

# «Цифровое месторождение» — путь к трудноизвлекаемым запасам углеводородов

*В статье отмечается, что сохранение контроля над сегментом мирового энергетического рынка, достаточного для обеспечения устойчивого социально-экономического развития России в третьем тысячелетии, является ключевой стратегической проблемой. Решить эту проблему без создания собственных суперкомпьютерных технологий экзафлопсного класса невозможно. Необходимым 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.*

*Создание и внедрение технологии «цифровое месторождение» позволит обеспечить извлечение дополнительно не менее 10–20 млрд т нефти из трудноизвлекаемых запасов (целики нефти, низкопроницаемые пласты, баженовская свита).*

**Ключевые слова:** «цифровое месторождение», энергетическая безопасность, суперкомпьютерная гидродинамическая модель, трудноизвлекаемые запасы.

В современном мире безопасность страны тем выше, чем большую долю основных мировых рынков она контролирует посредством национальных компаний. Приток в национальную экономику финансовых потоков от реализации на этих рынках, произведенной в стране продукции с высокой добавленной стоимостью, собственно и гарантирует высокий уровень занятости и доходов ее населения. Контроль над высокотехнологическими сегментами мирового рынка гарантирует безопасность страны, и обеспечивает ее влияние в мире, потому что другие страны попадают от нее в зависимость. Государство должно поддерживать крупные компании, успех которых — это успех государства. Задача крупных компаний — удерживать рынки, а задача государства — помогать им.

Главная цель любой такой крупной компании — увеличение своей доли мирового рынка, потому что иначе не сохранить прибыль и тем более ее не преумножить. Прибыль — это премия компании за создание и реализацию конкурентоспособного рыночного продукта на основе конкурентоспособных технологий разработки, производства и сопровождения этого продукта. Удержание и расширение рынков сбыта, очевидно, требует создания этими компаниями конкурентоспособных продуктов с высокой добавленной стоимостью на основе конкурентоспособных технологий и оборудования. Разработка таких продуктов, технологий и оборудования требует создания адекватной этим задачам системы фундаментальных и при-



**В. Б. Бетелин,**  
д. ф.-м. н., академик РАН,  
директор НИИСИ РАН  
e-mail: niisi@niisi.msk.ru

кладных исследований, а также и системы подготовки кадров. Объективным критерием успеха этих систем, в конечном счете, должно быть достижение главной цели — удержание и расширение рынков сбыта, и, на этой основе, обеспечение высокого уровня доходов и занятости населения.

Сегодня суммарная годовая выручка трех российских нефтегазовых компаний Газпром, Лукойл и Сургутнефтегаз составляет более \$300 млрд, т. е. на мировом энергетическом рынке Россия занимает вполне достойное место. И в настоящий момент национальные нефтегазовые компании — это основа ее безопасности, экономической, военной и политической. Поэтому надо выстроить такую стратегию технологического развития, чтобы и в будущем, в третьем тысячелетии, Россия удержала долю этого рынка, достаточную для устойчивого социально-экономического развития страны.

С целью обеспечения энергетической безопасности в США интенсивно развиваются альтернативные технологии добычи углеводородов из низкокалорийного сырья, каким являются битуминозные пески, горючие сланцы, сланцевый газ и т. д. По мнению The Times большинство прогнозов относительно цен на нефть не учитывают значимость этих новых технологий, благодаря которым в ближайшие десять лет нефть может стать в два раза дешевле. Как следствие, доходы стран — экспортеров нефти, включая Россию, могут резко сократиться. По данным ИА «Финмаркет» штат Техас (США) за последние два года почти вдвое увели-

чил объемы и темпы добычи сырой нефти: с менее чем 20% в 2009 г. до 34,5% в 2013 г. Нефтяной бум добавил штату 303 тыс. рабочих мест.

В США активно ведется разработка новых технологий получения топлива из низкокалорийного сырья, включая разработку режимов эффективного и малоотходного горения этого топлива в камерах сгорания, и разработку низкотемпературных двигателей [1]. Эти новые технологии принципиально основаны на использовании суперЭВМ экзафлопного класса (1018 оп/с). Поскольку запасы низкокалорийного сырья существенно превышают запасы высококалорийного и имеются практически во всех странах, создание таких технологий неизбежно приведет к существенному сокращению объемов потребления, а, следовательно, и добычи высококалорийного сырья в пользу низкокалорийного. Другими словами, приведет к масштабному переделу мирового энергетического рынка, и существенному снижению доли этого рынка, контролируемой традиционными поставщиками высококалорийного углеводородного сырья, включая и Россию. В условиях этой реальной угрозы сохранение контроля над сегментом мирового энергетического рынка, достаточного для обеспечения устойчивого социально-экономического развития России в третьем тысячелетии, являются ключевой стратегической проблемой уже сегодня. Однако решить эту проблему без создания собственных суперкомпьютерных технологий экзафлопного класса практически невозможно.

Необходимым 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. Концепция «цифровое месторождение», разработанная в Научно-исследовательском институте системных исследований (НИИСИ РАН) [2, 3] существенно базируется на трехуровневой иерархической структуре модели месторождения. На первом уровне (скважина), решения должны приниматься практически в реальном времени: минуты, часы, дни. На втором уровне (блок — группа скважин) — решения принимаются в течение недель, месяцев. На третьем уровне (месторождение) — решения принимаются в течение месяцев, кварталов, лет.

На уровне месторождения должна использоваться сложная трехмерная, трехфазная модель. На более низких уровнях используются более простые, так называемые суррогатные модели, позволяющие быстро осуществить предварительные расчеты с последующей корректировкой на сложной модели, но уже при большом числе вариантов.

Таким образом, технология «цифрового месторождения» — это непрерывный циклический процесс

накопления информации от всех доступных источников, поиск оптимальных решений с использованием суррогатных моделей и их проверка на сложной гидродинамической модели, уточнение и корректировка геологической, гидродинамической и суррогатных моделей, реализация управленческих решений на различных пространственных уровнях. При этом время расчета одного гидродинамического варианта для: уникального месторождения (более 1000 скважин, 1,5 млрд ячеек) на 550 Тфлопс суперЭВМ составит 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.

Создание и внедрение технологии «цифрового месторождения» позволит обеспечить извлечение дополнительно не менее 10–20 млрд т нефти из трудноизвлекаемых запасов (целики нефти, низкопроницаемые пласты, Баженовская свита).

#### *Список использованных источников*

1. В. Б. Бетелин. Экзафлопные вычисления и энергетическая безопасность США в период 2010–2020–2030 гг. // Энергия, № 3, 2011.
2. В. Б. Бетелин. «Цифровое месторождение» — путь к трудноизвлекаемым запасам углеводородов // Тезисы доклада. Санкт-Петербургский научный форум «Наука и общество. Новые технологии для новой экономики России». СПб., 2013.
3. С. Г. Вольпин, В. А. Юдин, Н. В. Афанаскин. Внедрение суперкомпьютерных технологий — необходимый элемент развития нефтегазового сектора России // Тезисы доклада. Санкт-Петербургский научный форум «Наука и общество. Новые технологии для новой экономики России». СПб., 2013.

#### **«Digital oil field» — way to recover reserves of hydrocarbons**

**V. B. Betelin**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of Scientific Research Institute for System Studies of Russian Academy of Sciences.

The article notes that maintaining control over a segment of the global energy market, sufficient to ensure sustainable socio-economic development of Russia in the third millennium, is a key strategic issue. Solve this problem without creating your own supercomputer technologies ekzaflopsny class is impossible. A prerequisite for solving this problem is to create a strategic fundamentally new technology and control how mining («digital oil field»), based on the use of supercomputer constantly updated geological and hydrodynamic models of the deposit.

Creation and implementation of technology «digital oil field» will allow further extraction of at least 10–20 billion tons of reserves of hard (unrecovered oil, low-permeability reservoirs, the Bazhenov Formation).

**Keywords:** «digital oil field», energy security, supercomputer hydrodynamic simulator, low productivity reserves.