

Интеллектуальное управление бизнес-процессами нефтегазовой отрасли России

А. М. Карнаухов, А. Е. Ильин,
Ю. Н. Кожубаев, В. Ю. Иванов

Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

karnaukhov_am@pers.spmi.ru, Ilin_AE@pers.spmi.ru,
Kozhubaev_YuN@pers.spmi.ru, Ivanov_VYu@pers.spmi.ru

Аннотация. Предложен вариант системы сквозного интеллектуального управления бизнес-процессами нефтегазовой отрасли России на базе интегрированной цифровой платформы, определены приоритетные варианты внедрения цифровых технологий и инвестиций в управленческие и технологические бизнес-процессы нефтегазового комплекса (НГК): Big Data (большие данные), искусственный интеллект (ИИ) и Интернет вещей (IoT-технологии). Ключевые слова: дигитальные технологии, платформа, большие данные, интеллектуальные системы, искусственный интеллект.

Ключевые слова: цифровые технологии, платформа, большие данные, интеллектуальные системы, искусственный интеллект

I. ВВЕДЕНИЕ

Нефтегазовая отрасль занимает ключевое место в экономике страны, поэтому еще в советское время было запланировано создание многоуровневых автоматизированных систем управления (АСУ) АСУ-Газпром, АСУ-Нефть, АСУ-Нефтеснаб. В исследованиях использовались передовые достижения науки и техники того времени, например, экономико-математические методы, электронно-вычислительная техника и связь. Но в годы перестройки эти работы были практически прекращены.

В данной статье авторы предлагают новый подход к управлению бизнес-процессами в нефтегазовой отрасли России, учитывающий обоснованное внедрение элементов искусственного интеллекта, современное развитие автоматизированных систем управления предприятием (АСУП), автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), их цифровизацию и трансформацию на базе интегрированной платформы.

Повышение эффективности управления бизнес-процессами достигается за счет повсеместного внедрения информационных технологий, что приводит к частичному исключению человеческого фактора из технологических циклов и бизнес-процессов эксплуатации нефтегазовых объектов. Цифровизация упрощает организационные вопросы и в несколько раз ускоряет работу, а также снижает риски [1–3].

А для создания возможностей сквозного управления в условиях единого информационного пространства и работы с информацией и данными предприятия любого уровня в режиме реального времени для всех заинтересованных специалистов, таких как менеджеры,

производственники, представители государственных органов, и интеграции основных систем предприятия, авторы предлагают создание единой цифровой платформы управления с использованием элементов искусственной интеллектуализации [4–6].

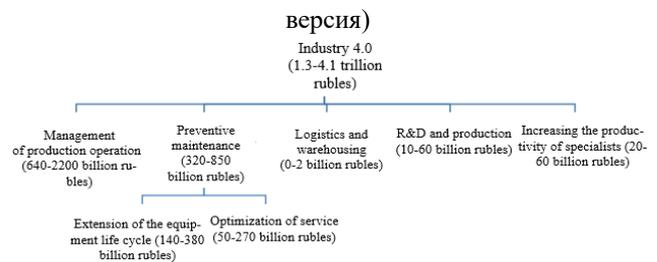


Рис. 1. Эффект от внедрения элементов Индустрии 4.0 в России [составлено авторами]

Этому способствуют программа «Цифровая экономика России» (рис. 2) и уникальные разработки оборонно-промышленного комплекса в таких актуальных областях, как хранение и передача данных, программное обеспечение, автоматизированные системы управления и цифровая безопасность.

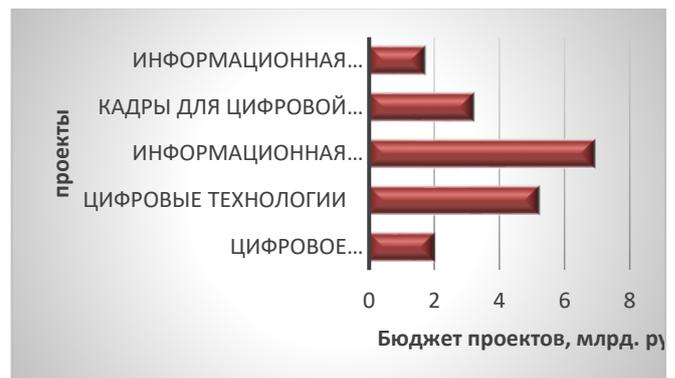


Рис. 2. Бюджет проектов программы «Цифровая экономика», млрд рублей [составлено авторами].

Основными факторами, сдерживающими цифровизацию, являются (рис. 3).



Рис. 3. Ограничения на пути цифровизации [составлено авторами].

Все внедрения происходят локально, единой системы не существует. Для синхронизации и оптимизации всех процессов необходима эффективная система управления [7–9].

Наибольший эффект для нефтегазовой отрасли может дать интеллектуальное управление бизнес-процессами на основе интегрированной цифровой платформы сквозного управления (IDEP) с использованием элементов искусственного интеллекта. Стратегическая цель платформы – оптимальная трансформация системы управления нефтегазовой отраслью.

Главная новизна интеллектуального управления заключается в постоянной оптимизации управленческой деятельности с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС) и обновлении информации в режиме реального времени на основе цифровой платформы, иерархически объединяющей киберфизические системы предприятий, АСУ ТП, АСУ ТП, информационно-вычислительные ресурсы.

Подобной разработки пока нет ни у кого в мире. IDEP позволит оптимизировать деятельность компаний и нефтегазовой отрасли в целом и оперативно реагировать на различные вызовы и риски мирового и отечественного рынков. Авторы не предлагают вернуться к плановой экономике СССР и выдавать каждому предприятию производственный план. Однако без взаимодействия и оптимальной трансформации бизнес-процессов на основе трехуровневой платформы невозможно создать эффективную экономику нефтегазового комплекса. Для оптимизации бизнес-процессов на каждом уровне в центрах управления предлагается использовать модели искусственных нейронных сетей. При этом окончательное решение должен принимать специалист, квалификация которого будет определяться способностью быстро формулировать оптимальные варианты решений на основе ИНС.

Повсеместное внедрение цифровых технологий с искусственным интеллектом в бизнес-процессы нефтегазовой отрасли, их оптимизация и повышение экономической и технологической эффективности будут реализованы в период 2025–2040 годов. К 2036 году в мире планируется автоматизировать до 50 % рабочих процессов [10–12]. Сегодня приоритет цифровых инвестиций активно растет, а основным принципом принятия решений об инвестировании капитала в цифровые активы является принцип окупаемости, и

более 70 % топ-менеджеров по всему миру отдают приоритет цифре [13–15].

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Цифровизация бизнес-процессов и цифровая трансформация бизнес-структур предприятий предполагают повсеместное внедрение, в том числе, базовых прорывных цифровых технологий [16–18]. Наиболее популярные цифровые технологии, внедряемые в российских компаниях, и эффект от их использования представлены на рис. 4–6 [19–20].



Рис. 4. Популярные цифровые технологии, % [составлено авторами]

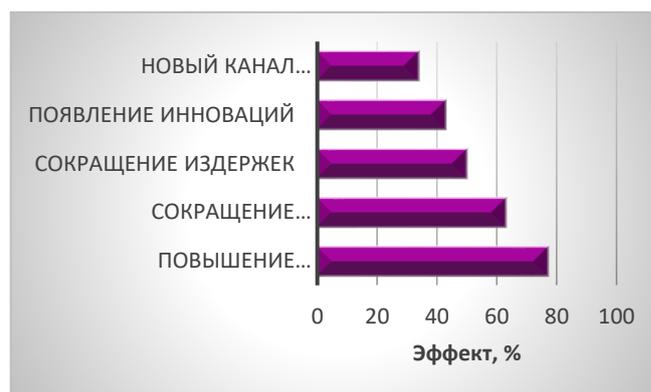


Рис. 5. Влияние цифровых технологий, % [составлено авторами]

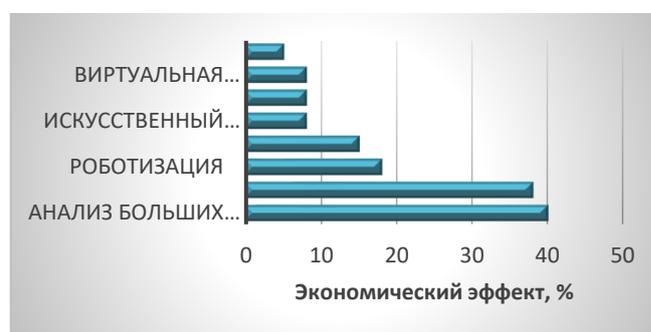


Рис. 6. Экономический эффект цифровых технологий, % [составлено авторами]

В ближайшие годы наиболее сильное влияние на нефтегазовую отрасль окажут следующие тенденции [21–23]:

- набор востребованных технологий: искусственный интеллект, распределенные

бухгалтерские книги, дополненная реальность, квантовые вычисления;

- технологическая адаптивность к уникальным потребностям заказчика, запросам потребителей и новым рыночным возможностям;
- оперативное реагирование в условиях быстрого рынка при обновлении и получении информации в режиме реального времени.

Активное цифровое воздействие на бизнес приводит к трансформации бизнес-модели компании на основе управления бизнес-процессами и цифровыми активами.

Категория интеллектуального производства на мировом нефтегазовом рынке включает в себя и «умные» скважины, и «умные/интеллектуальные» месторождения, и «электронное» управление, и «умные» операции и т. д. [24–25].

Все эти системы актуальны и призваны обеспечить возможность выбора наиболее оптимальных решений на основе надежных моделей и элементов киберфизических систем.

Вопросами разработки цифровой платформы в настоящее время занимаются и лидеры российской цифровой трансформации, например, ПАО «Газпромнефть» планирует вывести на рынок цифровую платформу для управления нефтеперерабатывающим производством.

ПАО «НК «Роснефть» активно работает с программами по цифровизации месторождений, НПЗ, АЗС и т. д.

ПАО «Лукойл» успешно реализует направления цифровых двойников, робототехники, экосистемы и персонала.

Стоит отметить, что при таком локальном подходе отрасль не придет к единой платформе и тем более единой базе данных в режиме реального времени.

Поэтому, чтобы сконцентрировать усилия на приоритетных для нефтяных компаний проектах, необходимо объединить общепромышленные усилия с участием государственных и бизнес-структур.

Принцип окупаемости традиционно является основным при принятии решений о капитальных вложениях.

В работе основу методологической базы исследования составили следующие подходы: системный подход, методы экспертных оценок, системный анализ, математико-статистические методы, методы многомерного анализа.

Проекты цифровизации в нефтяной отрасли к 2035 году (по данным Минэнерго) принесут российской экономике мультипликативный эффект до 700 млрд рублей в год, в основном за счет снижения затрат на разведку и добычу на 10–15 % и сокращения сроков строительства до 40 %.

А внедрение предложенного авторами интеллектуального управления технологическими и управленческими бизнес-процессами в нефтегазовой

отрасли со сквозной синхронизацией данных на базе ИСПУ позволит получить следующие результаты:

- повысить эффективность реализации проектов (бюджет и сроки) более чем в 2 раза;
- увеличить дебит ранее малодебитных скважин в несколько раз;
- повысить эффективность системы поддержки принятия решений на 30–50 %.

Инвестиционно привлекательными в условиях цифровизации нефтегазовой отрасли останутся следующие направления (по приоритетности): кибербезопасность; облачные технологии; искусственный интеллект; большие данные; интернет вещей; робототехника.

III. ДИСКУССИЯ

Основным элементом цифрового предприятия является киберфизическая система с реальными исходными данными, включающая множество автоматизированных систем, имеющих функциональную единую структуру (рис. 7) и решающих в процессе своей работы следующие задачи.

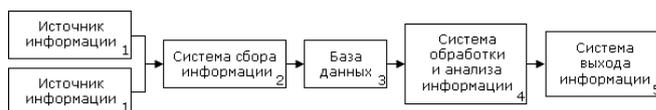


Рис. 7. Функциональная структура автоматизированной системы управления [составлено авторами]

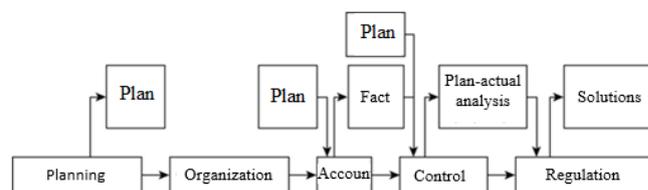




Рис. 10. Структурная схема ICPU [составлено авторами]



Рис. 11. Структурная схема предприятия [составлено авторами]

Киберфизические системы предприятий на основе цифровых двойников с постоянно обновляемой информацией о реальных объектах интегрированы с моделями искусственного интеллекта, что позволяет нефтегазовым компаниям постоянно оптимизировать технологические процессы, системы управления и структуру бизнеса в режиме реального времени.

IV. Выводы

Сформулированы приоритеты внедрения и инвестирования передовых цифровых технологий в автоматизацию бизнес-процессов нефтегазовых компаний: кибербезопасность; облачные технологии; искусственный интеллект; большие данные; интернет вещей; робототехника. Интеллектуальная система управления реализована на базе адаптируемой цифровой платформы нефтегазовых компаний с искусственным интеллектом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Iliinsky A., Afanasiev M., Metkin D. Digital technologies of investment analysis of projects for the development of oil fields of unallocated subsoil reserve fund. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2019). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012028>.

[2] Zhdanyuk A.B., Cherepovitsyn A.E. Assessment of the possibility of using intelligent technologies by oil and gas companies // Science Week of SPbPU: materials of a scientific conference with

international participation. Institute of Industrial Management, Economics and Trade. Part 1. SPb.: Publishing House of the Polytechnic University. 2017. P. 33-35.

[3] Dmitrievsky A.N. et al. Digital oil and gas complex of Russia. Georesources, special issue. 2020. P. 32–35. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.32–35>

[4] Tikhopoy Yu.M., Stepanenko D.A. Digital transformation in the oil and gas industry // Business strategies. 2021. Vol. 9. No. 2. P. 58–61 DOI: 10.17747/2311-7184-2021-2-58-61.

[5] Galushko M.V., Dedeeva S.A., Inevatova O.A. Digital innovative solutions as the main tool for increasing the competitive advantage of oil and gas enterprises // Economic sciences 2023 No. 1 (218). P. 190-197. DOI: 10.14451/1.218.190 URL: https://ecs.ru/wp-content/uploads/202301_190.pdf

[6] Makhovikov A.B., Kryltsov S.B., Matrokhina K.V., Trofimets V.Ya. Secured communication system for a metallurgical company. Tsvetnye Metally. 2023. No. 4. pp. 5–13. DOI: 10.17580/tsm.2023.04.01.

[7] Digital economy: 2020: a brief statistical digest / G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevsky, L.M. Gokhberg, et al.; Nat. research. University "Higher School of Economics". Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2020. 112 p.

[8] Galushko M.V., Dedeeva S.A. Main problems and prospects for the development of the renewable energy market in Russia // Proceedings of the International scientific and practical conference "Development and interaction of the real and financial sectors of the economy in the context of digital transformation" Orenburg, 2021. P. 422-428.

[9] Kozlova D.V. et al. Digital transformation of the oil and gas industry: barriers and ways to overcome them. Moscow: VYGON Consulting, GAS INDUSTRY. 2020. No. 7. P. 803.

[10] Bakhturin G.I., Logunov A.B., Mironov N.A. New production technologies: the view of experts in the scientific and technical sphere // Innovation and expertise. Issue 3 (18). 2016. P. 101-117.

[11] I. Beloglazov, K. Krylov, An Interval-Simplex Approach to Determine Technological Parameters from Experimental Data. Mathematics, 10 (2022). pp. 1-13. <https://doi.org/10.3390/math101>.

[12] Zelenkov M.Yu. Criteria and methods for assessing the effectiveness of digitalization of transport and logistics systems management // Trends and Management. 2019. No. 2. P. 76-90. DOI: 10.7256/2454-0730.2019.2.29798

[13] Nurgalieva K.S., Abdullah K.A., Seyed M.A., Slavko N., John William G.G. Application of Neural Network and Time-Domain Feature Extraction Techniques for De-termining Volumetric Percentages and the Type of Two Phase Flow Regimes Independent of Scale Layer Thickness Applied Sciences. 2022. No. 12. pp. 1-13 <https://doi.org/10.3390/app12031336>.

[14] Zhdanyuk A.B., Cherepovitsyn A.E. Assessment of the possibility of using intelligent technologies by oil and gas companies // Science Week of SPbPU: materials of a scientific conference with international participation. Institute of Industrial Management, Economics and Trade. Part 1. SPb.: Publishing house of Polytechnic University, 2017. Pp. 33-35.

[15] R.N. Safiullin, A.S. Afanasyev, V.V. Reznichenko, The Concept of Development of Monitoring Systems and Management of Intelligent Technical Complexes, Journal of Mining Institute, 237 (2019). pp. 1-13. <https://doi.org/10.31897/pmi.2019.3.322>.

[16] Matrokhina K.V., Trofimets V.Y., Mazakov E.B., Makhovikov A.B., & Khaykin M.M. (2023). Development of methodology for scenario analysis of investment projects of enterprises of the mineral resource complex. Journal of Mining Institute, 259, 112-124. <https://doi.org/10.31897/PMI.2023.3>.

[17] Karnauhov A.M., Kozhubaev Yu.N., Ilin A.E., Ivanov V.V. Controlling of the digital transformation oil and gas industry // XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023) E3S Web of Conferences. 2023. V. 431, 05031 DOI: 10.1051/e3sconf/202343105031.

[18] Zhdanyuk A.B., Cherepovitsyn A.E. Assessment of the possibility of applying intelligent technologies by oil and gas companies // Science Week SPbPU: materials of a scientific conference with international participation. Institute of Industrial Management, Economics and Trade. Part 1. SPb.: Publishing house of Polytechnic University, 2017. P. 33-35.

- [19] Brigadnov I., Lutonin A., Bogdanova K. Error State Extended Kalman Filter Localization for Underground Mining Environments. *Symmetry* 2023, 15. <https://doi.org/10.3390/sym15020344>.
- [20] Leventsov V.A., Radaev A.E., Nikolaevsky N.N. Aspects of the concept "Industry 4.0" in terms of designing production processes // Scientific and technical statements of St. Petersburg State Polytechnical University. *Economic sciences*. Vol. 10, No. 1, 2017. P.19-30.
- [21] Rudskaya E.N., Guryeva K.N. Internet of Things: a new stage of commercialization of the achievements of the technological revolution // "Young scientist". No. 25 (129). 2016. P. 365-371.
- [22] Matyukhina A.A. Problems of development of oil and gas services in Russia // Proceedings of the XI International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum" [Electronic resource]. — Access mode: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018013524>.
- [23] Zhukovskiy Yuriy Leonidovich, Tsvetkov P. S., Koshenkova A. A. A Methodology for Forecasting the KPIs of a Region's Development: Case of the Russian Arctic Sustainability. 2024. №16. pp. 1-25. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/15/6597>.
- [24] Zhukovskiy Y.L., Korolev N.A., Malkova Y.M. Monitoring of grinding condition in drum mills based on resulting shaft torque // *Journal of Mining Institute*. 2022. Vol. 256. p. 686-700. DOI: 10.31897/PMI.2022.91.7.
- [25] Cherepovitsyn A.E., Tretyakov N.A. Development of New System for Assessing the Applicability of Digital Projects in the Oil and Gas Sector // *Journal of Mining Institute*. 2023. Vol. 262. p. 628-642. EDN QYBHMC.