



От байтов к баррелям

Цифровая трансформация
в сфере разведки и добычи нефти и газа

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

Аншу Миттал

Аншу Миттал является исполнительным руководителем научно-исследовательской группы в области энергетики и добывающей промышленности компании «Делойт Сервисис ЛП». Аншу имеет более двенадцати лет опыта работы в сфере стратегического, финансового и регуляторного консалтинга во всех сегментах нефтегазовой промышленности (разведка и добыча, хранение и транспортировка, промысловое обслуживание, переработка и сбыт). Он является автором многочисленных публикаций «Делойта», включая «Технологии для барреля: трансформация нефтегазовых стратегий за счет внедрения Интернета вещей» и «Киберзащита для барреля: кибербезопасность в сфере геологоразведки и добычи нефти и газа».

Эндрю Слотер

Эндрю Слотер является исполнительным директором Центра решений для предприятий энергетического сектора компании «Делойт Сервисис ЛП». Он работает в тесном сотрудничестве с руководством Международной группы по предоставлению услуг предприятиям сектора энергетики и добывающей промышленности и руководит разработкой, внедрением и реализацией стратегии Центра, разработкой и реализацией научно-исследовательских инициатив в области энергетики, а также практикой разработки и внедрения аналитических и исследовательских материалов и передовых идей Центра. На протяжении своей 25-летней карьеры в нефтегазовом секторе Эндрю занимал руководящие позиции как в крупных нефтегазовых, так и в консалтинговых компаниях.

Вивек Бансал

Вивек Бансал является старшим аналитиком научно-исследовательской группы в области энергетики и добывающей промышленности компании «Делойт Сервисис ЛП». Он обладает более чем пятилетним опытом работы в области стратегических исследований и предоставления консультационных услуг предприятиям добывающего и перерабатывающего сектора. В ходе своей работы в «Делойте» Вивек принимал участие в создании ряда правительственных информационных документов в нефтегазовой сфере, посвященных вопросам применения технологии Интернета вещей, кибербезопасности, миграции капитала и управления портфелем. Он имеет высшее инженерное образование по специальности «Технология нефтедобычи» и имеет степень магистра в области управления нефтегазодобычей.

Специалисты подразделения «Делойта» по предоставлению консультационных услуг в сфере цифровой трансформации оказывают содействие организациям в оценке их положения в условиях господства цифровых технологий, помогают определить области, для достижения коммерческих целей, а также сформировать долгосрочную цель в рамках программы цифровой трансформации деятельности и разработать соответствующую дорожную карту. Наш обширный отраслевой опыт и технические знания помогают оказывать содействие организациям в развитии их внутреннего потенциала, оценке необходимых технологий, а также разработке соответствующих технологических решений, направленных на повышение эффективности деятельности. Для получения более подробной информации по вопросам цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли вы можете обратиться к нашим отраслевым экспертам, имена которых представлены в разделе контактной информации ниже.

СОДЕРЖАНИЕ

Аргументы в пользу цифровой трансформации	 2
Поток цифровых технологий	 3
Упорядочение технологий: модель цифровой трансформации деятельности «Делойта»	 5
Оценка возможностей цифровой трансформации для сегмента геологоразведки и добычи	 7
Заставляя колесо цифровых технологий вращаться: долгосрочная цель для компаний	 14
Эффективное использование цифровых технологий	 18
Приложение	 19
Примечания	 20

Аргументы в пользу цифровой трансформации

Развитие инноваций в сфере технологий, постепенное снижение стоимости цифровизации и растущие возможности взаимодействия цифровых устройств — все это открывает безграничные перспективы для предприятий нефтегазодобывающей отрасли, вставших на путь цифровых преобразований. Продолжительный спад деловой активности и замедленный рост операционной прибыли послужили дополнительным стимулом для компаний (или превратили возможность в необходимость) экономить миллионы долларов операционных расходов и, что важнее, повысить эффективность и «интеллектуальность» своих базисных активов, стоимость которых приблизительно составляет 3,4 трлн долл. США¹.

ЧТО не позволяет предприятиям в полной мере осознать открывшиеся им перспективы? Отпугивает компании и не дает им двигаться по пути достижения цифровой зрелости скорее изобилие новых цифровых технологий, чем техническая сторона вопроса. Разработка стратегической дорожной карты позволит предприятиям получить ряд преимуществ, в частности провести оценку уровня цифровой зрелости каждого операционного сегмента и определить передовые цифровые технологии для достижения конкретных бизнес-целей. Кроме этого, дорожная карта поможет предприятиям внимательнее изучить долгосрочную перспективу трансформации своих профильных активов и, в конечном итоге, внедрить новые модели операционной деятельности (процесс цифровой трансформации от байтов к баррелям). В этом документе, ставшем первым в серии публикаций, посвященных вопросам цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли, представлена разработанная «Делойтом» модель цифровой трансформации деятельности — система, которая описывает цифровую трансформацию в десять этапов. Кибербезопасность и цифровая культура в данной системе являются фундаментальными составляющими цифровой трансформации.

Модель также позволяет определить предполагаемую ценность применения цифровых технологий при проведении сейсморазведочных работ, эксплуатационного бурения и в процессе добычи углеводородов.

Несмотря на то что некоторые сегменты отрасли опережают другие по уровню использования аналитики на основе данных, в частности сегмент сейсморазведочных работ опережает сегмент эксплуатационного бурения по анализу и визуализации информации, а сегмент нефтегазодобычи снабжает датчиками свои десятилетние скважины или разбирается с накопленными эксплуатационными данными, в целом отрасль в состоянии взять на вооружение успешные примеры и извлечь полезные уроки из деятельности ряда капиталоемких отраслей промышленности, эффективно применяющих цифровые технологии на практике. В случае успеха нефтегазовая отрасль получит значительную награду, а именно: даже прирост эффективности капитальных вложений на 1% позволит покрыть сумму совокупного чистого убытка в размере 35 млрд долл. США, объявленного в 2016 году предприятиями нефтегазодобывающей отрасли, нефтесервисными компаниями и объединенными промышленными корпорациями по всему миру².

Поток цифровых технологий



ЦИФРОВЫЕ технологии помогают провести преобразование операционной структуры деятельности предприятий почти в каждой отрасли, и нефтегазовый сектор больше не может оставаться в стороне. Потенциальные преимущества цифровизации очевидны и включают в себя повышение производительности и безопасности деятельности, а также сокращение расходов. Более того, для нефтегазовых предприятий, уже столкнувшихся со снижением цен на нефть и замедлением темпов роста операционной прибыли, одним из существенных преимуществ внедрения цифровых технологий может стать их устойчивость к негативным последствиям экономического спада, которым подвержена отрасль³.

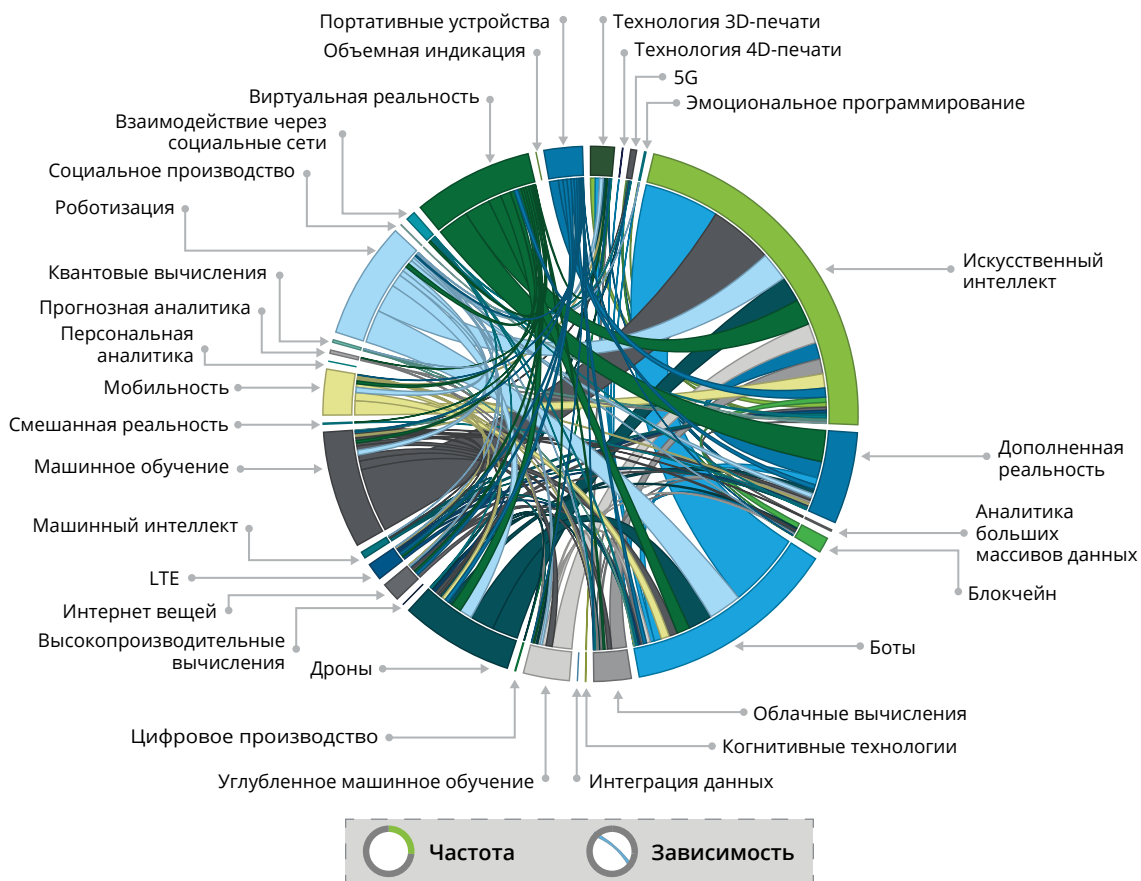
Однако стремительные изменения в мире цифровых технологий, тесная связь и зависимость технологий друг от друга, а также разнообразие названий для одних и тех же технологий зачастую усложняют процесс цифровой трансформации в отрасли. Например, из более чем 200 видов технологий, перечисленных исследовательской компанией Gartner в своем Цикле зрелости технологии (Hype cycle) с 2000 по 2016 год, срок существования более 50 видов отдельных технологий составил лишь один год, в то время как многие другие успешно используются в течение нескольких лет⁴.

Эта тенденция подтверждена в ходе проведенного нами текстового анализа 5 000 отдельных статей из 5 ведущих журналов, посвященных цифровым технологиям (рис. 1). Ведущие технологии с «модными» в настоящее время названиями, в частности искусственный интеллект и машинное обучение, дополненная реальность и виртуальная реальность, почти не имеют существенных различий с точки зрения предлагаемых преимуществ и являются в высшей степени зависимыми друг от друга. Все это приводит к возникновению некупаемых капиталовложений, значительных расходов, связанных с применением той или иной технологии, незначительной выгоды и масштабных инвестиций в цифровые технологии.

Несмотря на то что стремительное прототипирование новых цифровых технологий («чем раньше и быстрее вы потерпите неудачу, тем скорее вы добьетесь успеха») осуществляется во многих отраслях, капиталоемкие предприятия, в частности нефтегазодобывающие, не могут действовать только лишь методом проб и ошибок или использовать мультитехнологичный подход для решения возникающих проблем. «Потребители и ИТ-компании стараются действовать по принципу «ранней пташки, которая всегда получит своего червяка», но игроки нефтегазового рынка все же предпочитают оказаться на месте «второй мыши, которой достанется сыр». Это связано с тем, что компании, начинающие первыми применять новые нефтегазовые технологии, вынуждены нести более существенные расходы», — заявляет руководитель одной из крупнейших добывающих компаний⁵.

Кроме этого, существующие знания в области внедрения цифровых технологий на нефтегазовом рынке достаточно ограничены и преимущественно характеризуются применением подхода «снизу-вверх». Что может помочь отрасли, так это использование структурированного подхода «сверху-вниз», который позволит не только совладать с потоком цифровых технологий, но и поможет руководству нефтегазодобывающих компаний разработать подробную дорожную карту для осуществления цифровой трансформации своих предприятий. Проще говоря, подход должен отвечать на три стратегических вопроса о цифровых технологиях: каков текущий уровень цифровой зрелости организации, каков желаемый уровень цифровой трансформации, каким образом вы планируете повысить уровень своей цифровой зрелости?

Рис. 1. Поток цифровых технологий



Примечания: данные представлены на основании проведенного нами текстового анализа 5 000 отдельных статей из пяти ведущих журналов, посвященных цифровым технологиям (с 1 января 2016 года по 30 июля 2017 года). «Частота» означает совокупное количество статей, в которых конкретная технология упоминается вместе с другой технологией. «Зависимость» означает кратность совместного цитирования конкретной пары технологий.

Источник: Factiva; анализ «Делойта»

Deloitte Insights | Deloitte.com/insights

Упорядочение технологий

Модель цифровой трансформации деятельности «Делойта»

УЧИТЫВАЯ разнообразие отправных точек и широкий выбор вариантов, нефтегазовые компании могут получить конкурентные преимущества за счет эффективного использования единой комплексной системы, которая поможет им достичь *краткосрочных коммерческих целей*, позволит оценить эффективность цифровой трансформации за счет прохождения определенных *этапов эволюции*, а также, среди прочего, укажет им направление и позволит разработать маршрут для эффективной *трансформации* их основной деятельности, материальных активов и самой модели ведения бизнеса.

Модель цифровой трансформации деятельности (DOT) представляет собой дорожную карту, которая описывает цифровую трансформацию в десять этапов. При этом переход от одного этапа к другому означает достижение определенных бизнес-целей. Кибербезопасность и цифровая культура в данной системе являются фундаментальными составляющими цифровой трансформации. Хотя техническое завершение цифровой трансформации для определенного актива или операции происходит на десятом этапе, процесс может быть продолжен и расширен до бесконечности. В этом случае дорожная карта будет рассчитана на использование для более широкого спектра активов и бизнес-сегментов, для всей организации целиком, а также для экосистемы компании, включающей в себя цепочку поставок и внешних заинтересованных сторон (рис. 2; см. также табл. 2 в Приложении).

Цифровая трансформация начинается с *механизации* процесса, осуществляемой за счет использования гидравлических, пневматических или электрических систем контроля. Это позволяет организациям быть всегда готовыми к сбоям, неисправностям и любым нестандартным ситуациям. Затем осуществляется сбор информации из реального мира (связь «вещь–цифра») путем *сенсоризации* оборудования и *передачи* операционных данных, полученных с использованием сетевых технологий⁶. Это позволяет нефтегазовой компании лучше адаптироваться к эксплуатационным условиям и осуществлять удаленный мониторинг своих операций.

Как правило, «цифровое» мышление и «цифровые» знания ограничиваются получением информации в результате анализа данных. Однако для того, чтобы стать лидером в области внедрения цифровых технологий, компания должна быть готова к существенным переменам в реальном мире за счет модернизации своих основных активов.

Компания может переходить к следующим этапам по мере того, как преодолеет разрозненность своих операционных процессов, реализует скрытый рост производительности, повысит удобство и простоту использования данных, а также выявит новые возможности для получения конкурентных преимуществ.

С этой целью в рамках цифровой трансформации осуществляется *интеграция* разнообразных данных (с использованием облачных технологий, серверов, новых стандартов данных и др.), их *анализ и визуализация* с использованием инновационной вычислительной техники и платформ (например, аналитика больших массивов данных, портативные устройства и автоматизированные рабочие места с интерактивным режимом работы), а также принятие решений с использованием элементов *дополненной* реальности (например, самообучающиеся машины).

Как правило, «цифровое» мышление и «цифровые» знания ограничиваются получением информации в результате анализа данных. Однако для того, чтобы стать лидером в области внедре-

Рис. 2. Модель цифровой трансформации деятельности «Делойта»



Источник: анализ «Делойта»

Deloitte Insights | Deloitte.com/insights

ния цифровых технологий, компания должна быть готова к существенным переменам в реальном мире, которые будут осуществляться путем модернизации основных активов (буриковых установок, оборудования, платформ и прочих технических средств). Другими словами, компания должна пройти оставшиеся три этапа процесса цифровой трансформации, тем самым завершая цикл «вещь–цифра–вещь».

Эта фаза начинается с *роботизации* технических средств и *создания* новых продуктов для повышения точности, надежности и улучшения конструктивных характеристик материальных активов. В конечном итоге эта фаза завершается *виртуализацией* базисных активов путем создания цифровых двойников и цифровой цепочки, предназначенных не только для продления срока жизни активов, но и для внедрения новых бизнес-моделей и моделей активов в долгосрочной перспективе⁷. Использование метода цифрового двойника/цифровой цепочки позволит компаниям осознать необходимость цифровой трансформации и подготовиться к ее проведению внутри организации и в рамках рабочих процессов взаимодействия с поставщиками, что представляет собой наиболее сложную задачу в случае большинства цифровых трансформаций.

Как говорилось ранее, по мере завершения цикла цифровой трансформации на уровне актива этот цикл может быть расширен и перезапущен, охватывая целую систему активов в рамках определенного бизнес-сегмента или территории, а впоследствии всю организацию и, наконец, цепочку поставок и внешних заинтересованных сторон компании. В основе модели цифровой трансформации лежит комплексная программа управления киберрисками, характеризующаяся своей устойчивостью и надежностью, а также организационная культура (или цифровая инфраструктура), позволяющая реализовывать сам процесс трансформации⁸. (Более подробная информация о кибербезопасности операционных процессов в сегменте геологоразведки и добычи представлена в нашей недавней публикации под названием «Кибербезопасность для барреля».)

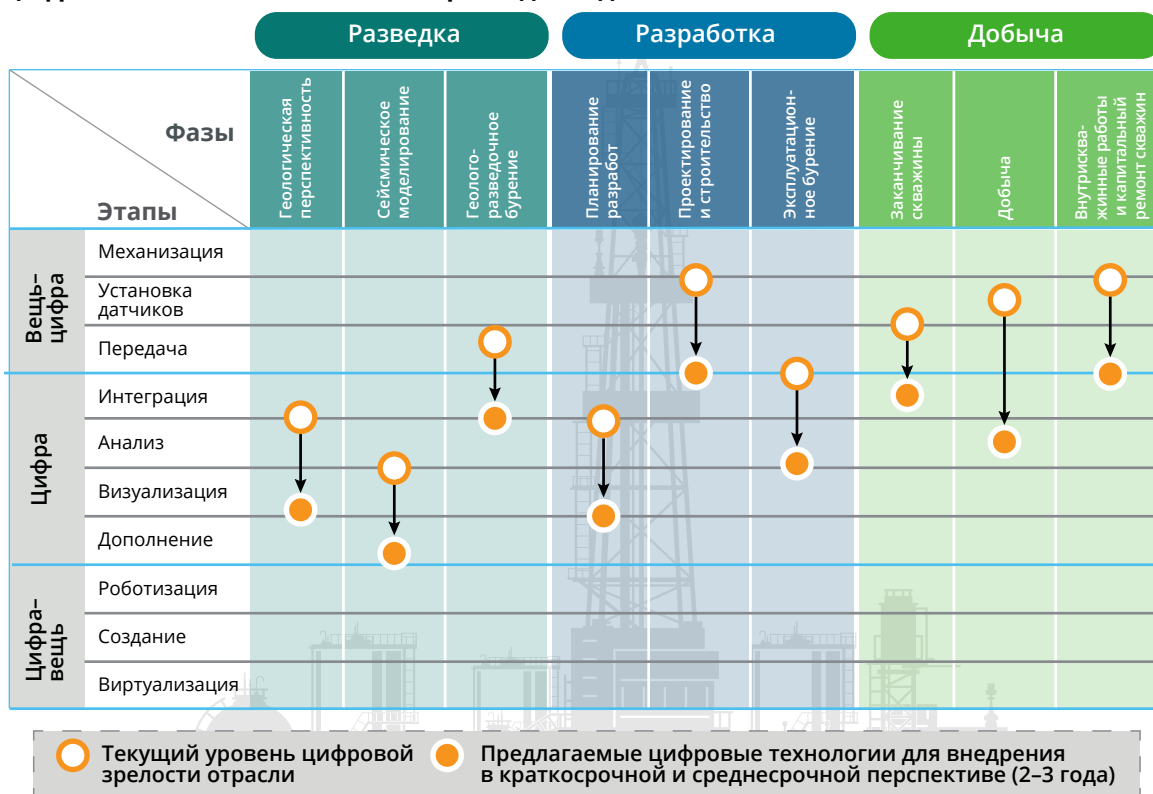
Использование данной модели цифровой трансформации позволяет оценить текущий уровень цифровой зрелости предприятий добывающего сектора, определить цифровые технологии, внедрение которых в ближайшей перспективе позволит достичь краткосрочных и долгосрочных бизнес-целей, а также выработать решения для реализации крупных операций в сегментах геологоразведки, разработки и добычи.

Оценка возможностей цифровой трансформации для сегмента разведки и добычи

НЕСМОТЯ НА ТО что предприятия нефтегазодобывающей отрасли имеют различный уровень цифровой зрелости, сегмент разведки опережает сегменты разработки месторождений и добычи по уровню использования цифровых технологий. Тогда как геологические дисциплины и использование передовых технологий моделирования облегчали процесс разведки на протяжении нескольких десятилетий, сложная экосистема и устаревшие ключевые активы замедляют процесс цифровой эволюции сегментов разработки месторождений и добычи соответственно.

Однако не все субсегменты разведки также занимают ведущие позиции по внедрению цифровых технологий. Сходным образом в сегментах разработки месторождений и добычи существует несколько субсегментов, игроки которых преуспели в применении новейших цифровых технологий в рамках своей деятельности. Вместо описания каждого субсегмента в следующем разделе представлена информация о ведущем субсегменте внутри каждого сегмента (сейсмическое моделирование, эксплуатационное бурение и добыча), наиболее нуждающемся в цифровой трансформации или имеющем наиболее широкие возможности для создания выгод (рис. 3).

Рис. 3. Текущий уровень цифровой зрелости и краткосрочный план внедрения цифровых технологий в сегменте разведки и добычи



Источник: анализ «Делойта»

Deloitte Insights | Deloitte.com/insights

Краткосрочная цель, стоящая перед подразделением сейсмического моделирования нефтегазовых компаний, изменилась. Сейчас она заключается в определении оптимального размера существующей ресурсной базы, включая выявление полупромышленных ресурсов и ресурсов, находящихся на границе рентабельности, снижающих общую прибыльность предприятия и замораживающих значительную часть капитала.

Сейсмическое моделирование

Сейсмическое моделирование представляет собой процесс, применяемый предприятиями отрасли на протяжении более чем 80 лет для исследования и оценки залежей углеводородов, находящихся в толще пород. Сейсмическое моделирование проводится в основном на позднем этапе анализа и визуализации данных в рамках модели цифровой трансформации деятельности. Лидирующие позиции сегмента разведки объясняются эффективностью внедрения технологий стандартизации геологических данных и форматов, инвестированием во внедрение передовых алгоритмов, а также использованием более высокопроизводительной вычислительной техники, позволяющей проводить анализ геолого-геофизических данных, поступающих от тысяч скважин, в течение нескольких секунд. В частности, компания ExxonMobil, использует метод сейсмического моделирования для прогнозирования распределения разрывов пласта в коллекторах с малой проницаемостью, позволяя увеличить нефтяной поток и оптимизировать размещение скважин⁹.

Отрасль также добилась значительного успеха в сфере визуализации, разработав 3D-системы интерпретации, способные осуществлять скоростное геологическое моделирование, структурную и стратиграфическую интерпретацию, а также углубленное моделирование. Фактически некоторые компании начали использовать сейсмогеологические 4D-модели, позволяющие интегрировать операционные данные для мониторинга изменений в резервуарах нефти и газа¹⁰. При этом некоторые из них успешно внедряют элементы виртуальной реальности в процесс сейсмического моделирования с целью улучшения пространственного восприятия 3D-объектов.

Например, команда исследователей из Университета Калгари применяет технологии виртуальной реальности, дополненной реальности, а также современные инструменты визуализации с целью оказания содействия добывающим предприятиям Канады, использующим технологии парогравитационного дренажа, в повышении эффективности управления сложными резервуарами за счет создания имитационных моделей в реальном 3D-мире¹¹.

Может быть, на этом и стоит остановиться? Недавнее снижение мировых цен на нефть оказало серьезное влияние на бизнес-цели предприятий. По крайней мере, на данный момент. Вместо оценки и анализа новых залежей углеводородов на пограничных территориях, краткосрочная цель подразделения сейсмического моделирования нефтегазовых компаний изменилась и сейчас заключается в выборе оптимального размера существующей ресурсной базы, включая выявление полупромышленных ресурсов и ресурсов на границе рентабельности, снижающих общую прибыльность предприятия и замораживающих значительную часть капитала.

«Обладая более надежными ключевыми активами и оптимизированной структурой баланса, мы стремимся в дальнейшем повышать качество нашего портфеля и инвестировать дополнительные средства в реализацию наиболее эффективных проектов», — заявил Дэйв Хэгер, директор компании Devon Energy¹².

Что поставлено на кон? В США около 65% нефтеносных скважин являются малодобитными скважинами, производящими менее 10 баррелей нефти в сутки¹³. Сходным образом объем запасов категории 2P, вероятность добычи которых не превышает 50%, составляет почти половину

всех доказанных запасов категории 1P¹⁴. Такое разделение ресурсов на «хорошие» и «плохие» способствует возникновению расхождений в оценке между покупателями и продавцами добывающих активов. По состоянию на июль 2017 года свыше 1 250 добывающих активов выставлены на продажу по всему миру, при этом около 100 отдельных активов не могут найти своих покупателей уже более трех лет¹⁵.

С целью разрешения сложившейся ситуации или выявления новых возможностей для получения конкурентных преимуществ игроки отрасли должны рассмотреть возможность перехода к реализации этапа дополнения, в рамках которого будут задействованы технологии машинного обучения, позволяющие получать данные геологоразведки на основании обработки различных факторов, моделей, взаимосвязей и сценариев. Например, организация, занимающаяся интерпретацией данных геологоразведки, внедряет когнитивный рабочий процесс, в рамках которого метод главных компонент и метод самоорганизующейся карты используются для анализа сочетаний сейсмических параметров, соответствующих определенным признакам наличия углеводородов¹⁶. Разрабатывая стратегии внедрения цифровых технологий, компании должны предусматривать возможность обеспечения оптимального баланса между оценками, основанными на анализе данных и экспертном мнении. Это особенно касается сейсмического моделирования. Интерпретация данных сейсмической разведки является фундаментальным процессом, по-прежнему зависящим от визуального восприятия геофизиков. Например, поставщик услуг из Экваториальной Гвинеи снабдил свои когнитивные рабочие процессы цветовой схемой, оптимизированной для человеческого восприятия, и интерфейсом, позволяющим расширить когнитивные способности человека. Это способствовало более эффективной интерпретации данных и своевременному определению перспективных участков, что позволило оператору привлечь новых партнеров к участию в проекте¹⁷.

ПИЦЦА ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЙ

Использование межфункциональных данных, получаемых на протяжении всего периода эксплуатации природного резервуара, для целей сейсмического моделирования и интерпретации данных сейсмической разведки позволит существенно увеличить преимущества от применения когнитивных технологий. Это, в частности, относится к высококонкурентному рынку сланца в США,

который характеризуется обилием данных о пробуренных и добывающих скважинах, предназначенных для анализа геофизиками¹⁸.

Эксплуатационное бурение

Эксплуатационное бурение находится на начальной стадии интеграции данных в рамках модели цифровой трансформации деятельности, поскольку большинство используемых аналитических платформ по-прежнему не способны агрегировать и стандартизировать данные по взаимодействию с поставщиками¹⁹. Проблема с интеграцией данных объясняется наличием различных целей у более чем 15 функций, участвующих в процессе бурения, сотен собственных инструментов, программного обеспечения и технологий у более чем 300 сервисных компаний, обслуживающих месторождения, а также отсутствием форматов стандартизации данных²⁰. Результат всего этого — миллионы гигабайтов неэффективно используемых данных. «Невозможность обеспечить плавный обмен данными между всеми сторонами и системами, начиная с системы управления буровой установкой и заканчивая передачей цифровых данных сторонним поставщикам, доставившим на площадку каротажную систему или цементировочную установку, приводит к стремительному поражению», — заявил Майкл Бехунек, старший консультант по бурению корпорации Apache²¹.

Решение проблемы разрозненности данных является основным фактором, влияющим на эффективность операционной деятельности и снижение расходов. На протяжении последних примерно пяти лет внедрение инноваций в сфере операционных технологий, в частности технология кустового бурения нескольких скважин, позволила отрасли снизить среднее время бурения в шельфовых условиях с 35 дней в 2012 году до почти 15 дней в настоящее время²². Однако эффект от их внедрения постепенно сходит на нет (что проявляется в отсутствии динамики в количестве дней бурения и стабилизации объемов добычи нефти из новых скважин на одну буровую установку на шельфовых месторождениях США), уступая место цифровым технологиям²³.

Сходным образом компании сегмента разведки и добычи и нефтесервисные компании подерживали тесное взаимодействие друг с другом при внедрении операционных технологий, чтобы повысить прибыльность бурения в нынешних нестабильных экономических условиях. Теперь

им предстоит объединить усилия на цифровом поприще. Добывающим и нефтесервисным компаниям надлежит определить приемлемый уровень рентабельности инвестиций в цифровые решения, внедрение которых поможет предупредить попытки хакеров воспользоваться дезинтегрированностью рабочих процессов. Полученная при этом прибыль будет распределяться между компаниями этих сегментов, а темпы внедрения инноваций в отрасли могут замедлиться. Джастин Рунс, старший вице-президент компании Schlumberger, прав, заявляя о том, что *«невозможно продолжать инвестировать в технологии, когда не получаешь выгоды, связанной с такими инвестициями»*²⁴.

С этой целью все отраслевые игроки должны активно взаимодействовать друг с другом в вопросах разработки общих стандартов данных. Однако, понимая сложность стоящей перед отраслью задачи и значительную продолжительность процесса стандартизации всех форматов данных (реализация пилотного проекта по интеграции моделей данных PPDM (Professional Petroleum Data Management) и WITSML (wellsite information transfer standard markup language) заняла у Совета по стандартам в нефтегазовой отрасли приблизительно четыре года), разработка краткосрочной стратегии агрегации данных добывающей компании должна осуществляться на основании решений, предлагаемых сторонними подрядчиками и позволяющих аккуратно применить систему интеграции к разнообразным данным по бурению²⁵. Например, корпорация Apache устанавливает блоки интеграции данных на 21 буровой площадке в Северной Америке, что позволяет ей поводить мониторинг и линейный анализ данных из систем контроля бурения, систем проведения каротажа в процессе бурения, цементировочных установок и прочих²⁶.

По мере решения этого вопроса темпы внедрения цифровых технологий в области передовой аналитики могут значительно возрасти. В результате снижение среднегодовых расходов на бурение составит приблизительно 30 млрд долл. США²⁷ для добывающих компаний,

в то время как нефтесервисные компании могут потенциально обеспечить себе многомиллиардную прибыль²⁸. Существует несколько способов создания выгод в процессе бурения, включая оптимизацию траектории, скорости проходки, сопротивления трения, вибрации бурильной колонны, эффективности оборудования и другие, которые традиционные компании могут использовать. В то время как компании, лидирующие в области внедрения цифровых технологий, решают вопрос реализации максимальной ценности за счет использования средств передовой интегрированной аналитики на уровне компании²⁹.

В частности, компания Noble и предприятие группы GE Baker Hughes (BHGE) стремятся на 20% снизить расходы на шельфовое бурение

[Компаниям сегмента разведки и добычи, а также нефтесервисным компаниям] надлежит определить приемлемый уровень рентабельности инвестиций в цифровые решения, внедрение которых поможет предупредить попытки хакеров воспользоваться дезинтегрированностью рабочих процессов. Полученная при этом прибыль будет распределяться между компаниями этих сегментов, а темпы внедрения инноваций в отрасли могут замедлиться.

за счет совместной разработки передовой системы анализа данных. Компании планируют оптимизировать процесс бурения посредством проведения анализа показателей эффективности, который будет включать определение новых ключевых показателей эффективности деятельности, анализ высокочастотных сигналов в приводных системах, а также оценку интенсивности использования ключевых активов. Специальное техническое оборудование будет установлено на буровой площадке, а данные будут передаваться в наземные центры, где на основании прогнозных алгоритмов будут определяться показатели вибрации, температуры и прочие показатели за несколько недель до определения обычными автоматизированными системами³⁰.

Несмотря на некоторый ажиотаж, связанный с потенциальным внедрением технологий дополненной реальности в процесс бурения или переходом к автономному бурению за счет разработки линейных и нелинейных решений, в частности автоматическое корректирование осевой нагрузки на долото, отрасли следует приложить все усилия для эффективного завершения всех процессов в рамках этапов интеграции и анализа модели цифровой трансформации деятельности. Решение этих вопросов необходимо для создания автоматизированных буровых установок в будущем. К примеру, программа под названием «Буровая установка будущего» (Rig of the Future), реализуемая компанией Schlumberge, заключается главным образом в интеграции разнообразных систем бурения с использованием архитектуры открытых систем в рамках взаимодействия со сторонними подрядчиками³¹.

ПИЦЦА ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЙ

Сближение интегрированного передового анализа данных по бурению и операционной деятельности позволит значительно снизить расходы и сократить время реализации комплексных проектов с длительным периодом восстановления месторождений, требующих проведения ряда специальных адаптационных мероприятий на них. Более того, откроются дополнительные возможности по объединению технических решений с обширным операционным опытом в сфере эксплуатации систем датчиков, позволяя эффективно внедрять и использовать комплексную аналитику данных внутри таких систем³².

Добыча

В отличие от разведки и разработки месторождений, добывающий сегмент в большинстве случаев состоит из уже действующих скважин, платформ, инструментов и систем контроля. Около 40% мировых запасов сырой нефти и природного газа добывается на месторождениях, действующих на протяжении уже более 25 лет. Фактически, на протяжении последних 100 лет почти 175 месторождений находятся в активной эксплуатации³³. Учитывая это, обеспечение непрерывности добычи и, следовательно, денежных потоков является основной целью предприятий отрасли, которые вовлечены в бесконечный

цикл реконструкции и модернизации. Проще говоря, у отрасли всегда имеется большой портфель добывающих активов, которые недостаточно хорошо сенсоризованы, не оснащены цифровыми технологиями и даже не имеют необходимой защиты от кибератак³⁴.

Осуществление совместной деятельности на многих месторождениях, большой разброс скважин и активов, а также расходы на обновление существующей инфраструктуры могут стать очередным препятствием на пути модернизации устаревших активов.

«Контроль данных по добыче представляет собой обычную процедуру для операторов, проведение которой могут себе позволить лишь крупные и очень крупные добывающие предприятия, и даже в этом случае им приходится делать выборку. Таким образом, мониторингу подвергаются данные лишь 60–70% скважин», — заявил представитель руководства аналитической компании WellAware³⁵.

Актуальность этого вопроса никогда не была столь высока, как в настоящее время. Нестабильность денежных потоков и постепенный рост расходов по новым проектам привели к изменению основной бизнес-цели многих добывающих предприятий. Теперь вопрос освоения новых месторождений отошел на второй план, уступив место гораздо более экономически выгодной оптимизации объемов добычи из уже действующих месторождений. Директор компании ConocoPhillips Райан М. Лэнс очень точно охарактеризовал текущую ситуацию, отметив, что *«низкая капиталоемкость является лучшим другом финансового директора»³⁶.*

Так какую цифровую стратегию выбрать компании в отношении уже существующих активов? Стоит ли осуществлять комплексное инвестирование во внедрение цифровых технологий или только лишь в технологию цифрового прототипирования ряда добывающих скважин? Ни один из вариантов не подходит, поскольку первый экономически нецелесообразен, а второй не принесет существенной отдачи. Что тогда? Точно так же, как каждое операционное решение (например, метод повышения нефтеотдачи) и бизнес-стратегия (например, приобретение близлежащего месторождения с целью оптимизации существующей инфраструктуры) зависят от конкретного месторождения, любая цифровая инвестиция должна быть тщательно проанализирована и спланирована в соответствии с особенностями каждого месторождения или скважины.

Так, например, повысить эффективность высокоперспективного месторождения поможет

внедрение передовых распределенных датчиков и «умных» устройств OEM, которые позволят оценить условия эксплуатации с разных ракурсов над и под землей. Повысить эффективность месторождения со средней перспективностью поможет размещение датчиков (для контроля за температурой, вибрацией, сдвигами и т. д.) на насосном оборудовании, трубопроводной арматуре и других механизмах, что позволит разработать эффективный план регламентных работ с учетом технического состояния оборудования. Для месторождения с низким потенциалом можно использовать стандартные решения по автоматизации и мониторингу, что позволит поддерживать оптимальные объемы добычи. Подобная цифровая сегментация позволит охватить все ба-

зисные активы и оптимизировать общую производительность портфеля без лишних вложений.

После установки датчиков предприятиям добывающего сегмента можно смело переходить к этапу внедрения передовых аналитических технологий, завершение которого откроет для них новые горизонты эффективности оптимизации и технического обслуживания.

Интеграция протоколов автоматизации с облачными аналитическими платформами в безопасной среде позволит решить ряд важных вопросов, связанных с эксплуатацией существующих месторождений, в частности присутствие газа, засорение оборудования, повреждение насосных механизмов вследствие чрезмерной откачки и недостаточное извлечение углеводородов из-

Рис. 4. Краткое описание основных преимуществ цифровых технологий для предприятий сегмента разведки, разработки месторождений и добычи углеводородов

	Разведка	Разработка	Добыча
Цель	Выбор оптимального размера существующей ресурсной базы, включая выявление полупромышленных ресурсов и ресурсов, находящихся на границе рентабельности, снижающих общую прибыльность предприятия и замораживающих значительную часть капитала	Решение проблемы разрозненности данных и определение уровня рентабельности инвестиций в цифровые технологии, позволяющего обеспечить стабильность заданного направления и темпа внедрения инноваций	Решение проблемы бесконечного цикла модернизации и дооснащения оборудования на существующих месторождениях без лишних расходов
Текущее положение	Стандартизация данных, использование передовых алгоритмов и высокопроизводительных вычислительных машин позволили перейти к этапам анализа и визуализации	Наличие различных целей, собственных инструментов, а также отсутствие форматов стандартизации данных создают проблемы с интеграцией	Низкий уровень оснащённости датчиками связан с используемым устаревшим оборудованием и необходимостью обеспечить непрерывность добычи
Предлагаемые цифровые технологии	Дополнение визуального восприятия геофизиков за счет использования технологии машинного обучения для получения данных о географических особенностях	Проведение интеграции и анализа за счет аккуратного наложения систем интеграции и аналитики на разнообразные данные по бурению с использованием архитектуры открытых систем	Установка датчиков с использованием стратегии послойного формирования данных и расширение анализа до уровня резервуара
Потенциальное преимущество	Более высокая вероятность извлечения и большая рентабельность вероятных запасов категории 2P, составляющих 50% всех доказанных запасов категории 1P	Общегодовое снижение расходов на бурение составит более 30 млрд долл. США для предприятий сегмента разведки и добычи	Дополнительные потоки денежных средств в размере свыше 20 млрд долл. США , за исключением снижения расходов в связи с отказом оборудования и ремонтом



за недостаточной откачки³⁷. Хотя характер и объем полученных в результате преимуществ будет отличаться для разных месторождений по ряду показателей, оптимизация добычи в рамках проекта, охватывающего 100 скважин, позволит получить общегодовой доход в размере 20 млн долл. США (приблизительно 20 млрд долл. США по отрасли), помимо экономии расходов в связи с отказом оборудования и ремонтом³⁸.

Темпы создания выгод возрастут экспоненциально по мере проведения анализа непосредственно на уровне залежей углеводородов. Например, оператор в Казахстане столкнулся с проблемой низкого давления нагнетания насоса, приведшей к отсрочке добычи на нескольких газоконденсатных скважинах. Помимо установки новых электрических погружных насосов, оператор использовал аналитические технологии в реальном времени для внесения упреждающих корректировок в работу насосов и моторных усилителей с целью обеспечения соответствия

изменяющимся эксплуатационным условиям. Внедрение такой инновации на уровне резервуара позволило снизить время простоя на 27% в дополнение к выгодам, полученным от эксплуатации новых электрических погружных насосов³⁹.

Внедрение вышеописанных решений и поддержание полученных результатов по всем месторождениям, вероятно, потребует от компаний использования технологии моделирования и учета данных за весь период эксплуатации скважины, необходимой для разработки динамического аналитического подхода с учетом предельных допустимых отклонений и уровня волатильности. Такой подход к эксплуатации 1 000 скважин, не требующий дополнительных инвестиций в получение лицензий на новые модели и проведение технического анализа, эффективно применяется ближневосточным оператором, планирующим сэкономить время и миллионы долларов на внедрении цифровых технологий⁴⁰.

ПИЦЦА ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЙ

Наибольшим потенциалом в области установки датчиков для сбора и анализа данных по эффективности работы скважин обладает Ближний Восток, где 35% нефти и газа добывается на месторождениях, эксплуатируемых более пяти десятилетий, далее следует Северная Африка⁴¹.

Заставляя колесо цифровых технологий вращаться

Долгосрочная цель для компаний

БОЛЬШИНСТВО цифровых решений направлено на снижение операционных расходов отрасли, которые в 2016 году составили приблизительно 2,3 трлн долл. США. Бесспорно, цифровые технологии помогают и будут в дальнейшем помогать снижать операционные расходы отрасли, но при этом существует гораздо более широкая категория в составе чистых основных средств или производственного капитала в размере 3,4 трлн долл. США, которой почти не коснулись существующие цифровые решения⁴². Также необходимо учитывать, что ежегодное увеличение капитальных расходов составляет приблизительно 500 млрд долл. США к указанной значительной сумме⁴³. Даже увеличение капиталотдачи на 1% может привести к существенной экономии в размере до 40 млрд долл. США. Такое увеличение возможно за счет снижения альтернативных издержек в будущем благодаря использованию технологии интеллектуальных роботов, направленной на обеспечение безопасности активов и людей, снижения расходов на замену изношенных добывающих активов благодаря использованию технологии 3D-печати по запросу или продления периода эксплуатации шельфовых активов благодаря регулярно мониторингу их структурной целостности⁴⁴. (Для формирования более целостной картины следует отметить, что в 2016 году предприятия сегментов разведки, разработки месторождений, добычи и нефтесервисные компании по всему миру объявили о совокупном чистом убытке в размере приблизительно 35 млрд долл. США⁴⁵.)

И как только внедрение цифровых технологий позволит оптимизировать операционные и капитальные затраты, нефтегазовые компании смогут обратить вспять тенденцию к понижению показателя дохода на вложенный капитал (ROCE) даже в более неблагоприятных для нефтяных цен условиях.

Нефтегазовая компания может оптимизировать существующую операционную среду и внедрить новые модели капитала в три этапа: начиная с *роботизации* процессов, помимо стандартного использования для наблюдения и проверки, *создания* и производства специальных элементов и механизмов с более продолжительным периодом от начала разработки до выхода на рынок и возможностью индивидуального проектирования, и заканчивая созданием реальной модели материального актива или его *виртуального* клона (цифрового двойника), сочетающего в себе физическую модель и аналитику на основе данных.

Хотя некоторые сценарии уже начинают воплощаться в жизнь, это всего лишь верхушка айсберга. Отрасль стоит на пороге больших перемен в структуре и составе своих материальных активов. В таблице 1 представлен ряд сценариев внедрения цифровых технологий в отрасли в рамках трех этапов. В ней также содержатся дополнительные сведения о конкретных областях или операциях, где можно прогнозировать значительный потенциал для повышения эффективности капитальных вложений.

Бесспорно, цифровые технологии помогают и будут в дальнейшем помогать снижать операционные расходы отрасли, но при этом существует гораздо более широкая категория в составе чистых основных средств или производственного капитала в размере 3,4 трлн долл. США, которой почти не коснулись существующие цифровые решения.

Таблица 1. Примеры цифровизации материальных активов предприятиями отрасли

Этапы	Примеры	Возможности
Роботизация 	<p>РЕШАЕМАЯ ЗАДАЧА: Более сложные, сопряженные с многочисленными рисками, условия эксплуатации на шельфовых месторождениях</p> <p>РЕШЕНИЕ: Роботизация платформ</p> <p>Компания Woodside Petroleum использует когнитивные технологии в сочетании с роботизированной системой NASA, R2C3, одним из трех роботов, разработанных космическим агентством и компанией General Motors, с целью роботизации шельфовых операций. Woodside начнет внедрение цифровых технологий с изучения возможностей роботизированного выполнения операций на основании анализа свыше 300 идей, предложенных персоналом компании, включая операторов, инженеров и рабочих по ремонту и обслуживанию месторождений⁴⁶.</p> <p>«Установка датчиков на роботизированных платформах позволит своевременно выявлять неисправности в работе шельфового оборудования», — заявил Шон Грегори, старший вице-президент и директор по технологиям компании Woodside⁴⁷.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Буровые установки и платформы • Плавающая установка для добычи, хранения и отгрузки • Подводные конструкции
Создание 	<p>РЕШАЕМАЯ ЗАДАЧА: Снижение времени простоя и оптимизация цепочки поставок для отдельных механизмов</p> <p>РЕШЕНИЕ: Лазерное сканирование и 3D-печать</p> <p>Компания BHGE работает над снижением времени простоя и оптимизацией цепочки поставок по приобретению сложных механизмов, в частности импеллеров насосного оборудования. Компания планирует использовать технологию лазерного сканирования каждой части импеллера с целью создания 3D-модели, которая будет выполнять функцию цифровых производственных запасов. Использование модели позволит компании внедрить передовую технологию 3D-печати для изготовления деталей и механизмов под названием «прямое лазерное спекание металлов» (DMLS) для создания импеллеров в течение 10 дней по сравнению с тремя месяцами, необходимыми при использовании традиционных методов⁴⁸.</p> <p>Хотя краткосрочной целью этой инновации является быстрое и точное производство необходимых запасных частей и механизмов, использование цифровых запасов в сочетании с аналитикой позволяет открывать новые перспективы для проектного мышления и оптимизации операционных процессов⁴⁹.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Шельфовый райзер • Газовое сопло • Песочные фильтры • Инструменты для подводного закачивания в пласт • Внутри-скважинное устройство для промывки бурильных труб • Буровые коронки • Короткие перфорированные патрубки • Подвесное устройство для хвостовика
Виртуализация 	<p>РЕШАЕМАЯ ЗАДАЧА: Поддержание структурной целостности долгосрочных шельфовых активов</p> <p>РЕШЕНИЕ: Создание жизнеспособной модели материального актива (цифрового двойника)</p> <p>Совместная реализация межотраслевого проекта Akselos и LICEngineering позволяет корпорации Shell обеспечить структурную целостность своих шельфовых активов за счет объединения структурных имитационных моделей (или цифровых двойников) с данными датчиков, установленных на буровых установках, и аналитикой больших массивов данных в облаке. Данные датчиков, установленных на платформах и содержащих сведения о коррозии, повреждении корпуса, механическом напряжении, скорости ветра и волнении моря, будут отражаться в цифровом двойнике в режиме реального времени с использованием облачных технологий⁵⁰.</p> <p>Благодаря формированию тысяч имитационных моделей в обновленном цифровом двойнике компания не только поможет своим инженерам своевременно принимать необходимые меры по предупреждению и устранению недостатков, но и создавать новые и высокоэффективные структурные прототипы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Буровые установки и платформы • Плавающая установка для добычи, хранения и отгрузки • Корабли и суда • Оборудование для СПГ • Подводное оборудование

Источник: анализ «Делойта»

Deloitte Insights | Deloitte.com/Insights

Очевидно, что это лишь начало длительного процесса. Удастся ли отрасли перейти от экспериментов к внедрению цифровых решений на уровне компании, в частности при наличии обширной базы существующих активов и зависимости от мультивендорных систем контроля, и насколько быстро это происходит? Вместо того чтобы учиться на собственных ошибках, отрасль может взять на вооружение передовой цифровой опыт ведущих капиталоемких отраслей, а также попытаться учесть совершенные ими ошибки и воспользоваться их достижениями.

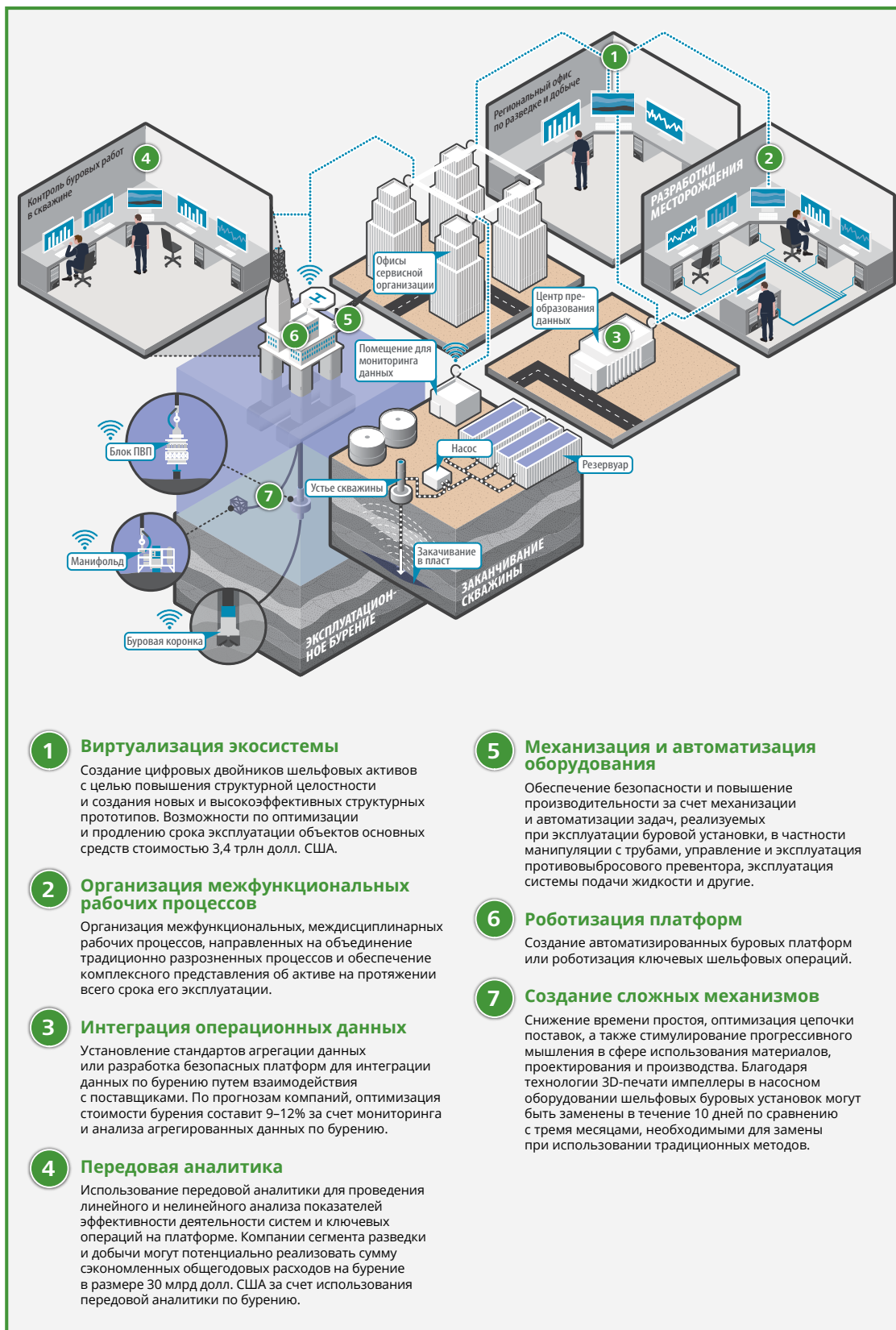
Отрасль возобновляемых источников энергии, в частности энергия ветра, предлагает свой опыт в области внедрения цифровых решений. После применения стандартного подхода на основе активов к созданию, оптимизации и обслуживанию гидротурбины компания GE перешла к использованию метода построения прогнозных имитационных моделей (т. е. цифрового двойника) для каждой гидротурбины на ветроэлектростанции — не обесценивая при этом уникальные требования каждой из них — и добилась максимальной эффективности работы каждой гидротурбины⁵¹.

Отрасль производства, включая автомобилестроение, может предложить множество простых, но в то же время наглядных примеров применения «умных» технологий к устаревшим, но по-прежнему жизнеспособным активам. Например, в 2010 году компания Harley Davidson провела модернизацию сотен единиц производ-

ственного оборудования с установкой датчиков, использовала технологию беспроводной связи для сбора данных, а также внедрила систему программного обеспечения для контроля за своевременным обнаружением ранних признаков механических неисправностей. В отличие от прочих цифровых решений, число проектов по комплексной модернизации и оснащению датчиками производственного оборудования растет вместе со снижением расходов на установку датчиков. Теперь осталось только решить, какие датчики устанавливать и для чего⁵².

Аэрокосмическая и оборонная промышленность продолжают предлагать передовые решения в области интеграции человеческих ресурсов, процессов, инструментов, материалов, сред и данных с цифровыми двойниками. Корпорация Lockheed Martin использует в своей деятельности цифровые продукты, производственные процессы и информацию в сочетании с технологией цифровых двойников. Используя цифровые технологии следующего поколения, компания создает цифрового двойника для каждого продукта путем интеграции всех четырех составляющих экосистемы, включая проектирование, производство, тестирование и проверку, а также выпуск, за счет использования языка управления общими данными и архитектуры открытых систем⁵³. (На рис. 5 представлены ключевые цифровые решения, помогающие компаниям провести трансформацию своих основных операций.)

Рис. 5. Решения в области цифровой трансформации для установки оборудования для шельфового бурения



- 1 Виртуализация экосистемы**
 Создание цифровых двойников шельфовых активов с целью повышения структурной целостности и создания новых и высокоэффективных структурных прототипов. Возможности по оптимизации и продлению срока эксплуатации объектов основных средств стоимостью 3,4 трлн долл. США.
- 2 Организация межфункциональных рабочих процессов**
 Организация межфункциональных, междисциплинарных рабочих процессов, направленных на объединение традиционно разрозненных процессов и обеспечение комплексного представления об активе на протяжении всего срока его эксплуатации.
- 3 Интеграция операционных данных**
 Установление стандартов агрегации данных или разработка безопасных платформ для интеграции данных по бурению путем взаимодействия с поставщиками. По прогнозам компаний, оптимизация стоимости бурения составит 9–12% за счет мониторинга и анализа агрегированных данных по бурению.
- 4 Передовая аналитика**
 Использование передовой аналитики для проведения линейного и нелинейного анализа показателей эффективности деятельности систем и ключевых операций на платформе. Компании сегмента разведки и добычи могут потенциально реализовать сумму сэкономленных общегодовых расходов на бурение в размере 30 млрд долл. США за счет использования передовой аналитики по бурению.
- 5 Механизация и автоматизация оборудования**
 Обеспечение безопасности и повышение производительности за счет механизации и автоматизации задач, реализуемых при эксплуатации буровой установки, в частности манипуляции с трубами, управление и эксплуатация противовыбросового превентора, эксплуатация системы подачи жидкости и другие.
- 6 Роботизация платформ**
 Создание автоматизированных буровых платформ или роботизация ключевых шельфовых операций.
- 7 Создание сложных механизмов**
 Снижение времени простоя, оптимизация цепочки поставок, а также стимулирование прогрессивного мышления в сфере использования материалов, проектирования и производства. Благодаря технологии 3D-печати импеллеры в насосном оборудовании шельфовых буровых установок могут быть заменены в течение 10 дней по сравнению с тремя месяцами, необходимыми для замены при использовании традиционных методов.

Источник: анализ «Делойта»

Deloitte Insights | [Deloitte.com/insights](https://deloitte.com/insights)

Эффективное использование цифровых технологий

ПО МЕРЕ завершения первого цикла цифровой трансформации на уровне актива или операции компаниям следует рассмотреть возможность механизации и дополнения уже существующих и действующих активов с целью расширения их охвата цифровыми технологиями на уровне организации и, в конечном итоге, на уровне экосистемы. Каждый завершённый цикл может открыть для компании доступ к новым операционным и бизнес-моделям, а также моделям капитала.

Что может заставить это цифровое колесо двигаться в нужном темпе и в правильном направлении? Только лишь внедрения цифровых технологий будет недостаточно. Для того чтобы оставаться на плаву в эпоху цифровой революции, компания, занятая в сфере разведки и добычи нефти и газа, должна понимать и учитывать в своей деятельности нижеследующие аспекты цифровой трансформации.

- **Продвижение междисциплинарных общекорпоративных рабочих процессов:** демократизация информации внутри организации путем инвестирования в использование безопасных интегрированных платформ и трансформации структуры новых групп геофизиков и аналитиков данных.
- **Обеспечение стандартизации процессов и систем в рамках поддержания конкурентоспособности:** объединение поставщиков, партнеров и провайдеров цифровых технологий с целью разработки доступных технологических решений в областях с высоким потенциалом создания выгод и минимальным конкурентным преимуществом.

- **Внедрение системных изменений в структуре трудовых ресурсов и развитие культуры цифровых технологий:** проведение ребрендинга отрасли с акцентом на привлечение ценных специалистов в области цифровых технологий и кардинальное изменение мировоззрения сотрудников и руководства компании, направленное на ускорение процесса формирования прогрессивной цифровой культуры⁵⁴.
- **Поддержание взаимодействия между цифровыми и существующими технологиями:** избежание частичной оптимизации инвестиций в цифровые технологии за счет отмены или отсрочки модернизации существующих активов, структур и процесса принятия решений.
- **Переход от экспериментов к успешному внедрению:** анализ деятельности отраслей, успешно применяющих цифровые технологии на практике, использование их опыта по определению масштаба решений, интеграции систем и изменению действующих бизнес-моделей.
- **Более пристальное внимание к цифровой стратегии:** поддержание приверженности руководства компании цифровой стратегии путем четкого определения долгосрочной стратегии и преимуществ от внедрения цифровых технологий, которые не должны ограничиваться только лишь снижением операционных расходов — около 30% организаций с высоким уровнем цифровой зрелости устанавливают горизонт планирования продолжительностью не менее пяти лет⁵⁵.

Пришло время действовать. В настоящее время цифровая трансформация практически стала нормой, и нефтегазодобывающим компаниям стоит воспользоваться случаем, усилив эффект от проведения цифровой трансформации, особенно в нынешних нестабильных экономических условиях, требующих внедрения обновленных операционных моделей и моделей капитала. А использование подробной дорожной карты позволит сделать этот путь не таким утомительным.

Приложение

КАЖДАЯ операция сегмента разведки и добычи отображается в нашей модели цифровой трансформации деятельности на основании проведенных обширных исследований технологических процессов и анализа новейших решений и технологий, предлагаемых крупными компаниями по обслуживанию месторождений, автоматизации процессов, а также разработке и продаже программного обеспечения. Более того, перечень цифровых технологий, рекомендуемых к внедрению в ближайшей перспективе, определен нами с учетом актуальных бизнес-целей, стоя-

щих перед большинством компаний. Эти бизнес-цели были определены на основании детального изучения последней отчетности, представленной в Комиссию по ценным бумагам и биржам США, а также информации о различных международных и американских компаниях из публичных источников. Кроме этого, мы упорядочили данные цели в соответствии с этапами модели цифровой трансформации (см. табл. 2), проведя анализ новых технологичных решений в сегменте разведки и добычи, внедрение которых планируется или осуществляется в настоящее время.

Таблица 2. Описание этапов и технологий, лежащих в основе модели цифровой трансформации деятельности

Связь		Технологии
Вещь-цифра	<p>Механизация: автоматизация рабочих процессов посредством использования электротехнических, гидравлических, пневматических и других устройств</p> <p>Установка датчиков для сбора и анализа данных: выявление событий или изменений в среде и направление информации на соответствующие электронные устройства, как правило процессор вычислительной машины</p> <p>Передача: передача цифровых или аналоговых данных посредством канала связи в различные информационные сети, системы и устройства</p>	<p>Электромоторы, насосное оборудование, трубопроводная арматура, гидроприводы, валы и инструменты с механическим приводом</p> <p>Датчики, программируемые логические контроллеры, «умные» электронные устройства и исполнительные механизмы</p> <p>Роутеры, пульта дистанционного управления, хабы и сетевые коммутаторы</p>
Цифра	<p>Интеграция: стандартизация, агрегация и интеграция технологий и данных</p> <p>Анализ: обработка и анализ больших массивов данных, позволяющий получить представление и сделать выводы об эффективности деятельности</p> <p>Визуализация: расширенное представление информации, способствующее повышению эффективности ее интерпретации и использования, а также повышению мобильности сотрудников</p> <p>Дополнение: автоматизация процесса принятия решений за счет использования «умных» технических средств, позволяющих прогнозировать и определять наиболее эффективные операционные стратегии</p>	<p>Облачные вычисления, серверы, протоколы и стандарты данных</p> <p>Высокопроизводительные компьютерные системы, потоковая аналитика и прочие аналитические инструменты и программное обеспечение</p> <p>Портативные устройства, интерфейсы и решения для обеспечения мобильности</p> <p>Искусственный интеллект, Интернет вещей, когнитивные технологии, машинное и углубленное обучение</p>
Цифра-вещь	<p>Роботизация: автономное взаимодействие с реальным миром благодаря использованию «умного» оборудования и роботов</p> <p>Создание: использование 3D-моделей данных для послойной печати или производства оборудования, позволяющих обеспечить быстрое прототипирование и индивидуализированное производство</p> <p>Виртуализация: цифровое копирование материальных активов, процессов и систем</p>	<p>Роботы, дроны и автоматизированные средства</p> <p>3D-принтеры, аддитивное производство и передовые материалы</p> <p>Цифровой двойник, цифровая цепочка</p>

Источник: анализ «Делойта»

Deloitte Insights | [Deloitte.com/Insights](https://deloitte.com/insights)

ПРИМЕЧАНИЯ

1. S&P Capital IQ и анализ «Делойта».
2. Там же.
3. Добыча нефти из новых скважин на одну буровую установку стабилизировалась на месторождении Eagle Ford на уровне 1 400 баррелей в сутки и фактически снизилась на месторождении Permian до менее чем 600 баррелей в сутки. Аналогичным образом в мировой добывающей отрасли наблюдаются признаки стабилизации уровня производственных расходов на баррель нефтяного эквивалента в начале 2017 года (источник: Управление энергетической информации США (EIA), Drilling productivity report, дата просмотра — 14 августа 2017 года).
4. Michael Mullany, “8 lessons from 20 years of hype cycles,” LinkedIn, 7 декабря 2016 года.
5. Jim Montague, “Bright oil and gas future will rely on innovation, efficiency,” Control Global, 16 марта 2017 года.
6. Adam Mussomeli, Doug Gish, Stephen Laaper, The rise of the digital supply network, Deloitte University Press, 1 декабря 2016 года.
7. Цифровой двойник представляет собой динамическую цифровую модель промышленного актива, которое позволяет компаниям лучше понимать и прогнозировать производительность своего оборудования, находить новые источники доходов, а также изменять способы ведения деятельности. Цифровая цепочка представляет собой систему коммуникации, объединяющую традиционно разрозненные элементы в рамках производственного процесса и обеспечивающую комплексное представление об активе на протяжении всего производственного цикла (источник: GE, анализ «Делойта»).
8. Anshu Mittal, Andrew Slaughter, Paul Zonneveld, Protecting the connected barrels, Deloitte University Press, 26 июня 2017 года.
9. ExxonMobil, “Seismic imaging overview,” дата просмотра — 31 августа 2017 года.
10. Dynamic Graphics, “Dynamic visual analytics,” дата просмотра — 31 августа 2017 года.
11. Lynda Harrison, “SAGD reservoir simulation gets a boost from virtual and augmented reality at the University of Calgary,” JWN Energy, 25 августа 2016 года.
12. Devon Energy Corp., “Q3 2016 earnings call,” 2 ноября 2016 года.
13. Rystad Energy, UCube database, дата просмотра — 4 августа 2017 года.
14. Там же.
15. Derrick Petroleum Services, “Global M&A database,” дата просмотра — 4 августа 2017 года.
16. Rocky Roden, Ching Wen Chen, “Interpretation of DHI characteristics with machine learning,” Geophysical Insights, май 2017 года.
17. Jonathan Henderson, “Cognitive interpretation,” GEOExPro, 2015; GeoTeric, “Prospect investigation and de-risking using cognitive interpretation workflows, offshore equatorial guinea,” 2017 год.
18. E&P, “Shale technology showcase: Reservoir characterization helps unlock shale reserves,” 5 июля 2017 года.
19. Anya Litvak, “Shale companies turn to machines to crunch their drilling data,” Pittsburgh Post-Gazette, 1 марта 2016 года.
20. Spears & Associates Inc., “Oilfield market report,” 1 апреля 2016 года; Andrew Slaughter, Gregory Bean, Anshu Mittal, “Connected barrels: Transforming oil and gas strategies with the Internet of Things”, Deloitte University Press, 14 августа 2015 года.
21. Drilling Contractor, “Apache deploys data aggregation technology to enable data-driven decisions, reduce drilling costs,” 22 мая 2017 года.

22. Rystad Energy, NASWellCube database, дата просмотра — 4 августа 2017 года.
23. Управление по энергетической информации США (EIA), Drilling productivity report; Rystad; анализ «Делойта».
24. Linda Hsieh and Kelli Ainsworth, "Schlumberger Rig of the Future aims to optimize, integrate drilling subsystems to provide open and scalable well construction platform," Drilling Contractor, 1 января 2017 года.
25. Standards Leadership Council.
26. Drilling Contractor, "Apache deploys data aggregation technology to enable data-driven decisions, reduce drilling costs."
27. Показатель расчетной величины получен с учетом экономии в размере 10 и 20% от стоимости бурения береговой скважины в размере 190 млрд долл. США и стоимости бурения морской скважины в размере 50 млрд долл. США соответственно (источник: Rystad; анализ «Делойта»).
28. Rystad Energy, UCube Database, дата просмотра — 4 августа 2017 года; регистрационные документы компании; анализ «Делойта».
29. ResearchGate, "Application of artificial intelligence methods in drilling system design and operations: A review of the state of the art," май 2015 года.
30. Offshore Technology, "GE & Noble look to the digital rig to cut expenditure," дата просмотра — 31 августа 2017 года; Bruce Beaubouef, "Industry continues to advance digitization," Offshore Magazine, 5 августа 2017 года.
31. Linda Hsieh, Kelli Ainsworth, "Schlumberger Rig of the Future aims to optimize, integrate drilling subsystems to provide open and scalable well construction platform."
32. Elaine Maslin, Audrey Leon, "The digital revolution is now," OE Digital, 1 июня 2017 года.
33. Rystad Energy, UCube Database, дата просмотра — 4 августа 2017 года.
34. Помимо использования стандартных методов, компания может обеспечить безопасность существующих операционных систем за счет внедрения комплексной программы управления исправлениями с применением подхода, основанного на оценке рисков. (Mittal, Slaughter, Zonneveld, Protecting the connected barrels.)
35. Beth Stackpole, "IoT for oil and gas industry: Updating a decades-old process," IOT Agenda, дата просмотра — 31 августа 2017 года.
36. ConocoPhillips, "Goldman Sachs Energy Conference," 5 января 2017 года.
37. Ambyint, "Production challenges," дата просмотра — 31 августа 2017 года.
38. Ian Jones, Analytical Assist: Lean times for the oil and gas industry call for analytical insights, SAS, дата просмотра — 31 августа 2017 года.
39. Nick James, Ramana Palisetti, Remigio Stanislao Silva Sifontes, Taking artificial lift to the next level, Schlumberger, 6 января 2017 года; Schlumberger, Case study: Schlumberger tackles ESP challenges in Kazakhstan, 6 января 2017 года.
40. Ian Brown, Trevor Stoddard, Enhancing production efficiency through model-based predictive analytics, E&P, 1 сентября 2016 года.
41. Rystad Energy, UCube Database, дата просмотра — 18 августа 2017 года.
42. S&P Capital IQ и анализ «Делойта».
43. Rystad Energy, UCube Database.
44. Анализ «Делойта».

45. S&P Capital IQ и анализ «Делойта».
46. Woodside, "NASA Robonaut to touch down at Woodside," 2 февраля 2017 года.
47. Paul Garvey, "NASA Robonaut rick logs on for work at Woodside," Australian, 17 июня 2017 года.
48. GE, "GE Oil & Gas starts strong in 2017 with innovative digital customer agreements," 31 января 2017 года.
49. Mark Egan, Better watch out! This Italian 3D printing workshop is taking a leaf from Saint Nicholas, GE, 9 марта 2017 года.
50. OE Digital, "Shell joins digital twin JIP," 19 июля 2017 года.
51. GE, "GE's digital wind farm," дата просмотра — 31 августа 2017 года.
52. Mary Catherine O'Connor, "Bringing smart technology to old factories can be industrial-size challenge," Wall Street Journal, 7 июня 2016 года.
53. Lockheed Martin, The product digiverse: Looking at the future of digital environment, дата просмотра — 31 августа 2017 года.
54. Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, Natasha Buckley, "Achieving digital maturity," MIT Sloan и Deloitte University Press, 13 июля 2017 года.
55. Там же.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность **Джону Инглану** (вице-президент и руководитель Группы по оказанию услуг предприятиям добывающей промышленности и энергетики, «Делойт ЛЛП», США), **Дэймону Ваккаро** (директор, «Делойт Консалтинг ЛЛП»), Рэйчел Гойдан (управляющий директор, «Делойт Консалтинг ЛЛП»), **Джеффри Кэнну** (директор, «Делойт Туш Томацу Лимитед»), **Тимоти Арчеру** (старший партнер, «Делойт ЛЛП») и **Эмме Сэндфорд** (директор, «Делойт ЛЛП») за оказанную поддержку и содействие в процессе подготовки данной публикации.

Выражаем особую благодарность **Риту Мариам Томас** (помощник менеджера, «Делойт Саппорт Сервисис Индия Пвт. Лтд.»), **Джоанне Ламбеас** (менеджер, «Делойт Туш Томацу Лимитед»), **Джоани Пирсон** (менеджер, «Делойт Сервисис ЛП»), **Вамси Кришна** (старший аналитик, «Делойт Саппорт Сервисис Индия Пвт. Лтд.»), **Венкатеш Гангаварапу** (аналитик, «Делойт Саппорт Сервисис Индия Пвт. Лтд.»), **Лорель МакКонн** (менеджер, «Делойт Сервисис ЛП») и **Алок Нукрай Пепакаяла** (старший аналитик, «Делойт Саппорт Сервисис Индия Пвт. Лтд.») за вклад в редактирование, дизайнерскую обработку и выпуск данной публикации.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Антон Боутс

Руководитель Международной группы по предоставлению услуг предприятиям нефтегазовой отрасли «Делойт Туш Томацу Лимитед»
+27 11 806 5197
abotes@deloitte.co.za

Джон Ингланд

Руководитель Группы по предоставлению услуг предприятиям нефтегазовой отрасли в регионе Северная и Южная Америка, «Делойт», США
+1 713 982 2556
jengland@deloitte.com

Раджив Чопра

Руководитель Международной группы по оказанию услуг предприятиям добывающей промышленности и энергетики, «Делойт Туш Томацу Лимитед»
+44 20 7007 2933
rchopra@deloitte.co.uk

Северная и Южная Америка

Марк Уолш

Руководитель Департамента консалтинга по оказанию услуг предприятиям добывающей промышленности и энергетики «Делойт», США
+1 617 437 3069
marwalsh@deloitte.com

Коулман Роуланд

Партнер-консультант по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», США
+1 713 982 2948
corowland@deloitte.com

Эми Винзор

Руководитель Департамента консалтинга по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», США
+1 303 312 4156
awinsor@deloitte.com

Дэймон Ваккаро

Директор Департамента консалтинга по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», США
+1 703 251 3784
dvaccaro@deloitte.com

Рикардо Руис

Руководитель Группы по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли в странах — членах Организации стран Латинской Америки (LATCO)
+54 11 3202700
riruiz@deloitte.com

Курт Мортенсон

Руководитель Департамента консалтинга по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», Мексика
+1 713 982 2034
cmortenson@deloitte.com

Эдуардо Таварес Раффаини

Руководитель Департамента консалтинга по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», Бразилия
+55 21 3981 0538
eraffaini@deloitte.com

Эндрю Боттерилл

Руководитель Группы по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», Канада
+14 036 483 239
abotterill@deloitte.ca

Эндрю Сворт

Партнер департамента консалтинга по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», Канада
+14 168 132 335
aswart@deloitte.ca

Роуланд Лэйбун

Партнер Департамента консалтинга по оказанию услуг предприятиям нефтегазовой отрасли, «Делойт», Канада
+15 872 933 217
rlabuhn@deloitte.ca

Азиатско-тихоокеанский регион

Марк Эдмундс

Руководитель направления
по предоставлению услуг
предприятиям нефтегазовой отрасли
в Азиатско-тихоокеанском регионе
+1 415 783 5154
medmunds@deloitte.com

Рик Карр

Руководитель Департамента консалтинга
региона ЮВА, руководитель Группы
по оказанию услуг предприятиям
нефтегазовой отрасли, «Делойт», Сингапур
+65 62327138
rickcarr@deloitte.com

Бернадетт Куллинан

Руководитель Группы по оказанию
услуг предприятиям нефтегазовой
отрасли, «Делойт», Австралия
+61 08 9365 7137
bernadettecullinane@deloitte.com.au

Майк Линн

Руководитель Департамента консалтинга,
руководитель Группы по оказанию
услуг предприятиям нефтегазовой
отрасли, «Делойт», Австралия
+61 08 9365 7125
mlynn@deloitte.com.au

Наохиро Инагаки

Руководитель Группы по оказанию
услуг предприятиям нефтегазовой
отрасли, «Делойт», Япония
+819 065 302 715
naohiro.inagaki@tohmatsumatsu.co.jp

Кристофер Роберж

Руководитель Группы по оказанию
услуг предприятиям нефтегазовой
отрасли, «Делойт», Китай
+852 2852 5627
chrisroberge@deloitte.com

Ближний Восток

Салям Авауда

Руководитель Группы по оказанию услуг
предприятиям нефтегазовой отрасли
«Делойт», Ближний Восток
+97156 7507530
salawawdeh@deloitte.com

Европа, Ближний Восток и Африка

Тим Арчер

«Делойт», Великобритания
+44 20 7303 4484
tarcher@deloitte.co.uk

Пиюш Мистри

«Делойт», Великобритания
+44 121 695 5181
pmistry@deloitte.co.uk

Свен Эрик Эдал

«Делойт», Норвегия
+47 55 21 82 25
svedal@deloitte.no

Барт Корнелиссен

Руководитель Департамента консалтинга
региона ЕБВА, руководитель Группы
по оказанию услуг предприятиям
нефтегазовой отрасли, «Делойт», Нидерланды
+31 882 883 290
bcornelissen@deloitte.nl

Вероник Лоран

Руководитель Группы по оказанию услуг
предприятиям нефтегазовой отрасли,
«Делойт», Франция
+33 1 55 61 61 09
vlaurent@deloitte.fr

Эндрю Лейн

Руководитель Группы по оказанию услуг
предприятиям нефтегазовой отрасли,
«Делойт», Африка
+27 11 517 4221
alane@deloitte.co.za

СНГ

Геннадий Камышников

Руководитель группы
по предоставлению услуг
предприятиям энергетики
и добывающей промышленности
«Делойт», СНГ
+7 (495) 787 06 00
gkamyshnikov@deloitte.ru

Камилла Жалилова

Менеджер по развитию бизнеса
Энергетика и добывающая
промышленность
«Делойт», СНГ
+7 (495) 787 06 00
kzhalilova@deloitte.ru

Илья Этко

Партнер по цифровому бизнесу
и инновациям
«Делойт», СНГ
+7 (495) 787 06 00
ietko@deloitte.ru
+7 (495) 787 06 00

Рафаил Мифтахов

Директор группы
технологической интеграции
«Делойт», СНГ
+7 (495) 787 06 00
rmiftakhov@deloitte.ru

About the Center for Energy Solutions

The Deloitte Center for Energy Solutions (the “center”) provides a forum for innovation, thought leadership, groundbreaking research, and industry collaboration to help companies solve the most complex energy challenges.

Through the center, Deloitte’s Energy & Resources group leads the debate on critical topics on the minds of executives—from the impact of legislative and regulatory policy, to operational efficiency, to sustainable and profitable growth. We provide comprehensive solutions through a global network of specialists and thought leaders.

With locations in Houston and Washington, DC, the center offers interaction through seminars, roundtables, and other forms of engagement, where established and growing companies can come together to learn, discuss, and debate.

www.deloitte.com/us/energysolutions

Deloitte.

Insights

Sign up for Deloitte Insights updates at www.deloitte.com/insights.



Follow @DeloitteInsight

Contributors

Editorial: Rithu Thomas, Abrar Khan, and Nikita Garia

Creative: Sonya Vasilieff, Anoop R, Tushar Barman

Promotion: Devon Mychal

Artwork: Livia Cives

About Deloitte Insights

Deloitte Insights publishes original articles, reports and periodicals that provide insights for businesses, the public sector and NGOs. Our goal is to draw upon research and experience from throughout our professional services organization, and that of coauthors in academia and business, to advance the conversation on a broad spectrum of topics of interest to executives and government leaders.

Deloitte Insights is an imprint of Deloitte Development LLC.

About this publication

This publication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or its and their affiliates are, by means of this publication, rendering accounting, business, financial, investment, legal, tax, or other professional advice or services. This publication is not a substitute for such professional advice or services, nor should it be used as a basis for any decision or action that may affect your finances or your business. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser.

None of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or its and their respective affiliates shall be responsible for any loss whatsoever sustained by any person who relies on this publication.

About Deloitte

Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee ("DTTL"), its network of member firms, and their related entities. DTTL and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL (also referred to as "Deloitte Global") does not provide services to clients. In the United States, Deloitte refers to one or more of the US member firms of DTTL, their related entities that operate using the "Deloitte" name in the United States and their respective affiliates. Certain services may not be available to attest clients under the rules and regulations of public accounting. Please see www.deloitte.com/about to learn more about our global network of member firms.

Copyright © 2017 Deloitte Development LLC. All rights reserved.
Member of Deloitte Touche Tohmatsu Limited