

Цифровая модернизация нефтегазодобычи: инструменты и индикаторы развития

Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Черников А.Д.

Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, Москва, Россия
cha60@mail.ru

Аннотация

Цифровая модернизация нефтегазодобычи позволяет повысить интеллектуальные возможности не только на основе тех данных, которые находятся в системе управления, но и на основе всей доступной информации, т.е. как исторически накопленной и прогнозной, так и контекстной, которая изначально не содержится в системе и формируется на основании анализа из разных источников. Цифровое месторождение нефти и газа становится объектом добычи с элементами искусственного интеллекта на основе интеграции данных, машинных алгоритмов и роботизированных систем управления, обеспечения дистанционного контроля, управления объектами и процессами, разработки различных моделей управления и принятия критерийных решений. Вызовы в нефтегазовой сфере в условиях санкционного давления и декарбонизации носят глобальный характер, ответить на них можно только делая ставку на инновационные нефтегазовые технологии, такие как цифровизация скважин, месторождений, оптикализация сбора и передачи больших геоданных, роботизация рабочих мест, квантовизация, защита геопромысловой информации и средств автоматизации, интеллектуализация принятия решений в условиях больших геоданных и наличия системы поддержки принятия решений.

Материалы и методы

Основой возможности развития цифровой модернизации нефтегазодобычи становятся научно-технические инновации Программ цифровизации ВИНК, которые обеспечиваются за счет поддержки фундаментальных и прикладных научных исследований, стимулирования перспективных технологий опережающего развития. Переход от экспортно-сырьевого к ресурсно-инновационному развитию является первым этапом реализации стратегии инновационного развития экономики России. Актуальным является создание фундаментального и мультисенсорного

инструментального базиса цифровых, инновационных, энергоэффективных, ресурсосберегающих, экологически чистых технологий (цифровые скважины и месторождения), обеспечивающих научно-техническую модернизацию нефтегазовой отрасли страны в условиях санкционного давления и снижения углеродного следа.

Ключевые слова

цифровая экономика, программы цифровизации ВИНК, цифровое месторождение, цифровая скважина

Благодарность

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания № ААААА19-119013190038-2.

Для цитирования

Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Черников А.Д. Цифровая модернизация нефтегазодобычи: инструменты и индикаторы развития // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 1. С. 44–47. DOI: 10.24412/2076-6785-2024-1-44-47

Поступила в редакцию: 12.02.2024

OIL PRODUCTION

UDC 622.286 | Original Paper

Digital modernization of oil and gas production: tools and development indicators

Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Chernikov A.D.

Institute of oil and gas problems of the RAS, Moscow, Russia
cha60@mail.ru

Abstract

Digital modernization of oil and gas production makes it possible to increase intellectual capabilities not only based on the data that is in the control system, but also on the basis of all available information, i.e. both historically accumulated and predictive, and contextual, which is not initially contained in the system and is formed based on analysis from various sources. A digital oil and gas field is becoming a production object with elements of artificial intelligence based on the integration of data, machine algorithms and robotic control systems, providing remote control, managing objects and processes, developing various control models and making criterion-based decisions. The challenges in the oil and gas sector in the context of sanctions pressure and decarbonization are global in nature; they can only be answered by relying on innovative oil and gas technologies, such as: digitalization of wells and fields, opticalization of the collection and transmission of large geodata, robotization of jobs, quantization, protection of geofield information and automation tools, intellectualization of decision-making in conditions of large geodata and the availability of a decision support system

Materials and methods

The basis for the development of digital modernization of oil and gas production is the scientific and technical innovations of the digitalization programs of vertically integrated oil companies, which are ensured by supporting fundamental and applied scientific research and stimulating promising advanced development technologies. The transition from export-raw materials to resource-innovative development is the first stage in the implementation of the strategy for innovative development of the Russian economy. It is relevant to

create a fundamental and multi-sensory instrumental basis for digital, innovative, energy-efficient, resource-saving, environmentally friendly technologies (digital wells and fields), ensuring the scientific and technical modernization of the country's oil and gas industry in the context of sanctions pressure and reducing the carbon footprint.

Keywords

digital economy, digitalization programs of vertically integrated oil companies, digital field, digital well

For citation

Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Chernikov A.D. Digital modernization of oil and gas production: tools and development indicators // Exposition Oil Gas, 2024, issue 1, P. 45–47. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2024-1-45-47

Received: 12.02.2024

Особенностью развития нефтегазовой отрасли в России является геологическая концентрация и территориальная удаленность разведанных запасов, что определило «очаговое» освоение регионов добычи, при этом инвестиции в сохранение инфраструктуры значительно снижаются по объемам или откладываются на неопределенное время.

Следствием длительной эксплуатации является старение нефтегазовой структуры, что приводит к снижению добычи на нефтегазовых месторождениях при использовании традиционных технологий. Цифровая модернизация нефтегазодобычи позволяет повысить интеллектуальные возможности не только на основе тех данных, которые находятся

в системе управления, но и на основе всей доступной информации, т.е. как исторически накопленной и прогнозной, так и контекстной, которая изначально не содержится в системе и формируется на основании анализа из разных источников [1].

Цифровое месторождение нефти и газа становится объектом добычи с элементами искусственного интеллекта на основе интеграции данных, машинных алгоритмов и роботизированных систем управления, обеспечения дистанционного контроля, управления объектами и процессами, разработки различных моделей управления и принятия критерийных решений. Вызовы в нефтегазовой сфере в условиях санкционного давления

и декарбонизации носят глобальный характер, ответить на них можно только делая ставку на инновационные нефтегазовые технологии, такие как цифровизация скважин, месторождений, оптикализация сбора и передачи больших геоданных, роботизация рабочих мест, квантовизация, защита геопромышленной информации и средств автоматизации, интеллектуализация принятия решений в условиях больших геоданных и наличия системы поддержки принятия решений.

Применение цифровизации и методов искусственного интеллекта в газовой отрасли является обязательным инструментом обеспечения экономической эффективности, сохранения компетенций и кадрового

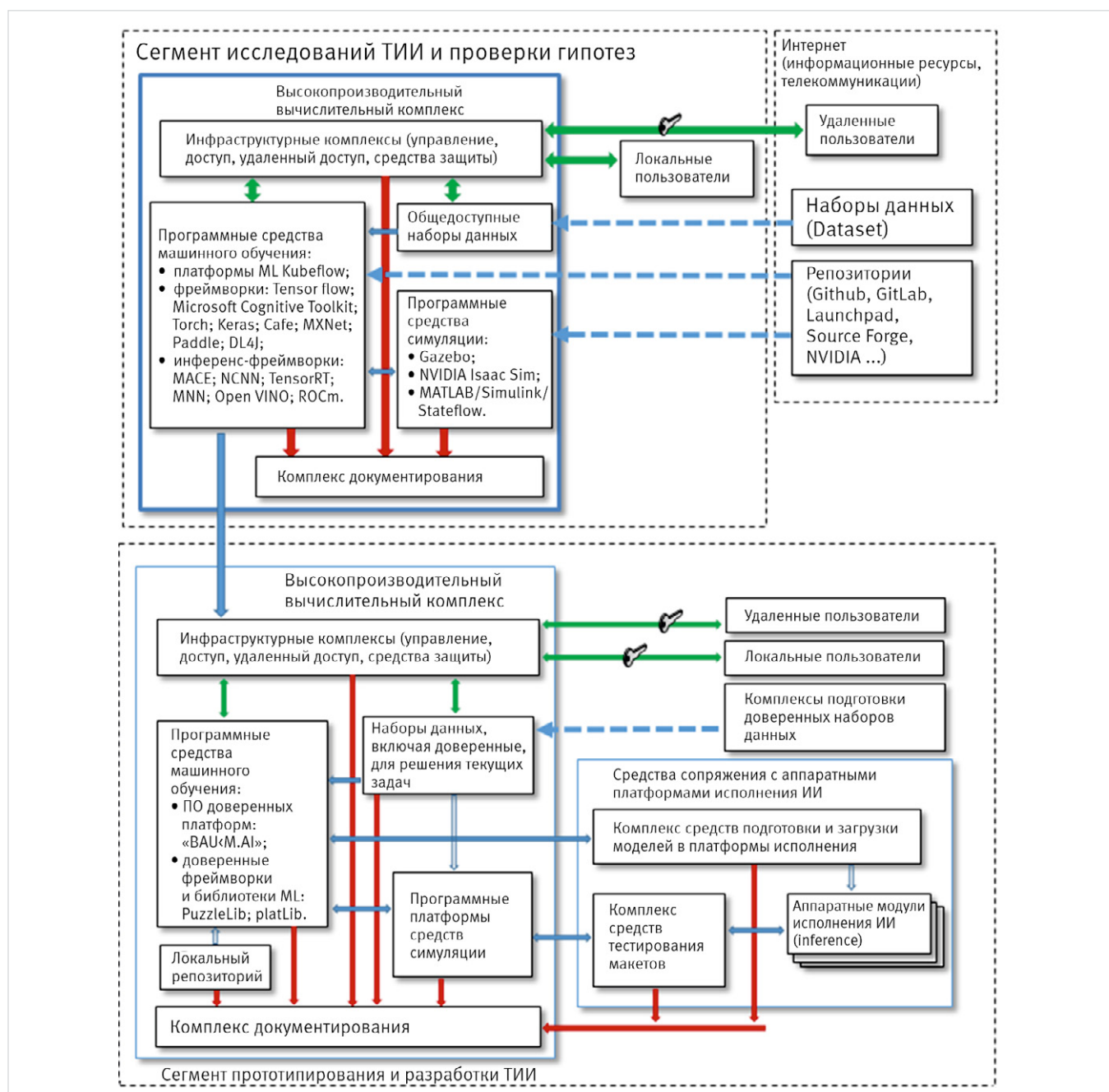


Рис. 1. Сегмент прототипирования и разработки технологий искусственного интеллекта
Fig. 1. Segment of prototyping and development of artificial intelligence technologies

потенциала, а также способствует реализации проектных режимов и продлению ресурса месторождений, находящихся на заключительной стадии эксплуатации. Знание состояния призабойной зоны позволяет без дополнительных затрат увеличить производительность по целому ряду скважин в условиях геолого-технологических ограничений на 30–40 %. Для новых месторождений предусматривается возможность обеспечения работы месторождений в ручном/дистанционном/автоматическом режимах, а в перспективе и широкое применение интеллектуального управления [2].

Основой возможности развития становятся научно-технические инновации, которые обеспечиваются за счет поддержки фундаментальных и прикладных научных исследований, стимулирования перспективных технологий опережающего развития. Переход от экспортно-сырьевого к ресурсно-инновационному развитию является первым этапом реализации стратегии инновационного развития экономики России.

Нефтегазовый комплекс имеет все необходимое для реализации цифровой модернизации и инновационных преобразований. Он по-прежнему обладает крупнейшей в мире минерально-сырьевой базой, развитой инфраструктурой, квалифицированными кадрами, значительным инновационным потенциалом, в том числе потенциалом реализации высоких и цифровых технологий и, что немаловажно, характеризуется масштабным, быстрым и эффективным возвратом вложенных в него финансовых ресурсов. Актуальным является создание фундаментального и мультисенсорного инструментального базиса цифровых, инновационных, энергоэффективных, ресурсосберегающих, экологически чистых технологий (цифровые скважины и месторождения), обеспечивающих научно-техническую модернизацию нефтегазовой отрасли страны в условиях санкционного давления и снижения углеродного следа.

В процессе цифровой трансформации реализуется конкурентоспособная эффективная экономика, построенная на основе современных отечественных научно-технических разработок и компетенций. Объектами изменений при внедрении интеллектуальных технологий являются информация, производственные процессы, вспомогательный персонал и организационные структуры.

Цифровые технологии Индустрии 4.0 (четвертой промышленной революции) в настоящее время нашли поддержку и реализуются в ряде принятых государственных программ — «Цифровая экономика Российской Федерации», «Национальная технологическая инициатива» (НТИ) и др., однако единой и согласованной нормативно-правовой базы по внедрению отечественных инноваций в области технологий, продуктов и услуг до настоящего времени не существует.

В открытой печати уже можно встретить ссылки на применение технологий Индустрии 5.0, итогом развития которых являются самообучающиеся системы, принимающие решения на базе экспертной оценки и искусственного интеллекта. Такое развитие основано на фундаментальных научных разработках в области робототехники и стратегии развития и применения нейронных сетей, достижений экспериментальных исследований в области компьютерного и человеческого зрения. Построение новой бизнес-модели предполагает создание долговременной стратегии разработки и реализации

Программ развития, автоматизацию различных производственных процессов, формирование базы документов и стандартизацию типовых решений по применению наиболее эффективных технологий.

С учетом технологических преимуществ и получения экономической эффективности первоначально рекомендуется обеспечить цифровизацию нефтегазовых скважин и месторождений с применением волоконно-оптических технологий, что в условиях ограниченного финансирования обеспечит увеличение извлекаемых запасов не менее 10 %, уменьшение времени простоев скважин порядка 50 % от начального уровня и сокращение операционных затрат около 10–25 % [3].

Развитие технологий и компетенций в целом приведет к исключению человека из цепочек управления и в дальнейшем к замене искусственным интеллектом, а также обеспечит создание дополнительной прибыли при организации эффективных нефтегазовых процессов, охватывающих полный технологический цикл, включающих подземный технологический комплекс (пласт, скважина), надземную инфраструктуру (подготовка углеводородного сырья к транспорту) и интеграцию процессов на основе комплексных алгоритмов управления и эксплуатации активов на основе фактического состояния и компетенций.

Анализ возможных негативных последствий и новых проблем, которые возникнут при широком внедрении технологий цифровой экономики, еще не проведен. Создание цифровой нефтегазовой отрасли в России позволит решить не только важнейшие проблемы отрасли, но и создаст задел для будущего эффективного развития прикладных производств и технологий (рис. 1).

Ключевые направления в развитии нефтегазовой экономики России диктуют глобальные вызовы и вызываемые при исследовании тенденции:

- изменение системы газовых поставок за счет развития производства и транспортировки сжиженного природного газа, применения сжатого газа в транспорте;
 - зависимость показателей добычи от внедрения зарубежных и современных технологий и уровня внедрения интеллектуальных программно-технических средств в производство;
 - декарбонизация энергетического сектора и ужесточение экологических требований, выполнение условий Парижского соглашения по климату в долгосрочной перспективе;
 - прогнозирование устойчивости российской нефтегазовой экономики, выявление рисков, способных оказать негативное влияние на деятельность предприятий;
 - сокращение численности рабочей силы, потери технических и квалификационных навыков в условиях недостатка квалифицированных кадров с цифровыми компетенциями;
 - качество и доступность объемов геологических данных, отсутствие современных нормативов и стандартов в области цифровизации нефтегазовой отрасли и полной линейки цифровых нефтегазовых технологий в области искусственного интеллекта.
- Политика цифрового управления обеспечивает ряд значительных преимуществ:
- непрерывный расчет рисков и выбор

алгоритмов управления по критериям;

- анализ технологической и экологической безопасности, снижение вероятности отклонений от оптимальных режимов разработки и добычи на месторождениях;
- передачу компетенций на уровень роботизированных систем, что снижает влияние человеческого фактора и предусматривает ситуационное управление на основе моделей;
- автоматизированную подстройку режимов согласно геолого-технологической модели;
- автоматизированный расчет баланса по скважинам и управление режимами, учет ресурсов, планирование работ, автоматическое оформление отчетных форм;
- оптимизацию нагрузки, планирование объемов выполнения работ по скважинам;
- адаптацию системы управления режимами в реальном масштабе, соответствие управления работой месторождения проектным показателям, моделям и режимам [4].

Для определения уровня цифровой и технологической модернизации целесообразно использовать ряд целевых показателей (индикаторов), контролируемых администрацией нефтегазовых предприятий. К ним относится рост капитализации компаний и запасов, прирост добычи, снижение удельных эксплуатационных затрат, количество центров интегрированных операций, роботизированных комплексов, оснащенных системами мониторинга и управляемых в реальном времени скважин и месторождений, технологических полигонов развития для создания новых технологий, мобильных рабочих.

В последнее время нефтегазовые компании проводят политику создания собственных институтов развития и расширения компетенций, что представляется не всегда эффективным. Организация работ без привлечения центров компетенций в виде специализированных институтов увеличивает сроки их выполнения и не обеспечивает достижения планируемых результатов в сжатые сроки, а также имеет повышенные риски, так как только своевременные разработки и их оригинальность определяют конкурентность и возможность лидирования на рынке добычи и поставки продукции.

Глобальной задачей, требующей в настоящее время решений в области внедрения автоматизированных (роботизированных) систем в нефтегазовой промышленности, является необходимость создания междисциплинарной проектно-исследовательской среды, обеспечивающей интеграцию и взаимодействие фундаментальной и прикладной наук, студентов и преподавателей, эксплуатационного персонала отрасли для решения конкретных задач по применению интеллектуальных (цифровых) технологий добычи, транспорта, хранения и переработки в отрасли в сжатые сроки [5].

Итоги

Разработка программно-аппаратных комплексов, методик, нормативной основы для применения информационно-аналитических цифровых и роботизированных систем обеспечивает для месторождений на заключительной стадии эксплуатации:

- вовлечение в разработку остаточных запасов углеводородов;
- модернизацию инфраструктуры городов и поселков;

- эффективное продление срока службы инфраструктуры;
- развитие старых регионов добычи углеводородов;
- переобучение кадров на новые цифровые специальности;
- быстрый возврат сравнительно небольших затрат на цифровую и технологическую модернизацию и переоснащение производств.

Выводы

Новизна предложенного подхода заключается в формировании на государственном уровне показателей применения инновационных технологий в виде отчетности и планируемых индикаторов развития для применения в качестве базовых на нефтегазодобывающих предприятиях для снижения налоговых платежей. Для реализации необходимо обеспечить изменение нормативно-правового регулирования инвестирования и создать предпосылки для перехода к ресурсно-инновационному развитию, доведение положительного опыта

до предприятий и масштабирование работ в отрасли.

Литература

1. СТО Газпром 2-2.1-1043–2016. Автоматизированный газовый промысел. Технические требования к технологическому оборудованию и объемам автоматизации при проектировании и обустройстве на принципах малолюдных технологий. М.: Газпром Экспо, 2016. 208 с.
2. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Столяров В.Е., Черников А.Д. Цифровизация нефтегазового производства: проблемы, вызовы и риски // SOCAR Proceedings Special Issue. 2023. № 2. 8 с.
3. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Столяров В.Е., Черников А.Д. Развитие цифровой газовой экосистемы на основе комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла // Известия Тульского

государственного университета. Науки о Земле. 2023. № 1. С. 173–189.

4. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Черников А.Д., Бороздин С.О. Интеллектуальные системы предупреждения осложнений для безопасного строительства скважин // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 6. С. 7–13.
5. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Столяров В.Е. Регулирование и стандартизация для применения цифровых технологий в нефтегазовом комплексе // Автоматизация и информатизация ТЭК. 2022. № 2. С. 6–16.
6. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Сафарова Е.А., Столяров В.Е. Внедрение комплексных научно-технических программ на поздних стадиях эксплуатации нефтегазовых месторождений // SOCAR Proceedings Special Issue. 2023. № 2. 8 с.

ENGLISH

Results

The development of software and hardware systems, methods, and a regulatory framework for the use of information and analytical digital and robotic systems will provide for fields at the final stage of operation:

- involvement in the development of residual hydrocarbon reserves;
- modernization of the infrastructure of cities and towns;
- effective extension of the service life of infrastructure;
- development of old hydrocarbon production regions;
- retraining of personnel for new digital specialties;
- quick return of relatively small costs for digital and technological modernization and re-equipment of production facilities.

References

1. Gazprom Company Standard 2-2.1-1043–2016. Automated gas production. Technical requirements for technological equipment and automation volumes during design and arrangement based on the principles of low-crowd technologies. Moscow: Gazprom Expo, 2016, 208 p. (In Russ).
2. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E., Chernikov A.D. Digitalising oil and gas production: issues, challenges and threats. SOCAR Proceedings Special Issue, 2023, № 2, 8 p. (In Russ).

3. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E., Chernikov A.D. Development of a digital gas ecosystem on the basis of a comprehensive scientific and technical program of a full innovative cycle. Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth, 2023, issue 1, P. 173–189. (In Russ).
4. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Chernikov A.D., Borozdin S.O. Intelligent complication prevention systems for safe well construction. Occupational safety in industry, 2022, issue 6, P. 7–13. (In Russ).

5. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E. Regulation and standardization for digital technologies application in the oil and gas complex. Automation and informatization of the fuel and energy complex, 2022, issue 2, P. 6–16. (In Russ).
6. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Safarova E.A., Stolyarov V.E. Implementation of complex scientific and technical programs at the late stages of operation of oil and gas fields. SOCAR Proceedings Special Issue, 2023, issue 2, 8 p. (In Russ).

Conclusions

The novelty of the proposed approach lies in the formation at the state level of indicators of the use of innovative technologies in the form of reporting and planned development indicators for use as base ones at oil and gas producing enterprises to reduce tax payments. To implement it, it is necessary to ensure a change in the legal regulation of investment and create the prerequisites for the transition to resource-innovative development, bringing positive experience to enterprises and scaling up work in the industry.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Дмитриевский Анатолий Николаевич, д.г.-м.н., академик РАН, профессор, главный научный сотрудник, научный руководитель, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

Еремин Николай Александрович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

Черников Александр Дмитриевич, к.т.н., ведущий научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

Для контактов: cha60@mail.ru

Dmitrievsky Anatoly Nikolaevich, doctor of geologo-mineralogical sciences, academician of the Russian Academy of Sciences, professor, chief researcher, scientific director, Institute of oil and gas problems of the RAS, Moscow, Russia

Eremin Nikolay Aleksandrovich, doctor of technical sciences, professor, chief researcher, Institute of oil and gas problems of the RAS, Moscow, Russia

Chernikov Alexander Dmitrievich, ph.d. of engineering sciences, leading researcher, Institute of oil and gas problems of the RAS, Moscow, Russia

Corresponding author: cha60@mail.ru