

УДК 33**Применение цифровых технологий в области транспортировки нефти и нефтепродуктов****Салыгин Валерий Иванович**

Член-корреспондент РАН,
научный руководитель МИЭП МГИМО,
119454, Российская Федерация, Москва, пр. Вернадского, 76;
e-mail: mier@mgimo.ru

Гулиев Игбал Адиль оглы

Кандидат экономических наук,
доцент кафедры управления инновациями,
МГИМО МИД России,
119454, Российская Федерация, Москва, пр. Вернадского, 76;
e-mail: guliyev@mier-mgimo.ru

Акиева Луиза Батарбековна

Консультант,
Центр стратегических исследований в области
энергетики и цифровой экономики,
МИЭП МГИМО МИД России,
119454, Российская Федерация, Москва, пр. Вернадского, 76;
e-mail: mier@mgimo.ru

Кривошеева Екатерина Леонидовна

Ведущий эксперт,
Центр стратегических исследований в области
энергетики и цифровой экономики,
МИЭП МГИМО МИД России,
119454, Российская Федерация, Москва, пр. Вернадского, 76;
e-mail: mier@mgimo.ru

Аннотация

Значительный вклад в мировую экономику вносит разветвленная система трубопроводного транспорта, являясь существенным логистическим элементом транспортировки природных энергетических ресурсов и соответствующих продуктов переработки. Энергобезопасность как стран – экспортеров, так и импортеров энергоресурсов базируется на сохранение целостности и повышении энергоэффективности

трубопроводных систем. Существенный вклад в аспект экономической результативности трубопроводных линий в современных условиях вносит разработка и внедрение технологических решений, сочетающих в себе цифровые разработки и инновации технического характера. Развитие цифровизации в российском трубопроводном транспорте и в нефтегазовой отрасли в целом несколько сдерживается такими факторами, как необходимость обеспечения кибербезопасности и рост связанных с нею рисков, старение основных производственных фондов, ухудшение структуры ресурсной базы и необходимость выхода на новые территории и более сложные геологические условия. Тем не менее, сфера цифровизации может стать мощным драйвером для изменения структуры управления нефтегазовой отраслью и сформировать предпосылки для трансформации производственного процесса в соответствии с принципами современного инжиниринга, что, в конечном итоге, создаст необходимые условия для интеллектуального технологического прорыва в ТЭК России.

Для цитирования в научных исследованиях

Салыгин В.И., Гулиев И.А., Акиева Л.Б., Кривошеева Е.А. Применение цифровых технологий в области транспортировки нефти и нефтепродуктов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 4А. С. 438-447.

Ключевые слова

Нефть, газ, трубопроводы, энергоэффективность, потребление энергии, цифровые технологии.

Введение

Основными требованиями к трубопроводным системам, транспортирующим нефть и газ, остаются обеспечение высокого уровня безопасности транспортировки и экономическая эффективность операционной деятельности. Трубопроводные компании работают во все более сложных условиях, заключающихся в расширении трубопроводных систем, увеличении потребности в квалифицированной рабочей силе и в соблюдении строгих нормативно-правовых требований. Операторы трубопроводного транспорта для решения данных задач используют внедрение методов совершенствования сбора данных, на основе которых строится оценка различных рисков, и разрабатываются превентивные меры устранения возможных инцидентов и минимизации уровня отказов оборудования. Повышение эффективности сохранения целостности и бесперебойной работы трубопроводных систем формируется на фоне двух конъюнктурных характеристик: высокой степени износа мировой трубопроводной системы и увеличении потребления энергетических ресурсов мировой экономикой, повышающее нагрузку на имеющиеся мощности, требующее значительного инвестирования в проектирование и строительство новых трубопроводных систем.

Применение цифровых технологий в отрасли требует учета факторов, проявившихся с быстрым развитием и внедрением в повседневную жизнь устройств высокотехнологичного характера (Интернет вещей, IoT). По мере развития IoT расширялись возможности внедрения IT-технологий в целом через расширение сети Интернет и оснащение современными устройствами организаций и отдельных пользователей.

Основная часть

В области трубопроводного транспорта объемы поступающих данных направлены на создание моделей оптимизации операционной деятельности, а также на систематизацию информации о циклическом изменении давления, обнаружении коррозии и определении состояния трубопровода и оборудования в целом. Современный технологический потенциал позволяет эффективно оптимизировать деятельность трубопроводных компаний. Прежде всего, они решают вопрос сбора и хранения данных в целях систематизации и анализа с использованием широкого спектра внутренних и внешних источников, позволяющих оперативно получать информацию о состоянии трубопроводных линий и технологического оборудования. Однако остаются нерешенными вопросы, требующие повышения эффективности анализа информации на базе совершенствования систем визуализации и установки более сложных, интегрированных систем анализа данных. На рисунке 1 отражены отдельные направления эксплуатационной деятельности трубопроводных компаний, требующие изучения и разработки особого подхода, а также достигнутые результаты, демонстрирующие удовлетворительные показатели. Уровень возможностей, достигнутых в области автоматического сбора операционных данных согласно исследованию, проведенного компанией BakerHughes в 2016 году, характеризуется высокой эффективностью.¹

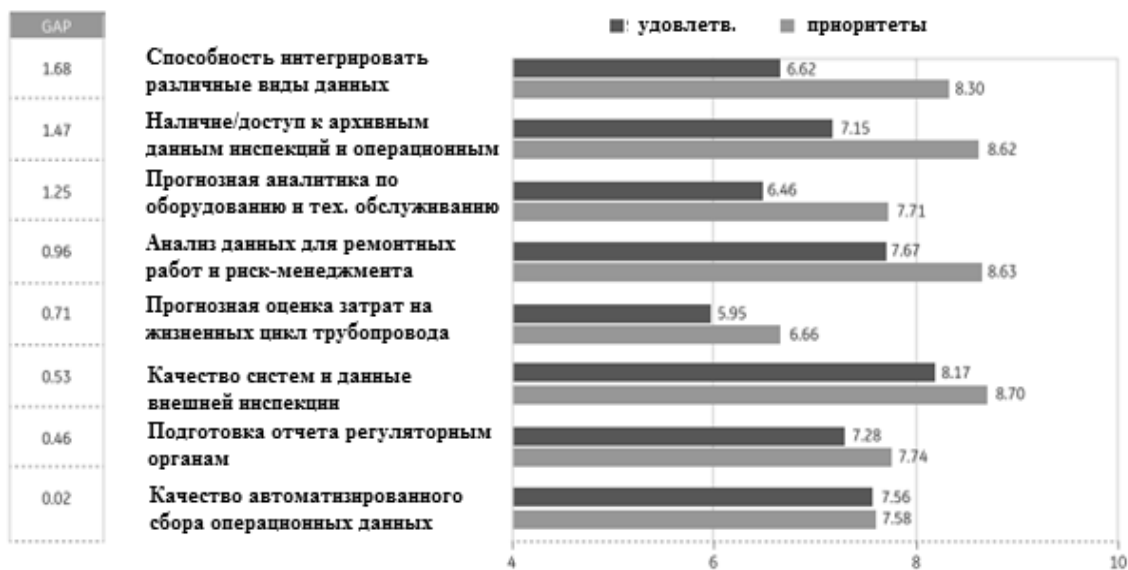
По итогам данного исследования на базе опроса представителей менеджмента 51 трубопроводной компании можно сформулировать основной вывод: на фоне успешного внедрения автоматизированных систем сбора данных, главной проблемой остается обработка показателей, интеграция различных систем сбора данных, а также упрощение доступа к данным прошлых периодов и другим видам архивной информации. Возможное решение рассматривается во внедрении цифровых технологий в эксплуатационный процесс трубопроводных систем в виде взаимосвязанной системы по всей цепочки осуществления транспортировки энергоресурсов.

Основная технология автоматического сбора данных и показателей трубопроводных линий SCADA – программное обеспечение в режиме реального времени, осуществляющее сбор данных, обработку, архивирование информации об объекте мониторинга – внедрена практически всеми операторами трубопроводного транспорта и демонстрирует высокий уровень эффективности. Выстроенная система контроля функционирования процесса эксплуатации в режиме реального времени трубопроводной инфраструктуры, например, насосных и компрессорных станций, измерения давления в трубопроводах, состояние терминалов и резервуарных парков, позволяет обеспечивать эффективное управление трубопроводными системами, включая управление энергопотреблением. Внедренные цифровые технологии обеспечивают операторам оперативный доступ к точным данным об энергопотреблении, что позволяет принимать быстрые решения по оптимизации технологического процесса и повышению его энергоэффективности.

Однако в рамках мониторинга не учитывается информация о состоянии отдельных технологических элементов трубопроводных систем, труднодоступных для диагностики автоматизированными средствами контроля. Также затруднен сбор и систематизация данных

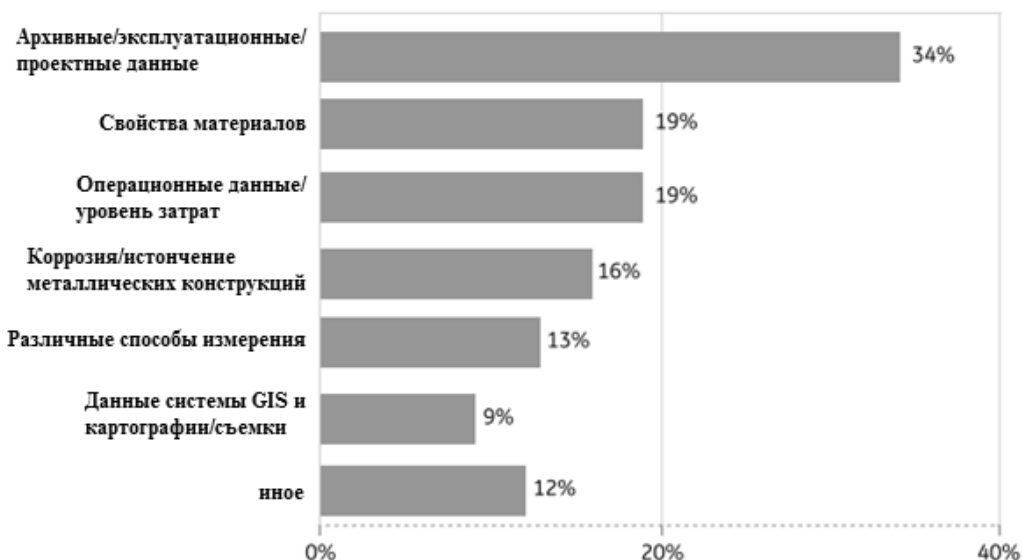
¹ Трансформация операционной деятельности трубопроводных компаний под влиянием цифровых технологий. Компания BakerHughes, 2016

прошлых периодов значительного временного лага. Отсутствие единого и полного информационного поля снижает эффективность анализа и аналитической работы риск-менеджмента. Рисунок 2 иллюстрирует приоритетность учета информации по отдельным существенным направлениям для анализа и выработки стратегии управления трубопроводным транспортом, ставящей цель повышения эффективности и оптимизацию расходов на эксплуатацию трубопроводных систем.



Источник: Отчет компании BakerHughes.

Рисунок 1 - Результаты внедрения цифровых технологий и направления совершенствования систем



Источник: Отчет компании BakerHughes.

Рисунок 2 - Виды данных низкого уровня собираемости

В настоящее время в трубопроводной отрасли наблюдается интенсивное инвестирование в новые технологии в целях повышения уровня контроля эксплуатационных параметров и достоверности результатов диагностики состояния трубопроводных систем. Создание технологии, базирующейся на возможностях нескольких существующих систем сбора данных и контроля, решает вопрос интеграции различных эффективных способов получения информации и создания целостной цифровой платформы для работы с информацией. Эффективная цифровая конвергенция может быть уставлена между базами данных имеющихся активов, геоинформационной платформой (GIS), программой моделирования рисков, диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), глобальной системой позиционирования (GPS), а также системой управления рабочими процессами.

Инновационными внедрениями на этапе сбора данных являются установка систем беспроводной сенсорной сети (WSN), бортового вычислительного зондирования и использование возможностей беспроводной связи. Исследования эффективности данных технологий, проведенные компанией Frost&Sullivan, продемонстрировали значительное улучшение качества мониторинга трубопроводных систем и состояния окружающей среды в местах пролегания трубопроводных линий.² Узлы и алгоритмы датчиков WSN могут предоставлять широкий спектр информации с одновременным контролем большого количества пунктов промежуточного сбора данных.

Другим важным направлением, необходимым для охвата единой цифровой платформы, является формирование доступной и структурированной базы данных прошлых периодов. Данная проблема непосредственно связана с общим подходом к действующей системе управления на предприятиях. На текущий момент выделяется три основных подхода управления предприятием трубопроводного транспорта:

- Программно-целевая (инициативно-упреждающая) система управления;
- Система управления на основе тщательного планирования операционной деятельности;
- Реактивная система управления.

На диаграммах, представленных на рисунке 3, наглядно продемонстрирована финансовая сторона функционирования разных подходов к управлению целостностью трубопроводных систем. Наименьшее количество простоев, реализация незапланированной работы и низкие эксплуатационные расходы делают наиболее привлекательной для внедрения проактивную систему управления (программно-целевую систему).

Основой эффективного использования превентивных мер управления трубопроводным транспортом является использование аналитики на основе BigData, что позволяет своевременно идентифицировать условия эксплуатации линий, определить направление обеспечения безопасности, выявить амплитуду рисков и в целом оптимизировать операционную и коммерческую деятельность трубопроводных компаний. Задачи обработки информации и обеспечения процесса принятия решений в реальном времени с привлечением широкого круга специалистов предоставляют такие программы, как GoogleGlass, EpsonMoverio в рамках визуализации операционных процессов, технических деталей состояния трубопроводных систем, формирования 3-D изображений для предоставления неограниченному количеству специалистов для принятия решений операторами трубопроводных систем.

² Повышение мониторинга трубопроводных систем путем внедрения беспроводных сенсорных датчиков. 2017. Trusted Energy Intelligence.

Инновационные решения и внедренные цифровые технологии позволяют беспрепятственно собирать разноплановую информацию, позволяющую операторам иметь широкий спектр различных показателей. Однако перегруженность сотрудников поступающими объемами информации, требующей сопоставления и быстрого анализа, значительно усложняет процесс принятия решения. Таким образом, возникает задача интегрирования различных источников информации, обеспечение действенного плана анализа, подкрепленного визуализацией поступающих показателей.



Источник: Отчет компании BakerHughes.

Рисунок 3 - Среднегодовой финансовый эффект различных систем управления

Источники информации на основе цифровых технологий в области трубопроводного транспорта обеспечивают сбор данных по определенным направлениям: безопасность – переносные устройства безопасности, например Устройства обеспечения безопасности жизнедеятельности сотрудников (ALSS); серия инновационных технологий обнаружения утечек – робототехника, оптиковолоконные материалы, акустические датчики, спутниковый мониторинг – решают проблему своевременного обнаружения утечек, повышают эффективность предотвращения инцидентов; обеспечение доступа в труднодоступные места – портативные высокопрочные устройства, позволяющие предоставить быстрый необходимый доступ, своевременную обработку данных, реализацию шаблонных действий обеспечения безопасности; дистанционный мониторинг трубопроводных систем – беспилотные летательные аппараты (UAVs), позволяющие осуществлять разноплановый мониторинг в целях контроля и предотвращения инцидентов.

Необходимо отметить, что процесс цифровизации технологических процессов нефтегазовой отрасли начинает активно внедряться в таких крупных российских нефтегазовых компаниях, как Газпром, Газпром нефть, Роснефть, Транснефть и ЛУКОЙЛ. Корпоративные ИЕ-системы³, или интеллектуальные системы управления производством, способны существенно сократить капитальные затраты и операционные расходы, а также повысить уровень промышленной безопасности и предотвратить возникновение аварийных ситуаций. В трубопроводном транспорте осуществляется постепенный переход к цифровому трубопроводу – инновационной и интеллектуальной системе, позволяющей осуществлять процесс перекачки автоматически, экологически безопасно и с наименьшими затратами.

В то же время в рамках цифровизации отечественного трубопроводного транспорта

³Intelligen tEnterprise - интеллектуальная система управления производством

необходимо принять во внимание накопленный российскими предприятиями опыт компьютеризации трубопроводов и высокий уровень автоматизации трубопроводных систем. В отличие от других производственных циклов в нефтегазовой промышленности, процесс трубопроводной перекачки изначально предусматривал автоматизацию технологического процесса в силу специфики находящихся под землей вне прямого доступа трубопроводов, управление которыми осуществлялось с диспетчерского пункта. Управление технологическим процессом по всей длине трассы, включая запорную арматуру, систему контроля утечек, систему связи, систему защиты трубопроводов от коррозии, противопожарную защиту и др. предусматривало использование средств телемеханики и автоматики. Поэтому суть цифровизации в трубопроводном транспорте состоит не в создании чего-то принципиально нового, а в улучшении существующих средств автоматики и вывода их на качественно более высокий уровень.

Также хотелось бы отметить, что если в других отраслях промышленности мы ориентируемся на западные стандарты промышленно развитых стран, то в сфере трубопроводного транспорта Россия с ее уникальной развитой трубопроводной системой является одним из мировых лидеров в сфере технологий трубопроводной перекачки. Российская трубопроводная отрасль уже обладает высоким инновационным и научно-исследовательским потенциалом, некоторые отечественные технологии сооружения, ремонта и эксплуатации трубопроводных систем не имеют зарубежных аналогов. Поэтому в рамках цифровизации трубопроводной отрасли у российских компаний есть необходимый научно-инновационный потенциал для разработки и внедрения передовых технологических решений в сфере информационных технологий.

В качестве примера можно привести реализацию цифрового проекта «Газпром нефти», включающего внедрение на действующем нефтепроводе «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаза» протяженностью 120 км высокотехнологичной системы мониторинга надежности трубопроводной инфраструктуры на основе информационного обеспечения⁴. Мониторинг эксплуатационных параметров работы трубопровода осуществляется на основе современной волоконно-оптической системы контроля (ВОСК) с охранной функцией. Вдоль трассы трубопровода проложен кабель с оптическим волокном, которое выступает непрерывным чувствительным элементом. Система в режиме реального времени контролирует целый ряд физических параметров. Применяемая технология позволяет выявлять место возможной утечки, фиксировать момент обнаружения, обеспечивать контроль над охранной зоной нефтепровода при несанкционированных переездах. Использованное оборудование изготовлено в России, применяемые технологии защищены патентами РФ.

Надежность ВОСК обеспечивается за счет многофункциональной системы непрерывного действия и возможности восстановления в процессе эксплуатации. Кроме того, примененные технология и оборудование позволяют обучать систему и делать ее еще более «умной». Функции мониторинга могут выполняться даже при отсутствии электропитания на участках от 50 до 80 км. Срок эксплуатации системы оценивается в 20 лет, срок службы кабеля рассчитан на 25 лет. Использованное оборудование изготовлено в России, применяемые технологии защищены патентами РФ.

Действующая система ВОСК предусматривает дальнейшее развитие стратегических

⁴В «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегазе» стартовал процесс цифровизации в трубопроводном транспорте. Официальный сайт ПАО «Газпром Нефть».

корпоративных ИТ-проектов, для чего на волоконно-оптическом кабеле предусмотрены свободные волокна. Увеличение пропускной способности канала позволит ускорить процесс перехода на современные технологии, такие, как IP-телефония, «Интеллектуальное видеонаблюдение», а также принять новые технологические вызовы в рамках реализуемого Газпромом проекта «Цифровое месторождение».

Заключение

Таким образом, можно говорить о том, что в области трубопроводного транспорта происходят серьезные трансформационные процессы, повышающие эффективность операционной деятельности направленные на использование широкого спектра превентивных мер и способов мониторинга и контроля системы.

Внедрение интеллектуальных высокотехнологичных волоконно-оптических систем в трубопроводном транспорте, применение автоматизированных и безлюдных технологических процессов позволяет осуществлять контроль надежности на качественно более высоком уровне, что в итоге минимизирует возможные экологические последствия и значительно сокращает операционные затраты. Главным же конкурентным преимуществом цифровых технологий является возможность принятия решений в режиме реального времени и, как следствие, существенный рост эффективности управления производственными процессами на всех уровнях.

Однако развитие цифровизации в российском трубопроводном транспорте и в нефтегазовой отрасли в целом несколько сдерживается такими факторами, как необходимость обеспечения кибербезопасности и рост связанных с нею рисков, старение основных производственных фондов, ухудшение структуры ресурсной базы и необходимость выхода на новые территории и более сложные геологические условия. Тем не менее, сфера цифровизации может стать мощным драйвером для изменения структуры управления нефтегазовой отраслью и сформировать предпосылки для трансформации производственного процесса в соответствии с принципами современного инжиниринга, что, в конечном итоге, создаст необходимые условия для интеллектуального технологического прорыва в ТЭК России.

Библиография

1. В «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегазе» стартовал процесс цифровизации в трубопроводном транспорте. URL: <http://nng.gazprom-neft.ru/press-center/news/38745/>
2. Вызовы цифровой экономики: условия, ключевые институты, инфраструктура // Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции. Брянск, 2018. С. 288.
3. Ионова А. М2М в нефтегазе: телематика при добыче и транспортировке нефти и газа. URL: <https://iot.ru/promyshlennost/m2m-v-neftegaze-telematika-pri-dobyche-i-transportirovke-nefti-i-gaza>
4. Каталог инновационных разработок. URL: https://www.gubkin.ru/menu_top_201011_vDenis/projects_and_innovations/katalog-innovatsionnykh-razrabotok/catalog_tp_ning.pdf
5. Макевник Б. Цифровая нефть. URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2017-november/1243411/>
6. Отчет BP «Мировая энергия». URL: https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_at/pdfs/bp-stats-review-2018-full-report.pdf
7. Повышение мониторинга трубопроводных систем путем внедрения беспроводных сенсорных датчиков. URL: <http://www.jwnenergy.com/article/2017/7/wireless-sensing-technologies-advancing-pipeline-monitoring-sector-frost-sullivan/>
8. Трансформация операционной деятельности трубопроводных компаний под влиянием цифровых технологий. URL: http://solutions.geoilandgas.com/ge-predictive-corrosion-management/digital_pipeline_optimization

Digital technologies in the field of transportation oil and petroleum products**Valerii I. Salygin**

Corresponding Member of RAS,
Scientific Advisor, International Institute for Energy Policy,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
119454, 76, Vernadskogo st., Moscow, Russian Federation;
e-mail: miep@mgimo.ru

Igbal A. Guliev

PhD in Economics,
Associate Professor of Innovation Management Department,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
119454, 76, Vernadskogo st., Moscow, Russian Federation;
e-mail: guliyev@miep-mgimo.ru

Luiza B. Akieva

Consultant,
Center for Strategic Studies in energy and the digital economy,
International Institute for Energy Policy,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
119454, 76, Vernadskogo st., Moscow, Russian Federation;
e-mail: miep@mgimo.ru

Ekaterina L. Krivosheeva

Leading Expert,
Center for Strategic Studies in energy and the digital economy,
International Institute for Energy Policy,
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
119454, 76, Vernadskogo st., Moscow, Russian Federation;
e-mail: miep@mgimo.ru

Abstract

An extensive contribution to the world economy is made by an extensive pipeline transportation system, being an essential logistic element for the transportation of natural energy resources and related processing products. The energy security of both exporting countries and energy importers is based on preserving the integrity and improving the energy efficiency of pipeline systems. A

significant contribution to the aspect of the economic performance of pipeline lines in modern conditions is made by the development and introduction of technological solutions that combine digital engineering and technical innovations. The development of digitalization in the Russian pipeline transport and in the oil and gas industry as a whole is somewhat hampered by such factors as the need to ensure cybersecurity and the increase in risks associated with it, the aging of fixed production assets, the deterioration of the resource base structure and the need to reach new territories and more complex geological conditions. Nevertheless, the sphere of digitalization can become a powerful driver for changing the management structure of the oil and gas industry and create the prerequisites for transforming the production process in accordance with the principles of modern engineering, which ultimately creates the necessary conditions for an intellectual technological breakthrough in Russia's fuel and energy sector.

For citation

Salygin V.I., Guliev I.A., Akieva L.B., Krivosheeva E.L. (2019) Primenenie tsifrovyykh tekhnologii v oblasti transportirovki nefi i nefteproduktov [Digital technologies in the field of transportation oil and petroleum products]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (4A), pp. 438-447.

Keywords

Oil, gas, pipelines, energy efficiency, energy consumption, digital technologies.

References

1. Ionova A. *M2M v neftegaze: telematika pri dobyche i transportirovke nefi i gaza* [M2M in oil and gas: telematics in the extraction and transportation of oil and gas]. Available at: <https://iot.ru/promyshlennost/m2m-v-neftegaze-telematika-pri-dobyche-i-transportirovke-nefi-i-gaza> [Accessed 02/02/2019]
2. *Katalog innovatsionnykh razrabotok* [Catalog of innovative developments]. Available at: https://www.gubkin.ru/menu_top_201011_vDenis/projects_and_innovations/katalog-innovatsionnykh-razrabotok/catalog_tp_ning.pdf [Accessed 02/02/2019]
3. Makevnik B. *Tsifrovaya nef'* [Digital oil]. Available at: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2017-november/1243411/> [Accessed 02/02/2019]
4. *Otchet BP «Mirovaya energiya»* [BP World Energy Report]. Available at: https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_at/pdfs/bp-stats-review-2018-full-report.pdf [Accessed 02/02/2019]
5. *Povyshenie monitoringa truboprovodnykh sistem putem vnedreniya besprovodnykh sensorykh datchikov* [Improving the monitoring of pipeline systems through the introduction of wireless sensor sensors]. Available at: <http://www.jwnenergy.com/article/2017/7/wireless-sensing-technologies-advancing-pipeline-monitoring-sector-frost-sullivan/> [Accessed 02/02/2019]
6. *Transformatsiya operatsionnoi deyatel'nosti truboprovodnykh kompanii pod vliyaniem tsifrovyykh tekhnologii* [Transformation of the operating activities of pipeline companies under the influence of digital technologies]. Available at: http://solutions.geoilandgas.com/ge-predictive-corrosion-management/digital_pipeline_optimization [Accessed 02/02/2019]
7. *V «Gazpromneft'-Noyabr'skneftegaze» startoval protsess tsifrovizatsii v truboprovodnom transporte* [Gazpromneft'-Noyabrskneftegaz has launched a digitalization process in pipeline transportation]. Available at: <http://nng.gazprom-neft.ru/press-center/news/38745/> [Accessed 02/02/2019]
8. (2018) *Vyzovy tsifrovoi ekonomiki: usloviya, klyuchevye instituty, infrastruktura* [Challenges of the digital economy: conditions, key institutions, infrastructure]. In: *Sbornik statei I Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Collection of articles I of the All-Russian scientific-practical conference]. Bryansk.