

УДК: 338.28

**Дементьев Феликс Станиславович,**  
аспирант,  
кафедра анализа систем и принятия решений,  
Институт экономики и управления,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

### *Аннотация:*

Нефтегазовая отрасль в рамках цифровизации отстает не только от зарубежных стран, но и других отраслей. Необходимо внедрять аналитические инструменты и методы в области автоматизации для повышения рентабельности. Однако для преодоления рисков цифровизации необходимо участие государства для резкого роста нефтяных компаний и повышения эффективности их. Нефтегазовый сервис значительно отстает от других отраслей, которые находятся в авангарде цифровизации, однако эффект от цифровизации может намного больше снизить издержки, чем в других сегментах рынка. В последние годы зарубежные компании создают и совершенствуют программное обеспечение для автоматизации процессов комплексного проектирования шельфовых месторождений. Этот опыт должен быть перенят отечественными разработчиками и проектировщиками программного обеспечения. Активное внедрение продуктов цифровизации в большинстве отраслей или формирование предпосылок для их внедрения происходит благодаря анализу современных взглядов ученых и практиков на эффекты и барьеры цифровой трансформации мировой экономики. Но также необходимо учитывать, что преимущества цифровых технологий сопряжены с определенными рисками: низкая пропускная способность сетей, отсутствие навыков, организационные барьеры, кибербезопасность внутри страны и финансовые ограничения.

### *Ключевые слова:*

Автоматизация, метод, эффект, цифровизация, анализ, риск, трансформация.

Цифровизация нефтегазового сектора - мощный драйвер повышения эффективности российской экономики. Производственные отношения трансформируются под воздействием современных средств обработки информации и компьютерных алгоритмов. Это приводит к созданию новых моделей взаимодействия агентов и систем в экономических процессах, киберфизических устройств. Российская нефтегазовая отрасль вынуждена пересматривать используемые на практике бизнес-модели в связи с нестабильностью и ростом цен. Нефтегазовый сервис значительно отстает от других отраслей, которые находятся в авангарде цифровизации. Это такие отрасли, как телекоммуникационная (ПАО "Ростелеком", ПАО "МТС"), банковская (ПАО "Сбербанк" АО "Тинькофф Банк"), информационные технологии (ООО "Мэйл.ру", компания "1С") и атомная энергетика (Росатом).

Российские технологии и оборудование, используемые в нефтегазовой отрасли, значительно модернизированы. Однако в области разведки, добычи и транспортировки нефти и газа Россия значительно отстает от зарубежных стран, когда речь идет о роботизированных компонентах и сенсорных технологиях. Как правительство, так и бизнес стремятся воспользоваться преимуществами цифровых технологий. Многие российские нефтегазовые компании стараются использовать современные цифровые методы работы (цифровое проектирование, телекоммуникационное оборудование и т. д.). Таким образом, отрасль ищет способ вернуться к прибыльности, и цифровые технологии могут способствовать этому, предлагая возможность значительно повысить рентабельность операций.

Анализ современных научных взглядов на цифровую экономику позволил установить, что с точки зрения хозяйствующих субъектов цифровое развитие производственных и логистических процессов предполагает создание многоуровневых цифровых и информационных платформ и операторов, решающих различные экономические задачи (неоиндустриализация, регулирование и планирование, научно-техническое развитие, управление персоналом), массовый перевод индустриальных и постиндустриальных технологий в цифровые, создание и широкое использование облачных технологий, когнитивных технологий, обработки больших данных и использование цифровых технологий [1]. Таким образом, интенсивное использование цифровых технологий приводит к стремительному развитию не только промышленности, но и финансового сектора, строительства, транспорта, торговли, связи, здравоохранения, науки, образования и других отраслей. Развитие современной экономики зависит от уровня цифровой трансформации. Новые технологии и социальные группы, а также

взаимодействие, которое они обеспечивают, позволяют практически любому человеку влиять на ситуацию таким образом, который был бы невозможен еще несколько лет назад.

Активное внедрение продуктов цифровизации в большинстве отраслей или формирование предпосылок для их внедрения происходит благодаря анализу современных взглядов ученых и практиков на эффекты и барьеры цифровой трансформации мировой экономики. По мнению А.Д. Литтла [2], глобальная цифровизация является трендом современной мировой экономики, но многие компании либо не знают, либо игнорируют потенциальные угрозы цифрового воздействия на свой бизнес. Однако несмотря на то, что цифровые подходы к управлению востребованы, многие компании не готовы к их внедрению [3].

Некоторые исследователи, анализируя современную практику управления цифровыми технологиями в нефтяных компаниях, указывают на отсутствие быстрого внедрения процессов цифровизации [4]. Факт является то, что цифровая трансформация затрагивает все сферы бизнеса (текущую, инвестиционную, финансовую), улучшая бизнес-среду.

Цифровизация нефтегазовой отрасли является одним из приоритетов для России. Она связана с технологической и структурной трансформацией бизнес-процессов. Это означает смену промышленного оборудования и внедрение аналитических систем. Именно такая система, как глубокая интеграция технологий в бизнес-процессы, способна сделать производство более рентабельным. В условиях, когда добыча сырья в большинстве развитых регионов исчерпана, необходимо оцифровывать новые регионы, что требует крупных инвестиций в промышленность. В результате переход российской нефтегазовой отрасли к цифровизации является сложным и длительным процессом. Однако для развития важно совершенствование управления транспортом и повышение производительности месторождений. Поэтому автоматизация промысловых операций и производственного процесса занимает больше времени из-за низкой приспособленности оборудования к цифровизации. Преимущества цифровых технологий сопряжены с определенными рисками: низкая пропускная способность сетей, отсутствие навыков, организационные барьеры, кибербезопасность внутри страны и финансовые ограничения. Для преодоления этих препятствий необходима государственная поддержка по двум направлениям.

Первая - законодательная поддержка - адаптация законодательной базы и усиление правовой защиты компаний, внедряющих цифровые технологии.

Вторая - создание благоприятных условий для компаний, вступающих на путь цифровизации промышленности.

Несмотря на существующие препятствия, информационные технологии объединяют бизнес, правительства и общественность. Компании создают свои собственные коммерческие сети, чтобы связать поставщиков, клиентов и внутренние системы. Результатом этой деятельности является растущая глобальная торговля через интернет.

Российским нефтегазовым компаниям следует рассмотреть основные барьеры на пути цифровизации бизнеса и дать следующие рекомендации по дальнейшему продвижению цифровых технологий:

1. Оцифровка и контроль. Аналоговые активы генерируют цифровые сигналы, которые можно измерять, контролировать и анализировать для принятия более эффективных решений в условиях цифровой экономики. Использование цифровых технологий было ограничено дорогостоящим оборудованием, и нефтегазовая промышленность опережала цифровые технологии более чем на 30 лет. Однако снижение стоимости сенсорных технологий позволяет операторам обрабатывать больше данных на месторождении. Например, компании могут объединять данные по нескольким нефтяным месторождениям, чтобы повысить точность прогнозов и рентабельность.

2. Связность. Активы, поставщики, сотрудники и заинтересованные стороны связаны между собой беспроводной связью. Это позволяет экономическим агентам принимать решения на основе данных, повышая безопасность, эффективность и наглядность. Нефтегазовые компании устраняют незапланированные простои, улучшают целостность активов и увеличивают время работы, соединяя удаленные трубопроводы друг с другом и проводя прогнозируемое техническое обслуживание.

3. Цифровая экономика работает на основе совместного использования. Покупка нужного количества товара снижает затраты на складские запасы, а покупка услуг позволяет компаниям платить только за использованное время и полученную ценность. Нефтегазовые компании могут автоматизировать пополнение резервуаров, использовать оптимальные сценарии закупок и планировать оптимизированные маршруты грузовиков для доставки на автозаправочные станции.

4. Персонализация. Еще одна особенность цифровой экономики - персонализация клиентов. Персонализация означает, что компании клиенты на рынке получают индивидуальные продукты и характеристики закупаемого продукта.

5. Спонтанность. Цифровая экономика также позволяет нефтегазовым компаниям обходить посредников, устраняя ненужных контрагентов и создавая более прямые отношения между покупателем и продавцом. Упрощенная экосистема будет иметь меньшее трение и более низкие барьеры входа для игроков на другом конце цепочки создания стоимости.

Удаленный контроль услуг - хороший пример более прямого подхода. Использование удаленного интеллекта для мониторинга, контроля, управления, составления отчетов и устранения проблем на протяжении всего жизненного цикла услуги устраняет необходимость в выездном персонале [5].

В Таблице 1 [6-21] представлены ключевые методы в области автоматизации концептуального проектирования разработки и обустройства месторождений нефти и газа. Различными авторами проанализированы методы автоматизации генерации вариантов, где поиск оптимума решался средствами математического моделирования, программирования и использования алгоритмов и методов оптимизации. Работы фокусируются на ограниченном перечне рассматриваемых дисциплин и оптимизируемых параметрах, ввиду чего лишь некоторые из них представляют собой комплексный подход к решению задачи поиска глобального оптимума по всей цепочке проектирования скважин и буровых центров.

Таблица 1 – Ключевые методы в области автоматизации концептуального проектирования разработки и обустройства месторождений нефти и газа

| №  | Метод поиска оптимума                                                   | Разработка | Бурение | Скважинная добыча | Система сбор (ПДК) | Обеспечение потока | Подготовка продукции | Платформы / БТК | Графика реализации | Экономика проекта | Оптимизируемый параметр |
|----|-------------------------------------------------------------------------|------------|---------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| 1  | Линейное программирование                                               | -          | +       | -                 | +                  | -                  | -                    | +               | -                  | +                 | CAPEX, NPV              |
| 2  | Ручной перебор                                                          | +          | +       | +                 | +                  | +                  | -                    | +               | +                  | +                 | NPV, IRR                |
| 3  | Смешанно-целочисленное программирование                                 | +          | +       | +                 | -                  | -                  | -                    | +               | +                  | +                 | NPV                     |
| 4  | Экспертная система                                                      | +          | +       | +                 | +                  | +                  | -                    | +               | +                  | +                 | IRR                     |
| 5  | Смешанно-целочисленное линейное программирование                        | +          | +       | +                 | +                  | +                  | -                    | +               | +                  | +                 | NPV                     |
| 6  | Смешанно-целочисленное нелинейное программирование                      | +          | -       | -                 | -                  | -                  | -                    | +               | +                  | +                 | NPV                     |
| 7  | Двойное линейное программирование                                       | -          | +       | -                 | +                  | -                  | -                    | +               | -                  | -                 | CAPEX                   |
| 8  | Эволюционный алгоритм                                                   | +          | -       | +                 | +                  | +                  | +                    | -               | -                  | +                 | CAPEX                   |
| 9  | Мета-Эвристическая модель                                               | +          | +       | +                 | +                  | +                  | -                    | +               | +                  | +                 | CAPEX, NPV              |
| 10 | Смешанно-целочисленное линейное программирование, генетический алгоритм | +          | +       | +                 | -                  | -                  | -                    | +               | +                  | +                 | NPV                     |

Как можно увидеть из Таблицы 1, не все решения подходят одинаково к разным ситуациям и лучше использовать комплекс методов для нахождения оптимума. Во всем мире большое внимание уделяется разработке алгоритмов и программного обеспечения для автоматизированного проектирования разработки морских нефтегазовых месторождений, включая автоматическую генерацию, оптимизацию вариантов разработки (вместо ручного перебора нескольких вариантов и эвристических методов поиска) и расчет комплексной модели. С развитием технической мысли и совершенствованием вычислительной техники стало возможным значительно автоматизировать рутинные процессы генерации и расчета различных вариантов разработки, использовать большие базы данных, учитывать в расчетах большое количество факторов и, в конечном итоге, повысить качество принимаемых решений на основе многовариантных расчетов. В последние годы зарубежные компании создают и совершенствуют программное обеспечение для автоматизации процессов комплексного проектирования шельфовых месторождений. Этот опыт должен быть перенят отечественными разработчиками и проектировщиками программного обеспечения.

Продолжая развития тематики анализа и получения данных можно рассмотреть проект интернет-портала для автоматизации процедур поддержки принятия решений в добыче [22]. Microsoft SQL Server, например, отведена роль службы управления реляционной структурой данных. С помощью этой СУБД организуется распределенное предметно-ориентированное хранилище данных, на основе которого готовятся отчеты, анализируются бизнес- и технологические процессы, выбираются решения. Хранимые данные извлекаются из документов с помощью технологии data mining, позволяющей получать из неструктурированных данных информацию, имеющую самостоятельную ценность (тенденции, коммерчески полезные зависимости, скрытые структуры). Построение многомерного OLAP-куба может быть осуществлено различными способами, например, с помощью Microsoft Analysis Services.

В качестве основы для построения интернет-портала может быть выбран Microsoft SharePoint Portal Server. Для представления аналитической информации OLAP на страницах портала можно использовать различные программные инструменты, которые, с одной стороны, интегрируются с Microsoft Analysis Services, а с другой - взаимодействуют с веб-приложениями. К таким инструментам относятся:

- ProClarity Analytics Platform - OLAP-клиент, работающий с приложениями Microsoft Office и веб-приложениями и имеющий специальный дополнительный модуль ProClarity for SharePoint Portal Server, который позволяет OLAP-клиенту взаимодействовать с веб-порталом.
- Panorama NovaView — это OLAP-клиент, обеспечивающий взаимодействие между Microsoft Reporting Services, Microsoft Excel и Microsoft Share Point Portal Server. Для организации хранилищ данных в Panorama NovaView могут использоваться такие СУБД, как Oracle, Teradata, DB2 и Microsoft.

Таким образом, реализуется непрерывный цикл потока управленческой информации, поскольку решения, принятые в документах, формализуются и вновь анализируются в хранилище данных, то есть процесс производства в таких системах является целенаправленным и итеративным.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. V. Kulkov, Digital economy: hopes and illusions. *Philosophy of Economy*, 5, 145-156 (2017).
2. A. Little, Digital transformation - How to become digital leader. Study results – Overview. URL: <https://www.wko.at/branchen/information-consulting/unternehmensberatung-buchhaltung-informationstechnologie/Digital-Transformation-Study-Overview---Teaser.pdf> Accessed 21.01.2019 (2015).
3. O. Kitova, S. Bruskin, Digital transformation of business. *Digital Economy*, 1, 20-25 [in Rus.] (2018).
4. R. Xinquan, G. Yulong, C. Shilong, Innovations and practices of oil field digital management. In J. Xiong (Ed.), *Advanced Materials and Information Technology Processing: Proceedings of International Conference (AMITP 2011)*, Guangzhou: Thomson Reuters CPCI-S, 264-269. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.271-273.264 (2011).
5. A. Ivlev, N. Eremin, Petrrobotics: Robotic drilling systems. *Drilling and Oil*, 2, 8-12. [in Rus.] (2018).
6. Дряхлов, В.С. Технико-экономическое обоснование оптимальной схемы подводного добычного комплекса при добыче в замерзающей акватории: дис. маг.: 21.04.01 / В.С. Дряхлов; СПбГУ – Санкт-Петербург, 2021. – 163 с.
7. Захаров, А.И. Совершенствование научно-методических подходов к проектированию разработки месторождений природного газа в условиях арктического шельфа: дис. к.т.н.: 25.00.18 / А.И. Захаров; ВНИИГАЗ – Москва, 2022. – 134 с.
8. Корниенко, О.А. Разработка рациональных методов обустройства углеводородных месторождений арктического шельфа РФ: дис. к.т.н.: 25.00.18 / О.А. Корниенко; ВНИИГАЗ – М.О., пос. Развилка, 2007. – 99 с.
9. Johansen G.R. Optimization of offshore natural gas field development: Master's Thesis / Gaute Rannem Johansen; Norwegian University of Science and Technology. – Trondheim, 2011. – 108 p.
10. Almedallah M.K. Schedule Optimization To Accelerate Offshore Oil Projects While Maximizing Net Present Value in the Presence of Simultaneous Operations, Weather Delays, and Resource Limitations / M. K. Almedallah, S. Clark, S. D. C. Walsh // *SPE Production & Operations*. – 2021. – SPE 205521. – 18 p.
11. Arias M.J.C.D. Evolutionary Algorithm to Support Field Architecture Scenario Screening Automation and Optimization Using Decentralized Subsea Processing Modules / Mariana J.C. Díaz Arias, Allyne M. dos Santos, Edmary Altamiranda // *MDPI, Processes*. – 2021, № 9. – 51 p.

12. Basilio L. Integrated design computational model applied to O&G offshore field development / Leandro Basilio, Celso Noronha, Matheus Passos, Debora Calaza, Anderson L. da Nova, Roland Daly // Offshore Technology Conference. – 2018, May. – OTC-28664-MS. – 16 p.
13. Cullick A.S. Optimizing Field Development Concepts for Complex Offshore Production Systems / A.S. Cullick, R. Cude, M. Tarman // Offshore Europe. – 2007, September. – SPE 108562. – 10 p.
14. dos Santos T.D.F. OTIMROTA-Multiline: Computational Tool for the Conceptual design of subsea production systems / Thiago Duarte Fonseca dos Santos, Djalene Maria Rocha, Ladislau Israel Pereira, Juliana Souza Baioco, Carl Horst Albrecht, Breno Pinheiro Jacob // Offshore Technology Conference Brasil. – 2017, October. – 13 p.
15. Gupta V. An Efficient Multiperiod MINLP Model for Optimal Planning of Offshore Oil and Gas Field Infrastructure / Vijay Gupta, Ignacio E. Grossmann // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2012, № 51. – 6823–6840.
16. Iyer R.R. Optimal Planning and Scheduling of Offshore Oil Field Infrastructure Investment and Operations / R. R. Iyer, I. E. Grossmann, S. Vasantharajan, A. S. Cullick // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 1998, vol. 37, № 4. – 1380–1396.
17. Lei G. The Use of Mathematical Programming to Determine Optimal Production and Drilling Schedule in an Offshore Oil Field, a Case Study from the Barents Sea / Guowen Lei, Milan Stanko, Thiago Lima Silva, Tom Widerøe, Arnljot Skogvang // 40th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering. – 2021, June. – OMAE2021-62697. – 12 p.
18. Liu H. Subsea field layout optimization (Part I) – directional well trajectory planning based on 3D Dubins Curve / Haoge Liu, Tor Berge Gjersvik, Audun Faanes // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2022, № 208. – 11 p.
19. Rodrigues H.W.L. Integrated optimization model for location and sizing of offshore platforms and location of oil wells / H.W.L. Rodrigues, B.A. Prata, T.O. Bonates // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2016, № 145. – 735–741.
20. Rosa V.R. Design Optimization of Oilfield Subsea Infrastructures with Manifold Placement and Pipeline Layout / Vinicius Ramos Rosa, Eduardo Camponogara, Virgilio Jose Martins Ferreira Filho // Computers & Chemical Engineering. – 2017. – 43 p.
21. Sullivan J. A Computer Model for Planning the Development of an Offshore Gas Field / J. Sullivan // JOURNAL OF PETROLEUM TECHNOLOGY. – 1982, July. – SPE 10210. – 1555–1564.
22. Деловой журнал «Neftegaz.RU»: Информационные технологии в управлении ремонтом нефтегазотранспортных предприятий, УДК: 303.732.4, 2021 URL [https://magazine.neftgaz.ru/articles/tsifrovizatsiya/672115-informatsionnye-tekhnologii-v-upravlenii-remontom-neftgazotransportnykh-predpriyatiy/].

**Dement'ev Felix Stanislavovich,**

graduate student,

department of systems analysis and decision making,

Graduate School of Economics and Management,

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin

Yekaterinburg, Russian Federation

## TECHNOLOGY AUTOMATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

### *Abstract:*

The oil and gas industry lags behind not only foreign countries but also other industries in digitalisation. It is necessary to introduce analytical tools and methods in the field of automation to improve profitability. However, to overcome the risks of digitalisation, government involvement is required for dramatic growth of oil companies and improving their efficiency. Oil and gas services lags far behind other industries that are at the forefront of digitalisation, but the effects of digitalisation can reduce costs much more than other market segments. In recent years, foreign companies have been creating and improving software to automate the processes of complex design of offshore fields. This experience should be adopted by domestic software developers and designers. Active introduction of digitalisation products in most industries or formation of prerequisites for their introduction is due to the analysis of current views of scientists and practitioners on the effects and barriers of digital transformation of the world economy But it should also be taken into account that the benefits of digital technologies are associated with certain risks: low network bandwidth, lack of skills, organisational barriers, domestic cybersecurity and financial constraints.

### *Keywords:*

Automation, method, effect, effect, digitalisation, analysis, risk, transformation.