

УДК 338.1:553

Воробьев Александр Егорович

доктор технических наук,
профессор, проректор по научной деятельности
и инновациям,
Атырауский университет нефти и газа,
060027, г. Атырау, ул. Баймуханова, 45
e-mail: fogel_al@mail.ru

Тчаро Хоноре

аспирант, ведущий специалист
по реализации международных научных проектов,
Атырауский университет нефти и газа
e-mail: honoretcharo@mail.ru

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ
КАЗАХСТАНА***Аннотация:*

В сложном рыночном контексте, особенно ограниченном периодами снижения цен на нефть и газ и сокращением инвестиций в нефтегазовую отрасль, инновации представляют собой мощный рычаг для повышения операционной эффективности и прежде всего для снижения стоимости инвестиционных проектов на несколько млрд. долларов. Нефтегазовая отрасль сталкивается с различными технологическими трудностями: проблемами, связанными с трудноизвлекаемыми запасами нефти и газов, снижением коэффициента извлечения нефти (КИН), заводнением скважин, проблемами безопасности персонала и т.д. Поэтому цифровизация решит много вопросов, в особенности тех, которые до сих пор мало изучены. К тому же в настоящее время информационное, экономическое и социально-политическое развитие общества напрямую связано с культурой цифровых технологий. Во многих странах, в том числе и в Казахстане, стремление к технологическому и структурному реформированию подталкивает государство к принятию ряда решений по отношению к применению цифровой технологии в различных сферах деятельности народа. В частности, разработанная программа «Цифровой Казахстан» позволяет обеспечить благоприятные условия ведения работы в нефтегазовом секторе. Нефтегазовая отрасль Казахстана является ключевым сектором в его национальной экономике, и увеличение производительности нефтегазовых месторождений за счет применения цифровой технологии позволит увеличить конкурентоспособность Казахстана в мировой экономике. В ближайшем будущем появятся месторождения, которые контролируют себя сами и управляются виртуальными группами экспертов, расположенными в разных странах мира. Именно на это направлена концепция цифровизации. Описаны преимущества использования цифровой технологии в нефтегазовом деле и ее благоприятное воздействие на развитие Казахстана.

Ключевые слова: цифровизация, нефтегазовое дело, программа развития, экономика, умные технологии, устройства, мобильные работники

DOI: 10.25635/2313-1586.2018.01.066

Vorobiev Alexander E.

Doctor of Engineering, Professor,
Vice-Rector for Research Activities
and Innovations,
Atyrau University of Oil and Gas,
060027, Atyrau, Baymukhanova, 45
e-mail: fogel_al@mail.ru

Tcharo Honore

Postgraduate, Leading Specialist for the execution
of international scientific projects,
Atyrau University of Oil and Gas,
e-mail: honoretcharo@mail.ru

**DIGITALIZATION OF THE OIL INDUSTRY
OF KAZAKHSTAN***Abstract*

In a complex market context, especially the one limited by the periods when oil and gas prices are being reduced and the investments in the oil and gas industry are decreasing, innovations represent a powerful tool for improving operational efficiency and, above all, for reducing the cost of investment projects by several billion dollars. The oil and gas industry faces various technological difficulties: problems connected with hard-to-extract oil and gas deposits, with reduction of oil extraction index (OEI), well flooding, personnel safety problems, etc. So digitalization will solve many issues, especially those that have not been yet studied properly. Moreover, informational, economical and socio-political development of society nowadays is directly related to the culture of digital technology. In many countries, including Kazakhstan, the objective need for technological and structural reforms stimulate the governments to take some decisions with regard to the use of digital technology in various spheres of people's activity. In particular, the developed "Digital Kazakhstan" program allows to provide favorable working conditions in the oil and gas sector. The oil and gas industry in Kazakhstan is a key sector in its national economy and the increase in productivity of oil and gas deposits by means of using digital technology will increase the competitiveness of Kazakhstan in the global economy. In the near future, there will be self-controlled deposits managed by virtual groups of experts located in different countries of the world. This is what the digitalization concept is aiming at. This article describes the advantages of using digital technologies in the oil and gas business and its beneficial influence on the development of Kazakhstan.

Keywords: digitalization, oil and gas business, development program, economy, smart technologies, devices, mobile workers

В современном мире цифровые технологии играют все более важную роль в развитии национальной экономики стран. Они дали ряд преимуществ: упрощение доступа населения и бизнеса к государственным услугам, ускорение обмена информацией, появление новых возможностей для ведения бизнеса, создание новых цифровых технологий, продуктов и т. д.

Основная цель государственной программы «Цифровой Казахстан» – это прогрессивное развитие национальной цифровой экосистемы для достижения устойчивого экономического роста, повышения конкурентоспособности экономики и нации, а также улучшения качества жизни населения.

Создание цифровых нефтегазовых инноваций и технологий в основном связано с идеологией Hi-Tech. Экосистема цифровой нефтегазовой экономики основывается на цифровом сборе и трансмиссии геопромысловых данных, закодированных в дискретные сигнальные импульсы. Цифровизация сбора и передачи геопромысловых данных будет являться ключевым фактором развития цифрового нефтегазового производства [6].

Аналитики компании *PWC* выделяют следующие ключевые элементы цифрового месторождения [6]:

- Сенсорные устройства.
- Интегрированный центр оперативного управления (ИЦОУ).
- Дроны для наблюдения.
- Запрос на оказание нефтесервисных услуг (НСУ) в режиме реального времени.
- Анализ данных в режиме реального времени.
- Интеллектуальные устройства.
- 3D-принтеры и дроны для доставки.

С помощью сенсорных устройств на буровых установках, скважинах и установках системы сбора и подготовки планируется проводить обнаружение аномальных изменений температуры, давления и расхода [6].

Инженер центра интегрированных операций (ЦИО) при получении предупредительного сигнала начинает проводить диагностическое исследование с использованием интерактивной или виртуальной трехмерной модели производства. Воздушные дроны проводят обследование морской буровой установки, поверхностных систем сбора, подготовки и транспорта товарной продукции и в режиме реального времени передают снимки и видеоматериалы в ЦИО [6].

Инженеры ЦИО определяют потребность в конкретных услугах и создают запрос для поставщиков нефтегазовых сервисных услуг. Наиболее выгодное предложение принимается в режиме реального времени [6].

Проведение в прогнозных целях предикативного анализа полученных данных наблюдений позволяет установить потребность в горно-технических мероприятиях, техническом обслуживании и ремонтных работах [6].

В рамках интегрированной цепочки поставок осуществляется заказ запасных частей. Мобильные рабочие и инженеры получают предупредительные сигналы и детальную информацию о неполадках на свои интеллектуальные часы или мобильные устройства, после чего начинают подготовку к проведению производственных или сервисных работ с помощью переносного мини 3D-принтера, мобильный оператор в режиме реального времени осуществляет печать запасной детали или инструмента, требуемых для решения возникшей технической проблемы [6].

Коптеры осуществляют доставку запасных частей со склада на скважины, установки системы сбора, подготовки и транспорта товарной продукции [6].

Рабочие на нефтегазовых промыслах иногда добираются до скважины или оборудования несколько часов [6]. С цифровым мобильным оператором они будут иметь прямой доступ к рекомендациям экспертов, онлайн информациям и возможность напечатать на 3D-принтере небольшие детали на месте.

Технологии искусственного интеллекта включают в себя [6]:

- инженерии знаний (knowledge engineering);
- распознавание речи;
- принятие решений;
- перевод с одного языка на другой;
- робототехнику;
- машинное обучение;
- анализ изображений;
- обработку и генерацию естественного языка (NLP и NGP);
- сенсорное восприятие (sensory perception) и др.

Аналитики *Gartner* ставят технологии искусственного интеллекта на первое место в десятке стратегических технологий 2017 г. По их определению методы искусственного интеллекта нацелены на создание технологий, которые способны учиться, предсказывать, адаптироваться и предпринимать определенные действия с минимальным участием человека [6]. Технологии искусственного интеллекта находят применение в цифровых скважинах и месторождениях, подводных и воздушных дронах, подводных заводах и добычных комплексах, малолюдных и безлюдных технологиях добычи газа в арктических широтах. Работа с системами искусственного интеллекта на месторождениях газа требует новых знаний и умений и будет стимулировать появление новых рабочих специальностей.

Одним из наиболее приоритетных направлений развития нефтегазовых компаний на ближайшие годы является создание нефтегазовых платформ промышленного интернета *Industrial Petroleum om Things (IPoT)* с их многочисленными компонентами, такими как сенсоры, актуаторы, интегрированность, аналитика в реальном времени, управляемыми сервисными услугами [6]. По данным *Gartner*, установленная база подключенных устройств вырастет с 6,5 млрд. в 2016 г. до 20 млрд. к 2020 г.

Нефтегазовые компании, своевременно разработавшие собственные нефтегазовые платформы промышленного интернета, окажутся в лучшем положении за счет низких удельных затрат на производство нефти и газа, предикативной аналитики и интеграции всей производственной цепочки на новом инструментальном и информационно-коммуникационном уровне [6].

Виртуальная реальность *virtual reality (VR)* или виртуализация газового производства – это интегрированная система производства, имеющая своей целью наиболее полную загрузку мощностей всей производственной цепочки по подготовке товарной продукции [6].

В интегрированной системе добычи нефти, газа и конденсата особую роль играет призабойная (околоскважинная) зона пласта [6]. От оценки адекватности ее отображения зависит эффективность всей системы разработки залежи, особенно в период падающей добычи. Создание адекватных образов околоскважинных зон позволит повысить достоверность используемых геолого-гидродинамических моделей и существенно снизить издержки из-за принятия ошибочных решений по выбору технологий геолого-технических мероприятий для поддержания рентабельных дебитов в период падения добычи [6].

Особенно важно, что интегрированная система нацелена на исключение простоев, невыполнение технологических режимов работы оборудования и скважин, максимизацию коэффициентов эксплуатации элементов производственной цепочки [6].

Создается несколько виртуальных образов нефтегазовой производственной цепочки (в зависимости от установленных высокопроизводительных комплексов их количество может достигать нескольких тысяч), которые также успешно работают параллельно с реальной производственной системой [6].

По прогнозам *IDC*, в 2017 г. 30 % компаний *Global-2000* начнут экспериментиро-

вать с дополненной и виртуальной реальностью, а к 2019 г. 25 % компаний будут использовать модели, моделирование и 3D виртуальную реальность для оптимизации портфеля активов и снижения рисков [6].

Современные технологии, опирающиеся на томографические исследования, позволяют создать цифровые образы микростроения порового пространства пласта коллектора с учетом таких важных факторов, как смачиваемость и проточность отдельных пор [6]. Их использование весьма перспективно для модернизации интегрированных систем проектирования и анализа разработки.

Цифровые технологии позволяют оперативно в режиме реального времени оценивать эффективность различных способов воздействия на пласт, при этом существует возможность проведения сопоставительного анализа полученных результатов между собой и с базовыми вариантами [6]. Цифровые образы ядра позволяют учитывать микроспецифичности пласта без проведения дорогостоящих, трудоемких и длительных экспериментов по поиску оптимальных технологических решений.

Коэффициент производительности труда увеличивается до 70 % за декаду и способствует высвобождению трудовых ресурсов [6]. Для трудовых ресурсов, которые высвобождаются при цифровой модернизации нефтегазовых компаний необходимо создание целостной системы основных образовательных программ для новых специальностей и обеспечение их перепрофилирования с применением онлайн курсов (или массовых открытых образовательных курсов (MOOC)).

К перечню новых специальностей цифровой нефтегазовой экономики следует отнести [6] мобильных операторов, операторов скважинных тракторов, операторов подводных добычных комплексов, операторов воздушных коптеров и дронов, операторов подводных дронов, диспетчеров интегрированных операций. Особенно быстро растет спрос на специалистов в области аналитики больших геоданных и методов искусственного интеллекта.

На 01.01.2015 количество умных месторождений первого поколения (включая месторождения, на которых был частично внедрен ряд элементов умных технологий) в мире достигло 240, а количество умных месторождений второго поколения – 2 [4].



Рис. 1 – Умный нефтегазовый комплекс [4]

Революционные изменения в мировой нефтегазовой отрасли привели к созданию 110 центров управления поиском и разведкой, бурением, разработкой, эксплуатацией, подготовкой, транспортом, переработкой и маркетингом нефти, газа и нефтепродуктов, работающих в режиме реального времени. В каждой крупной нефтегазовой компании количество центров управления разработкой, работающих в режиме реального времени (РРВ) стремительно растет [4]. Так, в компании *BP* число таких центров *Advanced Control Environment (ACE)* достигло 10. У компании *Conoco/Philips* число центров управления *Onshore Operations Centers (OCE)* составило 5. Компания *Shell* увеличила число центров *Collaborative Work Environment (CWE)* до 7, два из которых построены в РФ на Сахалин-II и "Салым Петролеум девелопмент" (СПД). Компания *Chevron* построила 8 центров управления *Advanced Decision Environment (ADE)*.

Нефтегазовая отрасль Казахстана, занимая важное место в его национальной экономике, также должна подвергнуться необходимой цифровизации (рис. 1).

Умный нефтегазовый комплекс должен быть ориентирован (табл. 1, рис. 2) на значительный рост производительности труда, существенное сокращение трудовых, материальных ресурсов, снижение капитальных и эксплуатационных затрат, нивелирование техногенного воздействия на окружающую среду [4].

Таблица 1

Преимущества использования цифровых технологий [5]

Показатели	Технологии управления месторождением		
	Традиционная-автоматизированная (активное управление)	Цифровая (реактивное управление)	Интеллектуальная (проективное управление)
Прирост добычи нефти, %	1,0	4,0	10,0
Прирост запасов нефти, млрд. т.	5,0	10,0	15,0
Прирост КИН, %	1,0	5,0	10,0
Удельные затраты на автоматизацию, % от выручки или т.	0,5-1,0 или 0,75	1,0-2,0 или 1,4	2,0-4,0 или 3,0
Снижение удельной себестоимости добычи нефти, %	2,0	5,0	15,0
Рост производительности труда, %	1,0	5,0	10,0

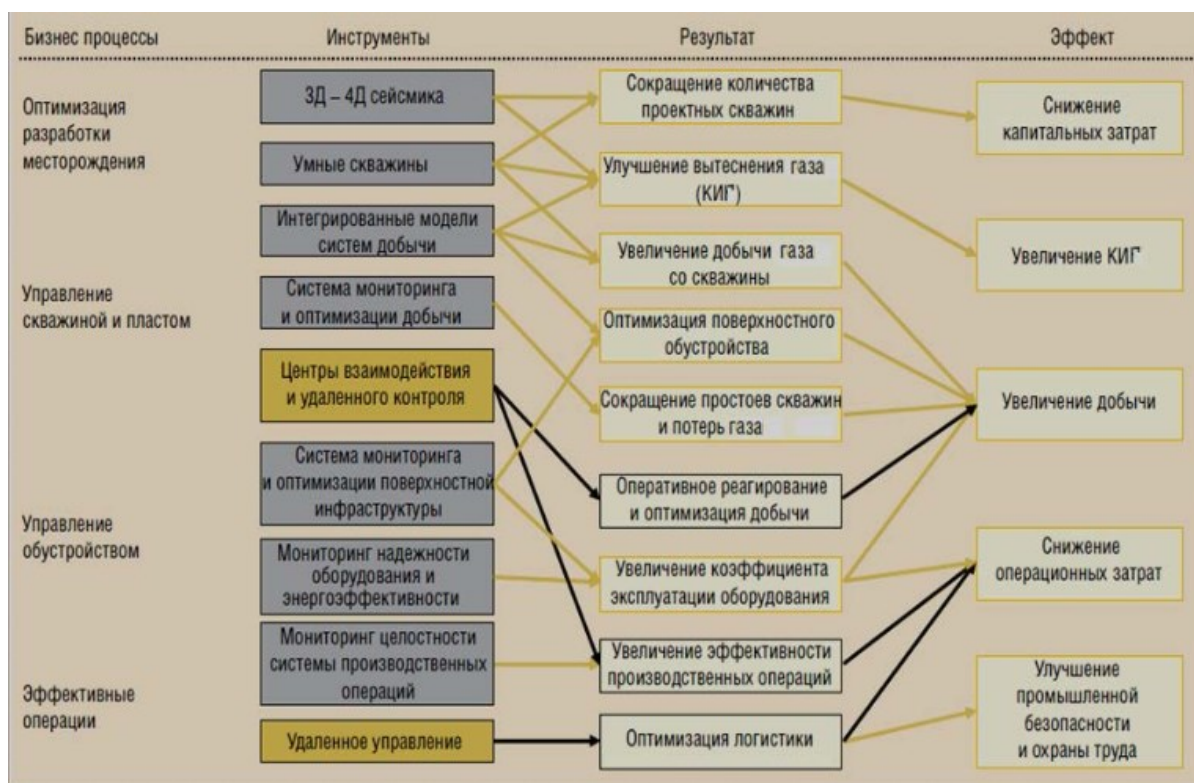


Рис. 2 – Логика получения выгод от цифровых месторождений [8]

Характерной чертой современного развития месторождений углеводородов (УВ) является внедрение цифровых нефтегазовых инноваций и информационных технологий по всей цепочке производственного цикла [8 – 10]. Поток цифровой информации о месторождении (рис. 3), о процессах контроля за бурением, освоением, разработкой месторождений УВ и управления ими, маркетингом нефти, газа и продуктов их переработки, о рыночном состоянии нефтегазовой компании стекаются в головной и региональные офисы компании и становятся доступными для ответственных лиц, принимающих решения [4].

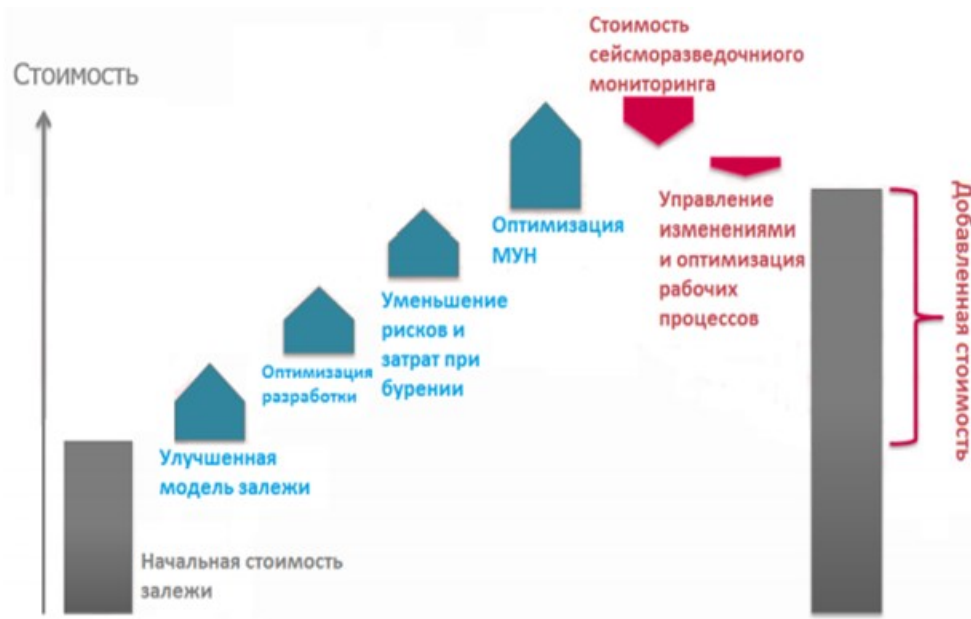


Рис. 3 – Увеличение ценности актива за счет сейсмического мониторинга залежи [5]

Важным условием решения этой стратегической проблемы является создание принципиально новой технологии контроля и управления процессами разработки месторождений («цифровое месторождение»), основанной на использовании постоянно обновляемой суперкомпьютерной геолого-гидродинамической модели месторождения [4].

Цифровые нефтегазовые инновации являются одним из самых прорывных и масштабных проектов, в которых задействованы большие нефтегазовые данные *BigOilData (BOD)*. Ежедневно в мире генерируется 2,5 эксабайт (1018 байт) новых данных [6]. Доля нефтегазовых данных в них достигает 10 %. Причем 4/5 этой информации является неструктурированной: сейсмическая, геофизическая, промысловая, финансовая, отчетная и др. Качество и скорость принятия решений в нефтегазовых компаниях, обладающих точными данными, улучшается на 24 % ежегодно.

При этом время расчета одного гидродинамического варианта для [1]:

- уникального месторождения (более 1000 скважин, 1,5 млрд. ячеек) на 550 Тфлопс суперЭВМ составляет около 10 ч;
- крупного (300 – 500 скважин, 250 млн. ячеек) на 110 Тфлопс суперЭВМ – около 4 ч;
- среднего (до 100 – 200 скважин, 30 млн. ячеек) на 33 Тфлопс суперЭВМ – около 2 ч;
- мелкого (несколько десятков скважин, 2,5 млн. ячеек) на 1,1 Тфлопс суперЭВМ – около 0,5 ч.

Для их реализации во всей нефтегазовой отрасли предстоит решить ряд сложных наукоемких задач: это разработка вычислительных мощностей, способных справиться с объемами данных в эксабайтном масштабе в режиме реального времени, создание на базе нанопотонных технологий сверхбыстрых магистралей для передачи информации, конструирование СУБД на новом поколении устройств памяти и хранения данных [4].

Принятие решений базируется на результатах моделирования конкретных ситуаций или процессов. При этом решение принимается в цифровом пространстве [4]. Инженеры имеют возможность связаться с центром управления из любой точки мира при помощи *i-phone*, *i-rad* или ноутбука, проанализировать полученную информацию и принять эффективное решение по оптимизации разработки и максимизации добычи УВ.

При использовании данной системы управленческие решения принимаются более быстро и качественно за счет одновременного доступа к новой информации каждого члена команды по управлению разработкой [4]. Если раньше для принятия подобного решения специалистам требовались дни, то с внедрением новых систем управления морскими нефтегазовыми месторождениями на это уходят часы [2, 3] (например, на месторождениях Северного моря принятие решения по изменению режима эксплуатации скважины не превышает 2 ч).

Пока лишь инженерно-технические решения проблем, свойственных нефтяному комплексу (например, компьютерный трехмерный анализ данных сейсморазведки или цифровые сети датчиков), в полной мере используются ведущими международными корпорациями, но постепенно превращаются в одно из основных направлений инновационного преобразования этой отрасли. По некоторым оценкам совокупный годовой ИТ-бюджет нефтяного бизнеса (включая нефтепереработку) в лице таких лидеров отрасли, как *BP*, *Conoco-Phillips*, *Chevron*, *ExxonMobil*, *Shell*, *ENI* и *Total*, составляет свыше 10 млрд. долларов [4].

Важнейшая задача, которую нефтяной бизнес хочет решить с помощью цифровых технологий, – это повышение степени извлекаемости нефтяных ресурсов: они предоставляют возможность не только концентрировать огромные массивы данных о состоянии нефтяных полей, но и использовать их в сложных моделях принятия решений при оптимизации нефтеотдачи каждой конкретной скважины [4]. Для этого основные производственные структуры (включая платформы, скважины, насосы, трубопроводы, компрессоры и т.д.) объединяют с помощью телекоммуникаций в единую систему, что позволяет

в квазинепрерывном режиме осуществлять мониторинг всех технологических процессов разведки и добычи.

Перечень прорывных цифровых инновационных технологий нефтегазодобычи [4]:

1. В области разведки во время разработки – пассивный скважинный мониторинг.
2. В области бурения для совместной разведки и разработки – системы бурения без буровой установки "Баджер Эксплорер".
3. В области разработки – умное наноионное заводнение, оптоволоконные системы мониторинга разработки, гигаэластичное моделирование.
4. В области добычи – умная скважина, бионическая скважина.
5. В области охраны окружающей среды – экомониторинг в режиме реального времени.

По мнению экспертов, для нефтяной отрасли наиболее важны новейшие цифровые технологии, на базе которых возможны [7]:

- *Дистанционная телеметрия.* Современные цифровые датчики, размещаемые на значительных расстояниях от пунктов управления, позволяют осуществлять сейсморазведку продуктивных горизонтов и гравитационные изыскания, проводить электромагнитный мониторинг, измерять поверхностный геофон и геофон в скважинах. Одно только повышение точности методов сейсморазведки продуктивных горизонтов нефтяного месторождения сможет повысить доизвлечение остаточных запасов нефти на 3 - 7 %.

- *Визуализация.* Трех- и более форматная интерпретация больших и сложных массивов данных помогает группам планирования разработок нефтяных полей оптимизировать расположение и направление скважин, а также минимизировать ошибки во времени и глубине проходки, ускоряет темпы добычи и уменьшает затраты.

- *Рациональная проходка и ее завершение.* Данные о глубинных пластах, получаемые в реальном времени бурения, помогают инженерам избегать многих технологических ошибок. Так, датчики глубинных температур, давления и других параметров позволяют оптимизировать продуктивность новых горизонтов, снизить негативное влияние различных примесей, идентифицировать зоны прорывов воды и т. п.

- *Автоматизация.* Широко используемые технологии удаленного мониторинга и контроля дают возможность автоматизировать сбор данных, а также снизить численность производственного персонала. Новые технологии оптимизации производства и прогнозирования существенно улучшают характеристики производственных процессов и помогают предотвращать возможные аварии.

- *Интеграция данных.* Объединение систем сбора и управления данными о продуктивных горизонтах, состоянии скважин и всей техники позволяет поисково-разведочным и добывающим организациям принимать эффективные решения. Это открывает возможность в дальнейшем лучше анализировать складывающуюся ситуацию, вырабатывать оптимальную стратегию управления и снижать неизбежные издержки.

Организация управления нефтедобычей из удаленных центров с помощью средств электроники означает не только совершенствование технологии добычи или расширение использования цифровой техники, но также изменение самого направления, по которому процессы нефтедобычи до настоящего времени развивались [4].

Например, раньше в случае возникновения какой-либо проблемы, в частности, связанной с производительностью скважины, нефтедобывающая компания приглашала компанию-эксперта, например, *Schlumberger* для содействия в интерпретации диаграмм. Теперь же компьютерные модели позволяют интегрировать потоки самых различных данных и помогают экспертам самой компании найти решение, гарантирующее оптимальную работу скважины. Более того, модель после рассмотрения данных по тысячам различных ситуаций в состоянии предложить такое решение уже самостоятельно.

По оценкам *CERA*, все перечисленные возможности позволят нефтяным компаниям улучшить использование месторождений на 2 – 7 %, сократить затраты на извлечение нефти на 25% и повысить темпы роста производства на 2 – 4 % [4].

Нефтеперерабатывающая промышленность США за 1982 – 2002 гг. повысила коэффициент загрузки производственных мощностей с 85 до 93% [4]. Кроме того, доля светлых фракций, получаемых из тяжелой нефти, была доведена до 75%, значительно сокращены запасы нефти и нефтепродуктов, практически удвоена пропускная способность заправочных станций. Столь очевидное повышение эффективности эксперты связывают, главным образом, с прогрессом в использовании цифровых технологий.

Наиболее продвинутые оптимизационные модели (с почасовой оптимизацией) *BP* использует с 2002 г. при добыче нефти и газа на морских платформах в норвежском секторе Северного моря [4]. По оценкам компании, это дает экономию от 10 до 20 тыс. долларов в день (2006 г.).

При проведении геологоразведочных работ на основе сейсмического анализа *BP* использует оптоволоконный кабель со встроенной в него системой датчиков. Как испытательный полигон для данной технологии был выбран норвежский сектор Северного моря, где на площади 45 км² в метре ниже морского дна через каждые 50 м было уложено 120 км этого кабеля с датчиками геофона [4].

Эта кабельная система сейсмического анализа покрывает практически 70 % поверхности данного месторождения, а ее установка обошлась компании в 45 млн. долларов.

При проведении сейсмического анализа исследовательское судно создает звуковую волну на поверхности воды, которая, уходя в глубину и отражаясь от дна, дает нужную информацию [4]. Повторив такую работу через несколько месяцев, получают точные данные о том, как используется данное месторождение, каков объем закачанной воды и какое давление в резервуаре.

По этим данным можно даже проследить направления потоков закачиваемой воды, а затем сделать вывод о том, через какую скважину лучше откачивать нефть, а через какую – закачивать воду [4]. Было установлено, что подобный анализ надо проводить не реже 2-х раз в год. В 2006 г. аналогичная система была установлена на Каспийском месторождении в Азербайджане, а в 2007 г. ею оснащено месторождение в Алжире.

В *BP* была разработана система сбора данных с буровых, названная Интеграционной подводной информационной системой *Integrated Subsurface Information System (ISIS)* и поставляющая эти данные во внутреннюю сеть всей компании. К концу 2005 г. она охватила 7 нефтеносных полей, в 2006 г. – еще 20 полей и продолжает расширяться на шельфовых месторождениях Мексики, Анголы и Северного моря [4]. Эта система позволяет уточнять данные об объемах реальной добычи на каждый конкретный момент времени и для каждой буровой, что по оценкам *BP* для всей компании соответствует корректировке примерно на 3 тыс. баррелей в среднем в день.

Система особенно важна для фиксирования нестабильности или замедления в работе скважины и, соответственно, раннего принятия мер, например, при появлении в потоке песка, что чревато остановкой скважины [4].

В первый же год использования на месторождениях *Schie-hallition* система *ISIS* позволила обойтись без единой аварийной остановки из-за поступления песка, тогда как раньше их было не менее 3-х в год [4].

Выводы

В результате реализации программы "Цифровой Казахстан" с учетом вышеуказанных подходов можно к 2021 г. достичь следующих запланированных показателей:

- доли пользователей сети Интернет – 81 %;
- уровня цифровой грамотности населения – 81,5 %;
- роста производительности труда в ИКТ – 5,9 %;

- роста производительности труда по секции «Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров» – 6,3 %;
- роста производительности труда по секции «Транспорт и складирование» – 4,8 %;
- численности занятого населения в отрасли ИКТ – 110 тыс. человек;
- доли государственных услуг, полученных в электронном виде, от общего объема государственных услуг – 80 %.

Литература

1. Бетелин В.Б. «Цифровое месторождение» – путь к трудноизвлекаемым запасам углеводородов // Инновации. - №1 (183). – 2014. – С. 37 - 38. Электронный ресурс. – Режим доступа: [//cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru)
2. Воробьев А.Е. Технология «умных скважин» / А.Е. Воробьев, А.А. Абишев // Вестник АИНГ (Казахстан). - №3 (39). – 2016. – С. 3 - 11.
3. Воробьев А.Е. Модель «идеального» месторождения на основе 3D-программирования / А.Е. Воробьев, Р. Ибрагимов, С. Тралбесси // Вестник АИНГ (Казахстан). - №3 (39). – 2016. – С. 89 - 94.
4. Дмитриевский А.Н. Современная НТР и смена парадигмы освоения углеводородных ресурсов / А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. - №2 (24). – 2016. – С. 13 - 19.
5. Гулулян А.Г. Оценка экономической эффективности использования технологий цифровых месторождений при принятии управленческих решений в нефтегазовом производстве: автореф. дис. ... канд. эконом. наук. - М., 2017. – 25 с.
6. Еремин Н.А. Цифровая модернизация газового комплекса / Н.А. Еремин, Л.А. Абукова, А.Н. Дмитриевский // Актуальные вопросы разработки и внедрения малолюдных (удаленных) технологий добычи и подготовки газа на месторождениях ПАО «Газпром»: Доклады заседания секции «Добыча газа и газового конденсата» Научно-технического совета ПАО «Газпром» г. Светлогорск, 22 – 26 мая 2017 г. / ПАО Газпром. – 2017. – С. 9 - 20.
7. Мировые рынки нефти и природного газа: ужесточение конкуренции / Отв. ред. С.В. Жуков. - М.: ИМЭМО РАН, 2017. – 192 с.
8. Цифровизация и интеллектуализация нефтегазовых месторождений / А.Н. Дмитриевский, В.Г. Мартынов, Л.А. Абукова, Н.А. Еремин // Современные методы и алгоритмы систем автоматизации (СА) В НГК. - №2. –2016. – С. 13 - 19.
9. Дмитриевский А.Н. Умные технологии нефтяной и газовой промышленности / А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин // 9-я международная энергетическая неделя, декабря 2014. - 49 с. Электронный ресурс – Режим доступа: [//docplayer.ru/](http://docplayer.ru/)
10. Кочнев А.А. Концепция «Интеллектуального» месторождения / А.А. Кочнев // Master'S Journal. - №2. – 2015. – С. 165 - 171.