

Цифровой нефтегазовый комплекс России

А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин*, Д.С. Филиппова, Е.А. Сафарова

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

Цифровая и технологическая модернизация нефтегазовой отрасли за счет использования инновационных технологий и платформенных решений, интеллектуальных систем управления, отечественных «сквозных» цифровых технологий будет способствовать укреплению позиций России на мировом нефтегазовом рынке. Одним из мегасайнс проектов, разрабатываемых в Институте проблем нефти и газа РАН, является создание геосферной обсерватории. Геосферная обсерватория ориентирована на изучение влияния фундаментальных геологических процессов (коровых волноводов, очагов трещиноватости и др.) в мантии и коре Земли на формирование скоплений углеводородов и управление разработкой месторождений в режиме реального времени на базе внедрения передовых технологий в области сверхглубокого бурения, волоконной оптики и лазерной физики, обработки больших объемов геoinформации (BigGeoData) и теории реконфигурируемых активно-пассивных сенсорных сетей (AntennaGrid).

Ключевые слова: цифровые технологии, искусственный интеллект, геосферная обсерватория, нефтегазовый комплекс России, маловязкая нефть, сеноманский газ

Для цитирования: Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Филиппова Д.С., Сафарова Е.А. (2020). Цифровой нефтегазовый комплекс России. *Георесурсы*, Спецвыпуск, с. 32–35. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.32-35>

В настоящее время очевидна необходимость ускоренного перехода к цифровой модернизации нефтегазовой отрасли (Dmitrievskiy et al., 2019). Компаниям и ведомствам предстоит быстрым шагом пройти длинный и сложный путь в рамках подготовки нормативной базы, выработки стимулирующих мер, внедрения цифровых технологий, разработки отечественных инновационных и технологических решений, экологически чистой ресурсосберегающей энергетики, эффективного рационального использования недр и биоресурсов.

Цифровая и технологическая модернизация нефтегазовой отрасли за счет использования инновационных технологий и платформенных решений, интеллектуальных систем управления, отечественных «сквозных» цифровых технологий будет способствовать укреплению позиций России на мировом нефтегазовом рынке. Ключевую роль развития нефтегазовой экономики России диктуют глобальные вызовы (Бушуев, Горшкова, 2020):

- Изменение системы газовых поставок за счет развития производства и транспортировки сжиженного природного газа;
- Ужесточение мировых экологических требований к содержанию серы в нефтепродуктах;
- Декарбонизация энергетического сектора Европейского союза;
- Выполнение условий Парижского соглашения по климату за счет сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу;
- Выявление рисков и прогнозирование устойчивости российской нефтегазовой экономики, способных оказать

негативное влияние на деятельность системообразующих компаний нефтегазового комплекса.

Традиционные регионы нефтегазодобычи характеризуются завершением эпохи нефтяных и газовых месторождений-гигантов, вступивших в позднюю стадию разработки; резким сокращением «активных» запасов легкой маловязкой нефти и сухого сеноманского газа; обводненностью продукции до 80–99%; снижением коэффициента нефте- и газоотдачи продуктивных пластов; истощением высокопродуктивных запасов углеводородов на глубинах до 3,0 км, низким коэффициентом фондоотдачи и производительности труда.

Счетная палата РФ представила 28.05.2020 г. отчет «Анализ воспроизводства минерально-сырьевой базы РФ в 2015–2019 годах», в котором отмечается, что сырьевая база углеводородов России находится в периоде стагнации и не может служить драйвером роста нефтегазовой экономики; потенциал наращивания сырьевой базы ограничен из-за недостаточной геологической изученности недр, так среднемасштабным картированием охвачено только 24,1% территории страны; развитие геологической отрасли должно идти по пути цифровизации и открытости геологической информации. Разведанных запасов на разрабатываемых месторождениях нефти хватит на 35 лет добычи, природного газа – более чем на 50 лет. Доля трудноизвлекаемой нефти достигла 65% всех запасов нефти. Запасов легкой нефти хватит на 20 лет добычи. Прирост запасов природного газа ниже добычи, тогда как прирост запасов нефти превышает ее добычу незначительно. Освоение ресурсов углеводородов затрудняется инвестиционными рисками и сложностями в их добыче в арктических и удаленных регионах страны. В марте 2019 года Минприроды РФ оценило запасы нефти в России в 40 трлн руб., а природного газа – в 11 трлн руб. (Мень, Каульбарс, 2020).

* Ответственный автор: Николай Александрович Еремин
E-mail: ermn@mail.ru

Цифровая нефтегазовая экономика – это новая форма нефтегазового дела, которая опирается на инновационные модели управления производством в режиме реального времени (Еремин, Столяров, 2020). Основные составляющие цифровой нефтегазовой экономики – это большие геоданные в цифровом виде и пакет «сквозных» цифровых нефтегазовых технологий, который использует эти данные. Цифровая модернизация нефтегазовой отрасли страны позволит повысить средний коэффициент полезного действия (КПД) на нефтяных месторождениях с 30 до 40% и на газовых с 75 до 80%.

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года была утверждена указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490. Под искусственным интеллектом в нефтегазовом деле понимается комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции нефтяника-газовика (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении производственных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности самого нефтяника-газовика. Методы и технологии искусственного интеллекта реализуются по следующим направлениям: интеллектуальные системы поддержки принятия решений; компьютерное зрение; обработка и распознавание естественного языка, синтез речи специалиста. Национальной стратегией определены задачи развития искусственного интеллекта в России, к которым относятся:

- Поддержка научных исследований в целях опережающего развития искусственного интеллекта в нефтегазовом деле;
- Разработка и развитие нефтегазового программного обеспечения, в котором используются технологии искусственного интеллекта;
- Повышение доступности и качества больших геоданных, необходимых для развития технологий искусственного интеллекта;
- Увеличение доступности киберфизического оснащения, необходимого для решения задач в области искусственного интеллекта;
- Повышение уровня насыщения нефтегазового рынка технологиями искусственного интеллекта, квалифицированными кадрами с цифровыми специальностями и информированности специалистов о возможных сферах использования цифровых технологий;
- Создание комплексной системы регулирования общественных отношений между ноосферой и ботосферой, возникающих в связи с развитием и использованием технологий искусственного интеллекта.

В дорожной карте по сквозной технологии искусственного интеллекта в отрасли «Добыча полезных ископаемых» (Классификатор ОКВЭД «В») выделяются следующие области применения: оптимизация разведки и извлечения запасов на основе анализа геологогеофизических данных, повышение эффективности и безопасности производственного процесса за счет применения автономного оборудования и транспорта, предотвращение простоев оборудования и дорогостоящих ремонтов за счет превентивного обслуживания (Дорожная карта развития..., 2019). В рамках перехода на цифровизацию нефтегазовой отрасли предполагается разработать:

1. Национальный стандарт общей информационной модели нефтегазодобычи, которая будет служить основой для единого нефтегазового информационного пространства и системы управления большими геоданными. Национальный стандарт общей информационной модели позволит создавать цифровые двойники нефтегазовых объектов. Общая информационная модель нефтегазодобычи станет основой накопления упорядоченного массива больших геоданных для внедрения предиктивной аналитики и передовых технологий машинного обучения и искусственного интеллекта.

2. Полномасштабную облачную цифровую платформу для интенсивного увеличения коэффициентов фондоотдачи и производительности труда в нефтегазовом производстве.

В 2019 году правительство России приняло две ключевых концепции: государственной единой облачной платформы и национальной системы управления большими данными, которые позволяют создать ядро информационного обмена внутри нефтегазовой отрасли с использованием экономически эффективной инфраструктуры (Грабчак, 2020). Результатом работ станет создание единого информационного пространства как экосистемы нефтегазового производства, которая позволит воспроизводить историю и прогнозировать жизненный цикл нефтегазовых объектов и оборудования, разрабатывать инновационные бизнес-процессы.

Глобальная исследовательская повестка в области цифровых технологий характеризуется значительным разнообразием: машинные алгоритмы обработки данных на базе использования цепей Маркова; технологии обеспечения устойчивости цепочки поставок; разработка человеко-машинных интерфейсов; цифровое производство; синхронизация и обработка пространственных геоданных в распределенных системах; моделирование работы сетевых мультиагентных систем; мониторинг жизненных параметров у операторов и супервайзеров; технологии волоконных лазеров; нефтегазовый интернет. На первый план выходят методы искусственного интеллекта для анализа больших массивов неструктурированных текстовых и визуальных геоданных. Значительное внимание уделяется развитию инфраструктуры геоданных, методам глубинного обучения, нечеткой логике, нейротехнологиям (в части киберфизических интерфейсов).

Среди полных циклов в нефтегазовом деле можно выделить цифровой, высокотехнологичный и инновационный. Цифровой цикл включает себя: геологические/техногенные объекты – мультисенсорные измерения – большие геоданные – геоинформацию – научные знания – цифровые двойники – облачные технологии. Высокотехнологичный цикл состоит из: поиска – разведки – разработки – транспорта – переработки – нефтегазохимии. Инновационный цикл объединяет в себе: пилотный образец – опытно-промышленные испытания – вывод на рынок – масштабная реализация созданных технологий.

Синергия технологий полных циклов нефтегазового дела позволяет создавать высокоэффективные целевые бизнес-модели управления нефтегазовым производством, обеспечивающие интенсивный рост фондоотдачи и производительности труда специалистов.

Необходимо срочно активизировать работы по созданию гига- и терамоделей цифровых двойников

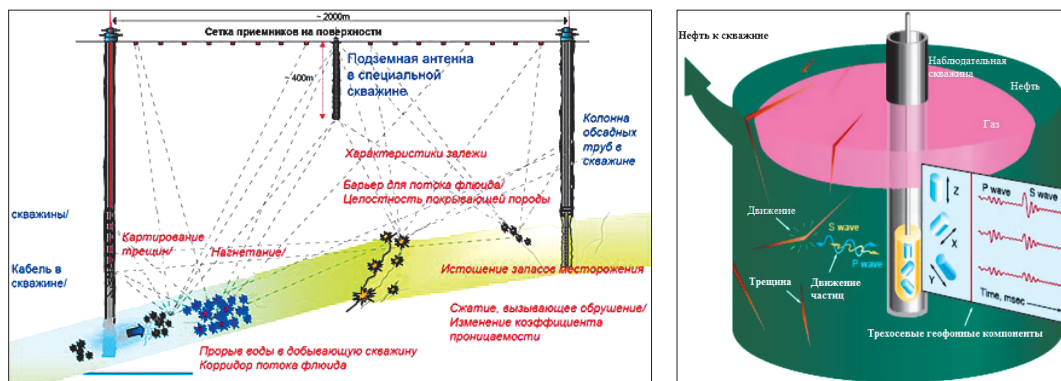


Рис. 1. Скважинная и пластовая томография

нефтегазовых объектов (нефтегазоносных провинций, месторождений, керна) с использованием высокопроизводительных вычислительных комплексов. До сих пор в списке Топ-500 суперкомпьютеров мира нет ни одного, принадлежащего российской нефтегазовой компании. Разработка и внедрение цифровых платформ для управления мультисенсорными и мультиконтроллерными нефтегазовыми объектами будет стимулировать гибкий переход от автоматизированного нефтегазового производства к роботизированному.

Цифровая модернизация нефтегазового производства позволяет создать цифровые двойники объектов с целью выявления скрытых, сложных взаимосвязей. «Сквозные» нефтегазовые цифровые технологии в едином информационном пространстве нефтегазового производства позволяют преобразовать модели управления нефтегазовыми объектами с целью максимизации коэффициента фондоотдачи. Целевым уровнем цифровых двойников нефтегазовых объектов является предиктивная аналитика, работающая на опережение в подготовке принятия стратегических и тактических решений. Предиктивная аналитика позволяет управлять себестоимостью жизненного цикла нефтегазового производства на кратко- и среднесрочную перспективу планирования.

Одним из мегасайнс проектов, разрабатываемых в Институте проблем нефти и газа РАН, является создание геосферной обсерватории.

Геосферная обсерватория ориентирована на изучение влияния фундаментальных геологических процессов (коровых волноводов, очагов трещиноватости и др.) в мантии и коре Земли на формирование скоплений углеводородов и управление разработкой месторождений в режиме реального времени на базе внедрения передовых технологий в области сверхглубокого бурения, волоконной оптики и лазерной физики, обработки больших объемов геoinформации (BigGeoData) и теории реконфигурируемых активно-пассивных сенсорных сетей (AntennaGrid).

Геосферная обсерватория (рис. 1) генерирует поток больших «сырых» геоданных в режиме реального времени, что очень важно для изучения как быстротекущих так и сверхмедленных процессов, протекающих в нефтегазовых объектах (нефтегазоносных провинциях, месторождениях и скважинах). Оптоволоконный постоянно-действующий инструментарий геосферной обсерватории (скважинная 4С – 1 гидрофон и 3 геофонов сенсорная система) позволяет проследить развитие естественных (искусственных) трещин во времени, выявлять их геометрию, сложность

их развития; выявлять направления движения пластовых флюидов, подвижки блоков, тектонические и литологические барьеры потоков флюидов, оценивать продуктивность интервалов, целостность флюидоупоров, проводить оценку напряженно-деформированного состояния горных пород и трассировать коридоры потоков флюидов в пористом пространстве.

Выводы

Комплекс фундаментальных, поисковых и прикладных исследований с использованием высокоэффективных цифровых технологий добычи нефти и газа позволит увеличить добычу легкой маловязкой нефти на 45–50 млн тонн и сухого сеноманского газа на 20–25 млрд м³.

Цифровое развитие нефтегазовой отрасли должно идти по пути открытости геологической информации. Как, например, в Норвегии, где в 2018 году компания Equinor открыла полный доступ международным научным коллективам к геолого-промысловой информации по месторождению Volve, которое было выведено из эксплуатации в 2014 году.

Финансирование

Материал подготовлен по результатам работ, выполненных в рамках государственного задания по темам: «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)» № АААА-А19-119013190038-2, «Развитие научно-методических основ поисков крупных скоплений УВ в неструктурных ловушках комбинированного типа в пределах платформенных нефтегазоносных бассейнов», №АААА-А19-119022890063-9 и в рамках выполнения работ ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по теме: «Разработка высокопроизводительной автоматизированной системы предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин на основе постоянно действующих геолого-технологических моделей месторождений с применением технологии искусственного интеллекта и индустриального блокчейна для снижения рисков проведения геолого-разведочных работ, в т.ч. на шельфовых проектах» по Соглашению с Министерством науки и высшего образования РФ о выделении субсидии в виде гранта от 22 ноября 2019 г. № 075-15-2019-1688, уникальный идентификатор проекта RFMEFI60419X0217.

Литература

- Бушуев В., Горшкова А. (2020). Энергетическое уравнение с цифровым ответом. *Энергетическая политика*, 1(143), с. 5.
- Грабчак Е.П. (2020). Цифровизация в электроэнергетике: к чему должна прийти отрасль? *Энергетическая политика*, 1(143), с. 16–21.
- Еремин Н.А., Столяров В.Е. (2020). О цифровизации процессов газодобычи на поздних стадиях разработки месторождений. *SOCAR Proceedings*, 1, 059-069. DOI: 10.5510/ogp20200100424

Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Нейротехнологии и искусственный интеллект». (2019). Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ.

Мень М., Каульбарс А. (2020). Анализ воспроизводства минерально-сырьевой базы Российской Федерации в 2015–2019 гг. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия. Из отчета Счетной палаты РФ – 2020.

Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E. (2019). Digital transformation of gas production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. DOI: 10.1088/1757-899x/700/1/012052

Сведения об авторах

Анатолий Николаевич Дмитриевский – доктор тех. наук, профессор, научный руководитель Института проблем нефти и газа РАН

Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, д.3

Николай Александрович Еремин – доктор тех. наук, профессор, заместитель директора по инновационной работе, Институт проблем нефти и газа РАН
Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, д.3
E-mail: ermn@mail.ru

Дина Сергеевна Филиппова – инженер, Институт проблем нефти и газа РАН
Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, д.3

Елизавета Александровна Сафарова – младший научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН
Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, д.3

Статья поступила в редакцию 29.07.2020;

Принята к публикации 10.08.2020; Опубликована 31.08.2020

IN ENGLISH

Conference proceedings

Digital oil and gas complex of Russia

A.N. Dmitrievskiy, N.A. Eremin, D.S. Filippova, E.A. Safarova*

Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

**Corresponding author: Nikolay A. Eremin, e-mail: ermn@mail.ru*

Abstract. Digital and technological modernization of the oil and gas industry through the use of innovative technologies and platform solutions, intelligent control systems, domestic “end-to-end” digital technologies will help strengthen Russia’s position in the global oil and gas market. One of the megascience projects being developed at the Institute of Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences is the creation of a Geosphere Observatory. The Geosphere Observatory is focused on studying the influence of fundamental geological processes (crustal waveguides, fracture centers, etc.) in the mantle and crust of the Earth on the formation of hydrocarbon accumulations and management of field development in real time based on the introduction of advanced technologies in the field of ultra-deep drilling, fiber optics and laser physics, processing large volumes of geo-information (BigGeoData) and the theory of reconfigurable active-passive sensor networks (AntennaGrid).

Keywords: digital technologies, artificial intelligence, geosphere observatory, oil and gas complex of Russia, low-viscosity oil, Cenomanian gas

Recommended citation: Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Filippova D.S., Safarova E.A. (2020). Digital oil and gas complex of Russia. *Georesursy = Georesources*, Special issue, pp. 32–35. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.32–35>

Acknowledgments

The material was prepared based on the results of work carried out within the framework of the state task on the topics: «Fundamental basis of innovative technologies of the oil and gas industry (fundamental, prospecting and applied research)» No. AAAA-A19-119013190038-2, «Development of scientific and methodological foundations of the search for large accumulations HC in non-structural traps of a combined type within platform oil and gas basins», No. AAAA-A19-119022890063-9 and within the framework of the Federal Target Program «Research and development in priority areas of development of the scientific and technological complex of Russia for 2014-2020» on the topic: «Development of a high-performance automated system for preventing complications and emergencies during the construction of oil and gas wells on the basis of permanent geological and technological models of fields using artificial intelligence technology and industrial blockchain to reduce the risks of geological exploration, incl. on

shelf projects» under the Agreement with the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the allocation of a subsidy in the form of a grant dated November 22, 2019 No. 075-15-2019-1688.

References

- Bushuev V., Gorshkova A. (2020) The energy equation with a digital answer. *Energeticheskaya politika* [Energy policy], 1(143), January, p. 5.
- Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E. (2019). Digital transformation of gas production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. DOI: 10.1088/1757-899x/700/1/012052
- Eremin N. A., Stolyarov V. E. (2020). On the digitalization of gas production in the late stages of field development. *SOCAR Proceedings*, 1, 059-069. DOI: 10.5510/ogp20200100424
- Grabchak E.P. (2020). Digitalization in the electric power industry: what should the industry come to? *Energeticheskaya politika* [Energy policy], 1(143), January, pp. 16–21.
- Men M., Kaulbars A. (2020). Analysis of the reproduction of the mineral resource base of the Russian Federation in 2015–2019. Report on the results of the expert-analytical event.
- Roadmap for the development of “end-to-end” digital technology “neurotechnology and artificial intelligence” (2019). Ministry of Digital Development, Telecommunications and Mass Communications of the Russian Federation, Moscow.

About the Authors

Anatoliy N. Dmitrievskiy – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Research advisor, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences

3, Gubkin st., Moscow, 119333, Russian Federation

Nikolay A. Eremin – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Deputy Director for Innovation, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences,

3, Gubkin st., Moscow, 119333, Russian Federation

E-mail: ermn@mail.ru

Dina S. Filippova – Engineer, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences

3, Gubkin st., Moscow, 119333, Russian Federation

Elizaveta A. Safarova – Junior Researcher, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences

3, Gubkin st., Moscow, 119333, Russian Federation

Manuscript received 29 July 2020;

Accepted 10 August 2020; Published 31 August 2020