

Цифровые технологии нефтедобывающих компаний

Абросимов К.А., студент 4 курса,

Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия

Борисова О.В., кандидат экономических наук, доцент,

Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, Россия

Аннотация. Экономика Российской Федерации завязана на добыче и последующем экспорте углеводородов, поэтому динамичное цифровое развитие нефтедобывающей отрасли является основным приоритетом, как для бизнеса, так и государства. В статье выделены проблемы при переходе к цифровым технологиям, проанализирована возможность их применения в нефтедобыче и рассмотрены реальные примеры их внедрения. Проведенный анализ кейсов, позволил построить оптимальный цифровой портфель для отечественных нефтедобывающих компаний.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, блокчейн, большие данные, цифровой портфель.

Digital technologies of oil companies

Abrosimov K.A., 4th year student,

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
Russia

Borisova O.V., PhD in Economics, Associate Professor,

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
Russia

Annotation. The economy of the Russian Federation is tied to the production and subsequent export of hydrocarbons, so the dynamic digital development of the oil industry should be a top priority for both business and the state. The article highlights problems of digitalization, analyzes the possibility of using various digital technologies

in oil production and considers real examples of their implementation. The analysis of cases made it possible to build an optimal digital portfolio for Russian oil companies.

Keywords: digitalization, digital technologies, blockchain, big data, digital portfolio.

Цифровизация являясь неотъемлемой частью четвертой промышленной революции, с каждым годом все активнее проникает в отрасли российской экономики. Нефтегазовая отрасль не является исключением. Инновационные решения в области разведки и добычи нефти позволяют повысить конкурентоспособность углеводородного сырья с помощью увеличения объема предложения нефти и снижения стоимости освоения запасов. Несколько лет назад цифровизация была определена Президентом России В.В. Путиным как базовое направление нового индустриального развития страны. В 2017 г. правительство РФ утвердило программу «Цифровая экономика Российской Федерации». В нефтегазовом бизнесе, который играет ключевую роль в экономике РФ и обладает огромными, но пока не в полной мере реализованными возможностями, объединение традиционного багажа знаний, опыта и навыков с новейшими инновационными решениями на основе современных информационных технологий способно обеспечить значительный синергетический эффект.

Целью исследования является исследование цифровых технологий нефтедобывающих компаний и создание цифрового портфеля из наиболее эффективных инновационных решений, для получения стратегических преимуществ на рынке. Результаты исследования могут использоваться для обоснования целесообразности внедрения цифровых технологий собственниками, менеджментом и специалистами нефтедобывающих компаний, заинтересованных в увеличении производительности, сокращении издержек в процессе добычи углеводородов, а также повышении надежности и экологичности проводимых на предприятии работ.

Проведенное автором исследование показало, что сегодня все крупные отечественные нефтедобывающие предприятия выделяют цифровизацию своим стратегическим приоритетом. Их интерес к данному направлению связан с ухудшением сырьевой базы и осознанием необходимости раскрытия потенциала трудноизвлекаемых запасов. Индустрия готова будет к цифровизации, если будет решен комплекс проблем и учтены ее особенности.

Во-первых, доля вертикально интегрированных нефтяных компаний (ВИНК) превышает 90% общего объема нефтяной промышленности России и ежегодно растет, отрицательно влияя на конкуренцию в отрасли, мешая развитию независимых нефтяных компаний (ННК) и тормозя цифровое развитие.

Во-вторых, несмотря на практически полное оснащение ВИНК необходимыми контрольно-измерительными средствами, они в большинстве случаев преследовали несколько иные цели – частично автоматизированное управление производственным процессом, соответствие требованиям коммерческого учета и промышленной безопасности. Поэтому качество, точность, полнота и характер таких данных является недостаточным для насыщения таких сложных моделей, как, например, искусственный интеллект.

Для внедрения инноваций необходимы значительные затраты. Нефтедобывающие компании традиционно славятся высокой капитализацией и обилием свободных средств, в том числе из-за продуманной инвестиционной политики. Оптимальное управление портфелем проектов с точки зрения финансовых показателей является приоритетной задачей для членов инвестиционного комитета. Но далеко не все «цифровые» проекты имеют конкурентные, по сравнению с традиционными бизнес-решениями показатели. В результате, цифровизация довольно часто не поднимается выше прототипного уровня и запуска пилотных проектов.

Ключевым фактором безопасной цифровизации российской нефтедобывающей отрасли является импортозамещение зарубежных технологий. Постоянное санкционное давление негативно отражается на основе

«Индустрии 4.0» - рынке ПО. Так, один из крупнейших IT-вендоров – Oracle прекратил предоставлять услуги, необходимые для сланцевых проектов и работы на арктическом шельфе. Под эти ограничения попали практически все российские ВИНК [Коммерсантъ, 2018]. Поэтому, разработка замещающего российского программного обеспечения – ключевой вопрос безопасности индустрии. Каждая ВИНК обладает собственными научно-техническими центрами, однако распад СССР негативно повлиял на отечественную науку. Большинство исследовательских институтов пришло в упадок, поэтому к началу восстановления отрасли в 2000-х гг., компаниям было легче покупать готовые иностранные решения, чем создавать все заново. На сегодняшний день процесс восстановления только начинается и уже сталкивается с рядом проблем: нехваткой квалифицированных кадров, низким уровнем развития системы поддержки ранних этапов инноваций, отсутствием инструментов государственного стимулирования и инфраструктуры развития нефтяных стартапов, которые являются главным драйвером «диджитализации».

Слабо развитый финансовый рынок и отсутствие законодательства об интеллектуальной собственности снижают шансы привлечения необходимых денежных ресурсов на «посевных» стадиях НИОКР. Венчурные фонды, акселераторы и бизнес-ангелы имеют проблемы с «выходом» из нефтяных инвестиций, что уменьшает количество денежных вливаний и соответственно коммерциализируемых технологий. Инвесторы предпочитают вкладываться в информационно-коммуникационные технологии, которые быстрее окупаются. Нефтедобывающая отрасль не является предпочтительной, из-за сложностей в продаже стартапов нефтедобывающим компаниям, привыкшим работать «со своими», проверенными вендорами, плохим инвестиционным климатом и недостатками в законодательстве по защите и управлению интеллектуальной собственностью. Так, по объему прямых и венчурных инвестиций РФ отстает не только от ведущих экономик мира, Китая и США, но и от своих коллег по БРИКС: в 17 раз от Индии и в 4 раза от Бразилии [CB Insight, 2019]. Для решения вышеприведенных проблем Россией в 2017 году была принята программа по

цифровой экономике, являющаяся базой для развития инноваций, но не конкретизирующая меры под определенную индустрию.

Каждый сектор экономики обладает своими особенностями, влияющими на технологическое развитие. Нефтедобывающая отрасль имеет ключевое значение в формировании бюджетных доходов и ее развитие позволяет получить значительный потенциальный экономический эффект от изменений для смежных секторов. Поэтому стимуляция цифрового развития нефтедобычи невозможна без учета ее особенностей и конкретных проблем и требует создания особого отраслевого плана.

Технологии – основа «Индустрии 4.0», без них невозможна трансформация промышленного производства [Трачук А.В., Линдер Н.В., 2017б]. Часть ключевых технологий активно внедряется, часть пока проходит предварительные испытания в научно-исследовательских центрах, но их эффективность уже надежно доказана практикой применения [Тарасов И.В, 2018].

Для выбора из всего многообразия цифровых технологий наиболее эффективных, были определены возможные области их применения в нефтедобыче, а затем рассмотрены реальные примеры внедрения различных технологических решений компаниями нефтегазовой отрасли. Данный инструмент позволил оценить опыт компаний-пионеров и использовать его для формирования эффективного цифрового портфеля, учитывая особенности российского энергетического рынка.

Разберем основные цифровые технологии, применяемые в отрасли.

Применение **больших массивов данных и методов их обработки**, возможно на всех стадиях нефтедобычи. В области разведки, технологии помогут получить данные о географических особенностях местности, проанализировать и предсказать наиболее вероятные участки добычи с потенциально оптимальными объемами сырья, а также, еще до момента реализации проекта, оценить экологические риски. Непосредственно в добыче, применение передовых методов машинного обучения, искусственного

интеллекта и аналитики, поможет компаниям оценить текущую продуктивность, оптимизировать использование активов и методов добычи, спрогнозировать необходимость обслуживания и ремонта. На стадиях транспортировки и реализации углеводородов, большие данные позволят оптимизировать загрузку средств доставки, проанализировать рынок и оценить потенциальную потребность соответствующих регионов. Основные кейсы по использованию технологии представлены в табл.1

Таблица 1

Виды цифровых технологий и основные кейсы по их применению*

№ п/п	Наименование технологии	Зарубежные кейсы	Отечественные кейсы	Потенциальный эффект от внедрения
1	Большие данные и методы их обработки	Компания BP разработала геонаучную платформу «Sandy», интуитивно связывающую историческую, геофизическую геологическую и резервуарную информацию воедино, и использует ее для создания актуальной карты ископаемых активов, выявляя новые связи и процессы с помощью искусственного интеллекта; для идентификации потенциально нефтеносных участков, «Chevron» использует, основанную на анализе исторических данных о месторождениях, технологию аналитики больших данных «sweet spots».	Газпром нефтью был реализован проект внедрения предиктивной аналитики в процессы управления электроцентробежными насосами в августе 2015 года. В результате созданы визуализированные модели цепочек событий, влияющие на самозапуск насосов и карты вероятностного распределения причинно-следственных связей [Сибирская нефть, 2015].	Увеличение добычи на 10%, уменьшение времени оценки потенциально нефтеносных локаций до нескольких минут, повышение эффективности принятия решений на 25%.
2	Промышленный интернет вещей	Компанией «BP» в 2015 г. было объединено 650 нефтедобывающих скважин, на каждой из которых подключено 30 сенсоров, измеряющих различные показатели, например температуру и давление. Полученные данные анализируются облачным IoT-сервисом и на их основе моделируются прогнозы ближайшего будущего.	«Роснефть» оснастила Илишевское месторождение датчиками и сенсорами, передающими все ключевые показатели: перемещения транспорта, действия сотрудников, добычу. 3D-платформа визуализирует данные в режиме реального времени, специалисты видят все происходящие процессы, могут влиять на них в режиме «онлайн», а	Сокращение на 50% времени простоя насосов на скважине, снижение уровня потерь при добыче до 2%, повышение коэффициента извлечения на 5% а также увеличение энергоэффективности процессов на 5%.

			также строить предиктивные модели.	
3	Роботизация	«Shell» внедрила систему дистанционно контролируемых роботов, способную до 6 месяцев работать без сервисного обслуживания в сложных климатических условиях. Операторы, используя беспроводную сеть 4G, управляют роботами с помощью установленных на корпусе камер; австралийская нефтедобывающая компания «Woodside Petroleum» использует в шельфовых операциях, разработанную «NASA» и «General Motor», роботизированную систему R2C3, которая позволяет своевременно выявлять и обслуживать неисправности оборудования в опасных для человека локациях [Paul Garvey, Woodside media, 2017].	Большинство российских ВИНК начали использовать беспилотники для разведки потенциально нефтеносных локаций.	Уменьшение простоя оборудования на 30%, существенное увеличение уровня безопасности персонала, сокращение времени и стоимости исследований разведки месторождений.
4	Цифровые двойники	«Shell» реализовала на своих шельфовых активах проект цифровых двойников, объединив данные с датчиков и сенсоров, сведения о скорости ветра, волнении моря, коррозии, напряжении на платформу с облачной аналитикой больших массивов данных, что позволило намного быстрее выявлять и обслуживать неисправности [OE Digital, 2017].	«Татнефть» использует цифровые двойники добывающих активов Ромашкинского месторождения.	Экономия от 5 до 20% капитальных затрат, в зависимости от количества объединенных активов, существенное снижение себестоимости добычи.
5	Аддитивные технологии	ВHGE использует технологию «прямого лазерного спекания металлов» для оптимизации цепочки поставок и времени простоя сложного оборудования, такого как насосного импеллеры [Mark Egan, GE, 2017]; «Shell», была применена 3D-печать для создания модели нефтегазовой платформы «Стоунз». Прототип установки в		Уменьшение времени на создание сложного оборудования с 3 месяцев до 10 дней, снижение времени его простоя на 50%.

		точности имитирует работу платформы.		
6	Блокчейн	BPX Energy подключила 10,5 тыс. грузовиков и 50 дозирующих скважин к блокчейн платформе Ondiflo, для управления транспортировкой жидкостей при нефтедобыче. Каждые 5 минут, установленные датчики передают данные об уровне воды, что позволяет оптимизировать работу диспетчерской службы [Cision Pnewswire, 2019].	Газпром нефтью на закупленную арматуру устанавливаются радиочастотные метки. Полученные данные фиксируются смарт-контрактом и отражаются в блокчейн. Блокчейн обеспечил неразрывную связь физической поставки, сопровождающих процессов и документооборота, а также позволил всем участникам процесса получить доступ к достоверной информации в зашифрованном виде [Пресс Центр «Газпром нефти», 2018].	Снижение издержек на 5 % и существенное увеличение уровня кибербезопасности.
7	Виртуальная и дополненная реальность	«Chevron» реализует функцию удаленного помощника через смарт-очки Hololens. При обслуживании оборудования, местный специалист надевает этот девайс, через который высококвалифицированный сотрудник видит реальную картину, находясь в центре управления. Он может не только устно помогать, но и обвести необходимую деталь или инструмент. Также, умные очки используются в роли виртуального наставника, отображая голографические инструкции, содержащие необходимую для качественного выполнения работ информацию.	«Газпром нефть» использует смарт-очки для оптимизации складского учета, путем автоматической фиксации результатов произведенных действий. Это уменьшает количество совершаемых кладовщиком ошибок и время на выполнение операций. Другой реализуемой функцией умных очков является контроль за строительными работами. Hololens накладывают виртуальную 3D-модель на строящийся объект, что позволяет сравнить достигнутый результат с ожидаемым.	Сокращение времени вхождения в должность в среднем с трех месяцев до трех недель, ускорение процесса сборки на 30–50%.

*Источник: разработано автором по [1, 3, 5, 7, 8, 12]

Технология **промышленного интернета вещей** позволит нефтедобывающим компаниям подключить различные системы к сети и осуществлять дистанционный мониторинг и управление активами месторождения в режиме реального времени. Она позволит выявить

операционные и экологические риски, нивелируя человеческий фактор, существенно сокращая издержки на техническое обслуживание.

Активно используются дистанционные роботизированные системы для увеличения безопасности производственных процессов, которые зачастую проходят в экстремальных климатических условиях, например на морских нефтяных платформах, трубопроводах и бурильных установках. Ошибки в управлении такими активами, могут обернуться серьезными последствиями для оборудования и окружающей среды. В таких случаях критическую роль играет эффективное и безопасное дистанционное управление, которое способствует повышению производительности и сохранению рентабельности в удаленных местах. Также, автономные транспортные средства и беспилотные летательные аппараты способствуют наблюдению за различными процессами на буровых полях и нефтяных скважинах.

В настоящее время начинают внедряться **цифровые двойники** месторождений, скважин или оборудования, позволяют тестировать и предсказывать различные ситуации, которые могут возникать в процессе нефтедобычи, способствуют визуализации полученных результатов, в удобном для пользователя виде, чем уменьшают количество возможных сбоев и форс-мажоров. Также, эта технология способствует решению проблемы бесконечного цикла модернизации и дооснащения оборудования на существующих месторождениях без лишних расходов [Mittal A., Slaughter A., Bansal V., 2017].

На начальном этапе развития находится технология **«умных материалов»**. Они обладают дополнительным функционалом, например способностью сохранять заданные физико-химические характеристики при изменении внешних условий до экстремальных, могут использоваться на всех этапах нефтедобычи. Сверхтвердые или обладающие эффектом памяти материалы, крайне эффективны в условиях добычи «трудной» нефти. Вытесняющие агенты для полимерного заводнения способствуют увеличению нефтеотдачи, а полимерные гели, даже при незначительном колебании света или температуры, могут изменять свой объем. Разрабатываются сверхлегкие

материалы, для снижения массы и металлоемкости нефтедобывающих конструкций. Однако, данные технологии находятся на пилотном уровне и широко используется только в авиакосмической индустрии. **Аддитивные технологии или 3D-печать** позволяют вырастить даже самую сложную деталь с нуля. Они обеспечивают высочайшую точность и плотность печати, а также существенно сокращают время на производство и снимают проблему отходов. Однако их использование в отрасли пока незначительно.

Активно начинает применяться **блокчейн** для регистрации состояния/происхождения материалов/запасов, регистрации состояния при сборе информации с датчиков, сенсоров, удостоверения и отслеживания происхождения товаров, оптимизации идентификации поставщиков, подписания закупочных договоров, а также устраняет комиссию за транзакции между участниками рынка.

На данный момент, **виртуальная реальность** в основном применяется при создании практических тренингов. Использование эффекта присутствия, который создается с помощью виртуальной реальности, позволяет отработать необходимые действия в условиях максимально близких к реальным, при этом без какого-либо ущерба. Другим плюсом VR, является постоянный доступ к обучению, а не только в моменты доступности объекта. Еще одной сферой применения виртуальной реальности является инженерное моделирование. Реализация VR-моделей позволяет выявить ошибки, которые нельзя увидеть на плоском экране — например низкие перекрытия, неудобный доступ к оборудованию, нехватку места для изъятия блока с целью его ремонта и другие факторы, связанные с эргономикой [Ганьжа Д., 2018]. Технология **дополненной реальности**, реализованная в «умных очках», оптимизирует простые задачи, такие как инспекция оборудования и складской учет, путем сокращения времени выполнения основных операций и уменьшения числа ошибок.

Проведенное исследование показало, что большая часть технологий используется в отрасли разными компаниями. В результате исследования нами была разработана модель цифрового портфеля по степени готовности к

внедрению (рис. 1). На оси X показано влияние технологии на эффективность в нефтедобыче, а ось Y готовность компаний к внедрению этого цифрового решения.

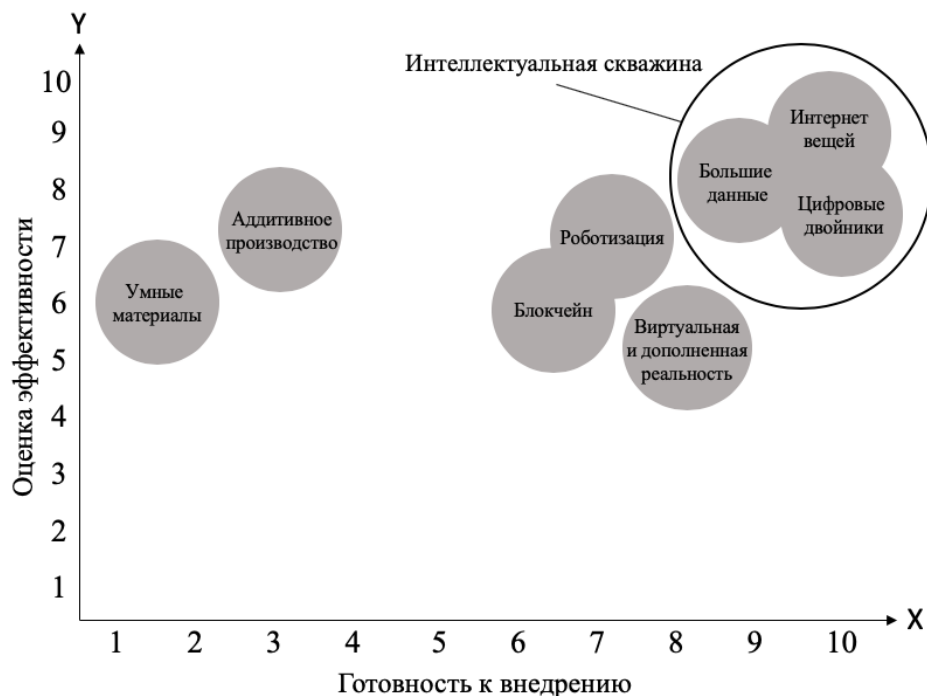


Рис.1 – Модель цифрового портфеля по степени готовности к внедрению*

*Источник: разработано автором.

Кроме того, были выделены технологии, обладающие исключительным синергетическим эффектом, который улучшил их позицию на графике. Из всех представленных технологий, наибольшим потенциалом обладают большие данные, интернет вещей и цифровые двойники, вместе образующие концепцию интеллектуальной скважины. Последние десятилетия месторождения активно оснащались датчиками и сенсорами для удаленного управления. Ими были собраны огромные массивы данных, которые в последние годы стали успешно анализироваться с помощью новых ИТ-решений. В результате синергии, технология умного месторождения стала наиболее эффективной в нефтедобыче и является обязательным цифровым решением для всех компаний отрасли. Умные материалы потенциально являются крайне эффективной технологией, однако на данный момент слабо развиты на российском рынке и нашли свое применение только в аэрокосмической индустрии, что обусловило их крайне

левое положение на оси X. Аддитивное производство уже используется зарубежными нефтедобывающими компаниями, однако в России, 3-D печать находится лишь на пилотной стадии. Блокчейн-проекты были опробованы многими российскими ВИНК, однако в основном для оптимизации не производственных, а поддерживающих функций. Высокая эффективность обусловлена необходимостью киберзащиты, с чем смарт-контакты прекрасно справляются, благодаря своей децентрализации. Роботы используются уже практически всеми крупными нефтяными компаниями, однако, пока не на полную мощность. В связи с необходимостью добычи «тяжелой нефти» в том числе в арктических условиях, дистанционные роботизированные системы будут очень важны для работы в сложных климатических условиях. Технология виртуальной и дополненной реальности, востребована нефтедобывающими компаниями в форме умных-очков, которые помогают обучению сотрудников сложной специфике нефтедобычи и оптимизируют рутинные обслуживающие и учетные функции. Готовый цифровой портфель представлен на рис. 2.



Рис. 2 –Цифровой портфель нефтедобывающих компаний*

*Источник: разработано автором.

Следует отметить, что применение этих технологий воедино в конкретной компании будет возможно уже в ближайшем будущем.

Таким образом, эффективная цифровая трансформация позволит не только увеличить добычу нефти или снизить риски для персонала, но и откроет доступ

к углеводородным запасам, которые в течение многих лет были скрыты от промышленников. Нефтедобывающая отрасль требует качественно нового уровня внедряемых и применяемых технологий, оборудования и программного обеспечения, поэтому состав оптимального цифрового портфеля будет постоянно меняться, соответствуя технологическому развитию четвертой промышленной революции. Поэтому необходимо постоянно отслеживать новые тренды, искать новые возможности и ломать барьеры для инноваций внутри ключевой для российской экономики отрасли.

Библиографический список

1. В «Газпром нефти» испытали блокчейн и интернет вещей в логистике [Электронный ресурс]// Пресс Центр «Газпром нефти». 2018. - URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/v-gazprom-nefti-ispytali-blokcheyn-i-internet-veshchey-v-logistike/> (дата обращения 09.12.2019).

2. Venture Capital Funding Report PwC and CB Insights 2018 [Электронный ресурс] // CB Insight. 2019. URL: <https://www.cbinsights.com/research/report/venture-capital-q4-2018/> (дата обращения 09.12.2019).

3. «Газпром нефть» внедряет технологии работы с большими массивами информации // Сибирская нефть. 2015. №126. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-november/1109754/> (дата обращения 09.12.2019).

4. Ганьжа Д. AR/VR/MR: измененная реальность с добавленной стоимостью //Журнал сетевых решений/LAN. 2018. № 06. - URL: <https://www.osp.ru/lan/2018/06/13054693/> (дата обращения 09.12.2019).

5. Egan M. Better watch out! This Italian 3D printing workshop is taking a leaf from Saint Nicholas [Электронный ресурс]// GE. 2017. - URL: <https://www.ge.com/reports/better-watch-italian-3d-printing-workshop-taking-leaf-saint-nicholas/> (дата обращения 09.12.2019).

6. Mittal A., Slaughter A., Bansal V. From bytes to barrels // Deloitte. 2017. - URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/online-from-bytes-to-barrels-ru.pdf> (дата обращения 09.12.2019).
7. Paul Garvey NASA Robonaut rick logs on for work at Woodside [Электронный ресурс]// The Australian. 2017. - URL: https://www.theaustralian.com.au/nasa_robonaut_rick_logs_on_for_work_at_woodside (дата обращения 09.12.2019).
8. Shell joins digital twin JIP [Электронный ресурс]// OE Digital. 2017. - URL: <https://www.oedigital.com/news/446079-shell-joins-digital-twin-jip> (дата обращения 09.12.2019).
9. Тарасов И.В. Технологии индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. 107, – №2 – С. 62-68.
10. Трачук А.В., Линдер Н.В. Распространение инструментов электронного бизнеса в России: результаты эмпирического исследования // Российский журнал менеджмента. – 2017. – Т. 15, – №1. – С. 27–50.
11. Oracle обновился для нефтяников // Коммерсантъ. – 2018. – №23 – С. 1. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3541874> (дата обращения 09.12.2019).
12. Ondiflo Completes Blockchain-Based Pilot Project with BPX Energy [Электронный ресурс]// Cision Prnewswire. 2019. - URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/ondiflo-completes-blockchain-based-pilot-project-with-bpx-energy-300895069.html> (дата обращения 09.12.2019).

Reference

1. Gazprom Neft tested blockchain and the Internet of things in logistics (2018 [Digital resource] // Gazprom Neft Press Center. 2018. - URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/v-gazprom-nefti-ispytali-blokcheyn-i-internet-veshchey-v-logistike/> (date of request 12/9/2019).
2. Venture Capital Funding Report PwC and CB Insights 2018 [Digital resource] // CB Insight. 2019. URL:

<https://www.cbinsights.com/research/report/venture-capital-q4-2018/> (date of request 12/9/2019).

3. Gazprom Neft introduces technologies for working with large amounts of information (2015) // Siberian Oil; № 126. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-november/1109754/> (date of request 12/9/2019).

4. Ganzha D. (2018) AR / VR / MR: altered reality with added value // Journal of network solutions / LAN; № 06. URL: <https://www.osp.ru/lan/2018/06/13054693/> (date of request 12/9/2019).

5. Egan M. Better watch out! This Italian 3D printing workshop is taking a leaf from Saint Nicholas [Digital resource] // GE. 2017. - URL: <https://www.ge.com/reports/better-watch-italian-3d-printing-workshop-taking-leaf-saint-nicholas/> (date of request 12/9/2019).

6. Mittal A., Slaughter A., Bansal V. From bytes to barrels // Deloitte. 2017. - URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/online-from-bytes-to-barrels-ru.pdf> (date of request 12/9/2019).

7. Paul Garvey NASA Robonaut rick logs on for work at Woodside [Digital resource] // The Australian. 2017. - URL: https://www.theaustralian.com.au/nasa_robonaut_rick_logs_on_for_work_at_woodside (date of request 12/9/2019).

8. Shell joins digital twin JIP [Digital resource] // OE Digital. 2017. - URL: <https://www.oedigital.com/news/446079-shell-joins-digital-twin-jip> (date of request 12/9/2019).

9. Tarasov I.V., 2018 Industry technologies 4.0: impact on increasing the productivity of industrial companies // Strategic decisions and risk management . 107, – № 2 – C. 62-68.

10. Trachuk A.V., Linder N.V. (2017b) Distribution of e-business tools in Russia: results of an empirical study // Russian Journal of Management. – T. 15, – № 1. – S. 27-50.

11. Oracle updated for oil industry workers (2018) // Kommersant; № 23; – C. 1. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3541874> (date of request 12/9/2019).

12. Ondiflo Completes Blockchain-Based Pilot Project with BPX Energy
[Digital resource] // Cision Prnewswire. 2019. - URL:
<https://www.prnewswire.com/news-releases/ondiflo-completes-blockchain-based-pilot-project-with-bpx-energy-300895069.html> (date of request 12/9/2019).