-based approach to digital transformation does not allow companies to identify and manage the cumulative economic effect at the level of the production system as a whole. To overcome this limitation, a multi-level reduction

Article info

Submitted:
13 May 2026

Approved after reviewing:
20 May 2026

Accepted for publication:
20 May 2026

Keywords:

Industry 4.0, innovation portfolio, digital transformation, cumulative economic effect, multi-level reduction oil and gas industry, innovation portfolio management, system-level initiatives

method of the innovation portfolio is proposed. The method is based on the sequential aggregation of local innovation initiatives into a limited number of system-level solutions, enabling the identification and management of concentrated economic effects. The empirical basis of the study comprises corporate data on 1,229 innovation initiatives implemented across subsidiaries of an oil and gas company. As a result of applying the proposed method, a long list of 45 aggregated initiatives and a short list of 7 system-level initiatives were identified, accounting for the largest share of the total economic effect. The findings demonstrate that Industry 4.0 technologies should not be considered as an independent source of economic value, but rather as a mechanism for integrating and scaling innovations within core production processes. In addition, a maturity framework is proposed, reflecting companies' ability to perform multi-level reduction of innovation portfolios and to manage cumulative economic effects. The proposed approach can be applied to innovation portfolio structuring and to the development of digital transformation strategies in oil and gas companies.

For citation: Cherevko M.A., Lukyanenok P.P. Multi-Level Reduction of the Innovation Portfolio as a Method for Forming the Cumulative Effect of Industry 4.0 Technologies in the Oil and Gas Sector. *Economics and Innovation Management*, 2026, no. 2 (37), pp. 86-91. DOI: 10.26730/2587-5574-2026-2-86-91, EDN: CJRZGR

1 Introduction / Введение

В условиях усложнения минерально-сырьевой базы, роста операционных затрат и повышения требований к эффективности нефтегазодобывающих предприятий инновационное развитие и цифровая трансформация рассматриваются как ключевые факторы устойчивости отрасли. В рамках концепции Индустрии 4.0 в нефтегазовой отрасли активно апробируются и выборочно внедряются технологии промышленного интернета вещей, аналитики больших данных, цифровых двойников и автоматизированных систем управления.

В то же время в научных исследованиях подчеркивается, что цифровая трансформация не формирует экономическую ценность сама по себе. Бизнес-эффект появляется преимущественно в случае интеграции цифровых технологий в производственные и организационные процессы предприятия [1]. Для нефтегазовой отрасли это имеет принципиальное значение, поскольку цифровые решения, как правило, воздействуют на экономические показатели опосредованно – через повышение эффективности процессов бурения, добычи, геологоразведки и управления производственными активами [2].

Ряд авторов отмечает, что наибольший экономический эффект достигается не за счет внедрения отдельных цифровых решений, а в результате реализации интегрированных инициатив системного уровня, обеспечивающих кумулятивный и масштабируемый результат [3]. Вместе с тем в практике российских и зарубежных вертикально интегрированных нефтяных компаний сохраняется проблема комплексной оценки совокупного экономического эффекта цифровых инициатив, что затрудняет их приоритизацию и тиражирование [5, 6, 8].

Целью настоящего исследования является разработка и апробация метода многоуровневой редукции инновационного портфеля, позволяющего выявлять и управлять кумулятивным экономическим эффектом внедрения технологий Индустрии 4.0 в нефтегазовой отрасли, а также сопоставление уровней зрелости компаний с точки зрения способности к такой редукции.

2 Materials and Methods / Материалы и методы

Эмпирической базой исследования послужили корпоративные данные по инновационным инициативам, реализуемым в дочерних обществах нефтегазовой компании. В исходный массив вошли 1229 инновационных инициатив, охватывающих все ключевые функциональные направления деятельности, включая разведку, добычу, переработку, логистику и сервисное обеспечение.

Для анализа использованы:

- корпоративные реестры лучших практик и улучшений;

- данные по инициативам, рекомендованным к тиражированию и фактически тиражированным;
- результаты опытно-промышленных испытаний и подконтрольной эксплуатации;
- сведения Единого фонда инициатив, отражающие годовой экономический эффект от внедрения решений.

Метод многоуровневой редукции инновационного портфеля
(1229 → 45 → 7)



Рис. 1. Метод многоуровневой редукции инновационного портфеля (1229 → 45 → 7)

Fig. 1. Method of multi-level reduction of the innovation portfolio (1229 → 45 → 7)

Экономический эффект инициатив рассматривается как потенциальный или подтвержденный годовой эффект и используется преимущественно в относительном выражении для оценки структуры инновационного портфеля и концентрации эффекта.

Методологической основой исследования является разработанный автором метод многоуровневой редукции инновационного портфеля.

Метод многоуровневой редукции инновационного портфеля представляет собой аналитико-управленческий подход, основанный на последовательном переходе от множества локальных инновационных инициатив к ограниченному числу агрегированных системных решений с целью выявления и управления кумулятивным экономическим эффектом.

Метод предполагает редукцию инновационного портфеля по трем уровням:

1. Феноменальному.
 2. Структурному.
 3. Операционно-управленческому.
- Схематично метод представлен на Рис. 1 (составлен авторами).

Уровень I – феноменальный (1229 инициатив).

Данный уровень отражает инновационную активность компании и включает локальные улучшения, предложения, пилотные проекты и опытно-промышленные испытания. Управление на этом уровне направлено преимущественно на стимулирование инновационной активности и не обеспечивает формирования системного экономического эффекта. Расчетный экономический и бизнес-эффект отдельных инициатив требует практического подтверждения и нередко пересекается с эффектами других инициатив.

Уровень II – структурный (45 агрегированных инициатив).

На данном уровне осуществляется агрегация функционально и технологически близких решений, устранение дублирования и формирование укрупненных направлений инновационного развития. Управление на этом уровне позволяет выявить структуру экономического эффекта и определить направления с наибольшим потенциалом тиражирования. Агрегированные направления отражают различные функциональные области инновационного развития и формируют структуру распределения экономического эффекта.

Уровень III – операционный (системный) (7 системных инициатив).

Данный уровень объединяет инициативы, оказывающие комплексное влияние на ключевые бизнес-процессы компании. В отличие от структурного уровня, здесь формируются управленческие контуры, обеспечивающие интеграцию цифровых решений, организационных изменений и механизмов масштабирования. Именно на этом уровне возникает кумулятивный экономический эффект, обусловленный одновременным воздействием на взаимосвязанные элементы производственной системы.

3 Results and Discussion / Результаты и обсуждение

Результаты анализа показали высокую степень концентрации экономического эффекта в инновационном портфеле. Существенная часть совокупного эффекта формируется за счет ограниченного числа агрегированных инициатив системного уровня (Таблица 1).

Таблица 1. Распределение инициатив и экономического эффекта

Table 1. Distribution of initiatives and economic impact

Уровень портфеля	Количество инициатив	Доля инициатив, %	Доля эффекта, %
Базовый портфель	1229	100	100
Агрегированные инициативы	45	3,7	35–40
Системные инициативы	7	0,6	20–25
Агрегированная инициатива «Промысел будущего»	1	0,08	12–15

Составлена авторами

Полученные результаты подтверждают выводы о том, что экономический эффект внедрения цифровых технологий формируется преимущественно на уровне агрегированных системных решений, а не на уровне отдельных инициатив [3, 8].

Анализ показал, что технологии Индустрии 4.0 не выступают самостоятельным источником экономического эффекта. Их роль заключается в интеграции и масштабировании инноваций, реализуемых в базовых производственных процессах [9–10].

В рамках системных инициатив технологии Индустрии 4.0 обеспечивают синергетический эффект за счет одновременного воздействия на несколько процессов, что позволяет рассматривать их как механизм трансформации производственной модели, а не как совокупность отдельных цифровых проектов [1, 4].

На основе метода многоуровневой редукции предложена классификация уровней зрелости нефтегазовых компаний с точки зрения управления инновационным портфелем (Таблица 2).

Таблица 2. Уровни зрелости компаний по способности к многоуровневой редукции
 Table 2. Levels of maturity of companies by the ability to multi-level reduction

Уровень зрелости	Характеристика	Типичная практика
I. Проектный	Управление отдельными инициативами	Локальные цифровые проекты
II. Портфельный	Агрегация инициатив по направлениям	Программы цифровизации
III. Системный	Управление агрегированными инициативами	Кумулятивный эффект
IV. Трансформационный	Управление производственной моделью	Индустрия 4.0 как механизм

Анализ открытых источников показывает, что большинство российских и зарубежных нефтегазовых компаний находятся на I–II уровнях зрелости управления инновационным портфелем, в то время как переход к III–IV уровням требует наличия закрепленных на уровне компании механизмов агрегации и оценки кумулятивного эффекта [5–8].

4 Заключение

В работе разработан и апробирован метод многоуровневой редукции инновационного портфеля, позволяющий перейти от управления инновационной активностью к управлению кумулятивным экономическим эффектом внедрения технологий Индустрии 4.0.

Показано, что основная часть экономического эффекта формируется за счет ограниченного числа агрегированных системных инициатив. Технологии Индустрии 4.0 в данном контексте выступают не самостоятельным объектом внедрения, а механизмом интеграции и масштабирования инноваций.

Предложенный метод может быть использован для оценки зрелости управления инновационным портфелем компаний, формирования инновационных портфелей и разработки стратегий цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли.

Список источников

- Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda // MIS Quarterly. – 2019. – Vol. 43, no. 1. – pp. 223–254.
- Mahmoud M., Al-Jaroudi J., Jawhar I. Digital transformation in the oil and gas industry // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2020. – Vol. 190. – Art. 107056.
- Cruz S., de Souza J., Fonseca D. Integrated digital oilfield: From concept to value creation // SPE Journal. – 2018. – Vol. 23, no. 4. – pp. 1345–1360.
- Shell Technology Centre. Digital oilfield strategy and value realization // Shell Technical Review. – 2017. – No. 2. – pp. 15–27.
- Deloitte. Digital transformation in oil and gas: Beyond pilot projects. – London: Deloitte Insights, 2021. – 24 p.
- Жиронкина О. В., Лукьяненко П. П. Факторы инновационного развития нефтегазовой отрасли в условиях перехода к Индустрии 4.0 // Экономика и управление инновациями. – 2023. – № 4 (27). – С. 77–85. DOI: 10.26730/2587-5574-2023-4-86-91, EDN: TQVCGH
- OECD. Digital transformation and industrial productivity. – Paris: OECD Publishing, 2020. – 118 p.
- McKinsey & Company. Digital reinvention in oil and gas. – New York: McKinsey Global Institute, 2022. – 36 p.
- Трачук А. В., Линдер Н. В. Влияние технологий Индустрии 4.0 на повышение производительности и трансформацию инновационного поведения промышленных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2020. №2. С. 132–149.
- Климачев Т. Д., Карасев Д. А. Исследование практики и системных проблем применения технологий четвертой промышленной революции в различных отраслях российской промышленности // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 2005–2024.
- Gao Y. Building a Macroeconomic Regime for the New Era / In book: The Shift Toward High-Quality Development in China. A Series of Studies on the Chinese Dream and China's Development Path. – Singapore: Springer, 2024. – pp. 65–78.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© 2025 Авторы. Издательство Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы

Черевко Михаил Александрович – кандидат технических наук
ГК «Газпром нефть»
e-mail: Cherevko.MiA@gazprom-neft.ru

Лукьяненко Павел Павлович – аспирант
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: spinusinfo@icloud.com

References

1. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *MIS Quarterly*. 2019. vol. 43, no. 1. pp. 223-254.
2. Mahmoud M., Al-Jaroudi J., Jawhar I. Digital transformation in the oil and gas industry. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2020. vol. 190. art. 107056.
3. Cruz S., de Souza J., Fonseca D. Integrated digital oilfield: From concept to value creation. *SPE Journal*. 2018. vol. 23, no. 4. pp. 1345-1360.
4. Shell Technology Centre. Digital oilfield strategy and value realization. *Shell Technical Review*. 2017. no. 2. pp. 15–27.
5. Deloitte. Digital transformation in oil and gas: Beyond pilot projects. London: Deloitte Insights, 2021. 24 p.
6. Zhironkina O. V., Luk'yanenok P. P. Faktory innovacionnogo razvitiya neftegazovoj otrasli v usloviyah perekhoda k Industrii 4.0 [Factors of innovative development of oil and gas industry in transition to Industry 4.0]. *Ekonomika i upravlenie innovაციями = Economics and Innovation Management*. 2023. Vol. 4 (27). pp. 77- 85. DOI: 10.26730/2587-5574-2023-4-86-91, EDN: TQVCGH
7. OECD. Digital transformation and industrial productivity. Paris: OECD Publishing, 2020. 118 p.
8. McKinsey & Company. Digital reinvention in oil and gas. New York: McKinsey Global Institute, 2022. 36 p.
9. Trachuk A.V., Linder N.V. Vlijanie tehnologij Industrii 4.0 na povyshenie proizvoditel'nosti i transformaciju innovacionnogo povedenija promyshlennyh kompanij [The Impact of Industry 4.0 Technologies on Improving Productivity and Transforming the Innovative Behavior of Industrial Companies]. *Strategicheskie reshenija i risk-menedzhment = Strategic Decisions and Risk Management*. 2020. Vol.2. pp. 132-149.
10. Klimachev T.D., Karasev D.A. Issledovanie praktiki i sistemnyh problem primeneniya tehnologij chetvertoj promyshlennoj revolyucii v razlichnyh otrasljah rossijskoj promyshlennosti [A Study of the Practice and Systemic Problems of Applying Fourth Industrial Revolution Technologies in Various Sectors of Russian Industry]. *Voprosy innovacionnoj jekonomiki = Issues of Innovative Economics*. 2023. Vol. 13, Iss. 4. pp. 2005-2024.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

© 2025 The Authors. Published by T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Authors

Mikhail Cherevko – Candidate of Technical Sciences
Gazprom Neft Group
e-mail: Cherevko.MiA@gazprom-neft.ru

Pavel Lukyanenok – post-graduate
National Research Tomsk Polytechnic University
634050, Tomsk, Lenin Ave., 30
e-mail: spinusinfo@icloud.com

