

Добыча нефти и газа из сланцевых формаций в США: текущее состояние и прогнозы

Н.А. Иванов^{1,2}, Н.Н. Пусенкова^{3,4*}, А.В. Соколов⁵

¹Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

²Российское энергетическое агентство Минэнерго России, Москва, Россия

³Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений им. Е.М. Примакова РАН, Москва, Россия

⁴Исследовательский центр ЭНЕРПО Европейского университета в Санкт-Петербурге, Санкт-Петербург, Россия

⁵ООО «ПЕТРОГЕКО», Нижневартовск, Россия

В работе проанализированы факторы, способствующие успеху добычи нефти и газа плотных коллекторов в США. Соединенные Штаты – единственная в мире страна, добывающая в настоящее время углеводороды из сланцевых формаций в промышленном масштабе, хотя другие нефтегазодобывающие государства пытаются повторить ее успех в этой сфере. Американская сланцевая революция стала возможной благодаря широкомасштабному применению гидроразрыва пласта в сочетании с бурением горизонтальных скважин для извлечения нефти и газа из плотных пород. Соответственно, важнейшим фактором успеха сланцевой революции США стал мощный технологический потенциал американского нефтегазового сектора.

Однако технологический прогресс является необходимым, но не достаточным условием для обеспечения устойчивого развития сланцевой промышленности. Важна институциональная среда добычи углеводородов из сланцевых формаций, характеризующаяся эффективной системой недропользования, мощной финансовой и производственной базой, государственной стратегией поддержки научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, разумной налоговой политикой, прозрачным регулированием, конкурентной и диверсифицированной структурой сектора. Подобное сочетание этих факторов сложно повторить в других странах.

При построении долгосрочных сценариев добычи нефти и газа Управление энергетической информации США в качестве ключевых факторов рассматривает ресурсную обеспеченность и скорость совершенствования технологий добычи. При анализе этого явления сделан вывод, что эти два фактора взаимосвязаны – непрерывное технологическое развитие отрасли обеспечивает повышение коэффициента извлечения нефти и газа. В результате рост добычи сопровождается ростом ресурсной обеспеченности. Предела этой тенденции пока не просматривается, а значит, потенциал добычи углеводородов из сланцевых формаций еще не исчерпан.

Ключевые слова: ресурсная база, запасы, газ сланцевых формаций, нефть плотных коллекторов, гидроразрыв пласта, горизонтальное бурение, США, система недропользования, налоговая политика, государственная поддержка научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, институциональная среда

Для цитирования: Иванов Н.А., Пусенкова Н.Н., Соколов А.В. (2024). Добыча нефти и газа из сланцевых формаций в США: текущее состояние и прогнозы. *Георесурсы*, 26(3), с. 240–249. <https://doi.org/10.18599/grs.2024.3.24>

Введение

В 21-м веке США, крупнейший мировой потребитель энергоресурсов, вышли в мировые лидеры по добыче нефти и газа, стали их ведущим экспортером и, как представляется, обеспечили себе энергетическую независимость на несколько десятилетий вперед.

В настоящей статье сделана попытка оценить, насколько устойчив сектор американской добычи углеводородов (УВ) из сланцевых формаций, и в какой мере ее успех является закономерным результатом технологического развития, специфики институтов, инвестиционного климата и экономической политики государства.

География добычи углеводородов из сланцевых формаций

Распространено мнение, что «США повезло с геологией». С этим утверждением трудно согласиться, поскольку дело обстоит противоположным образом. На самом деле, сланцевые поля (плэи), в недрах которых обнаружены горные породы с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (рис. 1), расположены в разных географических зонах.

До начала 2000-х гг. эти недра с низкой плотностью углеводородных ресурсов не вовлекались в добычу, хотя о них было известно давно. Но долгое время считалась невозможной их добыча традиционными методами, а с помощью гидроразрыва пластов (ГРП) – технологически мало реальной и экономически не рентабельной. Гидроразрыв в сочетании с горизонтальным бурением стал применяться активнее сначала на газовых залежах в 2005–2006 гг., потом на нефтяных в 2008–2009 гг.

* Ответственный автор: Нина Николаевна Пусенкова
e-mail: npousenkova@imemo.ru

© 2024 Коллектив авторов

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

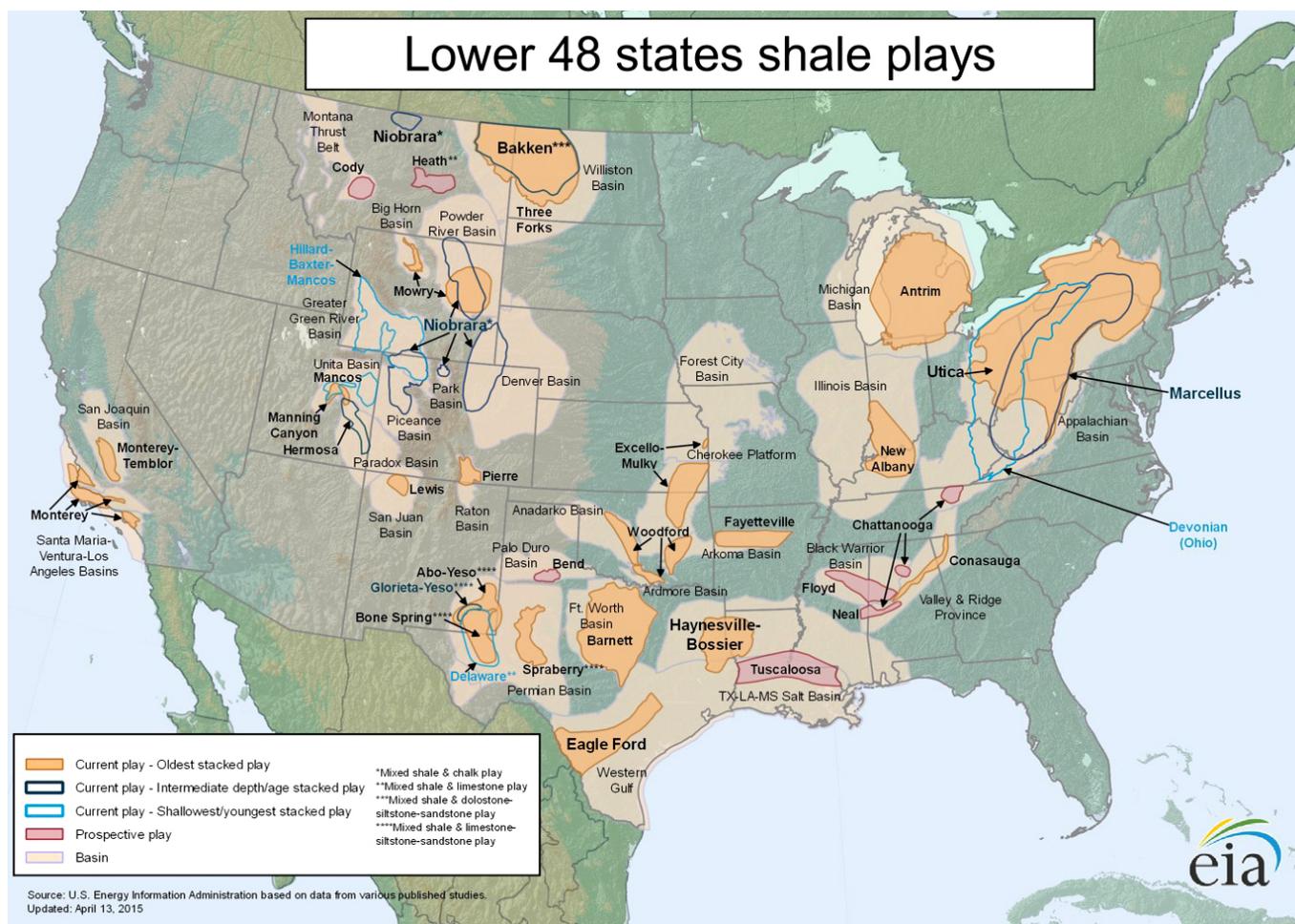


Рис. 1. Карта-схема расположения основных сланцевых формаций в США. Источник: US Energy Information Administration

Эффект масштабного применения ГРП на рост добычи нефти и газа наглядно иллюстрируют рис. 2 и 3.

Следует отметить, что в силу особенностей геологического строения, накопленный вклад в совокупную добычу нефти и газа каждого плэя оказался неравномерным (рис. 4, 5). Так, например, по совокупной накопленной добыче нефти доминирует плэй Пермиан (Permian), а по газу – Марцеллус (Marcellus).

История применения ГРП на сланцевых плэях

Следует отметить, что ГРП был впервые использован в незначительных масштабах для добычи нефти из сланцевых формаций еще в 1947 году. Однако, как указывалось выше, эффективность его применения была невысока, и скептицизм по поводу потенциала такой нефти сохранялся десятилетиями.

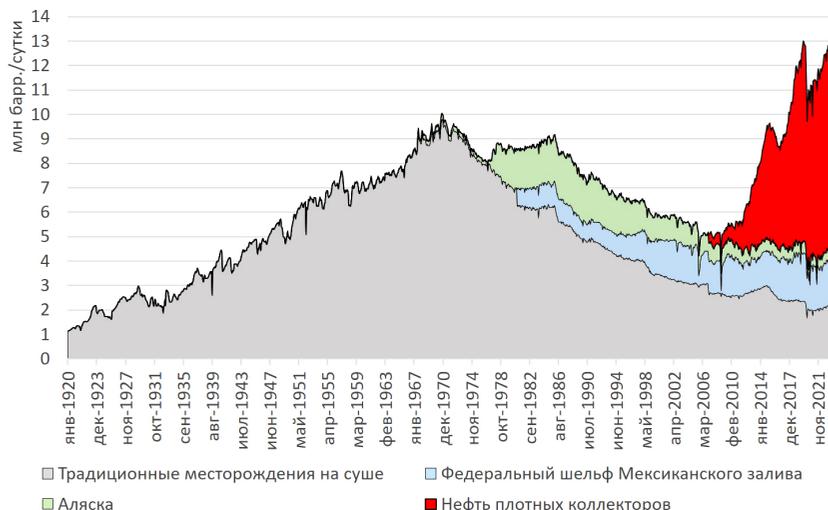


Рис. 2. Добыча нефти из разных источников в США, 1920–2021 гг., млн барр./сутки (мб/с). Источник: US Energy Information Administration

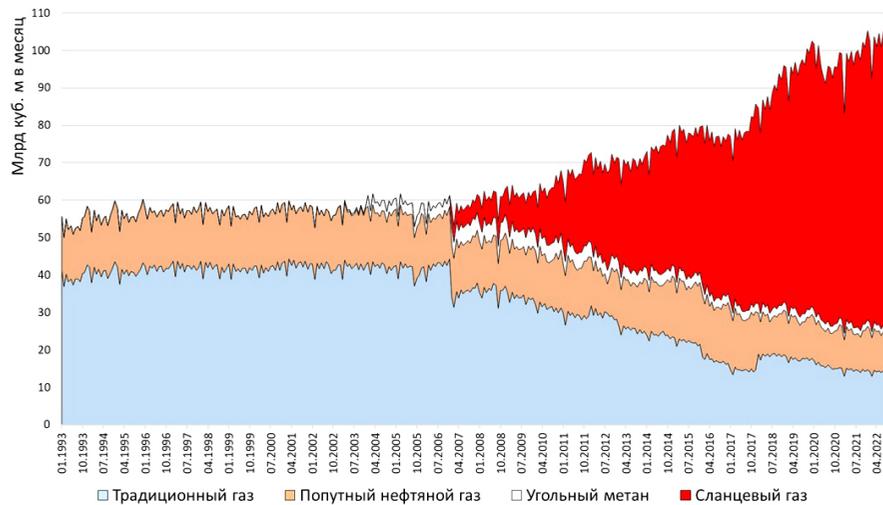


Рис. 3. Добыча газа в США из разных источников (1993–2021 гг.), млрд куб. м/месяц. Источник: US Energy Information Administration

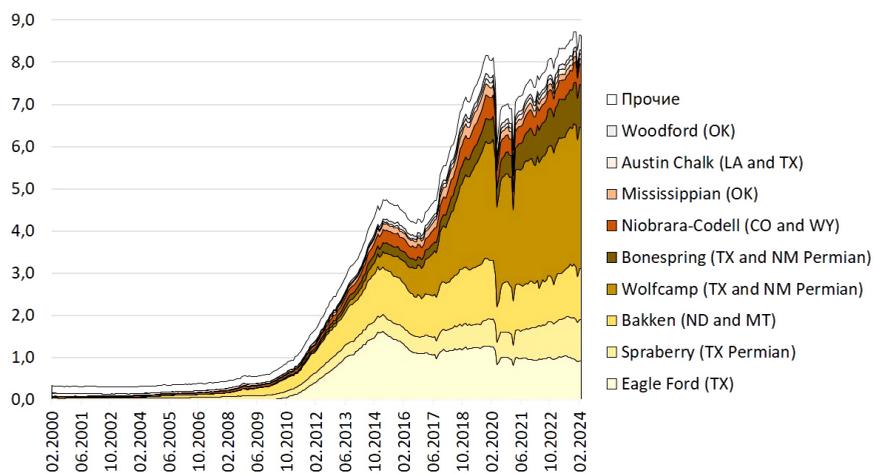


Рис. 4. Добыча нефти из разных сланцевых формаций в США, 2007–2023 гг., мб/с. Источник: US Energy Information Administration

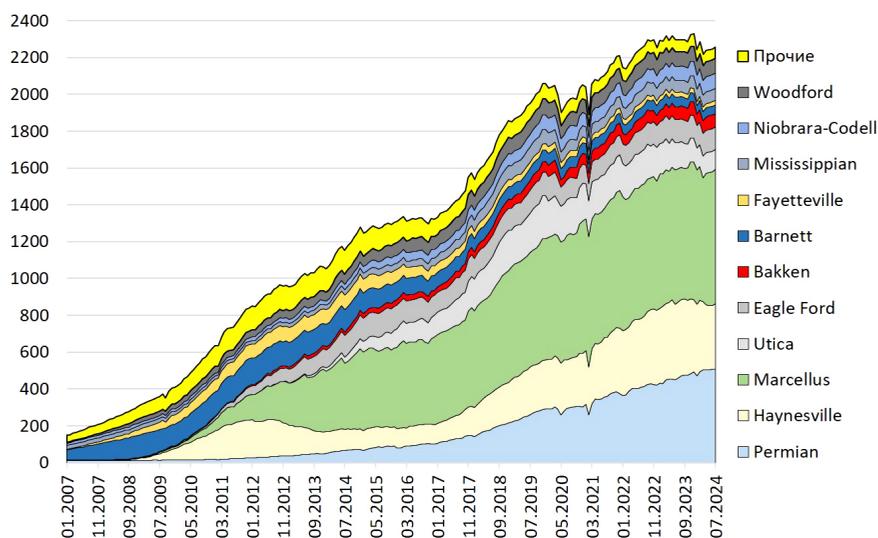


Рис. 5. Добыча газа в США из разных сланцевых формаций, 2007–2023 гг., млн куб. м/с. Источник: US Energy Information Administration

Скептицизм удалось преодолеть благодаря деятельности Джорджа Митчелла, которого называют отцом сланцевой революции США. Его компания Mitchell Energy вела бурение на газ на сланцевой формации Barnett с 1981 года. К середине 1990-х гг. она пробурила на Barnett порядка 250 скважин, экспериментировала с различными жидкостями и химикатами, но без особого успеха. Прорыв произошел лишь в 1997 году, когда в качестве жидкости стали применять воду и увеличили мощность насосов, что резко повысило добычу газа, снизив при этом ее себестоимость. Компания все агрессивнее бурила скважины, и добыча газа на Barnett быстро росла. Между 1993 и 2002 гг. газодобыча на формации Barnett увеличилась более чем в 20 раз.

Mitchell Energy параллельно предпринимала не очень удачные попытки бурить горизонтальные скважины на Barnett. Все изменилось после ее поглощения Devon Energy. Первые 5 горизонтальных скважин Devon, пробуренные в 2002 году, по показателям значительно превосходили все, что раньше отмечалось на Barnett, причем добыча газа в 3 раза превысила объемы, достигнутые Mitchell. Успех Devon с горизонтальным бурением во многом объяснялся комплексированием с данными трехмерной сейсморазведки (3D).

Через несколько лет количество перешло в качество. В сентябре 2008 года в стране добывали всего 3,9 мб/с: это был самый низкий уровень добычи с 1943 года. Через месяц, в октябре 2008 года компания Petrohawk Energy пробурила первую успешную горизонтальную скважину на формации Eagle Ford на юге Техаса. Менеджмент полагал, что бурят на природный газ, но, к своему удивлению, вместе с газом получили мощный приток нефти. Постепенно сланцевые компании успешно выявляли участки формаций, где идеально сочетаются такие характеристики, как мощность пласта, проницаемость, пористость и органический состав. Два года спустя нефтяники уже бурили горизонтальные скважины на разных продуктивных сланцевых залежах в бассейне Permian на западе Техаса. К 2012 году добыча в Техасе, составлявшая всего 1 мб/с в 2008 году, выросла до 3 мб/с. В ноябре 2023 года в Техасе добыли 5,6 мб/с, и, если бы этот штат был отдельной страной, он бы занимал 4 место в списке ведущих нефтедобывающих государств.

Взрывной рост добычи из сланцевых формаций привел к перепроизводству углеводородов, отчего цены на марку нефти WTI рухнули со 106 долл./барр. в июне 2014 году до 32 долл./барр. в январе 2016 года. Однако, несмотря на это, сланцевые компании продолжали бурить и вести добычу (рис. 6), и чем больше они бурили, тем успешнее сокращали издержки.

Этот ценовой кризис выявил важную закономерность, связанную с добычей УВ из сланцевых формаций. Как тогда отмечал Спенсер Дейл, главный экономист ВР, гидроразрыв в такой добыче больше похож на стандартизированный, повторяющийся производственный процесс, чем на уникальные крупномасштабные инженерные работы на проектах по добыче конвенциональной нефти. Одни и те же буровые установки применяются для бурения многочисленных скважин, с одними и теми же процессами на схожих участках. И, как многие повторяющиеся



Рис. 6. Добыча нефти в США на фоне изменения цены. Источник: US Energy Information Administration

производственные процессы, гидроразрыв обеспечивает резкий рост производительности (Dale, 2015).

Следует особо подчеркнуть, что предложение на рынке конвенциональной (обычной) нефти не реактивно реагирует на изменение нефтяных цен, поскольку существует значительный временной лаг, зачастую годы, между принятием инвестиционных решений и началом нефтедобычи на конкретном месторождении. Эта закономерность характерна для всех стран, ведущих добычу конвенциональной нефти. Сланцевая же нефть радикально меняет эту картину. В сланцевом секторе лаг между принятием решения о бурении новой скважины и добычей нефти измеряется неделями, а не годами. Правда, жизненный цикл сланцевой скважины намного короче, чем конвенциональной скважины, и добыча на скважине снижается по гораздо более крутой траектории (рис. 7). В результате, в краткосрочном плане нефть из сланцевых формаций сильнее реагирует на изменение цен, чем конвенциональная нефть: когда нефтяные цены падают, инвестиции и буровая активность сокращаются, и уровень добычи быстро снижается. Но как только цены восстанавливаются, инвестиции и добыча оперативно растут.

«Пик добычи» или «Пик потребления»

За свою короткую историю сланцевая отрасль разрушила многие широко распространенные стереотипы. В частности, одним из неожиданных последствий сланцевой революции стал пересмотр прежде весьма популярных концепций об исчерпаемости природных ресурсов (Иванов, 2016). Они базировались на двух теориях. Первым теоретиком, предложившим модель исчерпания мировых запасов нефти, стал британский экономист Гарольд Хотеллинг, который показал, что по мере сокращения запасов и нарастания дефицита нефть будет дорожать. В соответствии с моделью Хотеллинга, владелец ресурсов должен обеспечить добычу на таком уровне, чтобы стоимость оставшихся запасов увеличивалась в соответствии с ростом реальной процентной ставки. Для него не должно быть разницы, добыть ли нефть сегодня и инвестировать полученные средства по реальной ставке, или добыть эту же нефть завтра. Ключевая экономическая предпосылка Хотеллинга заключалась в том, что нефть следует рассматривать в качестве финансового

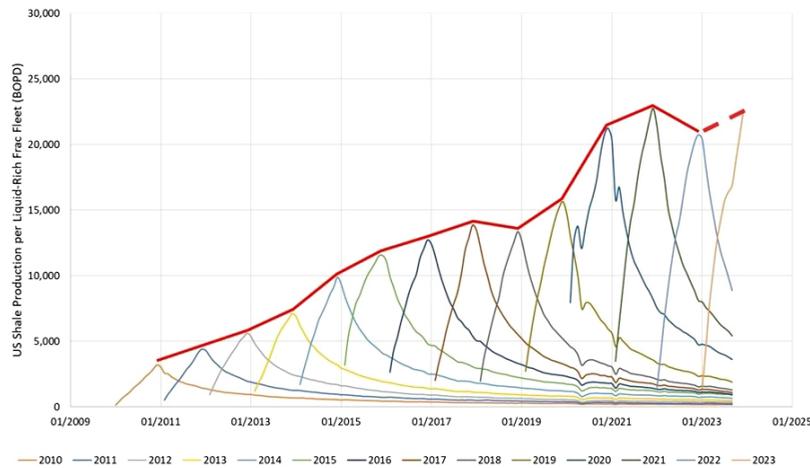


Рис. 7. Добыча нефти и конденсата из сланцевых формаций в США в расчете на установку ГПП, 2010–2023 гг., б/с. Источник: Rystad Energy

актива, стоимость которого растет по мере нарастания дефицита (Hotelling, 1931).

Вторым теоретиком стал Мэрион Кинг Хабберт, американский геофизик из исследовательской лаборатории Shell в Хьюстоне. В 1956 г. Хабберт представил доклад для Американского института нефти, на десятилетия определивший отношение к исчерпаемым природным ресурсам (Hubbert, 1956). Хабберт предложил теорию «пика нефти», полагая, что кривая добычи на нефтяном месторождении при идеальных условиях отсутствия ограничений напоминает по форме колокол. Сначала добыча будет расти ускоряющимися темпами, потом темпы замедляются, добыча выходит на плато, и в конечном итоге снижается по траектории, напоминающей ту, что наблюдалась на фазе роста. Он оценивал, что добыча достигает пика, когда извлечена половина запасов. По мнению Хабберта, максимум нефтедобычи будет отмечен в США в период между 1965 и 1970 годами, а в мире – к 1995 году. И хотя с каждым новым геологическим открытием пик «кривой Хабберта» сдвигался на более поздний срок, в 1975 г. Национальная академия наук США признала правильность теоретических выкладок Хабберта.

На протяжении десятилетий модель Хотеллинга и теория «пика нефти» Хабберта подтверждались на практике. Добыча нефти в США достигла пика в 1973 г. и потом снижалась вплоть до начала американской сланцевой революции. Но, как справедливо отметил Дэвид Деминг, слабость теории «пика нефти» состояла в том, что она представляла собой попытку чрезмерно упростить сложное явление, которое зависит не только от геологии, но и от человеческой природы, истории и, самое главное, прогресса технологии, позволяющей повысить коэффициент извлечения нефти (Deming, 2023). Именно успехи в развитии технологии в сфере добычи из сланцевых формаций привели к пересмотру концепции «пика нефти». Правда, некоторые американские исследователи, споря с критиками этой концепции, отмечают, что, хотя суммарная добыча жидких углеводородов в США опровергает предсказания Хабберта, если оценивать только добычу конвенциональных углеводородов, то теория «пика нефти» сохраняет свою актуальность: так, в 2022 году в США было извлечено лишь 3 мб/с конвенциональной нефти,

или на 70% меньше пика в 9,6 мб/с, достигнутого в 1973 году¹. То есть львиная доля добычи жидких углеводородов в США, составившую 11,8 мб/с в 2022 году, была обеспечена именно нефтью и конденсатом из сланцевых формаций.

В любом случае, когда добыча нефти плотных коллекторов в США стала быстро и стабильно расти, был сделан очевидный вывод: появился новый источник нефти (Иванов, 2014). И на смену теории «пика нефти» пришла концепция «пика потребления нефти», который, по ряду оценок, может скоро наступить из-за повышения энергоэффективности, климатической политики и разворачивающегося энергоперехода к возобновляемым источникам энергии.

Рост доказанных запасов нефти и газа

Развитие сланцевой революции привело к «парадоксальному» выводу – рост добычи углеводородов из сланцевых формаций способствует увеличению их суммарных доказанных запасов. Это утверждение особенно четко подтверждается, если анализировать изменение величины доказанных запасов на большом временном интервале. Так, на рисунке 8 виден убедительный прирост запасов нефти и газа, начиная с 2009 года, т.е. с начала добычи УВ из сланцевых формаций в промышленных масштабах.

Для детального изучения поведения величины доказанных запасов анализировались данные за последнее десятилетие. Так, к концу 2022 года доказанные запасы нефти и конденсата в США выросли на 9%, с 44,4 млрд барр. до 48,3 млрд барр., а добыча нефти и конденсата за 2022 год увеличилась на 6% (рис. 9).

Доказанные запасы природного газа выросли на 10%, с 625,4 трлн куб. футов в конце 2021 года до 691,0 трлн куб. футов в конце 2022 года, что поставило новый рекорд по доказанным запасам газа в США (рис. 10).

Тем не менее, несмотря на рост доказанных запасов, реальные перспективные нефтегазовые ресурсы сланцевых формаций остаются до конца неизвестными, поскольку они (ресурсы) определяются не на этапе

¹The End of Abundant Energy: Shale Production and Hubbert's Peak, September 3, 2023, <https://blog.gorozem.com/blog/the-end-of-abundant-energy>

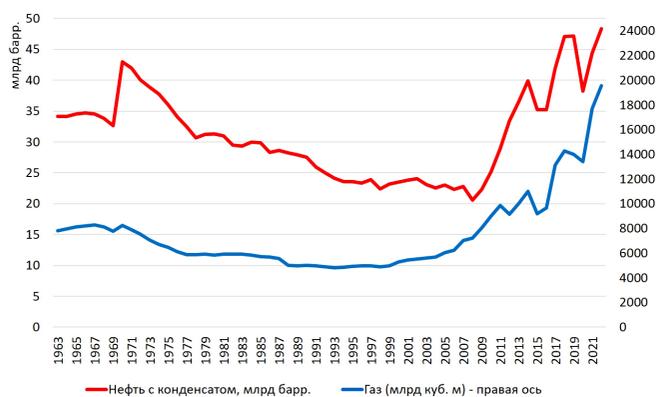


Рис. 8. Доказанные запасы нефти и газа в США, 1963–2020 гг., млрд барр. и млрд куб. м. Источник: US Energy Information Administration

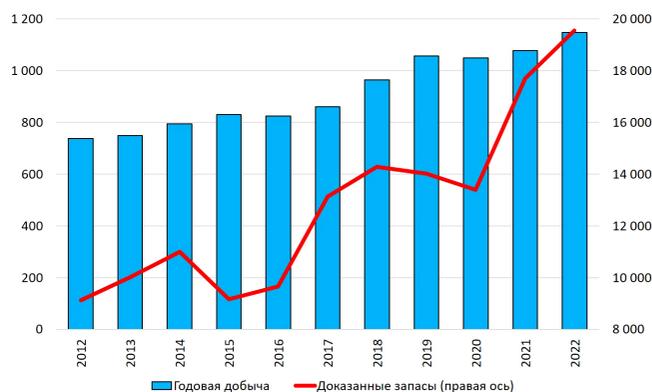


Рис. 10. Годовая добыча и доказанные запасы газа в США, млрд куб. м. Источник: US Energy Information Administration

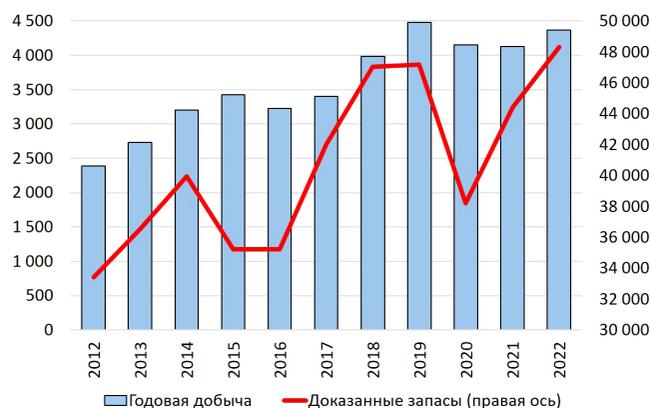


Рис. 9. Добыча и доказанные запасы нефти в США, млн барр. Источник: US Energy Information Administration

поиска и разведки, а непосредственно в процессе добычи. И при этом оценки сильно зависят от применяемых технологий. Поэтому ресурсная неопределенность – главная причина ошибок в прогнозировании добычи из неконвенциональных источников нефти и газа.

Технологический фактор

Широко известно, что сланцевые компании с самого начала делали ставку на научно-технический прогресс, благодаря которому они могли методично уменьшать издержки. Это сделало в конечном итоге экономически рентабельной добычу нефти из сланцевых формаций при цене на нефть в 70–80 долл./барр. Как показали события последних лет, при таких ценах сланцевые компании комфортно существуют, инвестируя достаточные средства в наращивание добычи, поддерживая хорошие финансовые показатели и выплачивая щедрые дивиденды акционерам².

Большое значение также имеет повышение скорости бурения скважин. Так, например, с 2007 по 2023 г., дебит газа, полученный со всех скважин, пробуренных конкретной буровой установкой за данный месяц, увеличился почти в 100 раз на формации Marcellus³. Очевидно, что рост объема добычи в расчете на скважину обеспечивает более низкие удельные издержки. В результате ExxonMobil полагает, что себестоимость добычи на его активах в бассейне Permian сейчас составляет 35 долл./барр.

Соответственно, эти активы оказываются весьма устойчивыми к снижению цен на нефть⁴.

Сейчас сланцевые компании повышают эффективность за счет оптимизации деятельности, начиная с применения технологических нововведений до рационализации использования рабочей силы. Так, Diamond Energy Inc. за последние три года сократила время бурения средней скважины примерно на 40%. Йон Чо, ее директор по бурению, сказал: «В 2019 году у нас уходило 19,5 дней на бурение средней скважины. Теперь на это уходит 11,5 дней»⁵. Такое же ускорение процессов (на три дня) идет и в гидроразрыве – примерно до недели на скважину. «Мы наблюдаем ежегодный прирост эффективности», – отметил глава Chevron Майк Вирт, «и мы видим благодаря поглощениям и консолидации, что компании оказываются в состоянии применить эти приобретенные активы таким образом, который еще больше стимулирует эффективность и обеспечивает прогресс в промышленном масштабе»⁶.

Оперативно внедряемые нововведения позволили сделать процесс гидроразрыва более быстрым, дешевым и продуктивным. За последние несколько лет удвоилась протяженность горизонтальных скважин, до 3 миль, и стало применяться оборудование, которое позволяет одновременно осуществлять гидроразрыв на 2 или 3 скважинах. Подобный метод синхронного гидроразрыва требует высокой производственной дисциплины и четкой организации работ, поскольку компаниям нужно закончить бурением большое количество скважин и быть готовыми одновременно приступить к гидроразрывам.

Технология синхронного гидроразрыва позволит сократить издержки на скважину на 200–400 тыс. долл., или 5–10%, по мнению Томаса Джекоба, старшего вице-президента консультативной фирмы Rystad Energy. Аналитики полагают, что использование этой новой

²Is U.S. Shale Too Big To Fail? Forbes, December 26, 2023. <https://www.forbes.com/sites/daneberhart/2023/12/26/is-us-shale-too-big-to-fail/?sh=59630b8e17d0>

³The Technological Innovations that Produced the Shale Revolution, October 30, 2023.

<https://ifp.org/the-technological-innovations-that-produced-the-shale-revolution/>

⁴The Technological Innovations that Produced the Shale Revolution, October 30, 2023.

<https://ifp.org/the-technological-innovations-that-produced-the-shale-revolution/>

⁵US Frackers Return to Haunt OPEC's Pricing Strategy, Bloomberg, December 17, 2023, https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-12-17/shale-oil-s-unexpected-surge-poses-threat-to-opec-s-bid-to-prop-up-crude-prices?itm_source=record&itm_campaign=The_Return_of_Shale&itm_content=OPEC%E2%80%99s_Nemesis-0

⁶Ibid

технологии в перспективе расширятся. Кроме того, насосы с электрическим приводом теперь заменяют более дорогое и сложное в обслуживании оборудование, работающее на дизельном топливе. Более протяженные скважины и прогресс в осуществлении гидроразрыва полностью компенсируют снижающуюся продуктивность скважин и сокращение количества буровых установок, позволяя США выйти на рекордные объемы добычи нефти⁷.

Как показал опыт 2023 г. – весны 2024 г., рост добычи продолжается на фоне сокращения количества буровых установок более чем на 25% за период⁸. На рис. 11 видно, как меняется производительность бурения (добыча нефти из новых скважин в расчете на буровую установку) и растет добыча нефти при сокращении количества буровых в бассейне Permian.

В последнее время, стали внедряться в практику и другие передовые технологии, например, технология S-BTF (лучше, чем гидроразрыв, “better than fracking”), запатентованная Galex Energy. Она использует принципиально новые физические механизмы для нефтяной промышленности, представляя собой эффективную альтернативу гидроразрыву. По оценкам экспертов эта технология весьма экономична и отвечает экологическим стандартам ЕС⁹.

Институциональная среда

Технологический прогресс стал основным фактором успеха сланцевой революции, однако это необходимое, но не достаточное условие устойчивости сланцевой отрасли. Не менее важна та институциональная среда, в которой функционирует сланцевый сектор США. Она складывается из таких элементов, как мощная индустриальная и транспортная инфраструктура, высокоразвитая финансовая система, разумная практика недропользования, государственная поддержка НИОКР, налоговая политика, благоприятный и предсказуемый инвестиционный климат, разнообразная и конкурентная структура сектора и пр.

Специфика американской системы недропользования в нефтегазовой промышленности состоит в том, что самые продуктивные сланцевые формации залегают в штатах, где площади федеральных земель относительно невелики, например, богатейшие сланцевые бассейны Eagle Ford и Permian в основном расположены в Техасе. А, значит, власти штата наделены практически абсолютными полномочиями по контролю за нефтегазовой деятельностью, поскольку возможности президента США по регулированию американской промышленности ограничены, если та не функционирует на землях, принадлежащих федеральному правительству. Соответственно, власти Техаса (или иного богатого сланцевыми УВ штата) обеспечивают нефтяникам стабильно благоприятные условия работы, вне зависимости от партийной принадлежности президента, а такая стабильность очень важна с учетом резко различающихся подходов республиканцев и демократов к нефтегазовой промышленности.

Другая важная особенность системы недропользования США, способствовавшая успеху сланцевой революции, – частные землевладельцы являются собственниками углеводородных ресурсов, залегающих на их участках, в отличие от многих других стран, где государства обладают правами на запасы полезных ископаемых в недрах.



Рис. 11. Добыча нефти в бассейне Permian и количество активных буровых установок. Источник: Energy Information Administration

Хотя сланцевая революция явилась детищем частных инициатив, одним из важнейших ее драйверов была государственная политика, которая достаточно последовательно стимулировала развитие нефтегазовой промышленности и обеспечивала предсказуемый процесс регулирования.

Еще в 1973 году президент Ричард Никсон инициировал «Проект независимость» (Project Independence), направленный на превращение США в экспортера энергии. В его рамках федеральное правительство финансировало НИОКР в области неконвенциональных углеводородов, например, запустив Программу восточного сланцевого газа в 1976 году, которая стала важным элементом государственной политики по стимулированию разработки альтернативных источников природного газа¹⁰.

Федеральные институты последовательно принимали стратегические решения, которые поощряли частные инвестиции в добычу из сланцевых формаций на разных стадиях становления сектора. Сначала они помогали нефтяным компаниям, ищущим эффективные методы добычи, преодолевать высокие барьеры на вход в сектор. Потом обеспечивали коммерческие стимулы, которые поддерживали инвестиции после технологических прорывов, и проводили макроэкономическую политику, стимулировавшую капвложения, необходимые для масштабной коммерциализации нововведений.

После того, как освоение сланцевых ресурсов стало экономически целесообразным, федеральное правительство начало предоставлять мощные налоговые стимулы для поддержания добычи. Большую роль сыграли кредит на неконвенциональный газ (Unconventional Gas Credit) и нематериальная скидка на бурение (Intangible Drilling Deduction). Кредит на неконвенциональный газ предоставлял экономические стимулы для рискованных и дорогих проектов бурения на сланцевых формациях. Скидка на бурение позволяет нефтедобывающим компаниям вычитать

⁷New technology helps US shale oil industry start to rebuild well productivity, Reuters, April 24, 2024. <https://www.reuters.com/markets/commodities/new-technology-helps-us-shale-oil-industry-start-rebuild-well-productivity-2024-04-24/>

⁸Rystad: US shale reinvestment rates hit 3-year high amid inflation, muted oil prices. Oil and Gas Journal, August 28, 2023. <https://www.ogj.com/general-interest/economics-markets/article/14298230/rystad-us-shale-reinvestment-rates-hit-3-year-high-amid-inflation-muted-oil-prices>

⁹Myths and realities of the shale revolution. Shall the shale continue? Forbes, December 20, 2019. https://forbes.kz/life/observation/myths_and_realities_of_the_shale_revolution_shall_the_shale_continue/

¹⁰The Technological Innovations that Produced the Shale Revolution, October 30, 2023. <https://ifp.org/the-technological-innovations-that-produced-the-shale-revolution/>

из налогооблагаемой прибыли расходы на заработную плату, топливо и ремонт, которые необходимы для подготовки и бурения скважин.

Кроме того, в 1978 году был принят Закон о политике в области природного газа, направленный на стимулирование газодобычи. Он, в частности, освобождал компании, осваивающие запасы с высокой себестоимостью добычи, от бремени федерального регулирования цен. Потом в 2005 году был принят Закон об энергетической политике, задача которого – поддерживать разработку углеводородов и укреплять энергетическую безопасность США.

Инвестиционному буму в сланцевой промышленности в 2009–2012 гг. способствовали низкая ключевая процентная ставка, удерживаемая Федеральной резервной системой США. Она помогала сланцевым компаниям получать банковские кредиты. Только в 2014 г. было выдано кредитов на 250 млрд долл., что позволило быстро нарастить добычу. Показательно, что количество активных буровых установок выросло с 830 в июне 2002 г. до 1861 в октябре 2013 г., и этот взрывной рост в основном был профинансирован за счет долговых инструментов¹¹.

Не менее существенным фактором успеха стала и уникальная структура нефтегазового сектора США. Устойчивость и потенциал роста поддерживается активно проходящей сейчас консолидацией сланцевой отрасли, которая была создана усилиями мелких и средних фирм, и в которую затем пришли крупные игроки, в том числе супермейджоры. Волны слияний и поглощений привели к тому, что лучшие активы попали к наиболее эффективным и технологически продвинутым компаниям, а это позволяет еще больше снизить показатель безубыточности и улучшить долгосрочные перспективы роста в секторе. В результате сейчас в секторе работают разные типы компаний – супермейджоры (ExxonMobil, Chevron, BP), крупные (ConocoPhillips, Occidental Petroleum), средние (Chesapeake Energy, Devon Energy, Marathon Oil) и мелкие – привносящие в «общий котел» свои лучшие качества (новаторство, инициативу и предпринимательский дух «малышей»; мощный финансовый, технологический и лоббистский потенциал гигантов), создавая тем самым мощный синергетический эффект.

Соответственно, регулятивную, политическую, экономическую и деловую специфику США не так просто будет продублировать в других нефтегазодобывающих государствах, стремящихся повторить ее успех, пусть даже они и обладают благоприятными геологическими условиями.

Прогнозы добычи из сланцевых формаций

Даже краткосрочные прогнозы производства УВ различаются весьма существенно, и острые дискуссии по этому поводу возникают среди как экспертов, так и профессионалов-нефтяников. Так, представители аналитической компании Goehring & Rosencwajg считают, что уже в 2024 году бассейн Permian выйдет на пик. Другие прогнозы гласят, что добыча углеводородов из сланцевых формаций достигнет максимума в конце этого десятилетия. Например, Райан Лэнс, глава ConocoPhillips, в марте 2024 года предсказал: «Возможно, в конце этого десятилетия

мы станем свидетелями того, как добыча в США выйдет на плато, на котором, вероятно, и останется в течение длительного времени. Я не знаю, преодолеем ли мы планку в 15 мб/с, но я думаю, что мы пересечем рубеж в 14 мб/с на пути к 15 млн»¹².

Дэн Эберхарт, глава американской нефтесервисной компании Canag, также полагает: «Более вероятно, что США будут двигаться к уровню добычи в 15 мб/с к 2026 году, учитывая прирост эффективности и продуктивности, который сланцевые компании демонстрируют во флагманском бассейне Permian, наряду с более мелкими сланцевыми формациями, типа Bakken и Eagle Ford, а также в Мексиканском заливе»¹³.

При этом McKinsey отмечает в своем 2024 Outlook on Oil, что «добыча из сланцевых формаций достигнет плато к середине 2020-х годов примерно в 10 мб/с и останется на этом уровне до 2040 года»¹⁴.

Но недавний опыт показывает, что даже краткосрочные (не говоря уже о долгосрочных) прогнозы добычи из сланцевых формаций чаще всего не оправдываются, и представители сектора сильно расходятся в своих гипотезах о ближайшем будущем. Ведь сейчас многие профессионалы отмечают, что рост такой добычи в США постепенно замедляется. Так, Скотт Шеффилд, глава Pioneer Natural Resources, подчеркивал: «Эра агрессивного роста сланцевой промышленности США уже закончилась»¹⁵. В противовес этому ExxonMobil настаивает: освоение бассейна Permian, основного драйвера роста нефтедобычи в США, все еще находится во младенчестве, и нет никакого смысла утверждать, что сланцевый бум завершился¹⁶.

Более того, в последние годы некоторые эксперты полагали, что добыча нефти из сланцевых формаций скоро выйдет на пик, поскольку объемы бурения в США сокращаются, и компании вынуждены перемещаться на менее продуктивные участки «второго сорта». Они считали, что продуктивность участков «первого сорта» упадет, в конечном итоге ведя к снижению добычи нефти в США. Однако этот сценарий не материализовался, поскольку компании активно внедряют инновации, используя передовую технологию и накопленный ими опыт работы на стареющих месторождениях. Так, в декабре 2022 года Управление энергетической информации предсказывало, что нефтедобыча в стране в 2023 году в среднем составит 12.5 мб/с. Но к концу 2023 года, когда стало ясно, что показатель вышел на уровень 12.9 мб/с, Управление, признав свою ошибку, уже заявило, что к концу 2024 года страна будет добывать 13.4 мб/с¹⁷.

В более долгосрочной перспективе прогнозы добычи нефти из сланцевых формаций различаются еще сильнее. Так, BP предсказывает, что в этом десятилетии добыча неконвенциональной нефти с газовым конденсатом в США

¹¹How Public Policy Accelerated the Shale Revolution, November 8, 2023. <https://ifp.org/hot-rocks-part-two-how-public-policy-accelerated-the-shale-revolution/>

¹²Is U.S. Shale Production Finally Nearing Its Peak?, OilPrice, March 21, 2024. <https://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Is-US-Shale-Production-Finally-Nearing-Its-Peak.html>

¹³U.S. Shale Growth Could Exceed Forecasts in 2024, OilPrice, December 27, 2023. <https://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/US-Shale-Growth-Could-Exceed-Forecasts-in-2024.html>

¹⁴Ibid
¹⁵What the End of the US Shale Revolution Would Mean for the World, Financial Times, January 15, 2023. <https://www.ft.com/content/60747b3b-e6ea-47c0-938d-af515816d0f1>

¹⁶Why America's Shale Boom Is Not Over, Forbes, August 16, 2023. <https://www.forbes.com/sites/daneberhart/2023/08/16/why-americas-shale-boom-is-not-over/?sh=c66d5512e2e5>

¹⁷Is U.S. Shale Too Big To Fail?, Forbes, December 26, 2023. <https://www.forbes.com/sites/daneberhart/2023/12/26/is-us-shale-too-big-to-fail/?sh=59630b8e17d0>

будет расти, выйдя на пик в диапазоне 11–16 мб/с к 2030 году. После этого она постепенно начнет снижаться в 2030–2040-х гг., поскольку, с одной стороны, истощаются самые продуктивные сланцевые месторождения, а, с другой стороны, ОПЕК обостряет конкуренцию, чтобы нарастить свою долю рынка. По мнению BP, добыча нефти из сланцевых формаций в США к 2050 году упадет до 2 мб/с в сценариях «Ускорение» и «Углеродно-нейтральный», и до примерно 6 мб/с в сценарии «Новый импульс», на который не так сильно влияет снижающийся общий спрос на нефть¹⁸.

Иное видение будущего неконвенциональной нефти у ExxonMobil, который в своем последнем прогнозе предсказывает, что «добыча жидких углеводородов из сланцевых формаций в Северной Америке вырастет примерно на 50% в период с 2021 по 2030 год. Этот существенный рост закрепит позиции США как чистого экспортера жидких углеводородов». Новые инвестиции в добычу нефти и в технологии, позволяющие повысить извлекаемость запасов и эффективность, а также сократить издержки, необходимы, чтобы компенсировать естественный спад добычи и удовлетворять растущий спрос. По мнению ExxonMobil, основной прирост добычи жидких углеводородов придется на те их источники, которые были открыты в последние 20 лет благодаря прогрессу технологий: неконвенциональная нефть и конденсат США, а также глубоководные проекты¹⁹.

Такой разброс в предсказаниях двух ведущих игроков в сфере добычи нефти из сланцевых формаций, очевидно, во многом связан с полярными подходами к энергетическому переходу, характерными для европейских и американских нефтегазовых мейджоров. Европейские нефтегазовые компании верят в надвигающийся закат эры нефти и газа, стремятся трансформироваться в энергетические корпорации широкого профиля и активно расширяют долю возобновляемых источников энергии в своем портфеле активов. А американские игроки считают, что век углеводородов продлится еще долго, планируют и дальше наращивать добычу нефти и газа, но просто собираются делать это как можно более ответственно, снижая свой углеродный след благодаря использованию достижений научно-технического прогресса (Светенко, Пусенкова, 2023).

Заключение

В ближайшем будущем США останутся ведущим игроком мирового нефтегазового сектора. Такие ее перспективы базируются на технологических, финансовых, регулятивных и ресурсных характеристиках американской нефтяной промышленности, которые практически невозможно продублировать в других нефтегазодобывающих странах. Более долгосрочное будущее представляется пока весьма туманным, поскольку зависит от таких

непредсказуемых параметров, как геополитические расклады, научно-технический прогресс, изменение долгосрочного спроса на углеводороды, климатическая политика и темпы продвижения энергетического перехода.

Литература

Иванов Н.А. (2014). Сланцевая Америка: энергетическая политика США и освоение нетрадиционных нефтегазовых ресурсов. Москва, Магистр, 304 с.

Иванов Н.А. (2016). Ресурсная неопределенность сланцевой добычи. *Энергетическая политика*, 6, с. 64–70.

Светенко М., Пусенкова Н. (2023). Станут ли США лидером глобального энергоперехода? Политика декарбонизации американских нефтяных компаний. США: Экономика, политика, культура, 8, с. 46–58.

Dale S. (2015). *New Economics of Oil*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/news-and-insights/speeches/new-economics-of-oil-spencer-dale.pdf>, Accessed May 15, 2024

Deming D. (2023). M. King Hubbert and the rise and fall of peak oil theory. *AAPG Bulletin*, 107(6), pp. 851–861. <https://pubs.geoscienceworld.org/aapgbulletin/article/107/6/851/623376/M-King-Hubbert-and-the-rise-and-fall-of-peak-oil>

Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *Journal of Political Economy*, 39(2).

Hubbert M.K. (1956). Nuclear Energy and the Fossil Fuels. Presented before the Spring Meeting of the Southern District, American Petroleum Institute, San Antonio.

Сведения об авторах

Николай Александрович Иванов – кандидат экон. наук, доцент кафедры международного нефтегазового бизнеса, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина; директор проекта, Российское энергетическое агентство Минэнерго России

Россия, 119991, Москва, Ленинский пр., д. 65, корп. 1

Россия, 127083, Москва, ул. 8 Марта, д. 12

Researcher ID: GYU-8237-2022; РИНЦ ID: 664353

ORCID: 0000-0002-6066-6416

e-mail: ivanov0660@gmail.com

Нина Николаевна Пусенкова – кандидат экон. наук, старший научный сотрудник, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова РАН; эксперт, Центр ЭНЕРПО Европейского Университета в Санкт-Петербурге

Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 23

Россия, 191187, Санкт-Петербург, ул. Гагаринская, д. 6/1 А

Researcher ID: N-4418-2016; РИНЦ ID: 416751;

Scopus Author ID: 55824758200

ORCID: 0000-0002-8971-1620

e-mail: npoussenkova@imemo.ru

Александр Владимирович Соколов – кандидат геол.-минерал. наук, директор по геологоразведке, ООО «ПЕТРОГЕКО»; Главный редактор журнала «Георесурсы»

Россия, 628606, Нижневартовск, ул. Самотлорная, д. 20

e-mail: sokolov@petrogeco.ru

¹⁸BP Energy Outlook. 2023 Edition. Updated July 2023. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2023.pdf>

¹⁹ExxonMobil Global Outlook: Our View to 2050, January 8, 2024. <https://corporate.exxonmobil.com/what-we-do/energy-supply/global-outlook/energy-supply>

Production of Shale Oil and Gas in the US: Current Status and Prospects

N.A. Ivanov^{1,2}, N.N. Poussenkova^{3,4*}, A.V. Sokolov⁵

¹National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow, Russian Federation

²Russian Energy Agency of the Ministry of Energy of Russia, Moscow, Russian Federation

³Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

⁴ENERPO Center of the European University at St. Petersburg, St. Petersburg, Russian Federation

⁵PETROGEKO LLC, Nizhnevarтовsk, Russian Federation

*Corresponding author: Nina N. Poussenkova, e-mail: npoussenkova@imemo.ru

Abstract. The article analyzes resilience factors of tight oil and gas production in the USA. The US is the only country in the world that currently produces shale hydrocarbons on a commercial scale, though other petroleum states try to emulate their success in this sphere. The American shale revolution became possible due to a massive application of hydrofracking in combination with horizontal drilling to produce tight oil and gas. Therefore, the mighty technological potential of the American petroleum sector became the key success factor of the US shale revolution. However, technological breakthroughs are necessary, but not sufficient for ensuring a stable development of the shale industry. Of particular importance is the institutional framework of the US shale sector that is characterized by an efficient system of subsurface use, a powerful financial and industrial base, a long-term strategy of the state support for R&D, a reasonable fiscal policy, a transparent regulation, as well as a competitive and diversified structure of the shale sector. This unique combination of factors will be extremely difficult to replicate in other countries. When constructing long-term scenarios of oil and gas production, the US Energy Information Administration proceeds from the key assumptions of resource availability and rates of improving production technologies. The analysis of the shale phenomenon permits to conclude that these two factors are interconnected – the continuous technological progress of the sector ensures the enhanced oil and gas recovery ratio. As a result, the production growth is accompanied by the growth of resource availability. The limits to this trend are not visible yet, and, therefore, it means that the upside potential of shale production is not exhausted.

Keywords: resource base, proved reserves, shale gas, tight oil, hydrofracking, horizontal drilling, oil and gas production in the US, system of subsurface use, fiscal policy, state support for R&D, institutional environment

Recommended citation: Ivanov N.A., Poussenkova N.N., Sokolov A.V. (2024). Production of Shale Oil and Gas in the US: Current Status and Prospects. *Georesursy = Georesources*, 26(3), pp. 240–249. <https://doi.org/10.18599/grs.2024.3.24>

References

Dale S. (2015). New Economics of Oil. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/news-and-insights/speeches/new-economics-of-oil-spencer-dale.pdf>, Accessed May 15, 2024

Deming D. (2023). M. King Hubbert and the rise and fall of peak oil theory. *AAPG Bulletin*, 107 (6), pp. 851–861. <https://pubs.geoscienceworld.org/aapgbull/article/107/6/851/623376/M-King-Hubbert-and-the-rise-and-fall-of-peak-oil>

Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *Journal of Political Economy*, 39(2).

Hubbert M.K. (1956). Nuclear Energy and the Fossil Fuels. Presented before the Spring Meeting of the Southern District, American Petroleum Institute, San Antonio.

Ivanov N.A. (2014). Shale America: US Energy Policy and Development of Unconventional Oil and Gas Resources. Moscow, Magistr. 304 p. (In Russ.)

Ivanov N.A. (2016). Resource Uncertainty of Shale Production. *Energeticheskaya politika*, 6, pp. 64–70. (In Russ.)

Svetenko M., Poussenkova N. (2023). Will the US Become the Leader of the Global Energy Transition? Decarbonization Policy of American Oil Companies. *USA: Economy, Politics, Culture*, 8, pp. 46–58. (In Russ.)

About the Authors

Nikolai A. Ivanov – Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of International Oil and Gas Business, National University of Oil and Gas "Gubkin University"; Project Director, Russian Energy Agency of the Ministry of Energy of Russia

65/1 Lenin av., Moscow, 119991, Russian Federation

12 8th of March st., Moscow, 127083, Russian Federation

Researcher ID: GYU-8237-2022

ORCID: 0000-0002-6066-6416

e-mail: ivanov0660@gmail.com

Nina N. Poussenkova – Cand. Sci. (Economics), Senior Researcher, Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations of the Russian Academy of Sciences; Expert, ENERPO Center of the European University at St. Petersburg

23 Profsoyuznaya st., Moscow, 117997, Russian Federation

6/1A Gagarina st., St. Petersburg, 191187, Russian Federation

Researcher ID: N-4418-2016

Scopus Author ID: 55824758200

ORCID: 0000-0002-8971-1620

e-mail: npoussenkova@imemo.ru

Alexander V. Sokolov – Cand. Sci. (Geology and Mineralogy), Director for Geological Exploration, PETROGEKO LLC; Editor-in-Chief of the Journal *Georesursy*

20 Samotlornaya st., Nizhnevarтовsk, 628606, Russian Federation

Federation

e-mail: sokolov@petrogeco.ru

Manuscript received 22 July 2024;

Accepted 4 September 2024; Published 30 September 2024