



УДК 338  
JEL: L95, L72, Q55

DOI: 10.18184/2079–4665.2017.8.4.742–761

## Методологические рекомендации по осуществлению прогнозирования технологического развития ТЭК с учетом современной финансово-хозяйственной практики (на примере нефтегазового комплекса)

Анатолий Николаевич Дмитриевский<sup>1</sup>, Алексей Михайлович Мастепанов<sup>2</sup>,  
Талья Хайдаровна Усманова<sup>3</sup>, Мария Владимировна Кротова<sup>4</sup>

<sup>1-2</sup> Институт проблем нефти и газа Российской Академии Наук, Москва, Россия

119991, Москва, ул. Губкина, д. 3

<sup>3</sup> Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

125993, Москва, Ленинградский проспект, д. 49

<sup>4</sup> Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской Академии Наук, Москва, Россия

117418, Москва, Нахимовский проспект, д. 47

E-mail: A.Dmitrievsky@ipng.ru, amastepanov@mail.ru, Utx.60@mail.ru, komkov\_ni@mail.ru

Поступила в редакцию: 10.09.2017; одобрена: 01.11.2017; опубликована онлайн: 24.12.2017

### Аннотация

**Цель:** Разработка методологических рекомендаций по долго- и среднесрочному прогнозированию нефтегазового комплекса. Учитывая ряд неточных прогнозов, сделанных в последние 4–8 лет, а также высокую зависимость экономики нашей страны от энергетики, от нефтегазового комплекса – вклад задач прогнозирования и оценки стратегических альтернатив развития ТЭК в национальную безопасность по-прежнему недооценен, и требует совершенствования методологии проведения технико-экономических исследований в этой области.

**Методология проведения работы:** Анализ закономерностей научно-технологического развития крупных компаний как систем, анализ нормативных документов, системный анализ, модели на базе теории игр, сценарный подход, элементы Форсайта.

**Результаты работы:** Анализ и учет особенностей интегрированной структуры компании при прогнозировании перспектив ее технологического развития; моделирование результатов адаптации деятельности вертикально-интегрированных нефтяных и нефтегазовых компаний к краткосрочным изменениям ценовой динамики; рекомендации по совершенствованию методологии построения корпоративных сценариев технологического развития.

**Выводы:** Вертикально интегрированные компании являются в настоящее время наглядным примером того, как горно-геологические и инфраструктурные ограничения задают технологическому прогрессу иные, по сравнению с прогнозируемыми, темпы реализации новых технологий и направление их эволюции. «Встроенные дефекты» методов, применяемых в процессе Форсайта, могут быть скомпенсированы или даже устранены, если и в процессе получения экспертных ответов и в процессе обработки результатов исследования анализа применять ряд базовых закономерностей долгосрочного технико-экономического развития, а также современные разработки в области сценарного подхода, системного анализа и теории игр, ориентированных на результат.

**Ключевые слова:** стратегическое планирование и прогнозирование, ТЭК, технологии, нефтегазовый комплекс, теория долгосрочного технико-экономического развития, Форсайт, сценарный подход, нефтедобыча, месторождения континентального шельфа, сланцевая нефть, инфраструктура и логистика, теория игр, сценарный анализ, системный анализ

**Благодарность.** Статья подготовлена в рамках работы по проекту «Развитие науки и технологии в развитых и крупных развивающихся странах: тенденции и перспективы» программы Президиума РАН «Анализ и прогноз долгосрочных тенденций научного и технологического развития: Россия и мир» (№0170-2015-0016)

**Для цитирования:** Дмитриевский А. Н., Мастепанов А. М., Усманова Т. Х., Кротова М. В. Методологические рекомендации по осуществлению прогнозирования технологического развития ТЭК с учетом современной финансово-хозяйственной практики (на примере нефтегазового комплекса) // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2017. Т. 8. № 4. С. 742–761. DOI: 10.18184/2079–4665.2017.8.4.742–761

© Дмитриевский А. Н., Мастепанов А. М., Усманова Т. Х., Кротова М. В., 2017

# Investment and Innovation Factors in the Mechanical Engineering of the Regions in the Implementation of the Programme of Development of the Arctic Zone of the Russian Federation

Anatoly N. Dmitrievsky<sup>1</sup>, Alexey M. Mastepanov<sup>2</sup>,  
Taliya Kh. Usmanova<sup>3</sup>, Maria V. Krotova<sup>4</sup>

<sup>1-2</sup>Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
3, Gubkin street, Moscow, 119333

<sup>3</sup>Finance University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation  
49, Leningradsky avenue, Moscow, 125993

<sup>4</sup>Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
47, Nakhimovsky prospect, Moscow, 117418

E-mail: A.Dmitrievsky@ipng.ru, amastepanov@mail.ru, Utx.60@mail.ru, komkov\_ni@mail.ru

Submitted 10.09.2017; revised 01.11.2017; published online 24.12.2017

## Abstract

**Purpose:** development of methodical recommendations about long and medium-term forecasting of an oil and gas complex. Considering a number of the inexact forecasts made in the last 4–8 years and also high dependence of economy of our country on power, on an oil and gas complex – the contribution of problems of forecasting and assessment of strategic alternatives of development of energy industry to national security is still underestimated and demands improvement of methodology of carrying out technical and economic researches in this area.

**Methods:** of carrying out work: the analysis of regularities of scientific and technological development of the large companies as systems, the analysis of normative documents, the system analysis, models on the basis of game theory, scenario approach, Forsythe's elements.

**Results:** accounting of features of the integrated structure of the company when forecasting prospects of her technological development; modeling of results of adaptation of activity of the vertically integrated oil and oil and gas companies to short-term changes of price dynamics; recommendations about improvement of methodology of creation of corporate scenarios of technological development.

**Conclusions and Relevance:** vertically integrated companies are a bright example of how mining-and-geological and infrastructure restrictions set to technological progress others, in comparison with predicted, rates of realization of new technologies and the direction them evolution now. "The built-in defects the" of methods applied in the course of Forsythe can be compensated or are even eliminated if in the course of obtaining expert answers, and in processing of results of poll to apply a number of basic regularities of long-term technical and economic development and also modern developments in the field of scenario approach, the system analysis and game theory.

**Keywords:** strategic planning and forecasting, energy industry, technology, oil and gas complex, theory of long-term technical and economic development, Forsythe, scenario approach, oil production, fields of the continental shelf, slate oil, infrastructure and logistics, game theory, scenario analysis, system analysis

**Acknowledgments.** This article is prepared within the project «Development of science and technologies in developed and developing nations: trends and perspectives» of the program of Presidium of Russian Academy of Sciences «Analysis and forecast of long-term trends of science and technology development: Russia and the world» (No. 0170-2015-0016)

**For citation:** Dmitrievsky A. N., Mastepanov A. M., Usmanova T. H., Krotova M. V. Methodological recommendations about implementation of forecasting of technological development of energy industry taking into account modern financial and economic practice (on the example of an oil and gas complex). *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2017; 8(4):742–761. DOI: 10.18184/2079–4665.2017.8.4.742–761

## 1. Перспективы развития нефтегазового комплекса как составной части ТЭК

3 марта 2017 года, на заседании секции нефти и газа РАЕН был представлен доклад ИПНГ РАН и ГУ ИЭС «Новая энергетическая картина мира и

изменение приоритетов развития нефтегазовой отрасли»<sup>1</sup>, подготовленный руководителем Аналитического центра энергетической политики и безопасности ИПНГ РАН, д.э.н., проф. А.М. Мастепановым. Одним из выводов доклада стало *фактическое при-*

<sup>1</sup> Совместный доклад ИПНГ РАН и ГУ ИЭС «Новая энергетическая картина мира и изменение приоритетов развития нефтегазовой отрасли» от 06.03.2017 г., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, www.gubkin.ru

знание, что многие тенденции, заложенные, в том числе, в зарубежные<sup>2</sup> и отечественные прогнозы и Форсайт-исследования, не подтвердились. Речь идет о сложностях в прогнозировании уровня цен на энергоносители, масштабах вовлечения в хозяйственный оборот нетрадиционных запасов нефти и газа, неуглеводородной энергетики (в том числе синтетических и био-топлив, солнечной, приливной и геотермальной энергии), а также увеличении факторов риска и неопределенности относительно сроков реализации проектов освоения шельфа. На основании публикаций ИНП РАН, доклада А.М. Мастепанова, других отраслевых эмпирических материалов, представлена информация о перспективах развития нефтегазового комплекса в табл. 1.

Некоторые тенденции стали уточняться еще до 2016 г., когда по данным, например, World Energy Investment Outlook, special report OECD/IEA за 2014 г., мировые суммарные инвестиции в добычу нефти до 2035 г. прогнозируются в районе 11,3

трлн долл. США; газа – 6,1 трлн долл. США, из которых соответственно 72% и 74% приходится на разработку традиционных запасов нефти и газа. По 14% инвестиций приходится на нефть низкопроницаемых пород и сланцевый газ. Итог: принципиального смещения ресурсной базы нефте- и газодобычи в сторону новых типов ресурсов, а также массового внедрения неуглеродной энергетики, в первые полтора десятилетия XXI века не произошло, и предпосылки для этого намечаются только после 2030-х гг. При этом, все из технологий так называемого энергоэффективного «низкоуглеродного» ТЭК, по предварительным оценкам, рентабельны и технически реализуемы. Возникает принципиальный вопрос: если большинство опубликованных научно-технологических прогнозов ТЭК в целом и нефтегазового комплекса в частности продемонстрировали с течением времени схожие итоги по их несходности, то что необходимо переосмыслить в самой логике (или методологии) средне- и долгосрочного прогнозирования?

Таблица 1

Сравнение ожидаемых тенденций в мировой энергетике, согласно данным Форсайт-исследований, с фактически отмеченными тенденциями на рубеже 2016–2017 гг.

Table 1

Comparison of the expected trends in the global energy industry, according to Foresight research, with virtually observed trends at the turn of 2016–2017

Ожидаемые тенденции	Фактические данные и процессы
Спрос на углеводородное сырье будет более эластичным в условиях высоких и волатильных цен на сырье, а энергосбережение способно привести даже к сокращению мощностей инфраструктуры у потребителя	Мировой реальный ВВП, мировое промышленное производство и мировой спрос на нефть обладали высокой степенью корреляции в течение всего периода 2005–2016 гг., и только на рубеже 2008–2009 гг. эти показатели сократились на 8–10%, в условиях не роста, а падения мировых цен
В условиях высоких цен на углеводородное сырье и при издержках добычи в районе 40–45 долл. США за баррель, ценовое преимущество получают синтетические топлива и неуглеводородная энергетика. Страны-потребители станут лидерами энергетики нового поколения	Страны-потребители стремятся сокращать свою зависимость, прежде всего, от импортного сырья, а не от углеводородных технологий. При невозможности это осуществить, предпочтение отдается странам-экспортерам со стабильным геополитическим положением и приемлемыми издержками. Доля РФ на рынке Европы составляет 30%, намечается расширение газопровода Северный поток, строительство Турецкого потока
Добыча сланцевого газа и сланцевой нефти в США и ряде других высокоиндустриальных стран технологически осуществима, но низкорентабельна по причине высоких издержек и быстрой исчерпаемости запасов	Превращение США из глобального лидера потребления углеводородов в их крупнейшего производителя и в перспективе, экспортера – благодаря сланцевым технологиям и СПГ. Развитие собственных сланцевых проектов отмечено также в Китае и ряде других стран
В условиях высоких цен на углеводороды, будет активно развиваться добыча на континентальном шельфе, в том числе в Арктике	Сроки полномасштабного ввода в эксплуатацию шельфовых месторождений отодвигаются на несколько лет

Составлено авторами по материалам: [1]; Совместный доклад ИПНГ РАН и ГУ ИЭС «Новая энергетическая картина мира и изменение приоритетов развития нефтегазовой отрасли» от 06.03.2017 г., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина; Копылов А.Е. Методологические и методические аспекты формирования национальной системы поддержки ВИЭ в России: открытый семинар «Экономические проблемы отраслей топливно-энергетического комплекса», заседание от 19.04.2016 г. М.: ИНП РАН, 2016

Compiled by the authors based: [1]; The joint report of IPNG RAS and GU IES "New Power Picture of the World and Change of Priorities of Development of Oil and Gas Branch" from 06.03.2017. Gubkin Russian State University of Oil and Gas; Kopylov A.E. Methodological and methodical aspects of formation of national system of support of RES in Russia: open seminar «Economic problems of branches of fuel and energy complex», meeting of 19.04.2016. Moscow: INP RAS, 2016

<sup>2</sup>World Energy Outlook 2013, www.iea.org

Кроме этого, необходимо уточнить, что же является **основным единичным объектом исследования** при прогнозировании технологического развития ТЭК:

- а) отдельные технологические способы и процессы<sup>3</sup>, технологии, универсальные для любого потенциального пользователя – предприятия, компании и др.;
- б) целые технологические комплексы, подбираемые под нужды вертикально-интегрированных компаний.

Фактически используемая в настоящее время методология прогнозирования основных характеристик новых технологий ТЭК, проанализированная коллективом ИНП РАН [2] частично при участии М.В. Кротовой, показывает, что, как правило, все сводится к варианту (а) – отдельные технологии. На практике это приводит к двум принципиальным искажениям в логике и материалах прогноза. Инсайдеры могут предоставлять оценки, идущие не от фактического положения компании, а от ее интересов – финансовых, технологических, рыночных и т.п.; к тому же, подавляющее число экспертов, участников Форсайта, связаны с разработчиками отдельных технологий, что дает основания считать выдвигаемые оценки [3] еще одним инструментом профессионального маркетинга продукции производственно-технического назначения.

Дополнительную информацию к пониманию сути Форсайт-исследований дает сравнение технологии ее проведения с отечественными фундаментальными разработками в области теории долгосрочного технико-экономического развития [4], в том числе, современных работ в данном направлении [5]. Сравнение теоретических положений данной теории и располагаемых итогов Форсайта показывает, что многие Форсайт-исследования не включают в себя работу с закономерностями развития прогнозируемых объектов. Применительно к прогнозированию перспектив развития нефтяной и газовой промышленности необходимо учитывать как закономерности научно-технологического развития, так и закономерности развития объектов инфраструктуры компаний, как добывающих специализированных, так и интегрированных.

К закономерностям научно-технологического развития, которые важны при выполнении прогнозов развития, например, нефтеперерабатывающей промышленности, относятся следующие:

- пространство ожидаемых перспективных значений параметров технологий переработки – конверсия исходного сырья, точность разде-

ления сырья на фракции, размер потерь, удельные энергозатраты, а также внутризаводская и внешняя логистика;

- отдельные специфические характеристики технологического процесса, способные оказать решающее значение на его выбор – например, необходимые и фактически достижимые значения максимальных температур и давлений, продолжительность фаз, экологические характеристики и др.;
- вид базового уклада технологии, необходимого для внедрения нового процесса, степень его совместимости с существующими (и модернизируемыми) технологическими цепочками;
- сопряженность процессов модернизации технологий в рамках полного инновационного производственного цикла, и другие.

К закономерностям развития процессов и объектов нефтяной промышленности относятся, согласно [5]:

1. Представление о технологических укладах и их смене, динамике и движущих силах, лежащих в их основе.
2. Рассмотрение сложных промышленных технологий и производств в качестве так называемых комплексных технологий, обладающих собственной логикой построения и развития, в т.ч. начала и завершения их использования – полного жизненного цикла. Совместное развитие технологий и управления ими как залог реального прогресса.
3. Рассмотрение всех существующих научно-технологических объектов прогнозирования и анализа в разрезе их полного жизненного цикла, с использованием моделей «трапеции» и логистической кривой, а также изучение влияния особенностей эксплуатации, модернизации и повышения качества функционирования данных объектов на фактические параметры полного жизненного цикла.
4. Принципы, разделяющие технологии на базовые и дополняющие в рамках производств и в целом технологических укладов, построение различных классификаторов и классификаций технологий – применительно к целям реализации инновационных проектов и на базе фундаментальных представлений о технологиях.
5. Выявление и анализ прямых и обратных связей между индивидуальными технологиями (инновациями, продуктами) и их группами, в том числе и с целью поиска возможных движущих сил эволюции комплексных технологий и смены укладов.

<sup>3</sup> Гинберг А.М., Хохлов Б.А., Дрякина И.П. и др. Технология важнейших отраслей промышленности: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1985

6. Взаимосвязи между жизненными циклами различных инноваций, продуктов и технологий, интегральными показателями которых и являются, в конечном итоге, Кондратьевские «короткие» и «длинные» волны в экономике.

Смена укладов происходит вследствие накопления критической массы использования одних технологий и физической либо экономической несовместимости с ними – других. Данные закономерности, особенно «короткие волны» и полные жизненные циклы, как правило, не представляют затруднений для характеристики их со стороны специалистов – эксплуатационников и разработчиков. Форсайт может использовать такую информацию для различных целей.

Можно сформулировать, исходя из вышеизложенного, несколько правил существенной корректировки либо компенсации ошибок Форсайта:

1. Необходимо использовать математические модели различных классов для верификации и дополнения результатов, полученных методом «Дельфов», а также методы логического контроля прогнозных результатов и некоторых организационных и психологических приемов, обеспечивающих получение от эксперта оценки, максимально очищенной от субъективно-эмоциональных воздействий.

2. При прогнозировании конкретных параметров – ориентироваться не только на усредненные, но и на крайние экспертные оценки, особенно в условиях неопределенности и неизвестности (для того и другого есть формальные признаки).

3. Необходимо совершенствовать информационную и инструментальную базу моделирования спроса на нефтяное сырье, с учетом ввода в эксплуатацию новых технологий и их экономических параметров, влияющих на этот спрос как в сторону увеличения, так и в сторону снижения;

4. Любой отдельный объект – производственный комплекс или технология – следует рассматривать в разрезе его же полного жизненного цикла. К примеру, при прогнозировании снижения интеллектуально-технологической зависимости промышленности от импорта (так называемого импортозамещения), будет рассматриваться весь жизненный цикл создания инновационной продукции:

- институты развития – научные школы и исследовательские организации, технопарки, индивидуальные разработчики и т.п.;
- фактические и потенциальные потребители и заказчики новых технологий и оборудования – предприятия и компании ТЭК, формирующие технологические и экономические требования к инновационной продукции;
- собственно производители оборудования.

5. Необходимо ввести в практику прогнозирования сценарный подход, существенно расширяющий пространство возможных состояний объекта прогнозирования и обеспечивающий выбор (либо комбинацию) стратегических альтернатив его развития.

## **2. Влияние спроса на нефть и технологий ее потребления на поведение интегрированных компаний**

Авторы, исходя из работ ИНП РАН и ИПНГ РАН, предлагают анализировать нефтегазовый комплекс как пространство работы компаний полного профиля. Предлагаемая ниже схема описания компаний ТЭК и нефтегазового комплекса основана на институциональном подходе и элементах географического детерминизма. В наиболее грубом, не детализированном описании, она включает в себя, помимо финансово-экономических и технико-экономических параметров, следующие характеристики, в разной степени отраженные в работе [6]:

Практически любая интегрированная компания ТЭК является предпринимательской монополией, т.е. даже имея номинальных конкурентов, она будет вести себя на рынке как классический монополист. Современные представления о монополистах основаны на том, что монополия – это производитель общественного блага, т.е., помимо экспорта и коммерческих поставок, он выполняет крупномасштабные социальные обязательства, поставляя нефтепродукты, газ, электроэнергию, услуги по их транспортировке и хранению по регулируемым ценам. Деятельность национальных компаний ТЭК получает, таким образом, существенное ценностное наполнение, и выходит далеко за рамки западного понимания бизнеса как максимизации предельного дохода при сбалансированных доходах и издержках – именно такая парадигма прослеживается в фундаментальных работах.

Для данной парадигмы ресурсного национализма существует определенное оправдание и с позиций экономической теории (рис. 1).

Поскольку монополист максимизирует совокупный финансовый результат, то следует понимать, что он формируется как сумма результатов всей технологической цепочки. Из этого следует, что:

- каждая новая технология, какой бы рентабельной она не была, изолированно от других производств имеет шанс на внедрение только в случае, если возможные расходы и потери денежных доходов (или денежных текущих потоков) от ее внедрения в сопряженных технологических звеньях будут незначительны по сравнению с другими финансовыми и экономическими результатами;
- массированное внедрение технологических инноваций и кардинальная технологическая





Рис. 1. Схема взаимодействия факторов, влияющих на выбор стратегии нефтяной компании

Fig. 1. Scheme of interaction of factors influencing the choice of the strategy of the oil company

модернизация компаний ТЭК возможна только в случаях, когда без определенных технологий (процессов) компания в принципе не сможет сохраниться в среднесрочной перспективе;

- интегрированные компании будут максимально привязаны к традиционной сырьевой базе до тех пор, пока это позволяют ресурсы, логистика, издержки и цены;
- базовые поставки, привязанные к крупным месторождениям, будут сопровождаться долгосрочными контрактами – от 5 лет до полутора-двух десятилетий, в зависимости от специфики самих контрактов, их коммерческого, государственного или межгосударственного характера. Однако, как показывает практика, в последние годы наблюдается снижение контрактных цен в подобных соглашениях;
- сохраняется интеграция компаний ТЭК в производство и технологии, обеспечивающие им продажи непосредственно конечным потребителям, в том числе, и с применением финансовых инструментов в процессе взаимодействия с конечным потребителем;
- высокая волатильность спроса у потребителей на газ, нефтепродукты и электроэнергию приводит к формированию избыточных мощностей по потреблению этих ресурсов, и поэтому даже в периоды низкой текущей доходности и убытков нефтегазовых компаний – ни компании, ни производители, ни потребители, в целом не сокращают инфраструктуру;
- сохраняется тенденция к появлению международных проектов новых нефте- и газопроводов, в расчете как на остающиеся традиционные запасы, так и с определенным прицелом на новые

сырьевые базы в долгосрочной перспективе;

- недостаточно внимания при долгосрочном прогнозировании ТЭК уделяется срокам окончания крупных долгосрочных контрактов, которые на самом деле могут играть существенную роль в структуре тех источников сырья и запасов, на которые ориентируются компании как стран-производителей, так и стран-потребителей;
- компании активно занимаются ценовой дискриминацией, причем значительную роль играет фактор времени поставок и, в связи с этим, условий соответствующих поставок. По оценкам РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, например, на ТЭЦ Германии доля базовых поставок составляет от 10% до

30% суточного объема потребления газа для получения электроэнергетики и тепла;

- специализированные компании (малые и средние месторождения) играют роль экспериментальных производств, на которых фактически отрабатываются потенциально эффективные технологии. Потенциальным пользователям технологий сначала должна стать очевидна физическая и финансовая эффективность каждой новой технологии в изолированном виде, и лишь затем – ее эффективность в условиях включения в общую технологическую цепочку компании (монополии полного профиля).

Проанализируем теперь долгосрочную динамику добывающей базы ТЭК. По мнению акад. А.Н. Дмитриевского, современное состояние его – это конец эпохи легкой нефти. Но что из этого следует? Спрос на энергию и энергоносители никуда не исчезает, но за счет чего он будет удовлетворяться? Необходим анализ структуры спроса на энергоносители. Именно это обстоятельство диктует несколько иную, чем можно ожидать при анализе функционально-ведомственных прогнозов, последовательность смены одних технологий другими в рамках контура управления интегрированной компании.

Тем не менее, существует и целый ряд общих закономерностей экономического поведения и технологического развития для интегрированных компаний полного профиля, независимо от их международно-торгового и геополитического положения. Это:

1. Взаимосвязь ресурсной базы, логистики построения товарно-денежных потоков и перспективного технологического развития.

2. Ценовое поведение нефтяных компаний в условиях высоковолатильного рынка с сильным влиянием олигополии и технологического фактора.

Рассмотрим их подробнее.

### 3. Эволюция технологической и ресурсной базы под воздействием логистики

Исторические периоды зарождения-смены технологических укладов примечательны тем, что тогда проходили коренные изменения не только в промышленных технологиях, формировавших само лицо этого уклада, но и в их топливно-энергетическом обеспечении<sup>4</sup>. Смена локомотивных технологий в промышленности и модели энергообеспечения самой промышленности при переходе от одного технологического уклада к другому свидетельствует о том, что перед нами различные составляющие одного и того же процесса, взаимного влияния энергетических технологий на промышленность более высоких стадий передела, и наоборот.

Наиболее показателен с точки зрения модели энергообеспечения третий технологический уклад (рис. 2). Его отличительные черты: легкая нефть, крупные месторождения с различными датами ввода и длительностью сроков рентабельной эксплуатации. Благодаря возможности для компаний относительно легко восполнять исчерпывающиеся запасы за счет ввода в эксплуатацию новых, формируется достаточно устойчивый уровень предложения нефти, который юридически оформляется как рынок долгосрочных контрактов.



Рис. 2. Принципиальная схема нефте- и газоснабжения в условиях третьего технологического уклада

Fig. 2. Schematic diagram of oil and gas supply in the conditions of the third technological order

При переходе к четвертому укладу (1970–1980 гг.) основная инфраструктура третьего технологического уклада сохраняется и модернизируется. С 1976 г., вследствие национализации нефтяных компаний и проведения скоординированной ценовой политики странами ОПЕК, повышается общий уровень цен на сырье. Страны ОЭСР отвечают массивным внедрением энергоэффективных технологических процессов, но подключаются дополнительные возможности обеспечения потребителей топливом и энергией:

- природный газ, в том числе как альтернатива мазуту в производстве электроэнергии и тепла;
- распространение новых методов поиска, разведки и доразведки углеводородных месторождений, повышения нефтеотдачи пластов (в том числе гидравлический разрыв), химических и термических методов увеличения нефтеотдачи, экономическое стимулирование продления срока эксплуатации месторождений;
- газомоторное топливо, метанол, замена органического топлива электроэнергией (в том числе гидро-);
- возникновение конкуренции между поставщиками нефтепродуктов и газа благодаря активному строительству инфраструктуры.

Все это приводит к тому, что биржевые рынки не просто становятся более волатильными, но происходит их своеобразная реструктуризация: доля нефти и газа, поставляемого с крупных, стабильно эксплуатируемых месторождений, снижается. Вместе с тем, она начинает выполнять роль гаранта некоего базового уровня поставок, организационно оформляемых по долгосрочным контрактам. Топливо и энергия, получаемые более сложными технологическими способами, покрывают наиболее неустойчивую часть потребности в них (рис. 3).

Именно в этом состоянии – зрелого четвертого уклада с медленно растущей долей пятого – и находится, судя по докладу А.М. Мастепанова<sup>5</sup>, современный мировой энергетический рынок. В странах-производителях, как, например, в России, он является более консервативным, чем в странах-потребителях; например, газовая нерегулируемая торговля стала формироваться только с 2014 года<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> Методологические и организационные основы научно-технологического прогнозирования развития промышленно развитых стран. М.: МАКС Пресс, 2012

<sup>5</sup> Совместный доклад ИПНГ РАН и ГУ ИЭС «Новая энергетическая картина мира и изменение приоритетов развития нефтегазовой отрасли» от 06. 03. 2017 г., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, www.gubkin.ru.

<sup>6</sup> Подробнее об этом: см. М.В. Кротова. Анализ институциональных условий формирования биржевого сегмента торговли природным газом в России // Научный журнал Российского газового общества, №3, 2016



Рис. 3. Принципиальная схема нефте- и газоснабжения в условиях зрелого четвертого технологического уклада

Fig. 3. Schematic diagram of oil and gas supply in the conditions of the mature fourth technological order

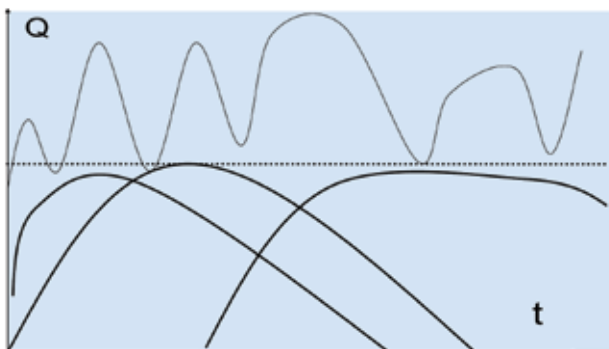


Рис. 4. Принципиальная схема нефте- и газоснабжения в условиях пятого и шестого технологического укладов

Fig. 4. Schematic diagram of oil and gas supply in the conditions of the fifth and sixth technological orders

Принципиальная модель нефте- и газообеспечения в условиях зрелого пятого и шестого укладов может быть представлена на рис. 4.

Одним, но далеко не единственным из возможных сценариев, здесь, с точки зрения понимания современных тенденций эволюции сырьевой базы<sup>7</sup>, может стать переход интегрированными компаниями так и не взятого ими сегодня «инвестиционного барьера» для создания полноценной добывающей базы на шельфе и в труднодоступных регионах высоких северных широт:

- формирование новой добывающей базы, подкрепленной долгосрочными контрактами с возможными издержками 70–100 долл. США за баррель;

- в рамках крупных компаний будут отбираться и массово применяться только те технологии, которые позволяют обеспечить длительную экономически эффективную разработку крупных месторождений в удаленных районах и на континентальном шельфе;
- роль дополнительных (пиковых) поставок могут играть как нетрадиционные запасы углеводородов, так и доразведанные участки старых традиционных месторождений;
- накопление нефтяной ренты для формирования неуглеводородного ТЭК зрелого шестого уклада.

#### 4. Влияние внешних факторов на стратегию поведения нефтедобывающих компаний

Важным вопросом является оценка степени эластичности цены нефти по отношению к влияющим на нее факторам, в частности, к шоку спроса и предложения. В [7], на основе модели глобального рынка сырой нефти, получены результаты, которые подтверждают, что рост цен на нефть в период с 2003 г. по 2008 г. был вызван шоками спроса на все промышленные товары, связанными с высоким экономическим ростом, главным образом, в странах Азии с формирующимся рынком. Российскими специалистами на базе анализа фактического и методологического зарубежного материала была разработана динамическая факторная модель глобального рынка сырой нефти [8], которая учитывает шоки спекулятивного спроса на нефть. Полученные оценки подтверждают,

что резкий рост цен в период 2003–2008 гг. был вызван неожиданным увеличением мирового потребления нефти, обусловленным глобальным циклом деловой активности. Факторы, связанные со снижением поставок нефти и спекулятивной торговлей, не являлись определяющими. Рост цен на нефть в течение последнего десятилетия обусловлен, главным образом, силой глобального спроса. Однако спекуляция сыграла значительную роль в росте цен на нефть в период с 2007 по 2008 гг. и последующем ее падении.

В долгосрочной перспективе рынок способен адаптироваться к колебаниям цены на нефть и менять динамику спроса за счет инноваций. Этого нельзя сказать об эластичности цены. В краткосрочной

<sup>7</sup> Взято по материалам Энергетической стратегии России на период до 2020 г., утвержденной правительством РФ в 2003 году; в настоящее время документ пересмотрен



перспективе цена нефти является исключительно эластичной по спросу. Цена может значительно меняться даже при ожиданиях рынком перспективы снижения спроса или увеличения предложения. Этим объясняется исключительная подвижность нефтяных цен. Вопрос о соотношении «физических» и «спекулятивных» факторов в наблюдаемой динамике нефтяных цен до конца еще не изучен в экономической науке. Тем не менее, основным фактором, влияющим на нефтяные цены, является, по мнению многих исследователей, рыночный спрос на нефть и ее предложение со стороны производителей.

В табл. 2 приведены поквартальные данные о динамике мирового спроса на сырую нефть и поставок ее со стороны нефтяных компаний (в млн барр. в сутки).

Анализ данных показывает наличие трех характерных периодов:

В период с 1 кв. 2013 г. по 2 кв. 2014 г. рынок испытывает дефицит поставок нефти в интервале от 0,22% до 1,29%. В период со 2 кв. 2014 г. по 1 кв. 2016 г. на рынке наблюдается существенный профицит поставок нефти, в интервале от -0,66% до -2,12%. В период со 2 кв. 2016 г. по 4 кв. 2016 г. рынок постепенно балансируется (-0,2, 0,2). На рис. 5 и 6 показаны графики изменения баланса спроса и предложения на рынке.



Рис. 5. Баланс спроса и предложения на рынке нефти  
Fig. 5. Balance of supply and demand in the oil market



Рис. 6. Цена и баланс нефти на рынке  
Fig. 6. The price and balance of oil in the market

Таблица 2

Баланс спроса и предложения на рынке нефти

Table 2

The balance of supply and demand in the oil market

Периоды	2013				2014			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Спрос	90,8	91,5	92,6	93,0	92,5	92,6	93,5	94,3
Поставки	90,4	91,3	91,8	91,8	92,2	93,2	94,4	95,6
Спрос – поставки	0,4	0,2	0,8	1,2	0,3	-0,6	-0,9	-1,3
В % к спросу	0,44%	0,22%	0,86%	1,29%	0,32%	-0,65%	-0,96%	-1,38%
Периоды	2015				2016			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Спрос	94,0	94,5	96,0	95,6	95,4	96,0	97,1	97,9
Поставки	95,2	96,5	97,2	97,4	96,6	96,2	96,9	98,0
Спрос – поставки	-1,2	-2,0	-1,2	-1,8	-1,2	-0,2	0,2	-0,1
В % к спросу	-1,28%	-2,12%	-1,25%	-1,88%	-1,26%	-0,21%	0,21%	-0,10%

Источник: International Energy Agency <https://www.iea.org/oilmarketreport/omrpublic>.

Source: International Energy Agency <https://www.iea.org/oilmarketreport/omrpublic>.

Таблица 3

## Расчет прогнозной цены согласно модели ИПУ РАН

Table 3

## Calculation of the forecast price according to the model of the ISS RAS

Периоды	2013				2014			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Цена нефти	110,0	104,0	106,0	108,0	107,0	108,0	98,0	77,0
Расчет А	111,0	105,5	121,6	132,3	108,1	83,8	75,9	65,5
Расчет Б	110,0	104,4	103,3	105,4	110,8	108,1	95,1	75,8
Периоды	2015				2016			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Цена нефти	55,0	63,0	51,0	45,0	35,0	45,0	48,0	52,0
Расчет А	68,1	47,1	68,7	52,9	68,6	94,8	105,1	97,4
Расчет Б	64,9	60,2	49,1	49,5	43,5	43,7	49,0	51,0

В работе [8] Института проблем управления Российской академии наук рассмотрена задача прогнозирования цены нефти, основываясь лишь на данных о динамике спроса и предложения. В предложенной модели предполагается, что в каждый период времени рыночная цена – как функция времени – формируется на основе соотношения спроса и суммарного предложения со стороны нефтяных компаний  $S(t)$ . Если возникает дефицит предложения на рынке, то и цена растет, в противном случае – избыток предложения и, соответственно, цена падает. В модели также учитывается эластичность цены нефти по величине превышения спроса над предложением.

В табл. 3 приведены результаты расчетов прогнозной цены нефти с использованием разработанной модели.

Приведенные данные показывают, что ее прямое применение не дает удовлетворительных результатов (расчет А). Анализ приведенных данных показывает, что коэффициент эластичности в зоне дефицита нефти оказывается меньше, чем коэффициент эластичности в зоне профицита. Это объясняется тем, что в период высоких цен на нефть даже при дефиците нефти (спрос превышает поставки) нефтяным компаниям выгоднее нарастить добычу и не поднимать цены слишком высоко, так как это может привести к необратимому снижению спроса, вследствие адаптации рынка к новым условиям (период с 1 кв. 2013 г. по 2 кв. 2014 г.).

В период профицита нефти на рынке (предложение превышает спрос) нефтяным компаниям выгоднее резко снизить цену на нефть и, тем самым, стимулировать спрос. Причем компании с низкой точкой безубыточности имеют преимущество по снижению цены без потери положительной рентабельности. В результате этого происходит уход

некоторых компаний с рынка и, соответственно, предложение нефти и ее поставки снижаются.

Также рынок учитывает, при формировании цены, предысторию динамики дефицита и профицита нефти на рынке. Если движение на рынке имеет кратковременный характер, то рынок воспринимает это как «коррекцию», и цены изменяются слабо. В случае долговременного характера движения рынка в одном направлении, рынок воспринимает это как «тренд», и реагирует на это более активно.

Также было установлено, что цена реагирует на изменение соотношения спроса и предложения с некоторым временным лагом. Реакция цены запаздывает в среднем на 1–2 квартала. При восстановлении баланса спроса и предложения цена может устанавливаться на уровне, отличном от равновесной цены, в периоды, предшествующие периоду появления шока на рынке.

Проведенные расчеты по модели с учетом приведенных выше условий (расчет Б) показывают существенное улучшение полученного прогноза по сравнению с исходным расчетом А (рис. 7).

##### 5. Анализ конкуренции на рынке нефти между производителями традиционной и сланцевой нефти

Следует заметить, что на нефтяном рынке среди нефтедобывающих компаний наблюдается существенная асимметрия, связанная с различиями в технологии добычи и технико-экономическими характеристиками нефтяных месторождений.

Важной характеристикой, влияющей на поведение игроков на рынке при изменении его конъюнктуры, является показатель «точка безубыточности», или уровень цены нефти, при которой прибыль компаний с определенной технологией добычи равна



Рис. 7. Расчет прогнозной цены

Fig. 7. Calculation of the forecast price

нулю. При этом, в себестоимость добычи, как правило, включают инвестиции компаний на поддержание добычи (поддерживающие инвестиции). При этом, если цена на рынке становится меньше точки безубыточности компании, то уровень ее добычи будет заведомо снижаться с некоторым временным лагом. Темп снижения зависит от разницы между рыночной ценой и точкой безубыточности. В период низких цен, в 30–35 долларов США за баррель, снижаются инвестиции и добыча компаний, добывающих нефть на глубоководных шельфах (североморская нефть, Норвегия, Канада), и, конечно, компаний, добывающих сланцевую нефть.

И, напротив, если цена на рынке выше точки безубыточности, то компания имеет возможность инвестировать в развитие и рост добычи. В этом случае у компании имеется возможность выбора того или иного варианта инвестиционной стратегии, в зависимости от цели компании и складывающейся конъюнктуры рынка.

Основными критериями выбора игроками своих стратегий является, как правило, удержание или увеличение доли рынка, а также увеличение капитала (стоимости) компании. При этом каждой компании необходимо учитывать возможный выбор

инвестиционных стратегий остальными игроками и ожидания изменения динамики спроса в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Причем между игроками возможны коалиции и соглашения, например, между странами ОПЕК.

Существенное влияние на возможные действия игроков, в ответ на шоковые изменения цены на рынке, оказывают также показатели временного лага между периодом инвестирования и периодом прироста товарной добычи нефти и показатель удельного прироста товарной добычи нефти на единицу инвестиционных вложений. Достаточно условно можно разделить игроков на нефтяном рынке по этим показателям на четыре группы. В

табл. 4 приведены количественные и качественные оценки параметров для выделенных групп игроков. Анализ таблицы показывает существенную асимметрию на рынке, которая обуславливает различие в реакции игроков на рыночные шоки и их инвестиционные стратегии.

Коммерчески выгодная добыча сланцевой нефти стала возможной благодаря технологиям горизонтального бурения и гидравлического разрыва пласта (англ. fracking). Технологии добычи постоянно совершенствуются, однако по объемам добычи из каждой отдельной скважины сланцевая нефть, в любом случае, уступает традиционно добываемой нефти. Уже в первый год после гидроразрыва объем извлекаемой сланцевой нефти падает более чем в два раза, а через пять лет скважина закрывается, так как низкий дебет нефти делает добычу нерентабельной. При добыче нефти из традиционных пластов дебет в среднем падает лишь на 5–7% в год, и общий объем извлекаемой нефти кратно выше.

Также сланцевая нефть уступает традиционно добываемой с точки зрения стоимости добычи. Как горизонтальное бурение, так и применение гидроразрыва, в несколько раз увеличивают стоимость бурения отдельной скважины, и чем глубже зале-

Таблица 4

Финансово-ценовые параметры нефтяного сырья, обращающегося на мировом рынке

Table 4

Financial and price parameters of oil raw materials circulating on the world market

Параметры	Ближневосточная нефть	Сибирская нефть	Шельфовая нефть	Сланцевая нефть
Точка безубыточности	самая низкая (10\$/барр.)	средняя (20\$/барр.)	высокая (35\$/барр.)	самая высокая (50\$/барр.)
Временной лаг между периодами инвестирования и прироста добычи	средний (12–24 мес.)	высокий (24–36 мес.)	высокий (24–36 мес.)	самый низкий (3–12 мес.)
Прирост добычи на единицу инвестиционных вложений	низкая	высокая	самая высокая	низкая

гает пласт сланца и ниже его проницаемость, тем дороже обходится применение этих технологий. С учетом стоимости аренды земли уровень безубыточности добычи сланцевой нефти на разных участках варьируется от 40 до 80 долл. США за баррель. Такой большой разброс цифр, в первую очередь, отражает неповторимость геологических характеристик каждого конкретного участка, так как основным компонентом стоимости добычи сланцевой нефти является стоимость бурения [9].

Коммерческое использование новых технологий добычи сланцевой нефти позволило США в течение 2011–2014 гг. увеличить почти вдвое собственную добычу нефти, до уровня 9,2 млн баррелей в сутки. В это же период остальные нефтедобывающие страны свой уровень добычи либо увеличивали незначительно, либо даже снижали. Так, например, добыча нефти в России в последние годы росла с темпом около 1% в год. При этом на старых месторождениях добыча нефти падала на 1,5–2% в год, а на новых месторождениях – росла на 3–3,5% в год.

В этой связи представляется важным вопрос о том, будет ли сланцевая нефть оказывать большое влияние на нефтяной рынок в течение ближайших 10–15 лет. По прогнозам ряда экспертов, добыча сланцевой нефти может пройти пик уже в 2020–2025 гг.. Другие эксперты считают, что доля добычи сланцевой нефти в общемировой добыче будет расти вплоть до 2045–2050 гг. По их мнению, этому будет способствовать развитие технологий добычи и успешность разведочных работ. Однако слабая макроэкономическая среда может привести к сокращению инвестиций не только в США, но и в других странах. При этом запуск в эксплуатацию новых месторождений, которые сейчас находятся на ранней стадии разработки, может быть отложен. Это может негативно сказаться на темпах роста глобальной добычи нефти в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

В последние годы усилился интерес к исследованиям в области математического моделирования различных аспектов конкуренции на рынке нефти между производителями традиционной и сланцевой нефти.

В [8], со ссылками на зарубежные источники также предложена модель оценки сценариев развития производства традиционной и сланцевой нефти в США, основанная на методологии системной динамики. Исследуются взаимосвязи между динамикой цены на нефть и изменениями в уровне технологии, объема производственных мощностей (буровых установок) и добычи нефти. Используя статистические данные рынка сланцевой нефти США, было выяснено, что лаг между моментом роста цены на нефть и моментом увеличения добычи

сланцевой нефти на существующих скважинах составляет 3–5 месяцев. Кроме того, это приводит к более активному росту новых буровых установок с 7–11-месячным лагом и увеличению добычи нефти с 9–12-месячным лагом. В целом делается вывод, что сланцевая нефть может получить значительную долю рынка в среднесрочной перспективе, хотя традиционная нефть будет основным источником мирового рынка нефти в долгосрочной перспективе. Полученные результаты позволяют прогнозировать более поздний пик добычи традиционной нефти вследствие увеличения доли сланцевой нефти в ближайшем будущем. Тем не менее, негативное воздействие на окружающую среду сланцевых технологий добычи нефти может привести со стороны правительств к ограничениям на выдачу лицензий на новые бурения, что будет тормозить рост добычи сланцевой нефти.

Следует заметить, что в данной работе цена нефти считается экзогенной переменной (сценарии динамики нефтяных цен задаются заранее). При этом важнейшие вопросы балансирования рынка нефти и ценообразования в данном исследовании также не рассматриваются.

В работе [8] была проанализирована также модель долгосрочного прогноза нетрадиционной добычи нефти, основанная на методе разностных уравнений. Используя различные сценарии мирового потребления нефти, показано, что глобальный пик нетрадиционной добычи нефти произойдет примерно в 2080 году, причем максимальный уровень нетрадиционной добычи нефти составит порядка 50–80 млн барр. в сутки.

В целом, результаты работы [8], показывают, что пик традиционной нефтедобычи, вероятно, пройдет между 2020 и 2030 годами, и объем традиционной нефтедобычи будет сокращаться после 2025 г. Но и в отношении сланцевой нефти (аналогично и сланцевого газа) результаты прогноза у разных авторов довольно сильно отличаются друг от друга. Так, в [8], без учета геологических аспектов разработки сланцевых залежей, как равновероятные рассматриваются и оптимистический прогноз, говорящий о долгосрочном характере эксплуатации такого рода месторождений, и пессимистический среднесрочный, сводящийся к тому, что пик добычи сланцевой нефти придется только на вторую половину XXI века.

В динамическом аспекте разработанную Институтом проблем управления Российской Академии наук модель [8] можно рассматривать и как своего рода оптимальную, или «математически ожидаемую», имитационную картину адаптации поведения нефтяных/нефтегазовых компаний к высоковолатильному и циклическому характеру цен на углеводородное сырье в кратко- и среднесрочной

перспективе. Здесь можно выделить следующие характеристики подобной адаптации:

- максимизируемым результатом являются финансово-экономические параметры;
- технологии, в качестве самостоятельной цели адаптации компаний к новым уровням цен на сырье, не анализируются, но предполагаются в качестве инструмента для финансово-экономической адаптации к изменениям в ценовой ситуации.

Результаты моделирования возможно интерпретировать и следующим образом: если компания успешно адаптировалась к изменениям на рынке, то ее фактическое поведение окажется близким оптимальной траектории адаптации объемов (производственной программы) к полученным ценовым сигналам. Но поскольку в качестве критерия оптимизации рассматривается конечный финансовый результат – прибыль либо доход компании, – то возникает и еще одно следствие успешной адаптации компании: при соблюдении производственной программы, близкой к оптимальной, она будет обладать финансовыми ресурсами, необходимыми для того, чтобы хотя бы частично инвестировать в освоение новых видов ресурсов. А это неизбежно придется делать после исчерпания запасов «легкой нефти» [1]. Следовательно, возможно попытаться определить тот уровень либо диапазон цен на нефть, при котором большинство компаний будут обладать минимально необходимыми ресурсами для дальнейшего инвестирования после прохождения цикла низких цен, и не разорятся при переходе к новому технологическому укладу. Исходя из приведенных выше расчетов, срединным значением такой цены может быть уровень в 70 долларов США за баррель.

Схожий уровень цен оценил как «справедливый» с точки зрения компаний-экспортеров и представитель компании ВР, в ходе дискуссии на форуме Института мировой экономики и международных отношений Российской Академии наук «Нефтегазовый диалог» в июне 2017 года.

Близкая по смыслу проблема была смоделирована разработчиками Энергетической стратегии России на период до 2020 года<sup>8</sup> в период 1999–2002 гг. Документ предполагал, что к концу прогнозируемого периода отечественная нефте- и газодобыча будет активно осваивать новые углеводородные запасы севера ЯНАО и шельфа Арктики, тем самым формируя новую добывающую базу, идущую на смену запасам «легкой нефти». Необходимые для этого совокупные денежные ресурсы российских компаний были спрогнозированы как интеграл экспоненциальной функции «Себестои-

мость добычи одного барреля нефти, в долларах США» с исходной точкой в 10–12 долларов за баррель в начальном периоде (2000 г.) и конечной точкой в 70 долларов в 2020 году. А учитывая, что себестоимость добычи сырья частично включает в себя конечный доход компании (через амортизацию или инвестиционные составляющие), возможно сблизить по сути эти два параметра: цену монополиста на регулируемом рынке (Россия) и цену конкурентного производителя (мировую). Иными словами, при достижении в краткосрочной перспективе мировых цен на нефть диапазона со средней величиной 70 долларов за баррель, возможно начало отхода ведущих компаний от технологической базы, доставшейся им в наследство от предыдущих технологических укладов.

Следует также понимать, что, при сложившихся соотношениях спроса и предложения на углеводородное сырье и другие группы энергоносителей, сложно ожидать существенных изменений в технологиях потребления энергоресурсов. Их изменения начнутся лишь в условиях перехода цен к верхней границе возможных диапазонов, т.е. выше 70 долларов за баррель.

#### **6. Предлагаемые организационно-методологические решения в области средне- и долгосрочного прогнозирования развития нефтегазового комплекса и ТЭК в целом. Необходимость сценарного подхода**

Для качественно проведенных долгосрочных исследований отправной точкой служила, как это упоминается в [2], проработка всего множества возможных состояний системы, т.е., в нашем понимании – отрасли, крупной компании, нефтегазодобывающего региона и т.п. Часть возможных состояний системы впоследствии может быть устранена как неприемлемые по соображениям стратегического характера. Тем не менее, наличие альтернатив на начальной стадии долгосрочного исследования расширяет исходное пространство возможных решений долгосрочного характера. Принятый в 2014 году Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» № 172-ФЗ определяет стратегическое планирование как деятельность участников по целеполаганию, прогнозированию, планированию и программированию социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, отраслей экономики и сфер государственного и муниципального управления, обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Стратегическое планирование должно быть направлено на решение задач устойчивого социально-экономического развития

<sup>8</sup> Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. <https://rg.ru/2003/10/07/energetika.html>



Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, и обеспечение национальной безопасности Российской Федерации.

Иными словами, чтобы разработать прогноз и стратегию, как обязательных документов, согласно требованиям Федерального Закона № 172-ФЗ, необходим промежуточный этап, расположенный между стадиями целеполагания и прогнозирования, в ходе которого моделируются, прорабатываются и обсуждаются альтернативные возможные состояния системы, ориентированный на результат. Этот этап с методологической точки зрения рассматривается как сценарий. Применительно к задачам научно-технического и технологического развития нефтегазового комплекса РФ, в Законе № 172-ФЗ дополнительные требования сформированы в статье 19 «Отраслевые документы стратегического планирования Российской Федерации». Согласно этой статье, отраслевые документы стратегического планирования Российской Федерации разрабатываются на период прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период, по решению Президента Российской Федерации или Правительства Российской Федерации, в соответствии с их компетенцией, федеральными органами исполнительной власти, в целях обеспечения реализации стратегии социально-экономического развития Российской Федерации, стратегии национальной безопасности Российской Федерации, стратегии пространственного развития Российской Федерации, с учетом прогноза научно-технологического развития Российской Федерации, стратегического прогноза Российской Федерации, прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период.

В настоящее время подготовлена новая редакция Энергетической стратегии России на период до 2035 года, в которой также используется принцип демонстрации двух-трех альтернативных сценариев развития ТЭК, которые отличаются по параметрам:

- темпов роста экономики РФ;
- ожидаемых уровней мировых цен на нефть;
- темпов развития мировой экономики и экспорта;
- уровня энергосбережения и энергоэффективности.

Одним из недостатков проектов Энергетической стратегии России на период до 2035 г. является отсутствие альтернативных вариантов видения развития технологий для ТЭК, включая основные направления развития нефтегазовых технологий, и в целом, энергетических технологий на долгосрочную перспективу.

Таким образом, в современной системе юридического регулирования процесса проведения долго-

срочных стратегических исследований, сценарий является своего рода недооцененным документом. Об этом свидетельствует хотя бы то, что единственным широко известным и утвержденным в качестве документа сценарным исследованием, регулярно проводимым органами государственной власти РФ, являются работы Министерства экономического развития, ориентированные под узкий круг задач бюджетного процесса. И действующая, и готовящаяся редакции Энергетической Стратегии России на период до 2035 года, хотя и используют сценарные наработки Минэкономразвития, не применяют глубокие сценарные исследования применительно к задачам технологического переоснащения ТЭК, импортозамещения и т.д.

В целом же, отказываясь от признания места сценария как необходимого этапа долгосрочных исследований, само экспертное сообщество создает искусственный дефицит обсуждаемых стратегических альтернатив.

**Формализованный подход к построению сценариев и «дорожных карт».** Если мы полагаем, что сценарий – это «сюжетная схема, т.е. заранее подготовленный план осуществления чего-либо», а также «логическая и правдоподобная совокупность событий, происходящих одновременно или следующих друг за другом» [2, 6], среди возможных признаков сценария можно выделить следующие:

- Наличие начального и конечного событий (цели), которое может быть задано в виде однозначно сформулированного события либо внешних требований с характеристиками конечного события;
- Совокупность начального и промежуточных событий, обеспечивающих, возможно, не однозначный переход из начального события в конечный результат;
- Наличие возможности содержательной интерпретации как сценариев в целом, так и каждого варианта сценария, ориентированного на результат.

Возможности формализованного представления и последовательного формирования сценариев развития социально-экономических систем рассмотрены в работах [2, 3, 5]. Одним из доступных для практических целей инструментов построения сценариев являются информационно-логические модели.

Состояния, которые в дальнейших процессах достижения конечных целей имеют на входе информацию от одного события, а на выходе имеют два или более состояний, которые формируются на основе информации исходного состояния, в последнее время часто называют развилками.

С методической точки зрения «дорожная карта» («ДК») – это наиболее распространенный вид информационно-логической модели, на первый

взгляд традиционный, хорошо известный организаторам и плановикам календарный план. Однако «ДК» имеет свои отличия. Главное из них – ориентация всех шагов и мероприятий на конечную цель, а также регулярное сопоставление этих шагов с конечной целью. В обычном календарном плане эта особенность соблюдается не всегда, поскольку календарный план – это «вписывание» необходимых (не обязательно целевых) мероприятий во временной интервал, календарь.

К основным свойствам «дорожной карты», используемым при ее построении для достижения целей, относятся следующие:

- наличие четко обозначенной цели, ориентирующей весь процесс на ее достижение;
- возможность представления цели совокупностью подцелей;
- установление исходного состояния, «стартовых позиций» «дорожной карты»;
- наличие фиксируемых промежуточных состояний, этапов при переходе из исходного в конечное состояние;
- возможность существования параллельных (но не альтернативных) путей перехода из начального в конечное состояние, а также наличие взаимосвязей между параллельными путями;
- существование следующих основных участников подготовки и реализации «дорожной карты»:
  - организатор – лицо (структура), которому обычно принадлежит замысел составления «ДК» по конкретной проблеме;
  - участник (участники) – лица, принимающие участие в реализации «ДК»;
  - координатор – лицо, осуществляющее взаимодействие всех участников в процессе реализации «ДК»;
  - конфликтующие лица – участники «ДК», имеющие разные интересы, сближаемые посредством «ДК»;
  - заказчик (потребитель, пользователь) – лицо (субъект), непосредственно заинтересованное в достижении цели «ДК».

«Дорожная карта» – это еще и поэтапная целевая информационно-логическая модель, основные свойства и правила построения которой были разработаны в 70-80-е годы для прогнозирования и управления исследованиями и разработками. Позже эта модель и ее разновидности были эффективно использованы для управления целевыми проектами и программами на разных уровнях экономики и технологических структур.

Порядок построения «дорожной карты» можно представить в следующем виде:

Первоначально необходимо описать конечное состояние процесса достижения цели. Это состояние можно задать тремя способами:

- путем внешних признаков и условий, которым должно отвечать желаемое конечное состояние;
- посредством четкого описания конечного состояния, желаемой цели;
- сочетанием содержания цели и его дополнением внешними признаками и условиями.

Затем выделяется то начальное состояние, которое может быть положено в основу процесса достижения цели. Если организатор «ДК» не ограничен выбором какого-либо одного исходного состояния, и существует определенное разнообразие таких состояний, то возникает проблема выбора. Возможны разные подходы. Так, можно выбрать такое состояние, которое ближе всего к намечаемому, или ориентироваться на экономию затрат или времени достижения цели, либо отдать предпочтение надежности достижения цели. Такой выбор остается за организатором.

Таков один из возможных математически формализованных подходов к построению «дорожных карт» технологического развития крупных производственных и экономических систем. Модель была разработана в Лаборатории № 17 ИНП РАН, исходя из тех предварительных условий, что:

- производственный результат, в данном случае, объем добычи ресурсов, является функцией от наличия самих ресурсов (запасов нефти и газа), технологий, пригодных для их освоения, и достаточных объемов денежных средств;
- интересы всех сторон, вовлеченных в процесс создания, финансирования и применения инноваций, уже заранее согласованы, либо сформулированы новые сценарии развития процессов;
- для смены существующих технологий позволяет рассматривать вышеприведенную модель «дорожной карты» как поток технологий, регулируемый собственными закономерностями развития.

С другой стороны, выше было показано, что, во-первых, реальный поток технологий нефтегазового комплекса существенно зависит от таких факторов, как логистика, ценовое поведение, которые в итоге и формируют ресурсы, необходимые для инвестиций в более сложные с технологической, горно-геологической и географической точки зрения запасы, а также различного рода волевые решения. Например, издание Постановления Правительства либо усиление корпоративного менеджмента качественным составом совета директоров, и т.п. Поэтому для адекватного отражения процесса прогнозирования технологического развития в рамках вертикально интегрированной компании либо их некой совокупности (см. микроэ-

кономическую модель взаимодействия олигополий на рынке), в любую модель деятельности интегрированной компании необходимо ввести дополнительные ограничения:

1. Необходимо выделить отдельные параметры, условия и ситуации, при которых возможно «ручное» вмешательство во все составляющие деятельности компании – текущую, инвестиционную, технологическую. Логика выделения таких параметров полностью соответствует изложенному в табл. 2 различию между корпоративным поведением западных компаний, ориентирующихся на рыночные индикаторы и методы, и национальных компаний стран-производителей нефти и газа, к которым относится и наша страна. Это поможет исключить из числа возможных моделируемых оптимальных решений те, которые, несмотря на финансово-экономическую выгоду, ставят под угрозу экономическую и государственную безопасность.

2. Любая вертикально-интегрированная компания нефтегазового комплекса с точки зрения технологий является множеством со значительным числом ограничений и практически не осуществимыми точками оптимальных решений. Чтобы верно моделировать корпоративное поведение, необходимо ввести дополнительные ограничения системного характера, связанные с логистикой, инфраструктурой, наличием или отменой долгосрочных контрактов, санкциями и т.п. Подобные ограничения не вводятся вручную, но создают дополнительные ограничения на возможные принимаемые решения, в том числе исключают некоторые потенциально эффективные решения по соображениям безопасности либо инфраструктурной устойчивости.

3. Фактором, отклоняющим и от оптимального решения, и от изначально заданной системы ограничений, является ситуация прямой или косвенной бюджетной интервенционистской политики (дополнительные поступления финансовых ресурсов извне). Модель с ограничениями не может предусматривать ситуации, когда, благодаря, например, бюджетным субсидиям, компания избавится от «узких мест» в трубопроводной логистике, получит, благодаря внешнеполитической поддержке, новые ресурсы и логистические возможности за рубежом, и т.п. То есть сами ограничения будут носить динамический характер. С другой стороны, вероятность «расширки» исходной системы ограничений некоторым образом будет связана с другими результатами деятельности компании (рекурсия).

Данным критериям в наибольшей степени соответствует модель автоматической генерации сценариев, разработанная в Институте проблем управления Российской Академии наук [10]. Она предполагает частично ручную и частично авто-

матическую регуляцию всей управляемой системы при наступлении так называемых экспертно значимых событий. Авторы данного исследования утверждают, что сама типология прикладных систем позволяет провести структуризацию исследуемого объекта при представлении его в качестве абстрактной модели социально-экономической системы, и изучать ее подсистемы методом сценарного анализа, ориентированного на результат.

Предлагается подход, в соответствии с которым уже на уровне классификации можно выделить ряд их характерных структурных особенностей. Группируя их по признакам, определяющим типичные свойства и связи между показателями развития, можно сформировать классификационные группы. Далее, используя формальные операции в сценарных пространствах, можно провести анализ и осуществить синтез оптимальных сценариев развития и, таким образом, разработать сценарий будущих преобразований.

Принципиальным отличием работы [10] от большинства других аналогичных разработок в области системного анализа является выделение ряда специфических компонент, которые и позволяют осуществлять стратегически обусловленное вмешательство в деятельность моделируемой системы (государственного предприятия или организации, крупной компании с государственным участием, других объектов стратегического значения). К этим компонентам относится, прежде всего, **общая концепция системы**, которая позволяет распознать полученные методом автоматизированной генерации параметры моделируемой системы с точки зрения приемлемости ее для общей системы корпоративных ценностей, целей и результатов деятельности. Так, для национальной компании страны, экспортирующей нефть и газ, и при этом стремящейся обеспечить устойчивый суверенитет, исключены такие финансовые и технологические состояния, при которых единственным – математически оптимальным – решением будут приватизация, привлечение иностранных инвестиций и технологий.

В модель вводятся заранее сформулированные **требования к компонентам системы**, обеспечивающие эффективные результаты исследования системы. Дополнительные требования должны быть сформулированы к критериям адекватности функционирования системы. Применительно к интегрированным компаниям нефтегазового комплекса это могут быть:

- ограничения на источники инвестиций, например, в условиях внешнего эмбарго, либо отражение политики государственного протекционизма в части блокирования иностранных инвестиций, экспортной и таможенной политики и т.п.;

- ограничения, обусловленные логистикой либо технологией производства в стандартных хозяйственных условиях;
- дополнительные ограничения на пространство как оптимальных, так и допустимых решений для компании, появление (или отмена) которых будет связана с различной природы чрезвычайными ситуациями, а также с активным поведением на рынке, наподобие замораживания или резкого наращивания добычи.

Принципиально важным для данной разработки является введение в нее понятия «**экспертно-значимого события**», после наступления которого необходимо, по определенным траекториям, вводить фактические изменения в параметры системы (компании).

Применение формально-сценарного подхода к исследованию системы имеет своей целью создание необходимого спектра сценариев функционирования и развития, на основе которых руководитель может осуществлять стратегическое управление, включая и ручное управление, для чего **может быть применен внешний ввод отдельных параметров**.

Модель предполагается осуществлять в семь этапов.

На *первом этапе* происходит описание социально-экономической системы в виде стратифицированной модели, ее целей исследования, характеристик и свойств компонентов, возможных типов неопределенности, а также управляемых и неуправляемых компонентов системы (компании).

На *втором этапе* происходит построение формальной системы исследования компании, в которой формулируются, в том числе, система ограничений и множество метахарактеристик компании, удовлетворяющих требованиям к компонентам системы по осуществлению эффективных результатов, включая:

- множество внутренних характеристик системы;
- множество характеристик окружения системы;
- множество совместных характеристик системы и окружения;
- множество возможных внутренних состояний системы, для каждого из которых существуют свои концепция, структура, субстрат и окружение;
- множество гипотетически реализуемых внутренних состояний;
- множество гипотетически реализуемых состояний окружения;
- множество расширенных состояний системы.

Применительно к нефтегазовому комплексу, к расширенным состояниям системы можно отнести государственные субсидии, получение новых

месторождений и долей в проектах за рубежом, решения, предусматривающие ресурсную и технологическую мобилизацию.

На *третьем этапе* происходит формализация предметной области сценарного анализа с созданием экспертно-значимых компонентов, получается также детальное описание наборов системных элементов, определяющих исследуемые объекты, структуры и процессы, происходящие в компании.

Четвертый этап можно охарактеризовать как определение основных сценарных единиц. Здесь решается наиболее трудоемкая задача формирования основных блоков сценариев, компонентов различных сценарных пространств, в том числе, алгоритмы действий в условиях риска, неопределенности или неизвестности.

Пятый этап является расчетным, собственно здесь и осуществляется автоматическая генерация сценариев функционирования системы (компании). В результате его пользователи модели получают в распоряжение спектры сценариев в заданном сценарном пространстве, на базе которого может быть осуществлен уже более детализированный анализ заданных компонентов системы, т.е. отдельных функциональных и технологических составляющих корпоративной деятельности.

Шестой этап – это анализ спектра альтернативных сценариев функционирования. Здесь идет работа с описанием сценарных характеристик и свойств в заданных сценарных пространствах, в том числе:

- перечень сценарных характеристик и свойств компании в целом, и отдельных ее компонентов;
- правила формирования указанных сценарных характеристик и свойств.

На данном этапе осуществляется и демонстрируется результат расчетов сценарных характеристик и свойств, сгенерированного спектра сценариев изучаемого компонента системы, например, ресурсной базы, степени зависимости от импортных технологий и потребности в разработке собственных, денежной массы, накопленной в результате эффективной работы на волатильных рынках и др.

Наконец, седьмой этап – это синтез оптимальных сценариев поведения и развития системы (компании). Его содержание – это формирование оптимальных сценариев поведения и развития заданных компонентов компании в заданном сценарном пространстве, в том числе набор сценариев функционирования и развития каждой ключевой составляющей деятельности компании. Также могут быть продемонстрированы сами методы и результаты синтеза оптимальных сценариев для заданного набора характеристик.



## Выводы

Все вышеописанное позволяет сделать следующие выводы и рекомендации.

I. Принятые в большинстве университетов, компаний и аналитических центров методы технологического прогнозирования на основе Форсайта недостаточно эффективно работают при применении их не к отдельным технологиям либо небольшим специализированным инновационным компаниям, а к крупным объектам международного бизнеса. Вертикально интегрированные нефтяные и газовые компании являются в настоящее время наглядным примером того, как горно-геологические и инфраструктурные ограничения задают технологическому прогрессу иные, по сравнению с прогнозом, темпы реализации новых технологий, и само направление их эволюции. В настоящее время наблюдаются ошибочные результаты прогнозирования.

II. Анализ ряда математических моделей и качественных оценок позволяет, например, судить о том, что «эпоха легкой нефти» – при всей ее геологической исчерпанности – продлится до 2035–2040 гг., после чего приоритет получают высокоширотные проекты в Арктике и на шельфе. Считавшиеся перспективными в качестве новой сырьевой базы нефте- и газодобычи сухопутные запасы углеводородов со сложным горно-геологическим строением и компонентным составом, а также сланцевая нефть и сланцевый газ, будут, скорее всего, выполнять роль компенсирующих источников топливоснабжения в периоды топливных дефицитов и высокой волатильности цен. Но приступить к созданию новой добывающей базы на шельфе будут в состоянии только те компании, которые смогли накопить достаточное количество денежных средств и активов благодаря тому, что успешно адаптировались к высоковолатильному рынку с доходностью, периодически снижавшейся, как минимум, в течение 2008–2016 гг.

III. Различными способами была получена оценка цены нефти в порядка 70 долларов США за баррель, при которой возможны изменения в технологической структуре интегрированных компаний со значительной долей добывающих и транспортных активов. Пока рынок держится ниже этого уровня, стимулов инвестировать в более прогрессивные технологии не имеют ни потребители, ни производители углеводородного сырья.

IV. «Встроенные дефекты» методов, применяемых в процессе Форсайта, могут быть скомпенсированы или даже устранены, если и в процессе получения экспертных ответов, и в процессе обработки результатов опроса применять ряд базовых законо-

мерностей долгосрочного технико-экономического развития. Школа анализа и прогнозирования технологического развития ТЭК существует в Отделении экономики и Отделении наук о Земле Российской Академии наук. Научные результаты, имеющиеся в этих организациях, способны повысить обоснованность и качество решений, получаемых в ходе осуществления Форсайт-исследований в интересах крупных отечественных компаний и федеральных органов исполнительной власти РФ, основных субъектов Федерации, обладающих запасами нефти и газа.

V. Научные школы Института проблем управления Российской Академии наук располагают прикладным экономико-математическим и сценарно-аналитическим аппаратом управления крупными компаниями, представляя их в качестве социально-экономических систем. Разработанные здесь методы могут показать, как компания способна успешно адаптироваться к сложной динамике внешнего рынка углеводородного сырья, и оценить практический сценарий, близкий к математически ожидаемой максимизации доходов – для накопления средств на технологическое развитие.

В модели автоматической генерации сценариев также возможно, благодаря работам ИПУ РАН, выделить отдельные параметры, условия и ситуации, при которых возможно «ручное» вмешательство во все составляющие деятельности компании. Также в модели сценария возможно ввести дополнения системного характера, связанные с логистикой, инфраструктурой, наличием или отменой долгосрочных контрактов, санкциями и т.п. Включение в модель целей и ценностей исследуемой системы через экспертно-значимые события позволяет сформировать оптимальный и с финансово-экономической, и с социальной, и с геополитической точек зрения сценарий технологического развития для крупной отечественной компании нефтегазового комплекса, ориентированного на результат.

## Список литературы

1. Дмитриевский А.Н., Комков Н.И., Мастепанов А.М., Кротова М.В. Ресурсно-инновационное развитие экономики России: монография / под редакцией Н.И. Комкова, А.М. Мастепанова. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013. 736 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23851667>
2. Прогнозирование перспектив технологической модернизации экономики России. Монография / под ред. В.В. Ивантера, Н.И. Комкова. М.: МАКС Пресс, 2010. 816 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19951941>
3. Комков Н.И., Бондарева Н.Н., Романцов В.С., Диденко Н.И., Скрипнюк Д.Ф. Методические и организационные основы управления развитием компаний:



- монография. М.: Издательский Дом «Наука», 2015. 520 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25053195>
4. *Глазьев С.Ю.* Теория долгосрочного технико-экономического развития / *С.Ю. Глазьев*; Междунар. фонд Н.Д. Кондратьева. М.: ВладДар, 1993. 310 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001676059>
  5. *Комков Н.И.* Закономерности научно-технологического развития и их использование при прогнозировании // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2010. Т. 1. № 3. С. 72–91. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17825028>
  6. *Кротова М.В.* Анализ институциональных условий формирования биржевого сегмента торговли природным газом в России // Научный журнал Российского газового общества. 2016. № 3. С. 56–66. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26727578>
  7. *Kilian L., Hicks B.* Did Unexpectedly Strong Economic Growth Cause the Oil Price Shock of 2003–2008? // *Journal of Forecasting*. 2013. Vol. 32. Iss. 5. P. 385–394. URL: <https://econpapers.repec.org/paper/cprceprdp/7265.htm>
  8. *Акинфиев В.К.* Модель конкуренции между нефтедобывающими компаниями с традиционным и нетрадиционным способом добычи // Управление большими системами. 2017. № 67. С. 52–80. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29320454>
  9. *Полякова Т.В.* Перспективы развития добычи сланцевых углеводородов в Северной Америке // Вестник МГИМО. 2014. № 1. С. 97–105. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21418611>
  10. *Шульц В.Л., Кульба В.В.* и др. Модели и методы анализа сценариев развития социально-экономических систем: монография. Кн. 2. М.: Наука, 2012. 303 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19980789>
  11. *Усманова Т.Х.* Международное регулирование энергетических контрактов и их влияние на экономическую безопасность России // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2017. № 1. С. 284–289. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28889391>
  12. Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления: монография / под редакцией *В.В. Ивантера*. М.: Издательский Дом «Наука», 2016. 1016 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28355575>
  13. *Шульц В.Л.* Сценарный анализ в управлении социальной безопасностью // Национальная безопасность. 2012. № 6. С. 4–21
  14. *Шульц В.Л., Кульба В.В., Шелков А.Б.* Информационное управление. Часть 1 Концептуальные основы // Национальная безопасность / *Nota Bene*. 2009. № 3. С. 4–14
  15. *Загребнев С.* Региональная безопасность в системе национальной безопасности Российской Федерации // Власть. 2010. № 10. С. 90–92. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15321927>
  16. *Возжеников А.В., Стрельченко В.В.* Внешняя сторона региональной безопасности в России // Власть. 2009. № 4. С. 65–68
  17. *Шульц В.Л., Кульба В.В., Шелков А.Б., Чернов И.В.* Методы сценарного анализа угроз эффективному функционированию систем организационного управления // Тренды и управление. 2013. № 1 (1). С. 6–30
  18. *Шульц В.Л., Кульба В.В., Шелков А.Б., Чернов И.В.* Сценарный анализ эффективности управления информационной поддержкой государственной политики России в Арктике // Национальная безопасность / *Nota Bene*. 2011. № 6 (17). С. 188–206

*Об авторах:*

**Дмитриевский Анатолий Николаевич**, научный руководитель, Институт проблем нефти и газа Российской Академии Наук (ИПНГ РАН) (119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 3), Москва, Российская Федерация, Академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, **Scopus ID: 6603259385**, [A.Dmitrievsky@ipng.ru](mailto:A.Dmitrievsky@ipng.ru)

**Мастепанов Алексей Михайлович**, главный научный сотрудник, руководитель Аналитического центра энергетической политики и безопасности, Институт проблем нефти и газа Российской Академии Наук (ИПНГ РАН) (119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 3), Москва, Российская Федерация, доктор экономических наук, профессор, [amastepanov@mail.ru](mailto:amastepanov@mail.ru)

**Усманова Тальия Хайдаровна**, профессор Департамента Менеджмента Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49); главный научный сотрудник, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН (117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47), Москва, Российская Федерация, доктор экономических наук, **ORCID: 0000-0001-6095-9553**, [Utx.60@mail.ru](mailto:Utx.60@mail.ru)

**Кротова Мария Владимировна**, старший научный сотрудник, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН (117418, г. Москва, Нахимовский проспект, 47), Москва, Российская Федерация, кандидат экономических наук, [komkov\\_ni@mail.ru](mailto:komkov_ni@mail.ru)

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Dmitrievsky A.N., Komkov N.I., Mastepanov A.M., Krotova M.V. Resource innovative development of economy of Russia. Monograph. Ed. N.I. Komkov, A.M. Mastepanov. Izhevsk: Institute of computer researches; 2013. 736 p. (in Russ.)
2. Forecasting of prospects of technological modernization of economy of Russia. Monograph. Ed. V.V. Ivanter, N.I. Komkov. Moscow: MAX Press: 2010. 816 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19951941> (in Russ.)
3. Komkov N.I., Bondareva N.N., Romantsov V.S., Didenko N.I., Skripnuk D.F. Methodical and organizational bases of management of development companies. Monograph. Moscow: Publishing House «Nauka»; 2015. 520 p. (in Russ.)
4. Glazyev S.Yu. Theory of long-term technical and economic development. Moscow: VlaDar; 1993. 310 p. (in Russ.)
5. Komkov N.I. Patterns of Scientific and Technological Development and their use in Forecasting. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2010; 1(3):72–91 (in Russ.)
6. Krotova M.V. The analysis of institutional conditions of forming of an exchange segment of natural gas trading in Russia. *The Scientific magazine of the Russian Gas Society*. 2016; 3:56–66 (in Russ.)
7. Kilian L., Hicks B. Did Unexpectedly Strong Economic Growth Cause the Oil Price Shock of 2003–2008? *Journal of Forecasting*. 2013; 32(5):385–394. URL: <https://econpapers.repec.org/paper/cprceprdp/7265.htm> (in Eng.)
8. Akiniev V.K. A model of competition between oil companies with conventional and unconventional oil production. *Management of big systems*. 2017; 67:52–80 (in Russ.)
9. Polyakova T.V. Prospects for the North America' shale hydrocarbons development. *Bulletin of MGIMO*. 2014; 1:97–105 (in Russ.)
10. Schultz V.L., Kulba V.V., etc. Models and methods of the analysis of scenarios of development of social and economic systems. Monograph. Book 2. Moscow: Science, 2012. 303 p. (in Russ.)
11. Usmanova T.Hk. International regulation of energy contracts and their influence on the economic safety of Russia. *RISK: resources, information, supplies, competition*. 2017; 1:284–289. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28889391> (in Russ.)
12. The Arctic space of Russia in the XXI century: factors time development, management organization / ed. acad. V.V. Ivanter. St.-Petersburg, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University; Publishing House "Science", 2016. 1014 p. (in Russ.)
13. Schulz V.L. Scenario analysis in the management of social security. *Nota Bene*. 2012; 6:4–21 (in Russ.)
14. Kul'ba V.V., Schulz V.L., Shelkov A.B. Informatsionnoe upravlenie. Chast' 1 Kontseptual'nye osnovy [Information management. Part 1. Conceptual framework]. *Nota Bene*. 2009; 3:4–14 (in Russ.)
15. Zagrebnev S. Regional security in the system of national security of the Russian Federation. *Vlast' = Power*. 2010; 10:90–92 (in Russ.)
16. Vozzhenikov A.V., Strelchenko V.V. The outer side of regional security in Russia. *Vlast' = Power*. 2009; 4:65–68 (in Russ.)
17. Schulz V.L., Kul'ba V.V., Shelkov A.B., Chernov I.V. Methods of scenario analysis of threats to the effective functioning of systems of organizational management. *Trends and management*. 2013; 1(1):6–30 (in Russ.)
18. Schulz V.L., Kul'ba V.V., Shelkov A.B., Chernov I.V. Scenario analysis of efficiency of management of information support of Russian state policy in the Arctic. *Nota Bene*. 2011; 6(17):188–206 (in Russ.)

### About the authors:

**Anatoly N. Dmitrievsky**, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences (3, Gubkin street, Moscow, 119333), Moscow, Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, **Scopus ID: 6603259385**, [A.Dmitrievsky@ipng.ru](mailto:A.Dmitrievsky@ipng.ru)

**Alexey M. Mastepanov**, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences (3, Gubkin street, Moscow, 119333), Moscow, Russian Federation, Doctor of Economic Sciences, Professor, [amastepanov@mail.ru](mailto:amastepanov@mail.ru)

**Taliya Kh. Usmanova**, Finance University under the Government of the Russian Federation (49, Leningradsky avenue, Moscow, 125993); Institute of economic forecasting of the Russian Academy of Sciences (47, Nakhimovsky prospect, Moscow, 117418), Moscow, Russian Federation, Doctor of Economic Sciences, **ORCID: 0000-0001-6095-9553**, [Utx.60@mail.ru](mailto:Utx.60@mail.ru)

**Maria V. Krotova**, Institute of economic forecasting of the Russian Academy of Sciences (47, Nakhimovsky prospect, Moscow, 117418), Moscow, Russian Federation, Candidate of Economic Sciences, [komkov\\_ni@mail.ru](mailto:komkov_ni@mail.ru)

All authors have read and approved the final manuscript.