Горячева Анастасия Олеговна. Методологические и практические аспекты комплексного анализа влияния роста добычи нефти низкопроницаемых пород на мировой рынок нефти: диссертация ... кандидата Экономических наук: 08.00.14 / Горячева Анастасия Олеговна;[Место защиты: ФГБОУ ВО Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина], 2017

**Содержание к диссертации**

Введение

**1. Анализ текущего состояния мирового рынка нефти, обзор прогнозов и выявление ключевых тенденций 12**

1.1. Запасы, добыча и потребление нефти 12

1.2. Обзор прогнозов развития нефтяного рынка 29

1.3. Перспективные источники роста объемов добычи нефти 31

**2. Выявление наиболее значимого ресурса среди нетрадиционных источников нефти и анализ перспектив его добычи 33**

2.1. Классификация жув и анализ нетрадиционных источников жув с целью выявления наиболее перспективного 33

2.2. Ресурс, который способен внести наибольший вклад в прирост мировой добычи нефти среди нетрадиционых источников 45

2.3. Текущее производство лннп в сша 51

2.4. Потенциал роста добычи лннп за пределами сша 60

2.5. Обзор существующих оценок стоимости производства и сравнение прогнозов производства 75

2.6. Факторный анализ по странам и swot анализ в целом по миру

**3. Теоретическая и методическая основа исследования влияния лннп на мировой рынок нефти85**

3.1. Системные исследования применительно к энергетическому комплексу, в частности, к исследованию рынков жув 85

3.2. Анализ особенностей существующих экономико-математических моделей 89

3.3. Основа методики долгосрочного прогнозирования мировых

рынков жидкого топлива 4.предложения по улучшению методики. расчеты

**Результаты исследования**

4.1. Математическое описание модели рынков жув с учетом усовершенствований

4.2. Описание сценариев

4.3. Результаты расчетов

4.4. Последствия для россии

заключение

Опубликованных автором по список работ,

Диссертации

Список использованной литературы

* [Обзор прогнозов развития нефтяного рынка](http://www.dslib.net/economika-mira/metodologicheskie-i-prakticheskie-aspekty-kompleksnogo-analiza-vlijanija-rosta-dobychi.html#7633171)
* [Ресурс, который способен внести наибольший вклад в прирост мировой добычи нефти среди нетрадиционых источников](http://www.dslib.net/economika-mira/metodologicheskie-i-prakticheskie-aspekty-kompleksnogo-analiza-vlijanija-rosta-dobychi.html#7633172)
* [Обзор существующих оценок стоимости производства и сравнение прогнозов производства](http://www.dslib.net/economika-mira/metodologicheskie-i-prakticheskie-aspekty-kompleksnogo-analiza-vlijanija-rosta-dobychi.html#7633173)
* [Математическое описание модели рынков жув с учетом усовершенствований](http://www.dslib.net/economika-mira/metodologicheskie-i-prakticheskie-aspekty-kompleksnogo-analiza-vlijanija-rosta-dobychi.html#7633174)

**Введение к работе**

**Актуальность темы исследования.**

В последнее время наблюдается увеличение объемов добычи нетрадиционной нефти в США, в частности, легкой нефти низкопроницаемых пород (далее – ЛННП). Рост рентабельности разработки данного сырья за счет снижения издержек позволил уменьшить зависимость страны от импорта уже сейчас, МЭА прогнозирует, что к 2020 г. благодаря сланцевой нефти, США смогут обойти по добыче традиционных лидеров – Саудовскую Аравию и Россию, что с учетом сокращения доли нефти в общемировой корзине энергоресурсов является существенным фактором. Низкие цены на нефть оказали сдерживающее влияние на производство ЛННП, вместе с тем новые условия выявили потребность в анализе данного вопроса.

Потребность в анализе, учитывающем влияние совокупности факторов для принятия взвешенных и обоснованных решений в условиях резко изменяющейся ситуации, приводит к необходимости дополнения экспертных оценок экономико-математическими инструментами при составлении планов на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Начиная с 80-х годов крупные зарубежные организации имеют в своем арсенале и активно развивают модельные комплексы, различные по степени детализации, математическому аппарату, целевым функциям и средствам реализации, направленные на исследование мирового нефтяного рынка. Первая группа зарубежных организаций (ОПЕК, МЭА, Департамент Энергетики США, Европейская комиссия и BP) использует модели преимущественно для собственных нужд, публикуя в открытом доступе только результаты расчетов, оформленные в виде прогнозов. Вторая группа (по большей части, консалтинговые фирмы, такие как Delloite, Wood Mackenzie и IHS) предоставляет платные услуги по исследованию нефтяного рынка на базе имеющихся модельных комплексов.

В свете последних событий, таких как ввод санкций, направленных на ослабление российского ТЭК, все большую актуальность приобретают меры по защите государственных интересов и созданию отечественных товаров и услуг. В этих условиях целесообразно развитие методики долгосрочного прогнозирования и отечественного инструментария для выработки стратегических решений на базе расчетов,

4 подготовленных в «прозрачной» системе, с четким пониманием содержательной части,

алгоритма расчета и применяемых ограничений в рамках выбранного сценария.

С учетом вышеизложенного в рамках данной работы проведен анализ текущего

состояния мирового рынка нефти, в частности, исследован феномен и перспективы

сланцевой революции. Разработаны методические рекомендации по анализу рынка и

прогнозированию объемов добычи и перераспределения мировых потоков

транспортировки нефти на базе сценарных расчетов.

**Степень научной разработанности проблемы.**

Анализом мировых рынков нефти занимались отечественные и зарубежные ученые Ю.П. Ампилов, М.А. Белова, О.Б. Брагинский, В.В. Бушуев, Г.В. Выгон, Д. Гордон (D. Gordon), Л.М. Григорьев, А.И. Громов, С.З. Жизнин, С.В. Жуков, С.А. Золина, Н.А. Иванов, Д. Йергин (D. Yergin), А.А. Конопляник, М.И. Левенбук, А.А. Макаров, А.М. Мастепанов, К.Н. Миловидов, Т.А. Митрова, А.М. Рудкевич, Е.А. Телегина, Б. Фаттух (B. Fattouh), В.И. Фейгин, Г.О. Халова, Ю.И. Черный, А.К. Шуркалин, В.И. Эскин и другие. Вместе с тем, начиная с 2012 года, растет число работ на тему добычи ЛННП в США. Но новые условия и предпосылки, а также вероятность увеличения объемов добычи ЛННП за пределами Северной Америки обусловливают потребность в дополнительном исследовании и проведении качественно нового анализа.

При рассмотрении методологического аспекта долгосрочного прогнозирования мировых рынков нефти с использованием системного подхода следует отдельно отметить Л.А. Мелентьева, который внес существенный вклад в данное направление, будучи основоположником школы, которая и по сей день представлена учеными ИСЭМ РАН и ИНЭИ РАН. Вопросами моделирования в ТЭК занимаются отечественные ученые: С.Ю. Жолков, С.В. Клубков, Ю.Д. Кононов, А.С. Лукьянов, М.В. Лурье, М.Г. Сухарев, ученые ВЦ РАН и ИНП РАН. В отношении зарубежных исследований стоит отметить наличие ряда моделей, направленных на прогнозирование долгосрочных перспектив мировых рынков нефти и нефтепродуктов, но ввиду коммерческого характера они недоступны для анализа и сопоставления, также отсутствуют работы, посвященные исследованию совокупности данных инструментов. При рассмотрении

5 отечественных моделей акцент сделан на одном из инструментариев, в разработке и

реализации которого автор принимал непосредственное участие.

**Целью диссертационной работы** является комплексное исследование влияния

роста добычи ЛННП на конъюнктуру мирового рынка нефти с помощью методики

долгосрочного прогнозирования мировых рынков нефти, которая была

усовершенствована в рамках данного исследования. Для достижения поставленной цели

сформулированы следующие научные **задачи**:

анализ текущего состояния мирового рынка нефти, в частности запасов, объемов добычи и потребления. Рассмотрение прогнозов мировых исследовательских организаций и нефтегазовых компаний, а также научных работ ведущих зарубежных и российских ученых, с целью выявления драйверов, способных трансформировать мировой рынок нефти в средне- и долгосрочной перспективе;

изучение существующих классификации жидких углеводородов (далее -ЖУВ) с целью выделения ресурсов, отнесенных к категории нетрадиционных, и дальнейшего выявления наиболее перспективного среди них и способного внести наибольший вклад в прирост мировой добычи в обозримом будущем;

анализ технико-экономических аспектов добычи ЛННП в США (экономики, геологии, экологии, географии, наличия квалифицированных специалистов и буровых бригад, доступность технологий), проведение факторного и SWOT анализов перспектив добычи ЛННП, с учетом благоприятных и неблагоприятных условий добычи и исследование потенциал роста добычи ЛННП в США и за ее пределами;

проведение обзора наиболее проработанных экономико-математических моделей прогнозирования мирового нефтяного рынка для выявления наиболее подходящей модели для целей диссертации и способной учесть рост добычи ЛННП;

разработка рекомендаций по улучшению методики долгосрочного прогнозирования мирового нефтяного рынка;

проведение сценарных вычислений: базового и учитывающего рост добычи ЛННП в ряде стран, с целью исследования влияния на мировой рынок нефти увеличения объёмов ЛННП.

**Объект исследования** - мировой нефтяной рынок.

6 **Предмет исследования** – перспективы добычи ЛННП и методические подходы к

комплексному анализу влияния роста добычи ЛННП на мировой рынок нефти.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности**.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с п.1. «Всемирное хозяйство,  
его структура, закономерности и современные тенденции развития», п.17. «Мировой  
рынок товаров и услуг: тенденции развития, отраслевая и фирменная структура.  
Организация и техника международной торговли.», п.21. «Развитие ресурсной базы  
мирового хозяйства. Экономические аспекты глобальных проблем – экологической,  
продовольственной, энергетической. Мирохозяйственные последствия глобальных  
процессов, пути и механизмы их решения.» и п.26. «Внешнеэкономические интересы  
России на мировом рынке и в отношениях с отдельными странами и группами стран.  
Геоэкономические проблемы России, ее стратегические приоритеты и

внешнеэкономические перспективы.» Паспорта специальности ВАК 08.00.14 – «Мировая экономика».

**Методологическая и теоретическая база исследования.**

Основой исследования стали труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные мировой нефтяной промышленности. Информационную базу составили открытые источники государственных и межгосударственных организаций: Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерства энергетики Российской Федерации, Министерства экономического развития Российской Федерации, Федеральной службы государственной статистики, Федеральной таможенной службы Российской Федерации, МЭА, ОПЕК, Департамента Энергетики США, ERCB, SPE, USGS, материалы компаний нефтегазового сектора: ПАО «Газпром», ПАО «Газпром нефть», ПАО «Лукойл», ОАО «НК Роснефть», ПАО «Татнефть», АК «Транснефть», CNPC, BP, JAPEX, Exxon, Sinopec, Shell, Total, YPF, данные аналитических агентств и научно-исследовательских организаций: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, ИМЭМО РАН, ИНП РАН, ИНЭИ РАН, ИПНГ РАН, ИСЭМ РАН, Институт Энергетической Стратегии, Институт Энергетики и Финансов, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, BGR, CERA, CAPP, IEEJ, MIT, OIES, Rice University, Vygon Сonsulting, а также публикации в отраслевых периодических изданиях.

7 Для раскрытия основных идей диссертации потребовалось привлечение широкого

арсенала общенаучных методов, ввиду рассмотрения мирового рынка нефти как

сложной и многокомпонентной системы. В частности, проведен сравнительный анализ,

использован метод аналогий, метод сценарного моделирования в совокупности с

основами системного подхода и экономико-математического прогнозирования,

применены синтез, обобщение, классификация и ранжирование, метод экспертных

оценок.

**Научная новизна** работы заключается в развитии теоретического и

методического подходов необходимых для комплексного исследования мирового рынка

нефти, в частности, для изучения влияния роста добычи ЛННП на структуру

потоков, на основе анализа и систематизации информации, а также применения

экономико-математических моделей долгосрочного прогнозирования мировых

рынков УВ.

**Основные результаты исследования, содержащие научную новизну и выносимые на защиту:**

1. На базе проведенного анализа текущего состояния мирового нефтяного рынка и рассмотрения совокупности прогнозов выявлено, что условия добычи традиционной нефти продолжают усложняться, растет конкуренция среди производителей ЖУВ, в обозримом будущем значимую роль будет играть нетрадиционная нефть;
2. Ввиду отсутствия единого подхода к выделению нетрадиционных ЖУВ, подготовлен авторский вариант классификации ЖУВ с учетом заменителей; предложен методический подход, позволяющий провести сравнительный анализ нетрадиционных ЖУВ и выявить ресурс, который способен внесет наибольший вклад в увеличение объемов добычи – ЛННП;
3. На базе проведенного технико-экономического анализа разработки месторождений ЛННП в США в совокупности с факторным и SWOT анализами перспектив добычи данного ресурса в США и за ее пределами сделан научно-обоснованный вывод о том, что, несмотря на повсеместное распространение ЛННП, ее промышленная добыча возможна на территории ограниченного числа стран – США, Канады, России, Китая, Аргентины, Ливии и Мексики;

**4.** Проведен обзор существующих экономико-математических моделей,

нацеленных на исследование глобальной ситуации на рынках ЖУВ с учетом всей нефтяной цепочки, проанализированы их сильные и слабые стороны, что позволило классифицировать инструментарии и выбрать наиболее эффективные для анализа влияния ЛННП на мировой нефтяной рынок;

**5.** Сформированы предложения по модификации методики долгосрочного  
прогнозирования мирового рынка нефти, учитывающие специфику добычи ЛННП, и  
проведены сценарные расчеты, которые продемонстрировали, с одной стороны,  
характерные черты изменения мирового рынка нефти вследствие роста добычи ЛННП (в  
частности, перераспределение потоков), с другой – преимущества предлагаемой в  
данном исследовании методики.

**Теоретическая и практическая ценность** исследования обусловлена целесообразностью использования теоретических и методологических положений при подготовке отраслевых документов при обосновании перспектив экспорта российской нефти, а также в учебном процессе при преподавании дисциплин, связанных с международным энергетическим бизнесом и бизнес информатикой. Работа может быть полезна для специалистов в области управления топливно-энергетическим комплексом, энергетической дипломатии, менеджеров и специалистов нефтегазовых компаний, принимающих стратегические решения, а также научно-исследовательских коллективов, отраслевых аналитиков, студентов и преподавателей, занимающихся вопросами анализа мировых рынков жидких углеводородов. Результаты работы целесообразно использовать при разработке и корректировке внешней экспортной стратегии России в нефтяной сфере, а также при принятии стратегических решений в отношении внешнеэкономической деятельности крупных компаний, т.к. проделанная работа позволяет повысить качество и обоснованность принимаемых стратегических решений в условиях быстро меняющейся обстановки на мировом нефтяном рынке и усложнения изучаемой системы.

Ценность научной работы состоит в том, что результаты исследования представляют собой современный взгляд и обеспечивают методический вклад в накопленный теоретический и практический опыт проведения комплексного анализа

9 мировых рынков нефти, в частности, анализа влияния роста добычи ЛННП на структуру

потоков.

**Апробация работы**

Основные положения и результаты диссертационного исследования были представлены на VII Мелентьевских чтениях «Прогнозирование развития мировой и российской энергетики: подходы, проблемы, решения» (Звенигород, 2013), в рамках Международной летней школы для аспирантов «Groningen Energy Summer School 2013» (Нидерланды, Гронинген, 17-28 июля 2013 г.), на Европейском Студенческом Энергетическом саммите European Student Energy Summit (Шотландия, Абердин, 19-20 июня 2014 г.), на 69-ой Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ 2015» (Москва, 14 апреля 2015), на Международном Форуме «Black Gold» (Уфа, 11-13 мая 2015) и в рамках 70-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ 2016» (Москва, 18 апреля 2016).

Результаты работы были апробированы в РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина при разработке методических материалов для курса «Экономика нетрадиционных ресурсов нефти и газа» на кафедре международного нефтегазового бизнеса и при проведении аспирантом семинарских занятий по дисциплине «Программные продукты в математическом моделировании» на кафедре информатики.

**Публикации**

По теме диссертации опубликовано 23 работы, в том числе 4 статьи общим объемом 1,99 авторских листов в журналах, включенных в перечень ВАК РФ.

**Структура и объем работы**

## Обзор прогнозов развития нефтяного рынка

Источник: составлено автором на базе [99]. Среди отдельных стран, наибольшими запасами обладают шесть стран-членов ОПЕК2: Венесуэла – 301 млрд барр. (17,7% мировых запасов по данным BP на конец 2015 г.), Саудовская Аравия – 267 млрд барр. (15,7% – чуть меньше 1/5 части общемировых запасов традиционной нефти), Иран – 158 млрд барр. (9,3%), Ирак – 143 млрд барр. (8,4%), Кувейт – 102 млрд барр. (6,0%) и ОАЭ – 98 млрд барр. (5,8%). Среди не ОПЕКА необходимо выделить Канаду – 172 млрд барр. (10,1%) и Россию – 102 млрд барр. (6,0%). В этих восьми странах сконцентрирована львиная доля общемировых доказанных запасов – порядка 85%. (Рисунок 3).

ОПЕК–организация, призванная координировать политику стран-членов для обеспечения справедливых и стабильных цен для производителей нефтепродуктов; эффективной, экономической и регулярной поставки нефти в страны-потребители; и обеспечения справедливой доходности капитала для тех, кто инвестирует в отрасль. В ее состав входят Саудовская Аравия, Иран, ОАЭ, Кувейт, Индонезия, Ирак, Венесуэла, Нигерия, Ангола, Катар, Алжир, Ливия, Эквадор [88]. странах (левый график, млрд барр.), доля страны в общемировом объеме запасов нефти (правый график) Источник: составлено автором на базе [99].

В роли источников увеличения запасов нефти в XXI веке выступают два фактора. С одной стороны – ранее известные запасы битуминозных песчаников и высоковязкой нефти переклассифицированные в категорию доказанные. Во-вторых – это новые месторождения традиционной нефти.

Относительно первого пункта показательна история Венесуэлы. По итогам 2015 г. эта страна стала мировым лидером благодаря 301 млрд барр. доказанных запасов нефти, залегающих на ее территории. При том, что несколькими годами ранее, ее запасы оценивались в районе 99,4 млрд барр., что в три раза меньше нынешней цифры (Рисунок 4). Данный феномен произошел за счет учета запасов тяжелой нефти пояса Ориноко (в пересчете на традиционную нефть, запасы были оценены в 220,0 млрд барр.). Схожая ситуация произошла и в отношении Канады, обладающей внушительными запасами битуминозных песчаников, расположенных в провинции Альберта, из которых производится «синтетическая» нефть. В статистическом сборнике BP за 2011 г. [94] запасы этой страны оценивались на конец 2010 г. в районе 30 млрд барр., затем, входе переоценки в статистическом сборнике 2012 г. [95] были обозначены на конец все того же 2010 г. цифры в районе 175 млрд барр., т.е. больше в 5,8 раз (Рисунок 4). Источник: составлено автором на базе [93], [94], [95], [96], [97], [98], [99].

Так страна с более 95% запасами, состоящих из нефтяных песков, заняла третье место в рейтинге стран с самыми крупными доказанными запасами нефти, потеснив ряд стран-членов ОПЕК (Рисунок 3). Тем временем увеличение общемировой ресурсной базы происходит не только за счет учета ранее не бравшихся в расчет объемов, но и за счет геологоразведки и открытия новых месторождений традиционной нефти. С 2000 по 2012 гг. было открыто более 50 гигантских месторождений3. К числу крупнейших бассейнов с наибольшей долей в общем объеме запасов нефти относятся Сантос, расположенный на шельфе Бразилии, с 11 гигантскими месторождениями, Северный Каспий (2 месторождения), Загрос (6 месторождений), Аравийский полуостров (5 месторождений), Мексиканский залив (5 месторождений) и Дельта Нигера на шельфе Западной Африки (4 месторождения) [46]. Причем наибольшие объемы были открыты на территории мелководных (глубина менее 500 м), глубоководных (500-2000 м) и сверхглубоководных (глубже 2000 м) шельфов, а не территории суши, как это было раньше (Рисунок 5).

Запасы традиционной нефти месторождений и годам их открытия, млн барр. н.э. Источник: [37]. Данные факты указывает на то, что с каждым годом, увеличение ресурсной базы традиционной нефти осуществляется за счет сравнительно небольших открытий, а наибольший вклад вносят нетрадиционные и трудноизвлекаемые ресурсы. Вместе с тем, развитие технологий и экономические факторы способны корректировать оценку запасов и влиять на формирование статистических данных.

С подробным перечнем основных перспективных нефтяных проектов, находящихся на этапе реализации или планирования, можно ознакомиться в работах Новикова Ю.Н. [60], Goldman Sachs [36], Китайского Университета нефти и газа [47], на сайтах OGJ [87] и Hydrocarbons Technology [86].

Относительно мировой добычи нефти стоит отметить интересную динамику. Так, с 40 - 70 гг. XX века примерно каждое десятилетие она удваивалась: в 1940 составляла примерно 280 млн т, в 1950 – около 550 млн т, в 1960 – свыше 1 млрд т, а в 1970 – больше 2 млрд т [7]. Казалось бы, данный тренд можно смело экстраполировать, будто в подтверждение данному тезису в 1973 г. мировая добыча превысила 2,8 млрд т, но далее, после пика в 1979 г. (3,2 млрд т), произошли разнонаправленные колебания и к 1988 г мир вышел на добычу в 3 млрд т (уровень 1977 г.), а лишь спустя 23 года объем добычи достиг 4 млрд т. По результатам 2015 г. была зафиксирована цифра 4362 млн т (Рисунок 8).

## Ресурс, который способен внести наибольший вклад в прирост мировой добычи нефти среди нетрадиционых источников

О наличии нетрадиционных ЖУВ знали давно, но интерес к ним повысился относительно недавно по мере истощения запасов традиционной нефти. Ввиду новизны данного явления и объективной трудности в выделении критериев отнесения ЖУВ к категории нетрадиционных, в мировой практике еще не сформировалась единая классификация и существуют разночтения.

Самое ранее и полное разъяснение на эту тему дается в рамках документа, подготовленного при тесном взаимодействии и финансировании SPE, WPC, AAPG, SEG и SPEE, Система управления запасами и ресурсами УВ [122]. В данной работе под нетрадиционной нефтью подразумевается та, которая залегает на больших территориях, для разработки требуются специальные технологии, например, горизонтальное бурение и МГРП, а также необходима значительная подготовка перед продажей. К традиционной нефти относятся жидкие УВ, залегающие в традиционных, гидродинамически связанных ловушках, добыча которых осуществляется через обычную скважину и в дальнейшем перекачивается по трубам без апгрейдинга и/или смешения с легкой нефтью, а перед продажей проходит минимальную подготовку. В соответствии с данной классификацией, ЛННП относится к традиционным источникам, в то время как нефтяные сланцы, сверхтяжелая нефть и битумы – к нетрадиционным.

Согласно классификации МЭА, к нетрадиционной нефти относятся сверхтяжелая нефть и битумы (нефтяные пески и сверхтяжелая нефть), ЛННП, керогеновая нефть, нефть, полученная из угля и газа. Рисунок 26 наглядно отражает основные аспекты предложенной классификации.

Источник: составлено автором на базе [37]. В прогнозе WEO 2013 [37, стр. 424] МЭА уточняет, что нефть низкопроницаемых пород (tight oil) – обычная лёгкая нефть, которая залегает в нетрадиционной ловушке (сланцах, богатых керогеном, или других низкопроницаемых породах) и добывается с использованием МГРП и горизонтального бурения. Подчеркивается, что в качестве синонима tight oil в последнее время часто используют словосочетание shale oil (по аналогии с shale gas), которое не надо путать с oil shale, так как последнее – это порода, содержащая кероген, который подвергают нагреву в пласте или реторингу «на земле», а затем превращают в товарную нефть, которая в WEO 2013 носит название керогеновая нефть (kerogen oil). К традиционным же источникам МЭА относит различные виды сырой нефти и газоконденсат.

В свою очередь, Департамент Энергетики США говорит о том, что четкого определения нетрадиционной нефти нет. Согласно пояснительным пометкам в прогнозе 2014 г. [106], к сырой нефти и ее эквиваленту относятся сырая нефть, природный конденсат, сверхтяжелая нефть, битумы (bitumen) 6 и нефть низкопроницаемых пород (tight oil)7, залегающая в низкопроницаемых породах, карбонатах или сланцевых породах. Отдельно выделяются жидкие УВ из биосырья, угля, природного газа и керогена. При этом вновь подчеркивается отличие oil shale и shale oil.

В работе Д. Гордона к классификации нефти подошли оригинально. Помимо, традиционной и нетрадиционной нефти, выделена отдельная категория – промежуточная (transitional), в которую вошли тяжелая нефть, сверх глубокая и нефть низкопроницаемых пород (tight shale oil). Базовые идеи данной классификации отображает Таблица 2.

Сырая нефть (crude oil) Тяжелая нефть (heavy oil) Сверхтяжелая нефть (extra-heavy oil) Природный газоконденсат (natural gas liquids) Сверхглубокая нефь (ultra-deep oil) Битуминозные пески (oil sands / bitumen) Жидкие углеводороды из угля (coalo-liquids)

Конденсат (condensate) Нефтьнизкопроницаемых пород (tight shale oil) Сланцевая нефть /кероген(oil shale / kerogen) Биотоплива (biofuels) Источник: [120]. 6В битумы входят нефтяные пески (oil sands) 7Она же сланцевая нефть (shale oil) Федеральный институт геологических наук и природных ресурсов приводит деление на традиционную и нетрадиционную нефть в зависимости от плотности. Так, нефть с плотностью выше 10о API относится к традиционному типу источника (тяжелая нефть, легкая нефть, конденсат), а высоковязкая нефть, или как ее еще называют сверхтяжелая – к нетрадиционному [91]. Некоторые авторы, например, К. Кэмпбэлл, к числу нетрадиционных относят и офшорные месторождения нефти, залегающие на определенной глубине и в определённых регионах [64]. Представитель компании BP, Х. Кандер разделил нефть на традиционную и нетрадиционную в зависимости от вязкости нефти и проницаемости породы, в которой находится сырье. Результат изображен на Рисунке 27.

Итак, рассмотрев десять наиболее значимых примеров классификаций, подготовленных ведущими организациями и учеными, мы наблюдаем разнообразие подходов, которое демонстрирует неоднозначность при отнесении того или иного сырья к категории нетрадиционных источников. Ни одна из вышеуказанных классификаций не обеспечивает полноту охвата всех типов ЖУВ в соответствии с требованиями модели ММРНН 15, поэтому ниже сделана попытка разработать классификацию, в рамках которой систематизирован широкий спектр ЖУВ и учтен опыт ранее упомянутых примеров. Ввиду того, что имитируется мировой рынок жидких видов топлива с учетом конкуренции с другими ресурсами, в классификацию вошли различные виды ЖУВ и их субституты, позволившие учесть рост доли использования электричества, биотоплива, угля и газа в транспортном секторе (Рисунок 29).

## Обзор существующих оценок стоимости производства и сравнение прогнозов производства

При освоении американских сланцевых плеев хорошо себя зарекомендовало сочетание горизонтального бурения и многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП). В России в рамках пилотных проектов превалируют два типа технологий разработки ЛННП: использование термогазовых методов («РИТЭК», «Сургутнефтегаз») и адаптация горизонтального бурения и МГРП к отечественным реалиям («Сургутнефтегаз», «Роснефть», «Газпром нефть»). На сегодняшний день в России известно более 70 месторождений с запасами, приуроченными к баженовской свите, но они практически не разрабатываются. Во-первых, из-за отсутствия типового решения для добычи (каждый успешный опыт уникален и сопряжён с большим количеством научно-производственных изысканий). А во-вторых, из-за недостаточной изученности объекта [53]. Но хочется верить, что в обозримом будущем накопленный опыт позволит упростить подбор оптимальных технологий для освоения залежей ЛННП.

При этом экономическая эффективность технологий остаётся сомнительной, особенно в условиях секторальных санкций и, что в большей степени влияет, низких цен на нефть. По оценкам компании «ЛУКОЙЛ», добыча нефти баженовской свиты рентабельна лишь при цене выше 80 долл. США за барр. В противном случае необходимо изменение фискальной политики – в частности, внедрение налога на финансовый результат. Но даже при текущих ценах работы продолжаются. Например, «Газпром нефть», ранее активно искавшая результативные технологии промышленного освоения бажена на Пальяновской площади Красноленинского месторождения и Южно-Приобском месторождении ХМАО, в конце 2015 г. приступила к изучению баженовской свиты в ЯНАО, на Вынгаяхинском месторождении.

За последние 10 лет объёмы добычи из баженовской свиты выросли с 50 до 750 тыс. т в год. Это стало возможным благодаря усилиям «Сургутнефтегаза», «ЛУКОЙЛа (в лице «РИТЭКа»), «Роснефти», «РуссНефти» и «Газпром нефть». В настоящее время реализованы лишь пилотные проекты, но, по словам губернатора ХМАО-Югры Н. Комаровой, ожидается, что к 2018 г. начнётся промышленная эксплуатация данных ресурсов.

Тюменская свита, как и баженовская, относится к юрским отложениям Западной Сибири. Её запасы также квалифицируются как ТРИЗ. Данный объект заслуживает отдельного внимания, так как повышение дебитов и КИН на нём возможно за счёт бурения горизонтальных скважин и МГРП. Вместе с тем, для уточнения плотности сетки бурения, длины горизонтального участка и расстояния между точками проведения МГРП необходима опытно-промышленная отработка технологии на каждом конкретном месторождении.

В качестве наиболее близкого аналога американской формации Bakken зачастую упоминают доманиковые отложения Тимано-Печорской и Волго-Уральской НГП (Рисунок 51), представленные тёмными битуминозными сланцами, переслаивающимися с тёмными битуминозными известняками, местами окремнёнными. На территории НГП выявлено большое количество объектов с нефтепроявлениями, что, в совокупности со схожестью коллекторских свойств и условий осадконакопления на отечественных и зарубежных объектах, указывает на перспективность дальнейших поисковых работ и высокую вероятность наращивания добычи ЛННП.

Расположение доманиковых отложений в Тимано-Печорском и Волго-Уральском бассейнах Источник: [77]. По оценкам ВНИГРИ, после 2030 г. возможная доля ЛННП в совокупной добыче в стране, при условии освоения основных видов нетрадиционных углеводородов, может составить порядка 20-30%. ВР прогнозирует, что к 2030 г. данный объём вырастет до 70 млн т. Эта цифра включает в себя не только нефть, но и конденсат, а также прочие жидкие углеводороды. По прогнозам Минэнерго

Источник: [121]. Необходимость изучения ТРИЗ в нашей стране признаётся на правительственном уровне. Подтверждением этому является ряд принятых документов. Например, Распоряжение Правительства РФ от 3 мая 2012 г. №700-р «О стимулировании реализации новых инвестиционных проектов по разработке участков недр, содержащих запасы трудноизвлекаемой нефти». В рамках принятого 23 июля 2013 г. Федерального закона № 213-ФЗ были установлены понижающие коэффициенты к ставке НДПИ при добыче нефти на участках недр, содержащих ТРИЗ. Ставка варьируется в зависимости от проницаемости коллектора, степени выработанности месторождения и размера нефтенасыщенного пласта. Поправки в налоговое законодательство, предусмотренные ФЗ, вступили в силу с 1 сентября 2013 г. Согласно им, добыча на месторождениях баженовской, абалакской, хадумской и доманиковой свит освобождается от НДПИ на 15 лет. В феврале 2014 г. принято решение о создании Координационного центра при Министерстве природных ресурсов и экологии по изучению и освоению нетрадиционных видов углеводородов. Вышеперечисленные меры демонстрируют заинтересованность и поддержку со стороны государства, что, при прочих благоприятных факторах, повышает вероятность прогресса в данной сфере. Белоруссия

Несмотря на то, что данную страну не выделяют в качестве фаворитов по запасам, активность в освоении и развитии технологии добычи трудно извлекаемых залежей нефти выглядит весьма актуальной на фоне того, что наиболее крупные месторождения Белоруссии уже вступили в завершающую стадию разработки [81].

В июле 2012 г. в Венесуэле был выполнен первый в истории деятельности «Петролера Бело Венесолана»13 МГРП на водных платформах, а затем в том же году специалистами «Белоруснефти» были проведены операции по гидравлическому разрыву пласта на месторождениях «Волгограднефтегаза» (ОАО «ЛУКОЙЛ»), при этом для работ использовался собственный комплекс оборудования белорусского производства.

## Математическое описание модели рынков жув с учетом усовершенствований

Тип характера модели в различной разбивке: модели общего / частичного равновесия спроса и предложения. Модели общего равновесия жестко придерживаются баланса спроса и предложения (System for the Analysis of Global Energy Markets, National Energy Modeling System). Модели частичного равновесия при расчетах придерживаются баланса спроса и предложения не строго, а учитывают возможное отклонение в одну или другую сторону. Примерами данного подхода являются FRISBEE, разработанная World Energy Projection System и World energy model, подготовленная компанией POLES. Выбор подхода в данном случае – это скорее субъективный вопрос.

Статические / динамические / условно динамические. В статической модели расчеты проводятся отдельно для каждого временного интервала, при этом результаты предыдущего года не влияют на результаты расчетов последующего, отсутствует и обратная связь. Динамический подход применяется, когда система исследуются в движении, и учитывается как влияние предыдущего состояния системы на последующее, так и обратное влияние последующего состояния на предыдущее. С одной стороны, это наиболее правильный подход, но с другой – очень ресурсоемкий в плане вычислений, так как количество расчетов с каждым новым ограничением или появлением нового узла растет экспоненциально. Условно динамичные модели менее ресурсоемки в плане расчетов, при этом учитывают влияние движения лишь «ходом вперёд», т.е. не имеют обратной связи. подход снизу-вверх / сверху-вниз. Первый метод основан на дезагрегации и содержит много деталей и ряд конкретных энергетических технологий с техническими и экономическими параметрами, начиная с тех, которые задействованы в получении первичной энергии, заканчивая теми, что используются для получения конечной энергии для удовлетворения заданного спроса. Второй метод описывает взаимосвязи между секторами экономики исходя из принципов и методов макроэкономического моделирования, при этом энергетическая система описывается агрегировано. Имеет место быть и смешанный подход, когда с одной стороны методом снизу-вверх рассчитывается ряд параметров (например, технологические коэффициенты для расчета затрат на производство энергии), которые передаются в модель, применяющую метод сверху-вниз, которая в свою очередь рассчитывает макроэкономические параметры (например, спрос на энергию) и передает их в первую.

трендовые/ рекурсивные симуляционные / оптимизационные модели. Трендовые – это самые простые для построения модели, продляющие ранее существующий тренд и базирующиеся на исторических данных. На практике редко встречаются для исследования сложных систем, в силу тривиальности и малой точности получаемых результатов. Рекурсивные симуляционные модели позволяют находить решения, удовлетворяющие заданным ограничениям и балансу спроса-предложения. Данные модели не требуют сбора стоимостных данных при подготовке входных данных, что значительно упрощает задачу, при этом, как правило, для описания процесса используется функция зависимости от подбираемых параметров (в большинстве случаев – цены). Решение находится путем итераций, которые осуществляются до момента удовлетворения основной функции при соблюдении ограничений.Oil Market Simulation, разработанная

Департаментом Энергетики США, и модель International Petroleum Exchange, разработанная MIT, а также POLES (Centre national de la recherch scientifique) являются хорошими иллюстративными примерами данного подхода. Оптимизационные модели отлично себя зарекомендовали, но встречаются значительно реже ввиду сложности построения и необходимости наличия стоимостных показателей и более тонкой калибровки ограничений. Преимуществом данного типа моделей является способность учитывать переломные моменты, что немаловажно при построении долгосрочных прогнозов.

Модель стремится найти оптимальное решение в зависимости от целевой функции, в качестве которой может быть выбрана минимизация затрат в целом по системе, максимизация прибыли отдельных стран/компаний или, например, максимизация чистого дисконтированного дохода в ходе добычи нефти в течение срока окупаемости инвестиций. К числу моделей, использующих оптимизационный подход относятся ETA-MACRO (Stanford University) и Salate / ICF (US Federal Trade Commission / ICF). Модели с использованием нейронных сетей могут быть эффективно задействованы при наличии статистических закономерностей и большого ряда данных. Вместе с тем модель трудоемка в реализации, в высокой степени привязана к качеству данных и является черным ящиком для аналитика. Примером данного подхода является инструментарий, реализованный в Институте энергетической стратегии и информативно изложенный в книге «Цены на нефть: анализ, тенденции, прогноз» [10]. Для наглядности приведен пример оптимизационных и симуляционных моделей в разбивке по типам подходов сверху-вниз и снизу-вверх (Рисунок 65). Это не весь перечень моделей, но уже исходя из этого рисунка очевидно, что количество инструментов велико и разнообразно.