



Skolkovo Institute of Science and Technology

Сколковский Институт Науки и Технологий

Мониторинг аналитических, стратегических и прогнозных документов в области научного и технологического развития

Тема номера: Технологическое развитие в области разведки и добычи трудноизвлекаемых и нетрадиционных углеводородных ресурсов

Май-Август 2017 г.

№8

Авторы: Фролов А.С.

аналитик по промышленной политике

Дежина И.Г.

руководитель группы по научной

и промышленной политике

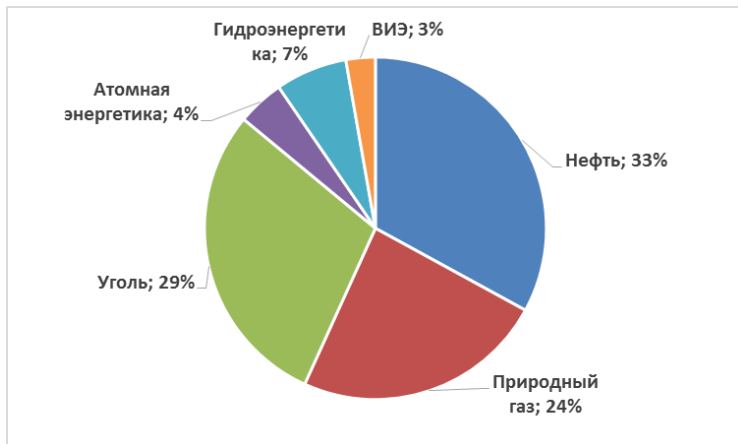
Октябрь 2017 г.

Москва, ИЦ Сколково

1. Условия технологического развития в нефтегазовом секторе

Нефтегазовый сектор является основой современной мировой энергетической системы. В 2015 г. на нефть и природный газ приходилось более половины (57%) потребления первичных энергоресурсов в мире (Рисунок 1). В транспортном секторе в 2015 г. доля потребления нефтепродуктов в общем энергопотреблении составляла около 95%¹.

Рисунок 1 - Структура потребления первичных энергоресурсов в мире в 2015 г.



Источник: рассчитано авторами по данным BP Statistical Review of World Energy 2016

По прогнозам Международного энергетического агентства (International Energy Agency – IEA), несмотря на активное развитие возобновляемых источников энергии, нефть и газ сохранят свою доминирующую роль как на средне- (до 2025 г.), так и на долгосрочном горизонте (до 2040 г.) (Таблица ..).

В то же время условия развития мирового нефтегазового сектора за последнее десятилетие существенно изменились. Быстрый рост мирового спроса на энергоресурсы обусловил существенное повышение цен на нефть в период 2001-2014 гг. (за исключением кризисного 2009 г.). С учетом ухудшающегося качества ресурсной базы² – (особенно в развитых странах) высокие цены на нефть привели к началу разработки нефтегазовых ресурсов на нетрадиционных и трудноизвлекаемых месторождениях, что способствовало резкому повышению капитальных инвестиций и вложений в исследования и разработки (ИиР) нефтегазовых компаний.

¹ По данным International Energy Outlook 2016 <http://www.eia.gov/outlooks/ieo/transportation.cfm>

² Имеется ввиду рост доли нетрадиционных и трудноизвлекаемых запасов.

Развитие новых технологий добычи нефтегазовых ресурсов (в частности, горизонтальное бурение и гидроразрыв пласта) в 2007-2012 гг. привели к началу так называемой «сланцевой революции», в результате которой в США³ резко возрос объем добычи природного газа и нефти, дестабилизировав тем самым глобальные нефтегазовые рынки. Это и привело к резкому снижению цен на нефть в 2014 г.

Реакцией компаний на снижение цен стало массовое сокращение инвестиций и оптимизация затрат. Прежде всего под сокращение попали наиболее «дорогие» из новых проектов, такие как добыча нефти из битуминозных песков в Канаде, добыча на глубоководных месторождениях, а также разведка новых месторождений⁴.

Несмотря на ожидания многими аналитиками банкротства компаний, добывающих нефть из плотных пород в США при ценах ниже 60-80 долл./барр., добыча, хоть и снизившись, продолжилась даже при ценах ниже 50 долл./барр. В условиях конкуренции со стороны относительно «дешевых» месторождений стран ОПЕК (в первую очередь на Ближнем Востоке) устойчивость американских нефтедобывающих компаний достигалась, в первую очередь, за счет быстрого внедрения новых технологий, обеспечивающих снижение себестоимости добычи.

В начале 2017 г. многие аналитики⁵ предположили *начало второй волны сланцевой революции в США, обратив внимание на быстрый технологический прогресс, позволивший наращивать добычу нетрадиционных нефтегазовых ресурсов даже при умеренном росте мировых цен на нефть.*

Таким образом, в новых условиях развития мирового нефтегазового сектора *возрастает важность обладания компаниями (или гарантированного доступа) к технологиям, позволяющим 1) снизить стоимость разведки и добычи нефтегазовых ресурсов вне зависимости от типа месторождения 2) разрабатывать нетрадиционные и/или трудноизвлекаемые ресурсы с умеренными издержками, увеличивая коэффициенты извлечения нефти и газа.*

³ Возможности территориального распространения сланцевой революции в ближайшие годы во многом ограничены отсутствием адекватных институциональных условий (налоговая, законодательная база, практика распределения лицензий и проч.) развития нефтегазового сектора в других странах (Шафраник Ю.К., Крюков В.А. Нефтегазовый сектор России: трудный путь к многообразию/ М.:2016 – 272 с.).

⁴ IEA (2016) World Energy Investment 2016.

⁵ <https://www.iea.org/newsroom/news/2017/march/global-oil-supply-to-lag-demand-after-2020-unless-new-investments-are-approved-so.html> ; <http://blogs.ft.com/nick-butler/2017/03/13/the-second-shale-revolution/>

2. Изменение структуры нефтегазовых ресурсов и их добычи

Объем разведанных в настоящее время мировых нефтегазовых ресурсов позволяет обеспечить их глобальное потребление на несколько десятилетий вперед⁶, причем объем разведанных ресурсов, несмотря на активную добычу, постоянно растет. В то же время структура прироста нефтегазовых ресурсов в последние 10-20 лет отражает их ухудшающееся качество: рост доли нетрадиционных, глубоководных месторождений нефти и газа, снижение размерности новых месторождений и проч.⁷

По оценкам IEA, на конец 2015 г. в среднем по миру доля нетрадиционной нефти в структуре технически извлекаемых нефтяных ресурсов составляла около 55% (Таблица 1). В структуре ресурсов природного газа доля нетрадиционных ресурсов в среднем по миру чуть ниже – около 45% (Таблица 2).

Таблица 1 - Структура технически извлекаемых запасов нефти по регионам и типам ресурсов на конец 2015 г. (млрд. барр.)

Тип источника	Традиционные			Нетрадиционные				Доля нетрадиционных
Группа стран / регион	сырая нефть	газовый конденсат	всего	Экстра-тяжелая нефть и битумы	Кероген	Нефть плотных пород	Всего	
ОЭСР	319	144	463	808	1016	135	1959	81%
Америка	250	101	351	805	1000	104	1909	84%
Европа	59	25	84	3	4	16	23	21%
Азия и Океания	10	18	28		12	16	28	50%
Не-ОЭСР	1882	404	2286	1068	57	285	1410	38%
Восточная Европа и Евразия	260	65	325	552	20	88	660	67%
Азия	125	50	175	3	4	56	63	26%
Ближний Восток	940	153	1093	14	30	29	73	6%
Африка	316	87	403	2		54	56	12%

⁶ По оценкам ВР, объем технически извлекаемых ресурсов нефти более чем в 2 раза превышает совокупный прогнозируемый объем добычи до 2050 г. Расчеты на основе данных IEA показывают, что технически извлекаемые ресурсы природного газа примерно в 6,7 раз превышают совокупный прогнозируемый объем мирового потребления до 2040 г.

⁷ <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Resources2013.pdf>; Шафраник Ю.К., Крюков В.А. Нефтегазовый сектор России: трудный путь к многообразию/ М.:2016 – 272 с.

Латинская Америка	242	50	292	497	3	57	557	66%
Мир	2201	548	2749	1876	1073	420	3369	55%

Источник: World Energy Outlook 2016

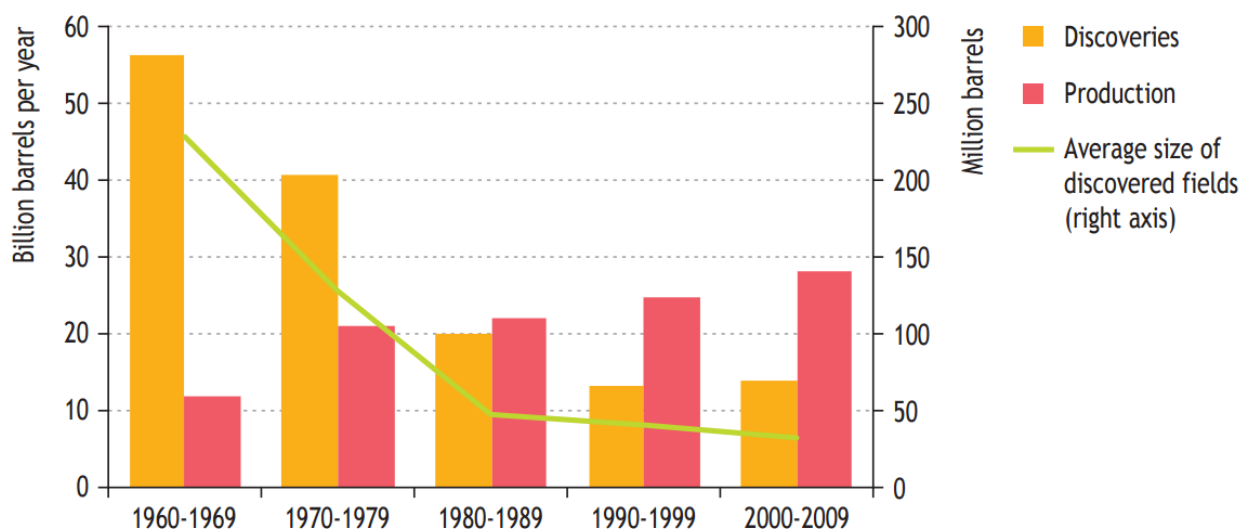
Таблица 2 - Структура технически-извлекаемых ресурсов природного газа по регионам и типам ресурсов на конец 2015 г. (трлн. куб. м.).

Тип источника	Традиционный	Нетрадиционный			Доля нетрадиционного природного газа	Всего
Группа стран / регион		Природный газ из плотных пород	Сланцевый газ	Угольный метан		
ОЭСР	78	24	81	16	61%	199
Америка	51	11	55	7	59%	124
Европа	17	4	13	2	51%	37
Азия и Океания	10	8	13	8	74%	39
Не-ОЭСР	356	57	138	34	39%	585
В. Европа и Евразия	138	11	15	20	25%	184
Азия	35	13	40	13	65%	101
Ближний Восток	104	9	4		11%	117
Африка	51	10	39	0	49%	100
Латинская Америка	28	15	40		66%	83
Мир	434	81	218	50	45%	784

Источник: World Energy Outlook 2016

Обнаружение новых традиционных месторождений нефти в 1990-1999-х гг. и 2000-2009-х гг. покрывало лишь около половины объема добычи (Рисунок 2). При этом несмотря на открытие ряда гигантских месторождений, средний их размер падает (Рисунок 2).

Рисунок 2 - Соотношение объемов новых открытых месторождений нефти и добычи нефти



Источник: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf>

За период 2000-2009 гг. более половины от объема новых месторождений традиционной нефти пришлось на глубоководные месторождения⁸, а за последние 5 лет, по оценкам компании Halliburton, на долю глубоководных ресурсов пришлось уже около 2/3 новых нефтегазовых месторождений (по объему)⁹. Несмотря на более высокую стоимость разработки, оффшорные месторождения привлекательны для компаний, т.к. их средний размер в 10 раз больше, чем новых месторождений на суше¹⁰.

Перспективным, но труднодоступным регионом для добычи нефти и газа является Арктика. На долю Арктических месторождений по оценкам американских экспертов приходится 13% всех еще неоткрытых месторождений нефти и 30% - природного газа¹¹. Однако, по оценкам компании Halliburton, в мире в настоящее время более 70% нефтегазовых ресурсов добывается все еще на зрелых месторождениях¹².

Важным фактором также являются региональные различия в объемах и структуре нефтегазовых ресурсов. Если для отдельных регионов доказанные запасы позволяют

⁸ <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf>

⁹ <http://ir.halliburton.com/phoenix.zhtml?c=67605&p=irol-reportsannual> (2015)

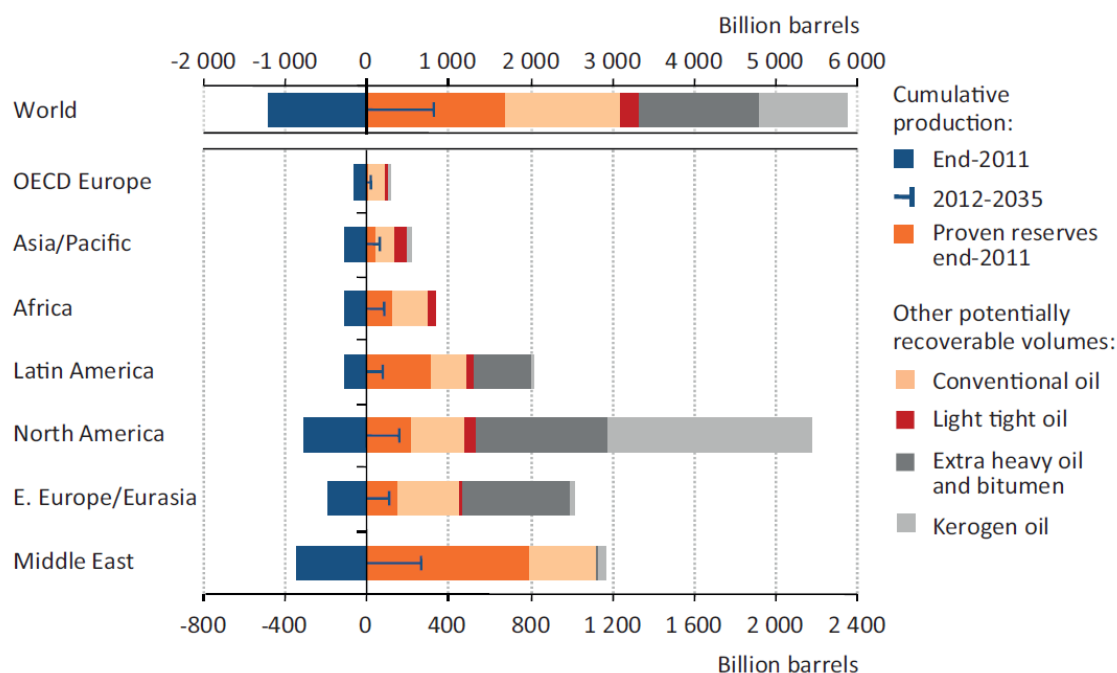
¹⁰ http://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor3/WOR3_chapter_1.pdf

¹¹ <http://www.unis.no/wp-content/uploads/2016/04/Bengt-Lie-Hansen-Oil-and-gas-in-Arctic-April-12-2016.pdf>

¹² <http://ir.halliburton.com/phoenix.zhtml?c=67605&p=irol-reportsannual> (2015)

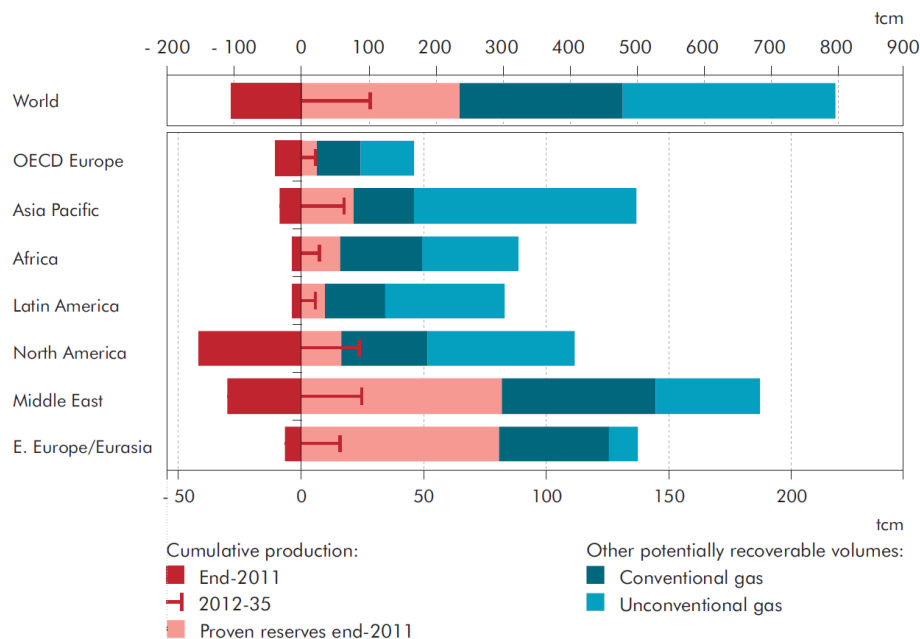
беспроblemно обеспечивать добычу нефти (Ближний Восток и Латинская Америка) (Рисунок 3) и природного газа (Ближний Восток и Восточная Европа и Евразия) (Рисунок 4) на горизонте до 2035 г., то для большинства регионов для поддержания/наращивания добычи необходима разработка нетрадиционных ресурсов, на которые приходятся основные объемы технически извлекаемых нефтегазовых ресурсов (Таблица 1 и Таблица 2).

Рисунок 3 - Соотношение технически извлекаемых нефтяных ресурсов по типам и объема добычи в различных регионах



Источник: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Resources2013.pdf>

Рисунок 4 - Соотношение технически извлекаемых ресурсов природного газа по типам и объема добычи в различных регионах



Источник: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Resources2013.pdf>

В условиях нарастания доли трудноизвлекаемых ресурсов изменяется и структура их добычи.

За период 2000-2015 гг. доля нетрадиционной нефти в мировой добыче увеличилась с 1% до 8%, а доля нетрадиционного газа (за период 2000-2014 гг.) - с 8% до 20% (причем в странах ОЭСР уже более половины природного газа добывается из нетрадиционных источников)¹³. Доля нефти, добываемой на глубоководных месторождениях выросла с примерно 8,5% в 2005 г.¹⁴ до 9,5% в 2015 г.¹⁵

На горизонте 20-25 лет ожидается дальнейший прирост добычи из трудноизвлекаемых месторождений, однако ее темпы существенно замедлятся. Согласно прогнозу IEA, за период 2015-2040 гг. доля нетрадиционной нефти в общем объеме добычи нефти возрастет лишь до 13%, а доля нетрадиционного газа в общем объеме добычи природного газа – до 33%.

¹³ IEA, World Energy Outlook 2016

¹⁴ IEA, World Energy Outlook 2012

¹⁵ Расчеты авторов на основе данных ВР и <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=28552>

В настоящее время в региональном разрезе добыча нетрадиционных нефти и газа сосредоточена в основном в США, Канаде, Венесуэле. Добыча на глубоководных месторождениях – в Бразилии, США, Анголе и Норвегии. К 2040 г. по прогнозам Информационного агентства в области энергетики США (US Energy Information Administration – EIA) основной объем добычи нетрадиционной нефти и газа будет также сосредоточен в ограниченной группе стран. Так, нефть из плотных пород в значительных количествах будут добывать в США, России, Канаде и Аргентине, сланцевый газ – в США, Китае и Канаде¹⁶.

Таким образом, несмотря на наличие в мире большого объема технически извлекаемых нефтегазовых ресурсов, нетрадиционные и трудноизвлекаемые ресурсы для отдельных регионов станут ключевым источником поддержания или наращивания добычи нефти и газа.

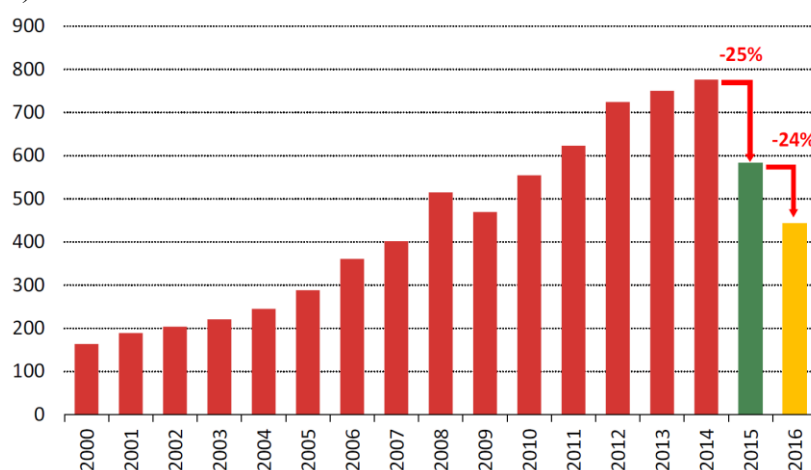
¹⁶ EIA, International Energy Outlook, 2016

3. Инвестиции в разведку и добычу

Мировые инвестиции в сегмент нефтегазового рынка, связанный с разведкой и добычей, демонстрировали существенный рост в 2003-2014 гг. (с перерывом на кризисный 2009-й г.) (Рисунок 5). Причем рост инвестиций значительно опережал динамику добычи нефтегазовых ресурсов. Так, за период 2000-2014 гг. объем добычи нефти в мире увеличился менее, чем на 20%, природного газа – чуть больше чем на 40%, а объем инвестиций в E&P возрос более, чем в 4 раза.

Подобный опережающий рост инвестиций на длительном интервале объясняется во многом быстрым ростом издержек на разведку и добычу трудноизвлекаемых нефтегазовых ресурсов, проекты разработки которых характеризуются повышенной капиталоемкостью и технологической сложностью: 2/3 инвестиций в новые нефтяные проекты, запущенные в 2010-2015 гг., направлялись в проекты освоения трудноизвлекаемых месторождений (глубоководные, нефть плотных пород, экстра-тяжелая нефть и битумы, Арктические месторождения) (Рисунок 6).

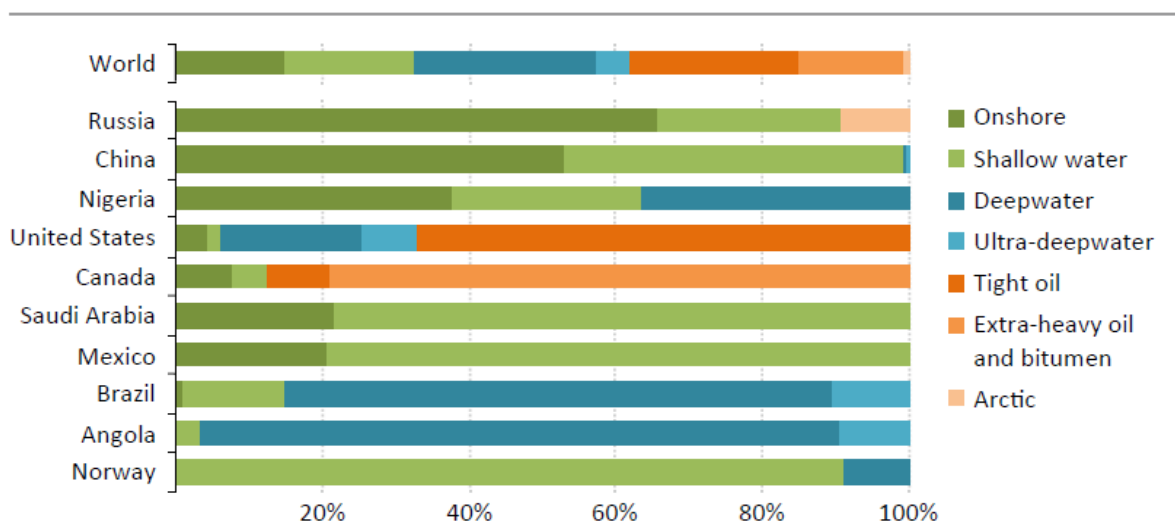
Рисунок 5 – Мировые инвестиции в разведку и добычу нефтегазовых ресурсов (млрд. долл.)



* - данные по 2016 г. – оценка.

Источник: IEA (2016) World Energy Investment 2016.

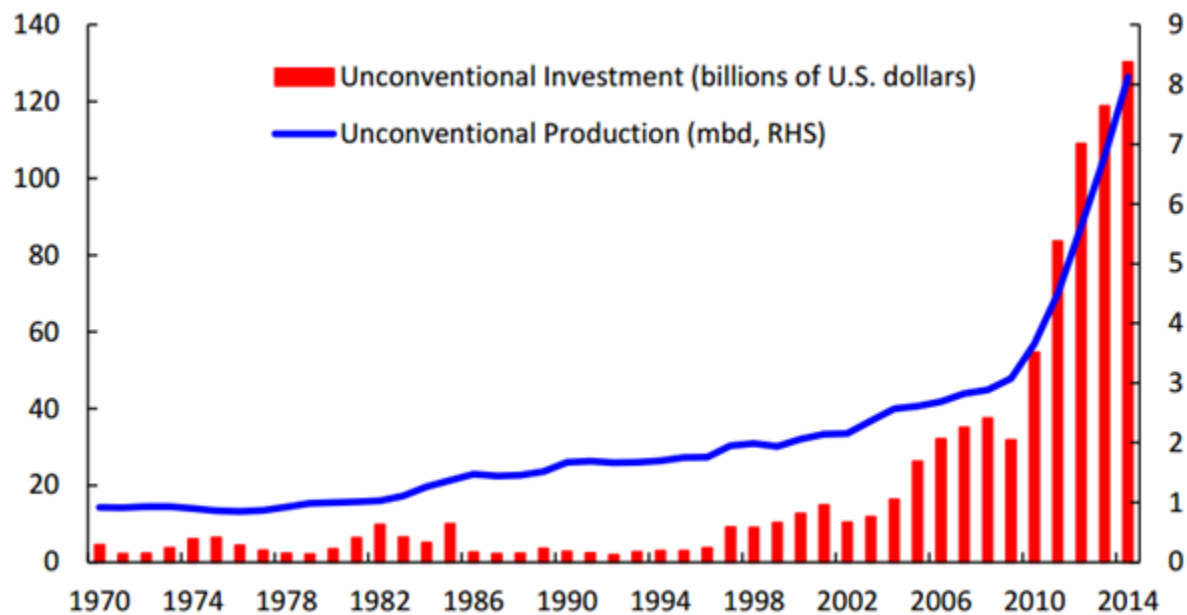
Рисунок 6 - Структура инвестиций в нефтяные проекты, запущенные в период с 2010 г. по 2015 г.



Источник: World Energy Outlook 2016

В страновом разрезе опережающий прирост инвестиций в последние годы демонстрировали США, что связано с бумом разработки сланцевых месторождений газа и нефти плотных пород (Рисунок 7).

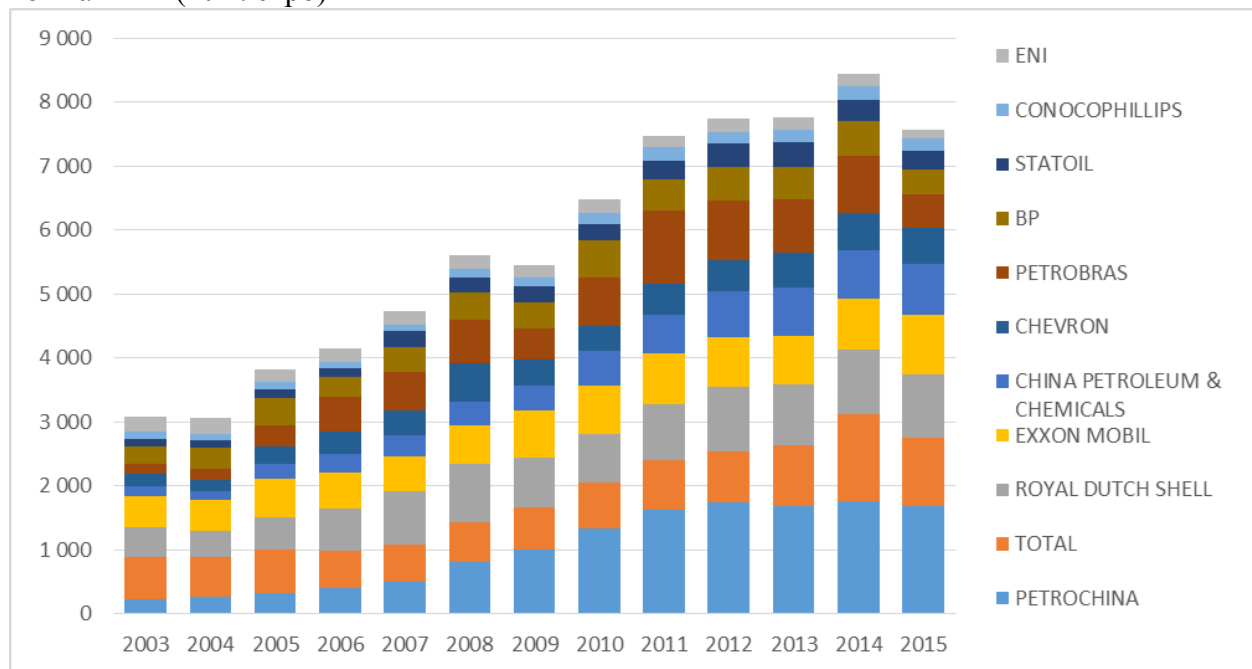
Рисунок 7 – Нетрадиционная нефть: инвестиции (млрд. долл.) и добыча (млн. барр./день)



Источник: Arezki R. et al. (2017) Oil Prices and the Global Economy / IMF Working Paper.

В условиях растущих цен на нефть и повышения доли трудноизвлекаемых запасов в 2003-2014 гг. наблюдался существенный прирост инвестиций в ИиР в ведущих мировых нефтегазовых компаниях (в 2,8 раз) (Рисунок 8) и нефтесервисных компаниях (в 2,5 раза) (Рисунок 9).

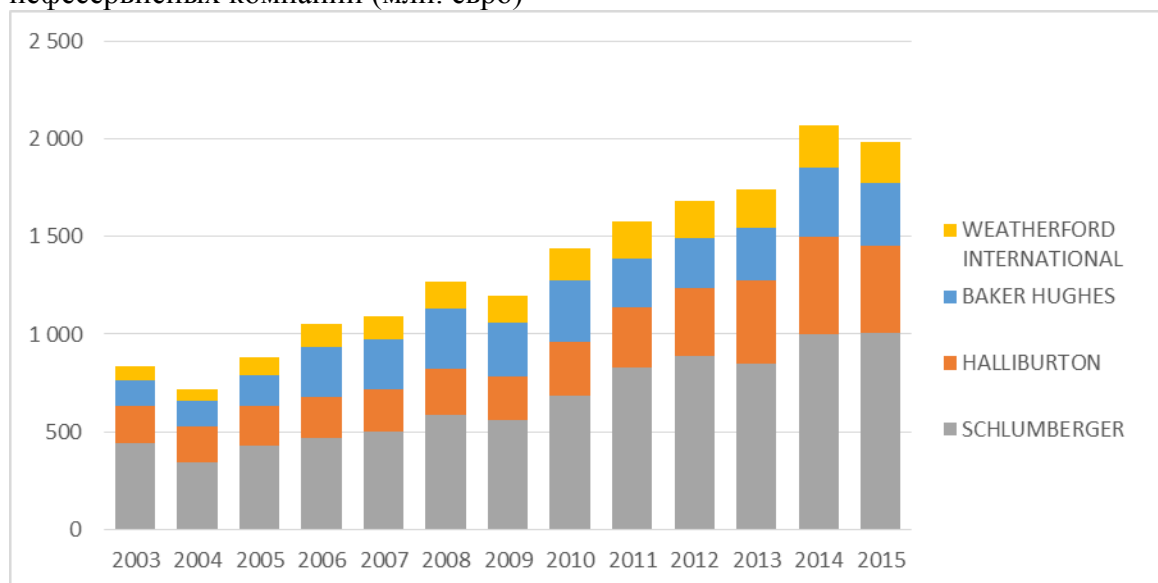
Рисунок 8 - Динамика инвестиций в исследования и разработки крупнейших нефтегазовых компаний * (млн. евро)



* - на графике отражены крупнейшие нефтегазовые компании, по которым в базе данных IPTS имеются данные по расходам на ИиР на периоде 2003-2015 гг.

Источник: составлено авторами по данным IPTS

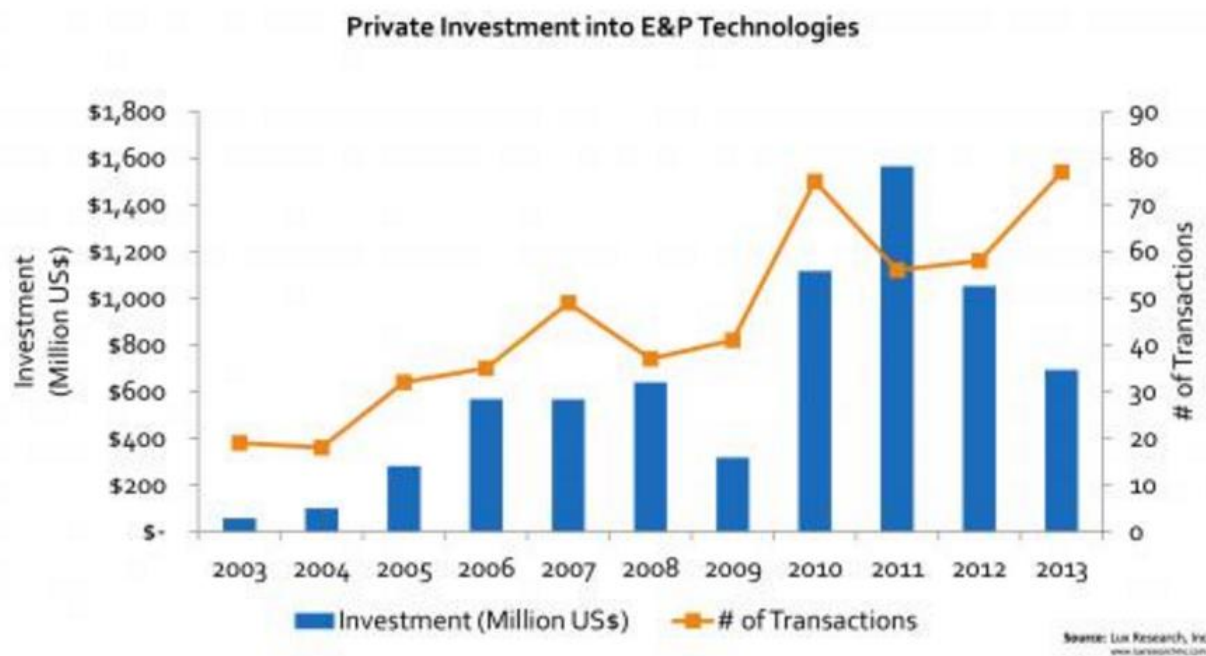
Рисунок 9 - Динамика инвестиций в исследования и разработки крупнейших нефесервисных компаний (млн. евро)



Источник: составлено авторами по данным IPTS

Помимо инвестиций во внутренние ИиР, нефтегазовые и нефтесервисные компании активно инвестировали в технологические стартапы, нацеленные на работу в сегменте разведки и добычи. Совокупные венчурные инвестиции в этом сегменте, по оценкам Lux Research, за период 2003-2013 гг. составили около 7 млрд. долл. и, несмотря на нестабильность, демонстрировали в целом положительный тренд (Рисунок 10). Пик инвестиций пришелся на 2011 г., обусловленный, скорее всего, сланцевым «бумом».

Рисунок 10 - Динамика частных инвестиций в технологии сегмента E&P



Источник: <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/investment-next-generation-oil-and-gas-technologies-tops-7>

Большинство стартапов, работающих в области разведки и добычи, не становятся публичными, - их приобретают стратегические инвесторы. За период 2003-2013 гг. наибольшее количество стартапов было поглощено нефтесервисной компанией Schlumberger (56 сделок), норвежским фондом прямых инвестиций Energy Ventures (47 сделок) и корпоративным венчурным фондом Chevron Technology Ventures (33 сделки)¹⁷.

В 2015-2016 гг. ввиду резкого падения цен на нефть инвестиции в разведку и добычу резко сократились (Рисунок 5). Согласно данным IEA спад инвестиций в 2015 г. составил 25%, в 2016 г. (оценочно) – еще 24%.

В подобных условиях нефтегазовые компании приступили к оптимизации расходов. Сильнее, чем в среднем по сектору разведки и добычи, снизились инвестиции в разведку: - 30% в 2015 г. (до 90 млрд. долл.) и, оценочно, -28% в 2016 г. (до 65 млрд. долл.). Доля разведки в общих инвестициях в нефтедобыче упала с почти 20% в 2010 г. до 14% в 2016

¹⁷ <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/investment-next-generation-oil-and-gas-technologies-tops-7>

г.¹⁸ В результате уровень новых открытых месторождений жидких углеводородов в 2015 г. упал до минимума за последнее десятилетие¹⁹.

Несмотря на растущую важность технологий, не удалось избежать спада и в инвестициях на исследования и разработки: по крупнейшим нефтегазовым компаниям в 2015 г. они сократились на 9%, по крупнейшим нефтесервисным компаниям – на 4% (Рисунки 8 и 9).

Значительную экономию нефтегазовые компании смогли получить также за счет снижения стоимости различных услуг, оборудования и материалов. Так, стоимость бурения скважин в среднем по миру в 2014-2015 гг. снизилась более, чем на 40%, стоимость услуг и оборудования для заканчивания скважин – почти на 50% (Рисунок 11).

По-видимому, возможность столь сильного снижения стоимости различных работ, оборудования и материалов, была обусловлена тремя ключевыми факторами:

1) быстрым технологическим развитием в годы, предшествовавшие кризису, что позволило существенно сократить издержки благодаря использованию новых технологий (что, например, характерно для сланцевых проектов в США);

2) массовым отказом от устаревших буровых установок, которые стали нерентабельны в период низких цен на нефть, и переходом на более эффективные буровые установки (характерно, прежде всего, для США);

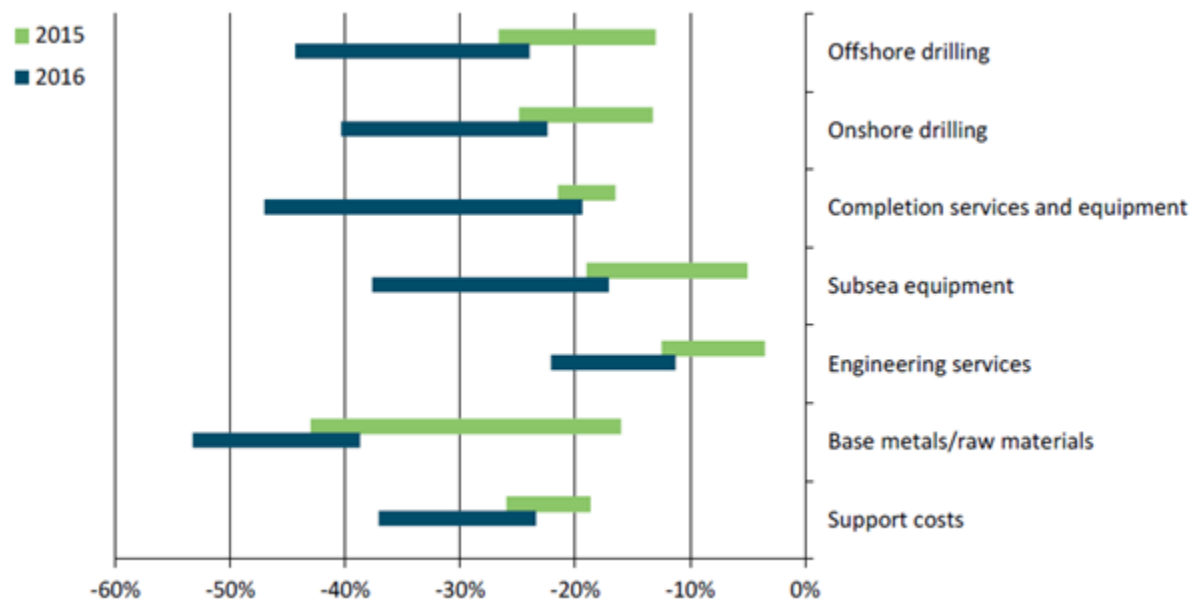
3) накопленным объемом неэффективных расходов, образовавшихся у нефтегазовых, нефтесервисных и смежных компаний на фоне высоких цен на нефть и опережающего роста издержек в предыдущее десятилетие. Оптимизация издержек по всей цепочке добавленной стоимости в E&P по оценкам Rystad Energy способна обеспечить нефтегазовым компаниям экономию в 25% от их общих расходов²⁰.

Рисунок 11 – Изменение средних издержек разведки и добычи нефтегазовых ресурсов по компонентам по отношению к уровню 2014 г.

¹⁸ IEA (2016) World Energy Investment 2016.

¹⁹ http://www.fief.ru/img/files/Gromov_IAF_13_12_2016_.pdf

²⁰ <https://www.rystadenergy.com/NewsEvents/Newsletters/OfsArchive/ofs-april-2015>



Источник: IEA, World Energy Investment 2016

4. Нетрадиционные и трудноизвлекаемые нефтегазовые ресурсы: технологии, обеспечивающие конкурентоспособность

Технологическим «ядром» сланцевой революции стали такие технологии, как горизонтальное бурение и гидроразрыв пласта (ГРП)²¹. Разработка месторождений сланцевой нефти с помощью комбинации данных технологий стартовала в США еще в начале 1990-х гг.²² На протяжении 1990-середины 2000-х гг. ряд американских компаний, прежде всего независимых нефтедобывающих компаний (Mitchell Energy²³, Devon Energy, Chesapeake Energy, Continental Resources²⁴ и др.) отработывали данные технологии, накапливая опыт и постепенно снижая стоимость их применения.

Подлинный «прорыв» произошел на фоне растущих цен на нефть во второй половине 2000-х гг., когда добыча сланцевого газа и нефти плотных пород стали быстро расти (Рисунок 12), привлекая в эту область все новые компании, в т.ч. крупные транснациональные, такие как Chevron, ExxonMobil, Shell, BP и др.

Соответственно, возросло использование и передовых технологий добычи нетрадиционных нефтегазовых ресурсов. Доля горизонтального бурения в США в 2015 г. достигла 77% от общего количества пробуренных скважин (Рисунок 13), а доля природного газа, добываемого с использованием технологий ГРП – 67% (Рисунок 14).

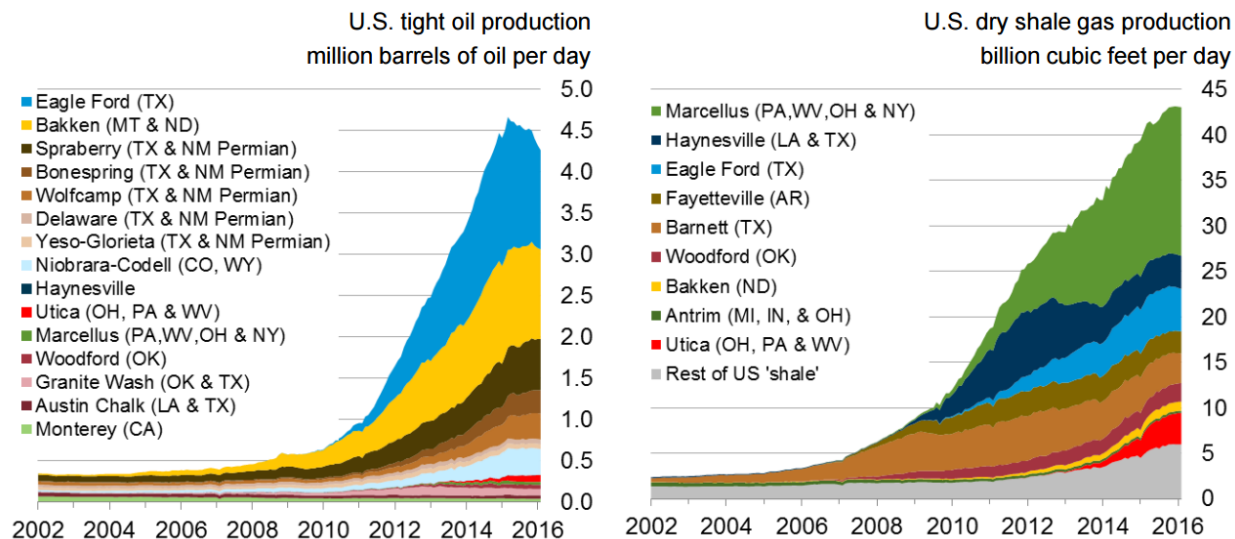
²¹ Несмотря на явный акцент на нетрадиционных месторождениях, данные технологии при определенной адаптации обеспечивают существенный прирост эффективности при разработке различных типов трудноизвлекаемых запасов.

²² https://www.manhattan-institute.org/pdf/eper_16.pdf

²³ <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-13-12.pdf>

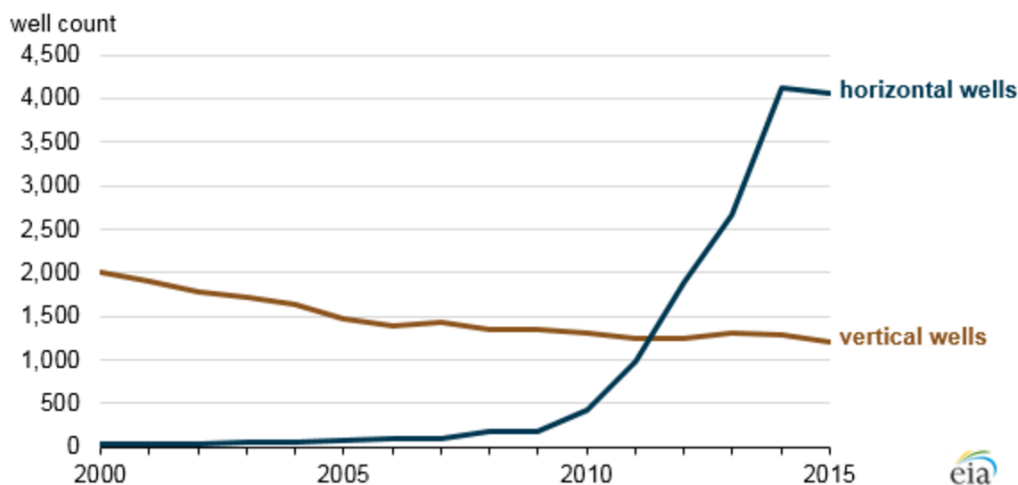
²⁴ <https://www.ft.com/content/ae2392aa-e57c-11e2-8d0b-00144feabdc0>

Рисунок 12 - Динамика добычи сланцевого газа и нефти плотных пород в США



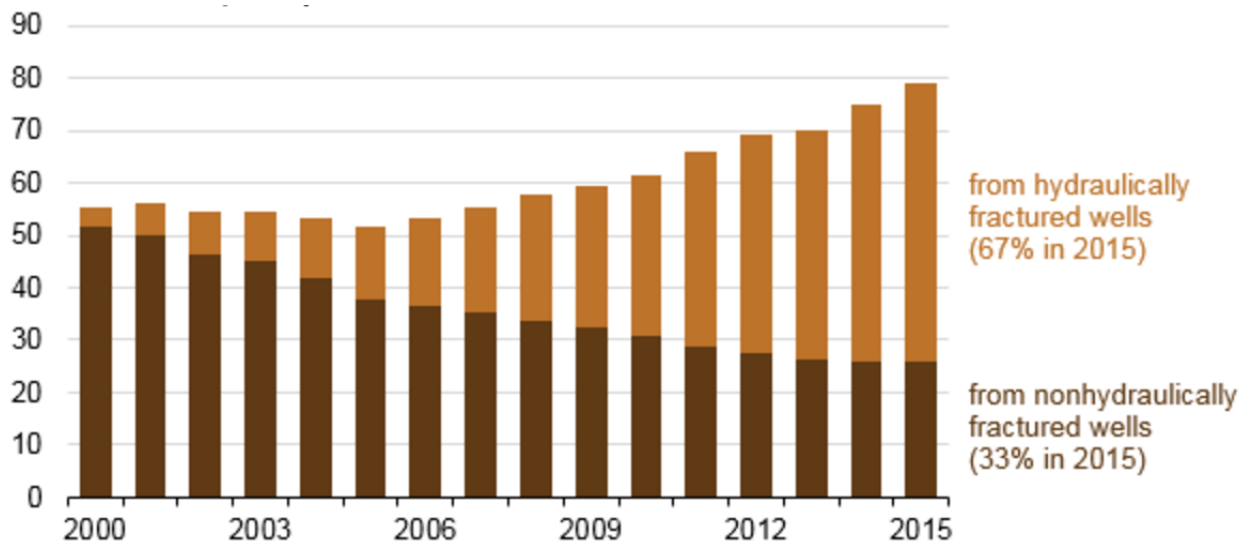
Источник: https://www.eia.gov/pressroom/presentations/gruenspecht_05042016.pdf

Рисунок 13 - Динамика количества нефтяных скважин различного типа в США, обеспечивающих добычу не менее 400 барр. нефтяного эквивалента в день



Источник: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=28652>

Рисунок 14 - Добыча природного газа в США по типу скважины (млрд. куб. ф. в день)



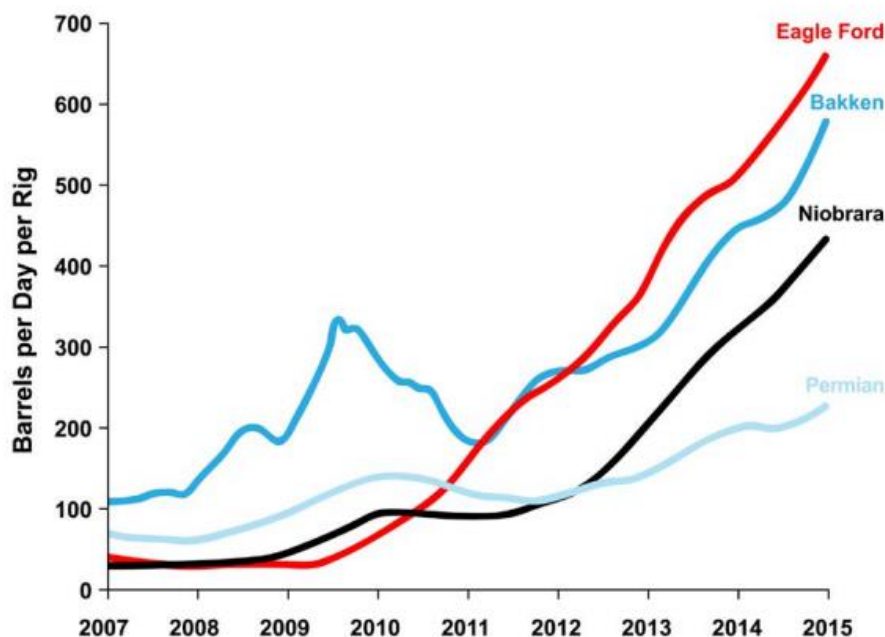
Источник: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=26112>

Несмотря на более высокую стоимость данных технологий по сравнению с традиционными технологиями добычи, их эффективность для разработки нетрадиционных и трудноизвлекаемых нефтегазовых ресурсов оказалась многократно выше (по некоторым оценкам горизонтальная скважина может быть в 3-4 раза выгоднее вертикальной для определенных типов месторождений²⁵), что позволило выйти на коммерческую окупаемость добычи нефти и природного газа из подобных месторождений в условиях высоких мировых цен на нефть.

Постепенная отработка технологий и их масштабирование привели к существенному росту эффективности бурения (Рисунок 15) и, соответственно, сокращению издержек компаний, добывающих нетрадиционные нефтегазовые ресурсы в США.

²⁵ <http://ko.ru/component/k2/item/133741>

Рисунок 15 - Изменение продуктивности скважин на крупнейших нетрадиционных месторождениях США



Источник: https://www.manhattan-institute.org/pdf/eper_16.pdf

Представляется, что повышение эффективности технологий горизонтального бурения и ГРП связано с развитием смежных технологических областей, таких как:

- новые поколения буровых установок с повышенной автоматизацией и мощностью силовой установки, а также высокой мобильностью (что особенно важно в условиях разработки нетрадиционных месторождений, дебит добычи в которых падает существенно быстрее, чем на традиционных месторождениях);
- программное обеспечение в сегменте E&P, позволяющее обрабатывать и интерпретировать данные сейсморазведки, проводить геофизическое и гидродинамическое моделирование и др.;
- цифровое месторождение (digital oilfield) – сбор, хранение и обработка Больших данных для продвинутого моделирования с целью оптимизации разработки месторождений.

Наращивание добычи, несмотря на сохранение мировых цен на нефть ниже 60\$/барр., ряд аналитиков связывают с масштабным применением технологий, связанных с анализом

Больших данных, позволяющих существенно повысить эффективность горизонтального бурения, множественного ГРП, и других процессов разработки нетрадиционных и трудноизвлекаемых нефтегазовых ресурсов²⁶. Одним из наиболее ярких примеров возможностей Больших данных для снижения издержек в E&P является пример множественного ГРП. В настоящее время в ходе бурения горизонтального бурения в среднем используется 24-36 гидроразрывов пласта и только $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{3}$ из этих гидроразрывов являются продуктивными. Таким образом, повышение качества моделирования множественного ГРП на основе Больших данных и снижение доли непродуктивных гидроразрывов может привести к кратному уменьшению издержек на проведение ГРП²⁷.

О высокой приоритетности развития в нефтегазовом секторе ИТ-направления в целом, и анализа на основе Больших данных в частности говорят также и результаты опроса The 2016 Upstream Oil and Gas Digital Trends Survey, проведенного компанией Accenture²⁸. Несмотря на общий тренд на снижения инвестиций в нефтегазовом секторе, в том числе в технологическое развитие, 80% опрошенных нефтегазовых компаний в ближайшие годы планируют как минимум не сокращать объем расходов на разработку и внедрение цифровых технологий. Приоритетами для инвестиций в области цифровых технологий в ближайшие 3-5 лет являются продвинутая аналитика (в т.ч. на основе Больших данных) и Интернет вещей. В частности, развитие ИТ-технологий привело к сокращению числа используемых буровых установок. Произошел рост эффективности как самих буровых установок, так и оптимизации их применения с помощью различного рода моделирования. Такие показатели, как скорость бурения, количество скважин на буровую установку и общая проходка бурения менее чем за 5 лет увеличились на 50-150%²⁹. В итоге за период 2009-2015 гг. в США существенно выросло использование новейших буровых установок (называемых станками 3-го поколения – см. рисунок 16), отличающихся повышенным уровнем автоматизации, мощностью энергетической установки, мобильностью и проч.

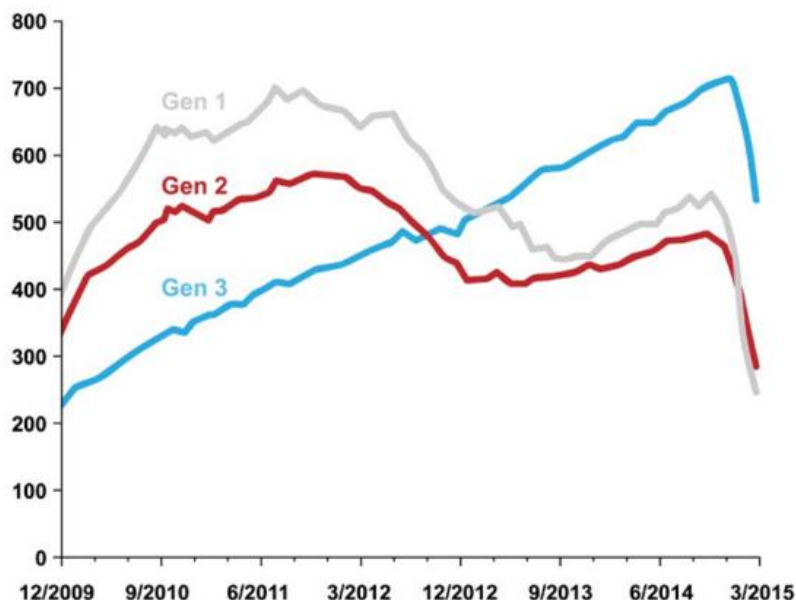
²⁶ https://www.manhattan-institute.org/pdf/eper_16.pdf

²⁷ https://www.manhattan-institute.org/pdf/eper_16.pdf

²⁸ https://www.accenture.com/t20160308T081738_w_us-en_acnmedia/PDF-9/Accenture-2016-Upstream-Digital-Energy-Survey-Video-Transcript.pdf

²⁹ https://www.manhattan-institute.org/pdf/eper_16.pdf

Рисунок 16 - Динамика буровых установок различных поколений



Источник: https://www.manhattan-institute.org/pdf/eper_16.pdf

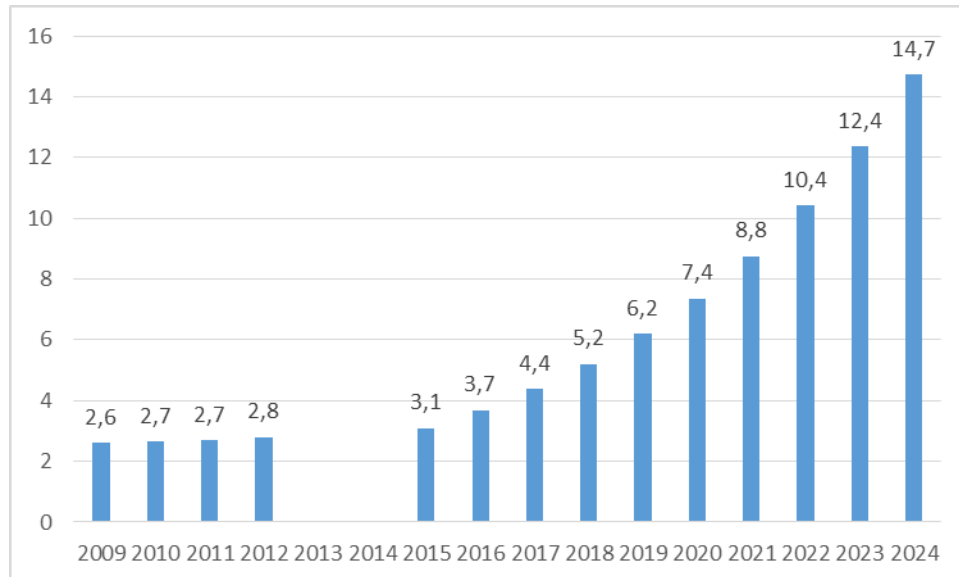
В целом мировой рынок программного обеспечения для разведки и добычи нефти и газа (ПО для E&P) в 2015 г. оценивался в 3,1 млрд. долл. Согласно прогнозу в ближайшие годы рынок будет быстро расти существенно быстрее, чем в период 2009-2015 гг., - почти на 20% в год, и к 2024 г. достигнет объема в 14,7 млрд. долл. (Рисунок 17).

Крупнейшим рынком ПО для E&P в 2015 г. был регион Северной Америки, на долю которого приходилось около 34% мирового рынка³⁰ в 2015 г. (1,1 млрд. долл.). К 2024 г. Северная Америка по-прежнему будет доминировать, но ее доля сократится до 28% (4,1 млрд. долл.³¹).

³⁰ <http://www.transparencymarketresearch.com/exploration-and-production-ep-software-market.html>

³¹ <http://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/exploration-and-production-ep-software-market.htm>

Рисунок 17 - Динамика мирового рынка программного обеспечения для E&P



Источник: построено автором на основе данных

[http://www.matimop.org.il/Uploads/general_files/Eldad_Weiss - OG technology conference V1.2 - PDF.PDF;](http://www.matimop.org.il/Uploads/general_files/Eldad_Weiss_-_OG_technology_conference_V1.2_-_PDF.PDF;)

[http://www.prnewswire.com/news-releases/worldwide-exploration-and-production-ep-software-market-is-expected-to-reach-a-valuation-of-us147-bn-by-2024-high-acceptance-of-technology-to-reduce-carbon-footprint-to-benefit-market-observes-tmr-614240043.html.](http://www.prnewswire.com/news-releases/worldwide-exploration-and-production-ep-software-market-is-expected-to-reach-a-valuation-of-us147-bn-by-2024-high-acceptance-of-technology-to-reduce-carbon-footprint-to-benefit-market-observes-tmr-614240043.html)

Ключевыми игроками на данном рынке являются такие компании как Schlumberger Limited, Paradigm B.V., and Landmark Solutions. В 2015 г. на программные продукты, разрабатываемые этими компаниями, в совокупности приходилось около 16,4% от объема всего рынка.

Развитие ИТ-технологий проявилось также в появлении «цифровых месторождений». Данный термин («digital oilfield») объединяет совокупность технологических решений, обеспечивающих сбор, передачу, хранение и анализ данных, а также контроль производственных процессов на их основе. Интегрирование технологических решений в рамках единой системы позволяет оптимизировать производственные процессы в ходе разведки и добычи нефтегазовых ресурсов.

Понятие «цифрового месторождения» часто ассоциируется с использованием Больших данных в сегменте E&P нефтегазового сектора³². Согласно оценкам, внедрение технологий цифрового месторождения позволяет сократить операционные издержки на 5-25%, капитальные расходы – на 1-10%³³.

В состав цифрового месторождения входят такие направления, как³⁴:

- удаленный мониторинг и контроль оборудования в режиме реального времени;
- контроль бурения в режиме реального времени;
- система безопасности, оценивающая обстановку в режиме реального времени;
- интеллектуальный мониторинг и контроль скважины;
- системы управления производственными процессами;
- технологии удаленной коммуникации и др.

Глобальный рынок «цифрового месторождения» в 2015 г. оценивался в 25 млрд. долл.³⁵ с прогнозом роста до 31 млрд. долл. к 2020 г.³⁶

³² https://www.accenture.com/t20151210T215032_w_us-en_acnmedia/PDF-2/Accenture-Digital-Oilfield-Outlook-JWN-October-2015.pdf

³³ https://www.accenture.com/t20151210T215032_w_us-en_acnmedia/PDF-2/Accenture-Digital-Oilfield-Outlook-JWN-October-2015.pdf

³⁴ <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/UnleashingProductivity.pdf>

³⁵ <https://globenewswire.com/news-release/2017/03/27/945242/0/en/Global-25-09-Bn-Digital-Oilfield-Technology-Market-2016-2022-Major-Players-are-Schlumberger-Halliburton-Baker-Hughes-Weatherford-Siemens-Honeywell-International-Inc.html>

³⁶ <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/digital-oilfield.asp>