

УДК 622.243.34

СОСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СЛАНЦЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

STATE, TENDENCIES AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT RESERVES OF HYDROCARBONS FROM SLATE DEPOSITS

Арутюнов Татос Владимирович

аспирант кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический
университет
Тел.: +7(861) 23-38-430, +7(918) 32-66-100
olgasavenok@mail.ru

Аннотация. Сланцевые месторождения углеводородов представляют собой один из видов нетрадиционных ресурсов углеводородов. Понятие о традиционных и нетрадиционных ресурсах углеводородов — предмет научной дискуссии, значимость далеко выходит за рамки терминологического спора.

Трудноизвлекаемые запасы отличаются от традиционных запасов нефти и газа тем, что их добыча ведётся в условиях ухудшения геолого-промысловых характеристик. Нетрадиционные ресурсы УВ принципиально отличаются от традиционных как по физико-химическим свойствам, так и по формам и характеру их размещения во вмещающей породе.

Ключевые слова: сланцевые месторождения углеводородов, трудноизвлекаемые запасы, геолого-промысловые характеристики, нетрадиционные ресурсы углеводородов.

Arutyunov Tatos Vladimirovich

graduate student of chair of Oil and
gas business of a name of
professor G.T. Vartumyan

Savenok Olga Vadimovna

Doctor of Engineering,
associate professor, associate professor of
Oil and gas business of a name of
professor G.T. Vartumyan,
Kuban State University of
Technology
Ph.: +7(861) 23-38-430,
+7(918) 32-66-100
olgasavenok@mail.ru

Annotation. Slate fields of hydrocarbons represent one of types of nonconventional resources of hydrocarbons. The concept about traditional and nonconventional resources of hydrocarbons — a subject of scientific discussion, the importance far is beyond terminological dispute.

Hardly removable stocks differ from traditional reserves of oil and gas in that their production is conducted in the conditions of deterioration of geological field characteristics. The hydrocarbons nonconventional resources essentially differ from traditional both on physical and chemical properties, and in forms and nature of their placement in the containing breed.

Keywords: slate fields of hydrocarbons, hardly removable stocks, geological field characteristics, nonconventional resources of hydrocarbons.

Общие представления о нетрадиционных ресурсах углеводородов

Разработка сланцевых месторождений углеводородов (УВ) — бурно развивающееся направление в добыче УВ. По ряду признаков (распространения углеводородов, составу пород-коллекторов, технологии добычи, экономическим ограничениям, экологическим факторам и пр.) сланцевые месторождения занимают особое место в системе нефтегазодобывающих производств.

Сланцевые месторождения углеводородов представляют собой один из видов нетрадиционных ресурсов УВ. Понятие о традиционных и нетрадиционных ресурсах УВ — предмет научной дискуссии [1–5], значимость далеко выходит за рамки терминологического спора.

В [1] указано, что понятие традиционных и нетрадиционных ресурсов углеводородов не имеет однозначного определения. Ряд исследователей при определении нетрадиционных запасов и ресурсов предлагают использовать такие понятия как трудноизвлекаемые запасы и нетрадиционные ресурсы УВ. Трудноизвлекаемые запасы отличаются от традиционных запасов нефти и газа тем, что их добыча ведётся в услови-

ях ухудшения геолого-промысловых характеристик. Нетрадиционные ресурсы УВ принципиально отличаются от традиционных как по физико-химическим свойствам, так и по формам и характеру их размещения во вмещающей породе.

Добыча нетрадиционных в сравнении с традиционными УВ требует значительно большего объёма ресурсов.

К нетрадиционным источникам углеводородов отнесены [1]:

- нефти и газы черносланцевых комплексов;
- газы угольных бассейнов (основные объёмы таких газов сосредоточены в Кузнецком, Печорском, Тунгусском и Ленском угольных бассейнах);
- газогидраты в охлаждённых частях недр и донных отложениях акваторий.

Объёмы сланцевых комплексов сегодня в России не оценены, поскольку для проведения такой оценки требуется существенный объём бурения глубоких скважин и выполнения специальных технических мероприятий.

Авторы [2] для нетрадиционных скоплений в сланцевых (shale reservoir) и в плотных (tight reservoir) коллекторах предлагают такие формулировки — непрерывные нефтегазовые системы, включающие рассеянные углеводороды, содержащиеся в породах с низкой проницаемостью матрицы вне зависимости от открытости трещин (естественной или в результате использования методов стимуляции для добычи), без чётко определённых по падению водонефтяных контактов (они не локализованы плавуучестью нефти или газа в воде), структурно и стратиграфически не контролируемые.

В [3] указано, что нетрадиционная нефть — это нефть, которая добывается или извлекается с помощью иных методов, чем обычным (нефтяная скважина) методом. По данным Международного энергетического агентства (IEA), нетрадиционная нефть включает в себя более широкий по сравнению с [1] перечень источников:

- горючие сланцы;
- нефтеносные пески на основе синтетической сырой нефти и производных продуктов;
- жидкие углеводороды на основе углей;
- жидкие углеводороды на основе биомассы;
- жидкие углеводороды, связанные с химической переработкой природного газа;
- экстратяжёлые нефти и нефтяные пески.

В [4] к числу перспективных видов нетрадиционных источников углеводородного сырья в средне-долгосрочной перспективе отнесены:

- газы и нефти в глубоких горизонтах осадочного чехла (> 4,5 км);
- остаточные запасы нефти и газа в залежах с глубокой депрессией пластового давления;
- конденсаты, осевшие в продуктивном пласте при разработке газоконденсатного месторождения;
- остаточные и разуплотнённые запасы отработанных месторождений;
- газы черносланцевых формаций.

В [1] приведена схема распространения углеводородов в различных резервуарах (рис. 1):

- традиционные нефтегазовые скопления, расположенные в верхней части резервуара под флюидоупором, генерированные в расположенной ниже нефтегазоматеринской толще и перемещённые в коллектор (эмигрировавшие) (conventional natural gas & oil);
- нетрадиционные нефтегазовые скопления, находящиеся непосредственно в нефтегазогенерирующей толще, содержащие УВ в рассеянном состоянии, микроскоплениях и скоплениях в наиболее проницаемых и пористых разностях, в зонах трещиноватости и разуплотнения (shale oil & gas);
- нетрадиционные нефтегазовые скопления и системы в полуколлекторе и непосредственно неконтролируемые флюидоупором, генерированные в расположенной ниже нефтегазоматеринской толще и перемещённые в низкопроницаемый коллектор (tight oil & gas).

Нетрадиционные ресурсы УВ залегают в ловушках, разбросанных на большой площади и находящихся вне поля гидродинамических сил (рис. 2) [4].

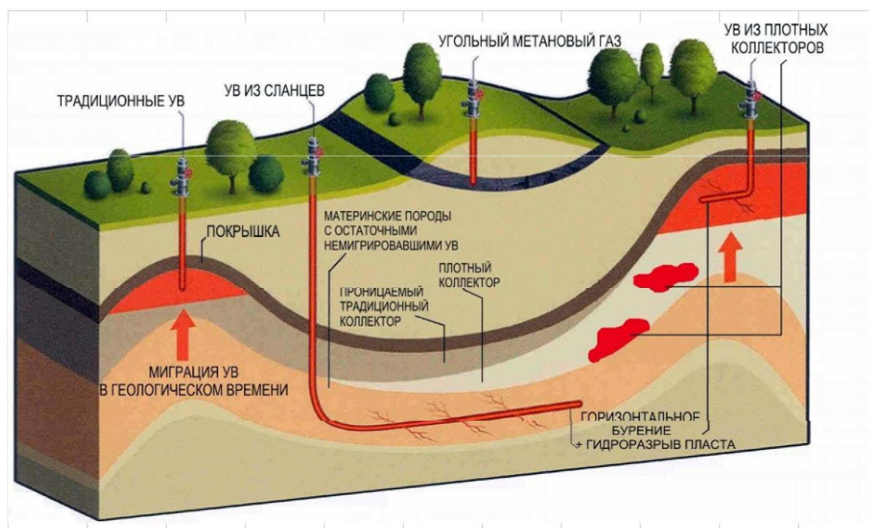


Рисунок 1 — Унифицированная схема распространения углеводородов в различных резервуарах

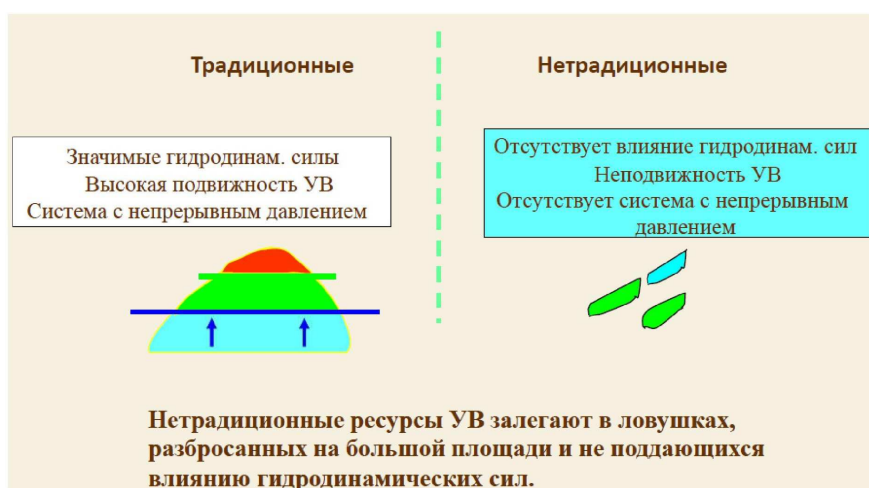


Рисунок 2 — Признаки традиционных и нетрадиционных ресурсов УВ

Естественные гидродинамические поля, с помощью которых обеспечивается доставка УВ на поверхность в случае традиционных ресурсов, отсутствуют в нетрадиционных нефтегазовых скоплениях. Из этого следует, что при разработке нетрадиционных нефтегазовых залежей необходимо использовать иные по сравнению с традиционными месторождениями методы и технологии.

Другой принципиальный отличительный признак традиционных залежей от скоплений в сланцевых и плотных коллекторах — последние образуют залежи непрерывного типа [5]. При этом нетрадиционные нефтегазовые скопления весьма сложны для описания состоянием структурными, стратиграфическими, литологическими и прочими традиционными методами. Таким образом, возникают новые по отношению к традиционным залежам факторы неопределённости и нечёткости промысловой информации.

Сланцы — это общий петрологический термин, охватывающий целый ряд твёрдых, многослойных пелитовых пород (сланец, глинистый известняк, аргиллит, алевролит и мергель) [3]. Сланцы имеют способность расщепляться на пластинки, что отличает их от других пелитовых глинистых пород. Нефтеносные сланцы иногда достаточно богаты керогеном для получения нефтепродуктов после нагрева при температурах порядка 300–500 °С в отсутствие кислорода (пиролиз). Кероген — незрелое органическое вещество нефтематеринских толщ — предмет активного промышленного освоения.

В [5] указано, что термин «сланцевая нефть» не точен, поскольку минералогия этой породы не всегда глинистая, иногда это мергель с преобладанием карбоната, и, во-вторых, органический компонент — не нефть, а кероген (рис. 3).



Рисунок 3 — Нефтеносный сланец, Enefit Energy' s White River Shale Mine, штат Юта, США

Нами ранее был проведён анализ методов и технологий промышленной разработки месторождений углеводородов сланцевых отложений [6]. Для более глубокого понимания природы нетрадиционных ресурсов УВ имеет смысл рассмотреть анализ состояния и тенденций технологии их выработки.

Состояние выработки запасов (ресурсов) углеводородов из сланцевых отложений

Начало промышленной добычи газа из сланцев относится к 80-м годам прошлого столетия, когда в штате Техас стали бурить неглубокие вертикальные скважины и начали извлекать газ из глинистых сланцев каменноугольного возраста (формация Bakken). Сначала дебиты скважин были невелики, но постепенно технология добычи совершенствовалась. 2002 год — точка отсчёта современного технологического этапа — бурение горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом и закачкой проппантов [7, 8].

В последнее время в США резко наращиваются объёмы добычи УВ из сланцевых толщ, что в значительной степени меняет структуру мирового рынка УВ. Так, разрабатываемые нефтегазовые непрерывные скопления формации Bakken в одноименных материнских породах — пример самодостаточных непрерывных скоплений сланцевой нефти.

На долю сланцевой нефти формации Bakken приходится более 38 % (36 млн тонн) добытой в 2012 году в США нефти из плотных пород (рис. 4).

Рост добычи обеспечивается адекватным увеличением числа новых скважин (рис. 5). Вместе с тем, одно из принципиальных качеств сланцевых месторождений — быстрое истощение и короткий срок жизни скважин.

В результате одновременно с созданием новых скважин идёт процесс завершения уже отработанных (рис. 6).

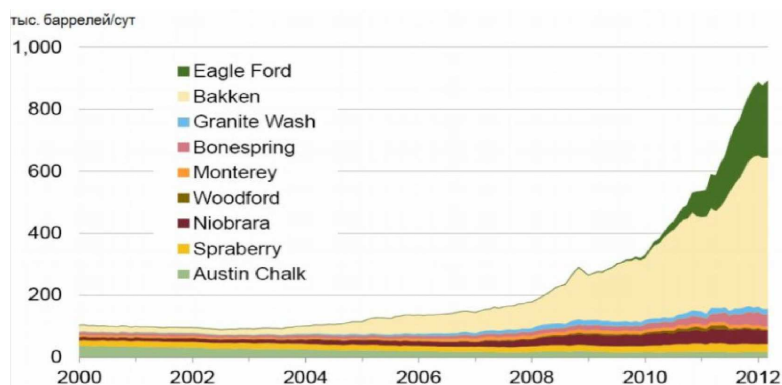


Рисунок 4 — Добыча нефти из плотных коллекторов в США [EIA, 2012]

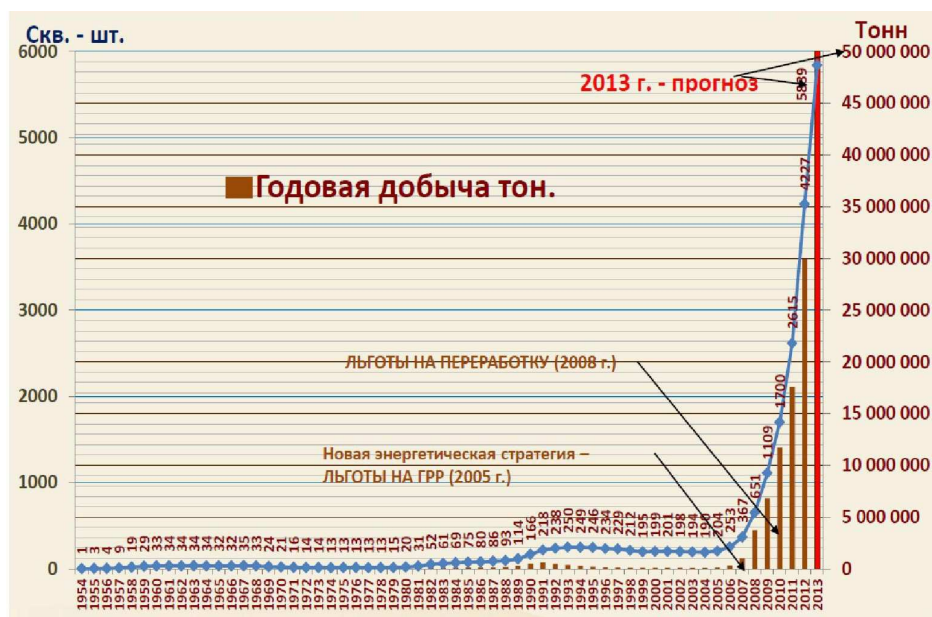


Рисунок 5 — Динамика добычи и среднегодового фонда действующих скважин на формации Bakken, США 1954–2013 гг. [3]

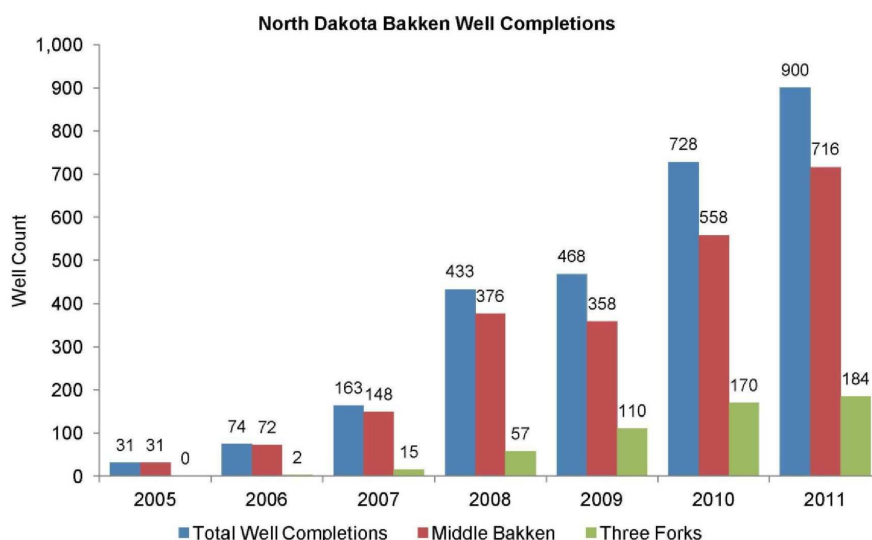


Рисунок 6 — Ежегодное количество завершённых скважин [Mason, 2012]

За период с 2000 до 2012 гг. США нарастили добычу сланцевого газа примерно на 200 млрд куб. м, 34 % от общей добычи страны в 2012 году, что составляет 6 % от общемировой добычи.

Применительно к сланцевым полям часто используется термин «плей» — совокупность однотипно построенных месторождений, разведка которых ведётся одинаковыми методами и техническими средствами.

Контуры сланцевого газосодержащего плей определяются по группе параметров:

- содержание глиен. Сланец — горная порода, состоящая из глинистых и неглинистых минералов. Содержание глиен в газосодержащих сланцах не должно превышать 50 %, поскольку в противном случае сланец будет подвержен пластичным деформациям и не сможет образовывать трещины, с помощью которых обеспечивается проницаемость;
- количество органического вещества — должно превышать 1 %, чтобы генерировать промышленные газовые скопления;
- степень зрелости органического вещества в сланцах, которая в большинстве случаев определяется по отражательной способности витринита — микроскопических остатков высшей растительности [7].

Сланцевые нефть и газ России

Перспективы сланцевых разработок в России непосредственно связаны с состоянием традиционных запасов. По данным [9] в России в разработку вовлечено 77 % текущих традиционных запасов нефти категории ABC₁ и 50 % — категории C₂. Не осваиваются месторождения сложные по геолого-промысловым показателям, а также удалённые от потребителей, находящиеся в тяжёлых географо-экономических условиях.

Качественная структура традиционных запасов нефти неблагоприятна. Около трети текущих запасов нефти промышленных категорий приходится на коллектора с низкой проницаемостью (менее 0,05 мкм²), порядка 6 % составляют тяжёлые нефти и 9 % — тяжёлые, высоковязкие.

В виду истощения традиционных месторождений актуализируется задача поиска новой ресурсной базы. В качестве альтернативы рассматриваются освоение арктического шельфа и огромного потенциала самой большой в мире сланцевой формации — баженновской свиты, которая распространена практически по всей Западной Сибири. Хотя в России сланцы были предметом исследования ещё в советский период [10], вопрос о промышленной добыче газа сланцевых пород пока только встаёт на повестку дня. В таблице 1 приведены состав и структура ресурсной базы нетрадиционных источников углеводородного сырья (НИУВС) России.

Предварительные оценки ресурсов сланцевого газа в РФ сильно расходятся и составляют от 20 до 200 трлн. куб. м [11].

Таблица 1 — Состав и структура ресурсной базы НИУВС России

Группы		Виды нетрадиционных источников УВС	Запасы / ресурсы
I	Объекты первоочередной перспективы	Тяжелые и высоковязкие нефти (млрд.т)	6,3 / н.д.
		Природные битумы (млрд.т)	25,7 / 55,0
		Метан угольных пластов (трлн.м ³)	3,6 / 83,7
II	Объекты средне-долгосрочной перспективы	Нефть и газ на глубинах > (трлн.т)	2,9 / 58,0
		Сланцевые нефть и газ (трлн.м ³)	5,5? / 20,0?
III	Проблемные и гипотетические объекты	Газовые гидраты (трлн. м ³)	- / 750,0
		Водорастворенные газы (трлн. м ³)	- / 3650,3

Запасы и ресурсы нефтегазоносных сланцев

Оценка запасов (ресурсов) углеводородов из сланцевых отложений — один из наиболее принципиальных, сложных и спорных вопросов. От достоверности оценки перспектив выработки запасов сланцев зависит целесообразность создания, окупаемость и риски (инвестиционные и предпринимательские) производства.

Первопричина сложности оценивания текущего состояния сланцевых месторождений — природа нетрадиционных ресурсов УВ, их рассеянность по большой площади, низкая пригодность для описания состояния структурными, стратиграфическими, литологическими и прочими традиционными методами.

Оценки ресурсов углеводородов из сланцевых отложений — предмет активных дискуссий [3, 4, 7, 8, 9, 11–14].

В [3] указано, что при оценке извлекаемых запасов с помощью расчета кривой добычи при помощи анализа кривых падения добычи присутствует фактор неопределённости.

Согласно данным [5] геологические ресурсы нефти по области Green River (Колорадо, Юта и Вайоминг) оцениваются в 4,28 трлн барр. н. э. (нефтяного эквивалента), по другим странам:

- Китай — 333 млрд барр. н. э.;
- Россия — 248 млрд барр. н. э.;
- Демократическая Республика Конго — 100 млрд барр. н. э.;
- Иордания — 90 млрд барр. н. э.;
- Бразилия — 82 млрд барр. н. э.;
- Италия — 73 млрд барр. н. э.;
- Марокко — 53 млрд барр. н. э.;
- Австралия — 32 млрд барр. н. э.

По данным [12] ресурсы сланцевого газа в мире составляют около 200 трлн. куб. м; себестоимость добычи от 80 до 320 долларов за тысячу кубометров. Технологически извлекаемые и коммерчески эффективные запасы сланцевого газа в мире могут составить около 12 трлн. кубометров.

В [7] исходят из гораздо более высокой, чем в [12] оценки мировых ресурсов сланцевого газа — 460 трлн куб. м. Указано, что основные ресурсы сланцевого газа сосредоточены в Северной Америке и Центральной Азии и Китае (рис. 7).

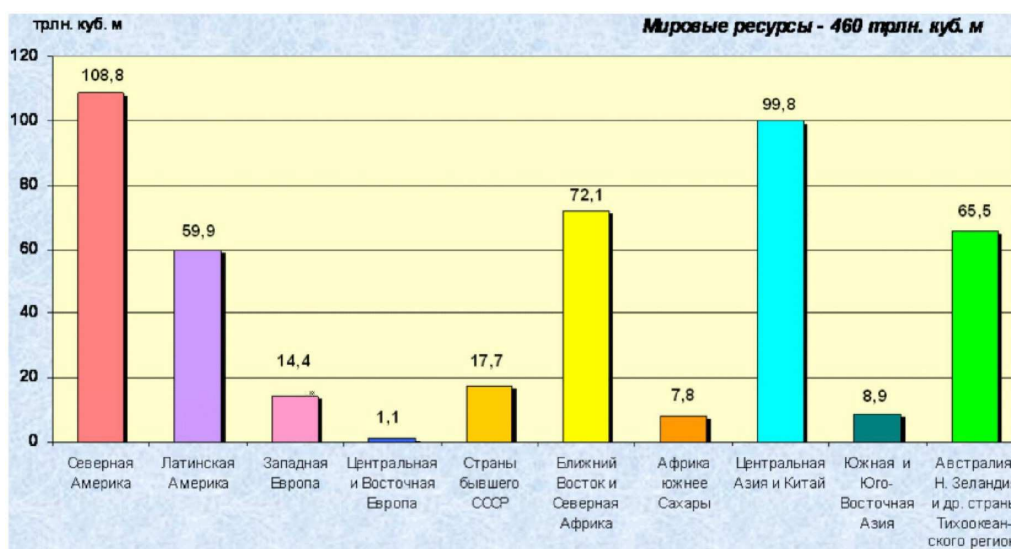


Рисунок 7 — Ресурсы сланцевого газа и их распределение по географическим регионам [7]

Иное распределение ресурсов сланцевого газа по географическим регионам приведено в [4], согласно которому на Россию по сравнению с другими регионами приходится наиболее значимая часть ресурсов (рис. 8).

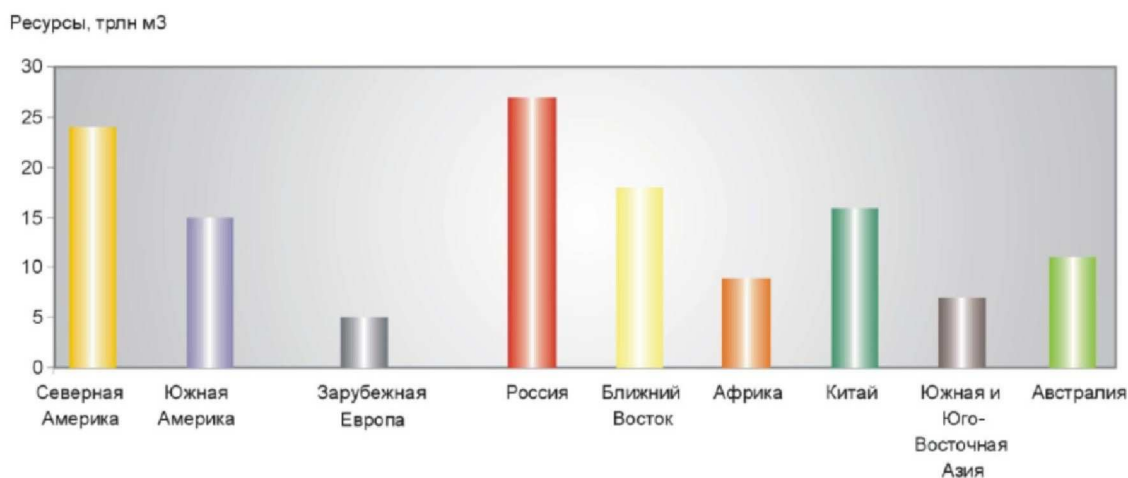


Рисунок 8 — Сравнительная оценка ресурсов сланцевого газа

По данным [13] общие извлекаемые сланцевые ресурсы нефти в мире оцениваются в 345 млрд баррелей, что составляет 10 % от мировых запасов нефти. Лидеры по ресурсам — Россия, США, Китай и Аргентина — на их долю приходится 56 % всех ресурсов сланцевой нефти (рис. 9).

Страны-лидеры по ресурсам сланцевой нефти, млрд барр.

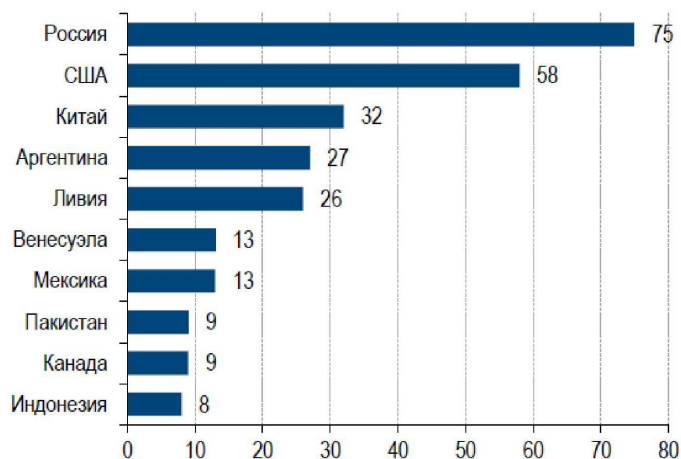


Рисунок 9 — Страны-лидеры по ресурсам сланцевой нефти

По оценкам Минэнерго США, извлекаемые запасы сланцевой нефти в России могут составлять 75 миллиардов баррелей (более 10 млрд тонн) при общем объеме ресурсов 1,24 трлн. баррелей (оценка только для баженовской свиты), что превышает оценку запасов нефти США (58 миллиардов баррелей) — нынешнего лидера по добыче сланцевой нефти.

В [14] отмечено, что характеристики ресурсной базы по России могут рассматриваться только как предварительные. Причина — в несоизмеримо меньшей изученности в первую очередь глубоким бурением территории России (22 м/км² против 250–360 м/км² в США), а также в отсутствии специальных тематических исследований сланцевых толщ как объекта эксплуатации.

Таким образом, оценки запасов и ресурсов нефтегазоносных сланцев по регионам мира на настоящее время могут рассматриваться как приблизительные и в ряде случаев недостоверны. Причины этого заключаются в слабой изученности ресурсной базы во многих регионах, а также в уровне достоверности применяемых методов оценки ресурсов.

Перспективы выработки запасов углеводородов из сланцевых отложений

Прогнозные оценки выработки запасов углеводородов из сланцевых отложений ещё менее достоверны, чем текущие оценки запасов.

Прогнозы выработки сланцев в США возможно более достоверны в сравнении с другими регионами в силу того, что в этой стране существует опыт активной добычи на основе передовых технологических решений (рис. 10) [15].

В [4] проведено сравнение прогнозной динамики добычи традиционных и нетрадиционных жидких УВ по регионам мира, из которой видно, что ожидаемые темпы развития нетрадиционных УВ существенно выше, чем для традиционных (рис. 11).

Опыт эксплуатации сланцевых месторождений в США и Канаде позволяет сделать существенные замечания по достоверности оценок запасов углеводородов.

Так, оценки запасов сланцевого газа в США по методике 2011 года оказались завышены в 1,7 раза и составляли 827 трлн куб. футов. Пересчёт запасов в 2012 году дал оценку в 482 трлн куб. футов. Это показывает слабую методическую проработку оценки сланцевых запасов.

В России перспективы сланцевых УВ связаны преимущественно с баженовской свитой [4, 9, 14, 15, 16].

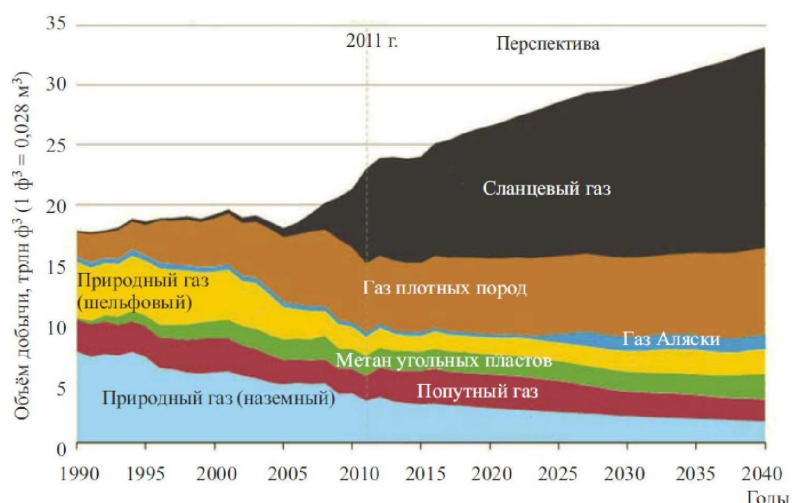


Рисунок 10 — Добыча газа в США, млрд куб. м

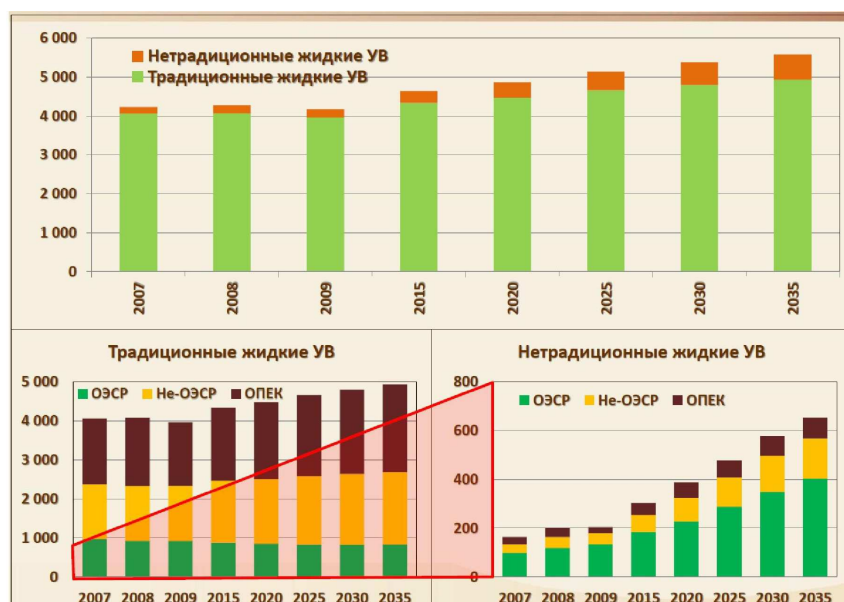


Рисунок 11 — Динамика добычи традиционных и нетрадиционных жидких УВ по регионам мира: факт и прогноз 2007–2030 гг., млн тонн

Первым на возможную нефтеносность баженовской свиты указал Ф.Г. Гурари, он же в 1959 году выделил её в качестве подсвиты в составе марьяновской свиты. В 1967 году получены первые промышленные притоки нефти.

В разработке баженовской свиты Западной Сибири и её аналогов участвовали А.А. Трофимук, И.И. Нестеров, А.Э. Конторович, Ф.Г. Гурари, В.М. Добрынин, О.К. Баженова, Т.К. Баженова, В.И. Белкин, Н.Б. Вассоевич, С.Г. Вольпин, Н.И. Днепровская, В.Г. Елисеев, Е.П. Ефремов, Ю.В. Желтов, О.Г. Зарипов, М.Ю. Зубков, Н.Д. Каптелинин, Ю.Н. Карогодин, Т.Т. Клубова, Л.П. Климушина, М.В. Корж, Н.А. Крылов, Б.В. Корнев, М.И. Козлова, С.Г. Краснов, Г.Е. Малофеев, В.Г. Мартынов, В.С. Мелик-Пашаев, В.Н. Нестеров, В.А. Скоробогатов, В.С. Славкин, В.П. Сонич, М.Л. Сургучев, Л.А. Толстов, И.Д. Умрихин, В.К. Федорцов, А.Я. Фурсов, А.Я. Хавкин, Э.М. Халимов, К.С. Юсупов и многие другие) [15].

Оценки ресурсной базы лёгкой нефти баженовской свиты по данным [16] лежат в диапазоне от 600 млн до 174 млрд тонн.

На рисунке 12 представлена карта расположения ресурсов сланцевого газа и нефти России [17].



Рисунок 12 — Карта расположения ресурсов сланцевого газа и нефти России

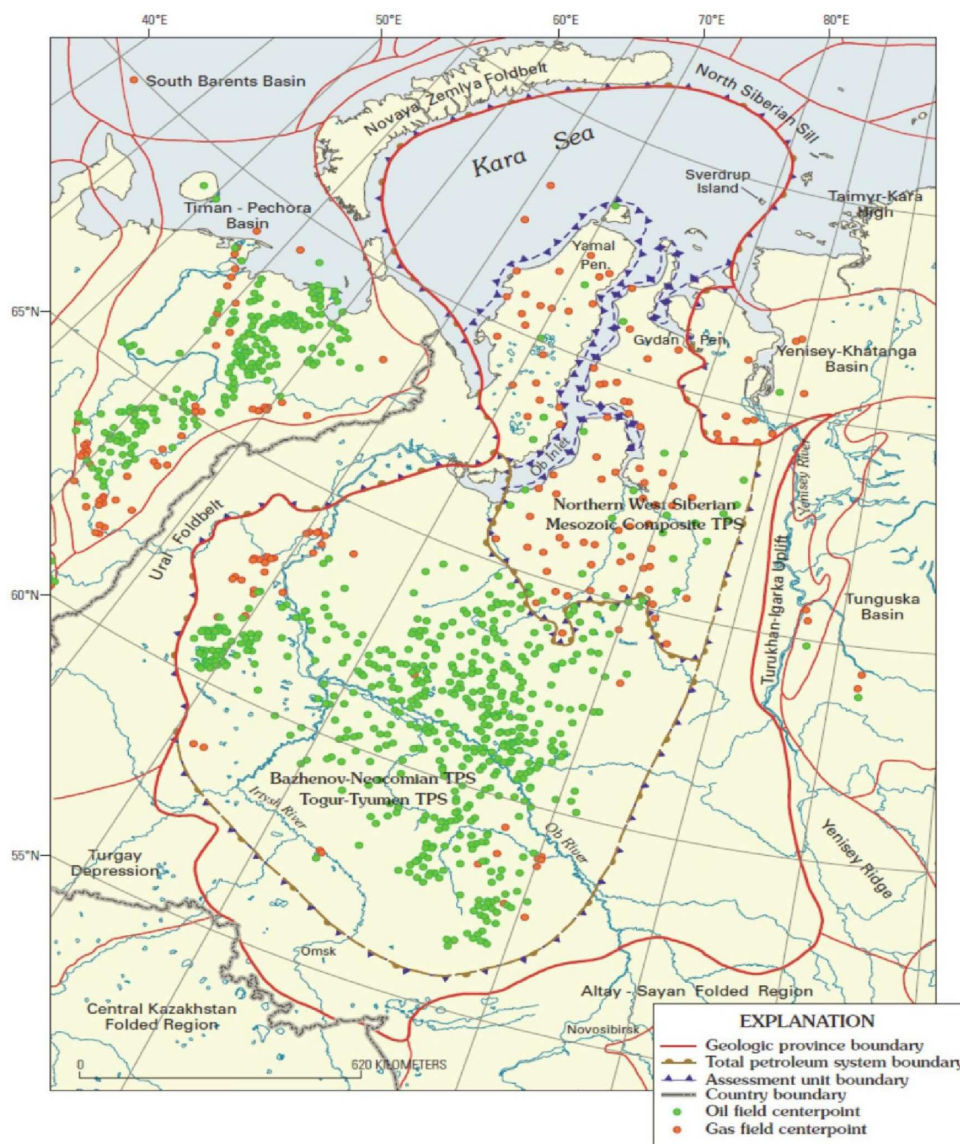


Рисунок 13 — Карта Западно-Сибирского бассейна с выделением областей скопления нефтяных и газовых залежей

Площадь распространения отложений баженовской свиты в центральной части Западно-Сибирского бассейна превышает 1 млн км², глубина залегания — 2500–3000 м, толщина свиты — 10–60 м.

На рисунке 13 представлена карта Западно-Сибирского бассейна с выделением областей скопления нефтяных и газовых залежей [18].

В [16] отмечено, что баженовская свита — очень сложный и нетрадиционный объект разработки, для которого отсутствуют эффективные технологии эксплуатации. К существенным особенностям баженовской свиты относится то, что залежи не контролируются структурным фактором и не содержат подошвенных и законтурных вод, поэтому трудно найти коллектор, который способен в результате стимуляции или без неё отдавать пластовый флюид. Злободневная и сложная задача — разработка достоверной геологической модели залежей в баженовской свите.

Необходимо указать на принципиальную разницу отечественных подходов и мировых — если в мире сланцевые формации изучаются с позиций разработки технологий стимуляции притоков, то в нашей стране — прогнозирование высокопродуктивных зон.

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотрены отличительные признаки традиционных и нетрадиционных ресурсов УВ, обуславливающие системные предпосылки технологии добычи сланцевых УВ.

2. Показано, что нетрадиционные нефтегазовые скопления весьма сложны для описания состоянием структурными, стратиграфическими, литологическими и прочими традиционными методами. Таким образом, возникают новые факторы неопределённости и нечёткости промысловой информации.

3. Оценки запасов и ресурсов нефтегазоносных сланцев по регионам мира на настоящее время могут рассматриваться как приблизительные и в ряде случаев недосягаемые, что подтверждается практикой эксплуатации месторождений в США. Причины этого заключаются в слабой изученности ресурсной базы во многих регионах, а также в низком уровне достоверности применяемых методов оценки ресурсов.

4. Показано, что баженовская свита — очень сложный и нетрадиционный объект, для которого отсутствуют эффективные технологии эксплуатации. Злободневная задача — разработка достоверной геологической модели залежей в баженовской свите.

Литература:

1. Прищепина О.М. Ресурсный потенциал и направления изучения нетрадиционных источников углеводородного сырья РФ. — URL : <http://www.spbenergo.com/publ/630-prishepa-resources.html>

2. Прищепина О.М., Аверьянова О.Ю. К обсуждению понятийной базы нетрадиционных источников нефти и газа — сланцевых толщ // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2013. — Т. 8. — № 3.

3. Варламов А.И., Афанасенков А.П., Пырьев В.И., Дахнова М.В., Лоджевская М.И., Можегова С.В., Кравченко М.Н. «Основные виды источников нетрадиционных ресурсов УВС и перспективы их освоения». Всероссийское совещание «Методические проблемы геологоразведочных и научно-исследовательских работ в нефтегазовой отрасли», посвящённое 60-летию образования ФГУП «ВНИГНИ». г. Москва, 16.10.2013 г.

4. Прищепина О.М., Ильинский А.А., Жарков А.М., Аверьянова О.Ю. Оценка ресурсного потенциала и направления изучения объектов нетрадиционных источников углеводородного сырья Российской Федерации. Всероссийское совещание «Методические проблемы геологоразведочных и научно-исследовательских работ в нефтегазовой отрасли» 16 октября 2013 г.

5. Морариу Д., Аверьянова О.Ю. Некоторые аспекты нефтеносности сланцев: понятийная база, возможности оценки и поиск технологий извлечения нефти // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2013. — Т. 8. — № 1.

6. Арутюнов Т.В., Антониади Д.Г., Савенок О.В. Анализ методов и технологий промышленной разработки месторождений углеводородов сланцевых отложений // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). — 2014. — № 3. — С. 43–47.

7. Дмитриевский А.Н., Высоцкий В.И. Сланцевый газ — новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья // Вестник ОНЗ РАН. — Т. 2. — NZ5001, doi : 10.2205/2010NZ000014, 2010

8. Anadon L.D., Nemet G. & B.Schock (2012). The US Synthetic Fuels Corporation: Policy Consistency, Flexibility, and the Long-Term Consequences of Perceived Failures. Historical Case Studies of Energy Technology Innovation in: Chapter 24, The Global Energy Assessment. Grubler A., Aguayo F., Gallagher K.S., Hekkert M., Jiang K., Mytelka L., Neij L., Nemet G. & C. Wilson. Cambridge University Press : Cambridge, UK.

9. Якуцени В.П., Петрова Ю.Э., Суханов А.А. Нетрадиционные ресурсы углеводородов — резерв для восполнения сырьевой базы нефти и газа России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2009 (4).

10. Розанов А.Н. Горючие сланцы европейской части СССР. — Изд. Геол. ком., 1927. — 59 с.

11. Мельникова С.И., Сорокин С., Горячева А., Галкина А.А. «Первые 5 лет «сланцевой революции» — что мы теперь знаем наверняка?» / Под ред. Макаров А.А., Митрова Т.А., Кулагин В.А. — Центр изучения мировых энергетических рынков ИНЭИ РАН, ноябрь 2012.

12. Соловьёв В.О. Нетрадиционные источники углеводородов: проблемы их освоения: учебное пособие / В.О. Соловьёв, И.М. Фык, Е.П. Варавина. — Х. : НТУ «ХПИ», 2013. — 92 с.

13. Назаров А., Хромушин И., Дорохов А. Сланцевый газ. Газпромбанк. Отраслевой обзор, 2013 г. — URL : http://www.gazprombank.ru/upload/iblock/bb3/gpb_shale_gas_report.pdf

14. Григорьев Г.А., Афанасьева Т.А. Перспективы промышленного освоения нетрадиционных ресурсов газа в России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2012. — Т. 7. — № 2.

15. Природные резервуары нефти в отложениях баженовской свиты на западе Широкого Приобья : дис. ... канд. геолого-минерал. наук: 25.00.12 / Алексеев Алексей Дмитриевич; [Место защиты: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова]. — М., 2009. — 185 с.

16. Баженовская свита: в поисках большой сланцевой нефти на Верхнем Салыме. Tuesday, August 27th, 2013. — URL : www.rogtecmagazine.com

17. Высоцкий В.И. Сланцевые плеи мира и их нефтегазовый потенциал. — URL : <http://www.vzg.ru/slanplei.pdf>

18. Ulmishek, Gregory F. (2003). «Petroleum Geology and Resources of the West Siberian Basin, Russia». U.S. Geological Survey Bulletin (2201-G).

References:

1. Prishchepa O.M. Resource potential and directions of studying of nonconventional sources of hydrocarbonic raw materials of the Russian Federation. — URL : <http://www.spbenergo.com/publ/630-prishchepa-resources.html>

2. Prishchepa O.M., Averyanova O.Yu. To discussion of conceptual base of nonconventional sources of oil and gas — slate thicknesses // Oil and gas geology. Theory and practice. — 2013. — V. 8. — No. 3.

3. Varlamov A.I., Afanasenkov A.P., Pyryev V.I., Dakhnova M.V., Lodzhevskaya M.I., Mzhogova S.V., Kravchenko M.N. «Main types of sources of the UVS nonconventional resources and prospect of their development». The All-Russian meeting «Methodical problems of prospecting and research works in oil and gas branch», devoted to the 60 anniversary of formation of Federal State Unitary Enterprise VNIGNI. M., 16.10.2013.

4. Prishchepa O.M., Ilyinsky A.A., Zharkov A.M., Averyanova of O.Yu. Otsenk of the resource potential and direction of studying of objects of nonconventional sources of hydrocarbonic raw materials of the Russian Federation. The All-Russian meeting «Methodical problems of prospecting and research works in oil and gas branch» on October 16, 2013.

5. Morariu D., Averyanov O.Yu. Some aspects of oil-bearing capacity of slates: conceptual base, possibilities of an assessment and search of technologies of oil recovery // Oil and gas geology. Theory and practice. — 2013. — Т. 8. — No. 1.

6. Arutyunov T.V., Antoniadi D.G., Savenok O.V. Analysis of methods and technologies of industrial development of fields of hydrocarbons of slate deposits // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). — 2014. — No. 3. — P. 43–47.

7. Dmitriyevsky A.N., Vysotsky V.I. Slate gas — a new vector of development of the world market of hydrocarbonic raw materials // Messenger of ONZ Russian Academy of Sciences. — V. 2. — NZ5001, doi : 10.2205/2010NZ000014, 2010.

8. Anadon L.D., Nemet G. & B. Schock (2012). The US Synthetic Fuels Corporation: Policy Consistency, Flexibility, and the Long-Term Consequences of Perceived Failures. Historical Case Studies of Energy Technology Innovation in: Chapter 24, The Global Energy Assessment. Grubler A., Aguayo F., Gallagher K.S., Hekkert M., Jiang K., Mytelka L., Neij L., Nemet G. & C. Wilson. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

9. Yakutseni V.P., Petrov YU.E., Sukhanov A.A. Nonconventional resources of hydrocarbons — a reserve for completion of a source of raw materials of oil and gas of Russia // Oil and gas geology. Theory and practice. — 2009 (4).

10. Rozanova A.N. Combustible slates of the European part of the USSR. – *Prod. Geol. lump.*, 1927. – 59 p.
11. Melnikova S.I., Sorokin S., Goryacheva A., Galkina A.A. «The first 5 years "of slate revolution for certain now?» / Under the editorship of Makarov A.A., Mitrova T.A., Kulagin V.A. – Center of studying of the world energy markets of INEI Russian Academy of Sciences, November, 2012.
12. Solovyov V.O. Nonconventional sources of hydrocarbons: problems of their development: manual / V.O. Solovyov, I.M. Fyk, E.P. Varavina. – X. : NTU «HPI», 2013. – 92 p.
13. Nazarov A., Hromushin I., Dorokhov A. Slate gas. Gazprombank. The industry review, 2013. – URL : http://www.gazprombank.ru/upload/iblock/bb3/gpb_shale_gas_report.pdf
14. Grigoriev G.A., Afanasyeva T.A. Prospects of industrial development of nonconventional resources of gas in Russia // *Oil and gas geology. Theory and practice.* – 2012. – V. 7. – No. 2.
15. Natural tanks of oil in deposits of the Bazhenov shale in the west of Width Priobya: yew. ... edging. geological mineral. sciences: 25.00.12 / Alekseev Alexey Dmitriyevich; [Protection place : Moscow State University of M.V. Lomonosov]. – M., 2009. – 185 p.
16. Bazhenov shale: in search of big slate oil on the Top Salym. Tuesday, August 27th, 2013. – URI : www.rogtecmagazine.com
17. Vysotsky V.I. Slate ple of the world and their oil and gas potential. – URL : <http://www.vzg.ru/slanplei.pdf>
18. Ulmishek, Gregory F. (2003). «Petroleum Geology and Resources of the West Siberian Basin, Russia». U.S. Geological Survey Bulletin (2201-G).