

ИСА РАН

Семинар "Анализ инвестиционных проектов"

ИСТОКИ ТРАНСФОРМАЦИИ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Николай Александрович Иванов, к.э.н.,
Заведующий сектором «Энергетические рынки»
Института энергетики и финансов

n_ivanov@fief.ru

ivanov0660@gmail.com

28 ноября 2018 г.

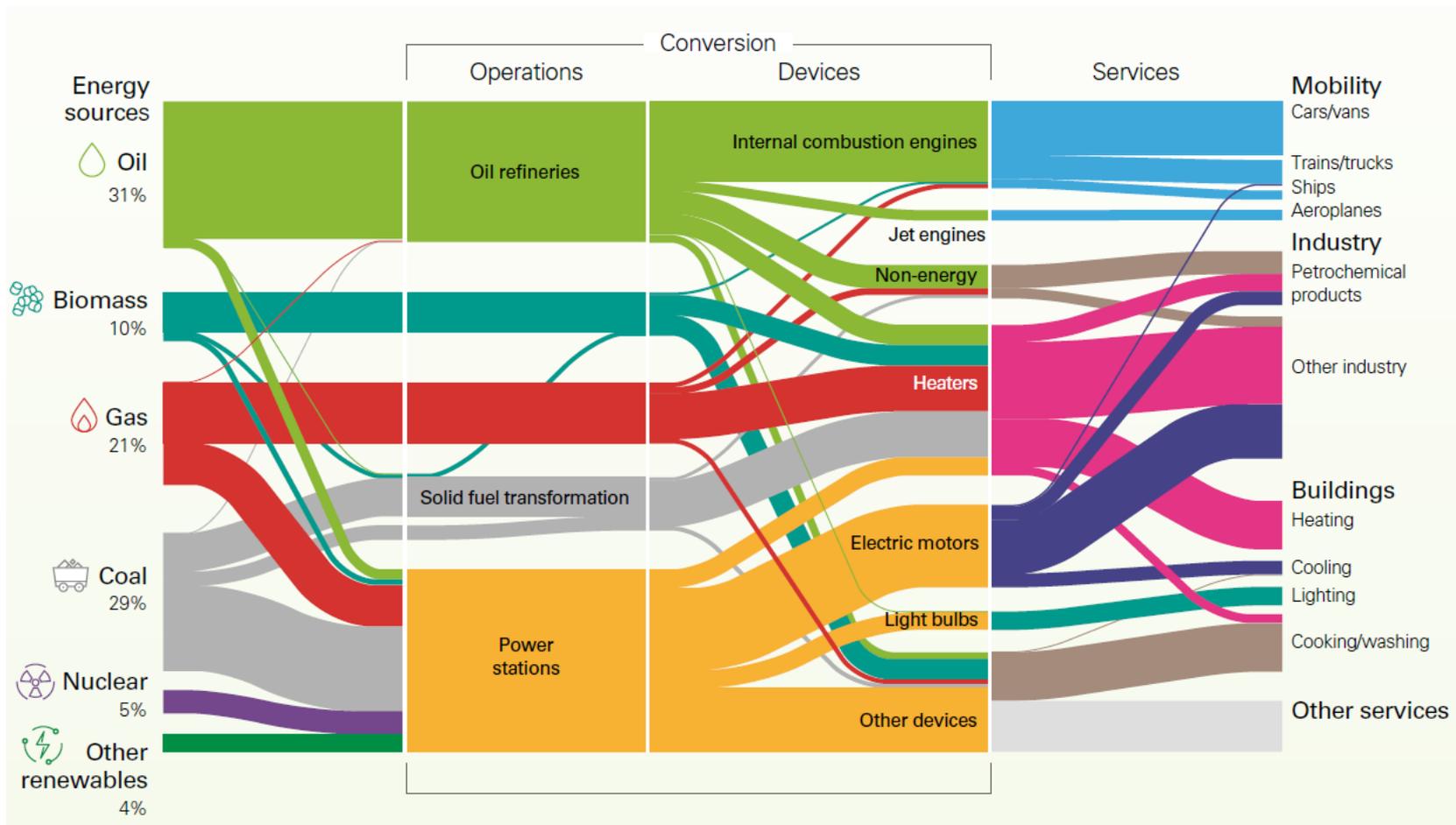
Москва

МИРОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТОКИ

Первичные
энергоресурсы

Переработка/
Преобразование

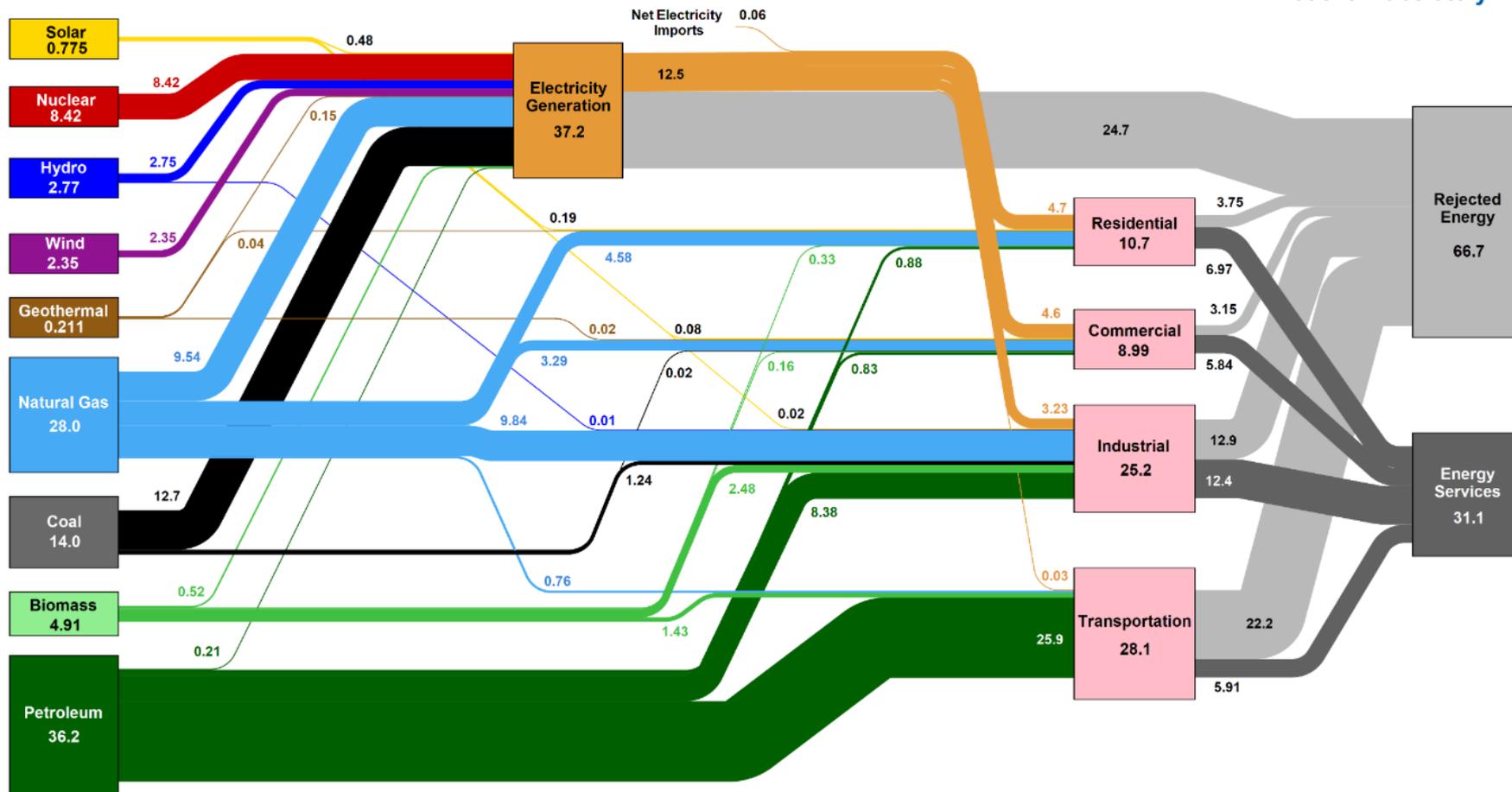
Конечное
энергопотребление



Source: BP Technology Outlook 2018, Based on IEA data from the World Energy Statistics and Balances © OECD/IEA 2013, www.iea.org/statistics.

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В США В 2017 Г., квэд. БТЕ

Estimated U.S. Energy Consumption in 2017: 97.7 Quads



Source: LLNL April, 2018. Data is based on DOE/EIA MER (2017). If this information or a reproduction of it is used, credit must be given to the Lawrence Livermore National Laboratory and the Department of Energy, under whose auspices the work was performed. This chart was revised in 2017 to reflect changes made in mid-2016 to the Energy Information Administration's analysis methodology and reporting. The efficiency of electricity production is calculated as the total retail electricity delivered divided by the primary energy input into electricity generation. End use efficiency is estimated as 65% for the residential sector, 65% for the commercial sector, 21% for the transportation sector, and 49% for the industrial sector which was updated in 2017 to reflect DOE's analysis of manufacturing. Totals may not equal sum of components due to independent rounding. LLNL-MI-410527

Source: [Lawrence Livermore National Laboratory](#)

ТРИ ИСТОЧНИКА МИРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

1. Иницилирующую роль сыграло принятое в декабре 2015 г. **Парижское климатическое соглашение**, в соответствии с которым большинство стран договорились прилагать усилия по сокращению выбросов парниковых газов с целью ограничить глобальное потепление двумя градусами Цельсия. Эффективность самого Парижского соглашения не является предметом настоящего анализа, но снижение углеродных эмиссий стало официально декларируемой целью не только для стран, подписавших соглашение, но и для участников энергетических рынков. Развитие низкоуглеродных технологий стало символом прогресса и основой устойчивого экономического развития. В результате мировые инвестиции в нефтегазовую отрасль снижаются, и растет число компаний, объявляющих о цели перейти на использование энергии только из возобновляемых источников.

Обязательства отдельных стран в соответствии с Парижским соглашением

Европейский Союз (28 стран) принял решение снизить эмиссии парниковых газов на 40% до 2030 г. по сравнению с показателями 1990 г., основная цель в долгосрочной перспективе - сократить выбросы на 80-95% к 2050 г.;

Россия - на 20-25% к 2030 г. по сравнению с 1990 г.;

США - на 26-28% к 2025 г. по сравнению с 2005 г.;

Канада - на 30% к 2030 г. по сравнению с 2005 г.;

Китай - на 60-65% на единицу ВВП к 2030 г. по сравнению с 2005 г., учитывая, что выбросы уже сократились на 33,8% в 2014 г. по сравнению с 2005 г.;

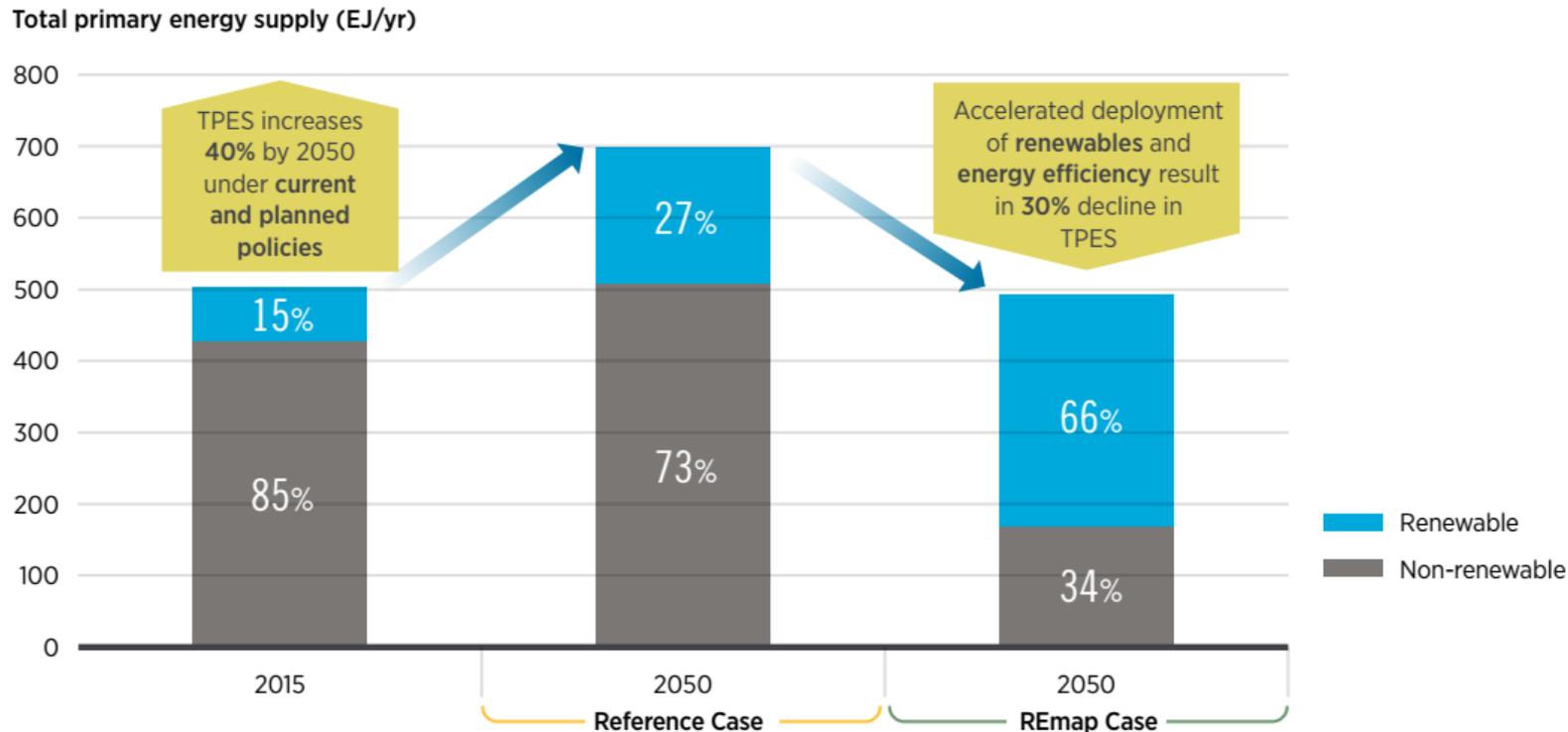
Япония - на 25,4% к 2030 г. по сравнению с 2005 г. (на 26 % по сравнению с 2013 г.).

ТРАЕКТОРИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

Международное энергетическое агентство (МЭА, IEA) предложило три сценария развития мировой энергетики, различающиеся по степени потребления ископаемого топлива и эмиссиям парниковых газов. МЭА подчеркивает, что ни один из этих сценариев не может считаться долгосрочным прогнозом.

- Сценарий новой политики (IEA New Policies Scenario, NPS) – центральный сценарий, опубликованный в Мировом энергетическом обзоре 2018 г. Он призван показать, куда могут привести энергетический сектор продолжение существующей практики, а также реализация анонсированных намерений. Этот сценарий включает в себя не только меры, которые правительства принимают в настоящее время, но также оценивает возможные эффекты от следования объявленным планам и достижения поставленных целей. Сценарий NPS соответствует развитию, которое с 50%-й вероятностью приводит к повышению глобальной температуре на 2.7°C.
- Сценарий устойчивого развития (IEA Sustainable Development Scenario, SDS) разработан взамен «Сценария 450» из предыдущего Мирового энергетического обзора 2017 г. (World Energy Outlook 2017). Этот сценарий считается главным направлением декарбонизации экономики. Сценарий SDS определяет направление развития, необходимое для достижения целей Парижского соглашения, а также предполагает международные усилия по обеспечению доступа к энергоресурсам и улучшению качества атмосферного воздуха. Реализация сценария позволит с 50%-й вероятностью ограничить повышение глобальной температуры 2°C по отношению к доиндустриальному уровню.
- Сценарий “Ниже 2°C” (IEA Beyond 2 Degrees Scenario, B2DS) был впервые опубликован в 2017 г. в обзоре энергетических перспектив МЭА. Так же как сценарий SDS, сценарий B2DS определяется скорее желательным результатом, чем развитием экономики. Это означает, что спрос на энергоресурсы диктуется конечными климатическими целями, определяемыми как ограничение глобального потепления на уровне 1.75°C к 2100 г.

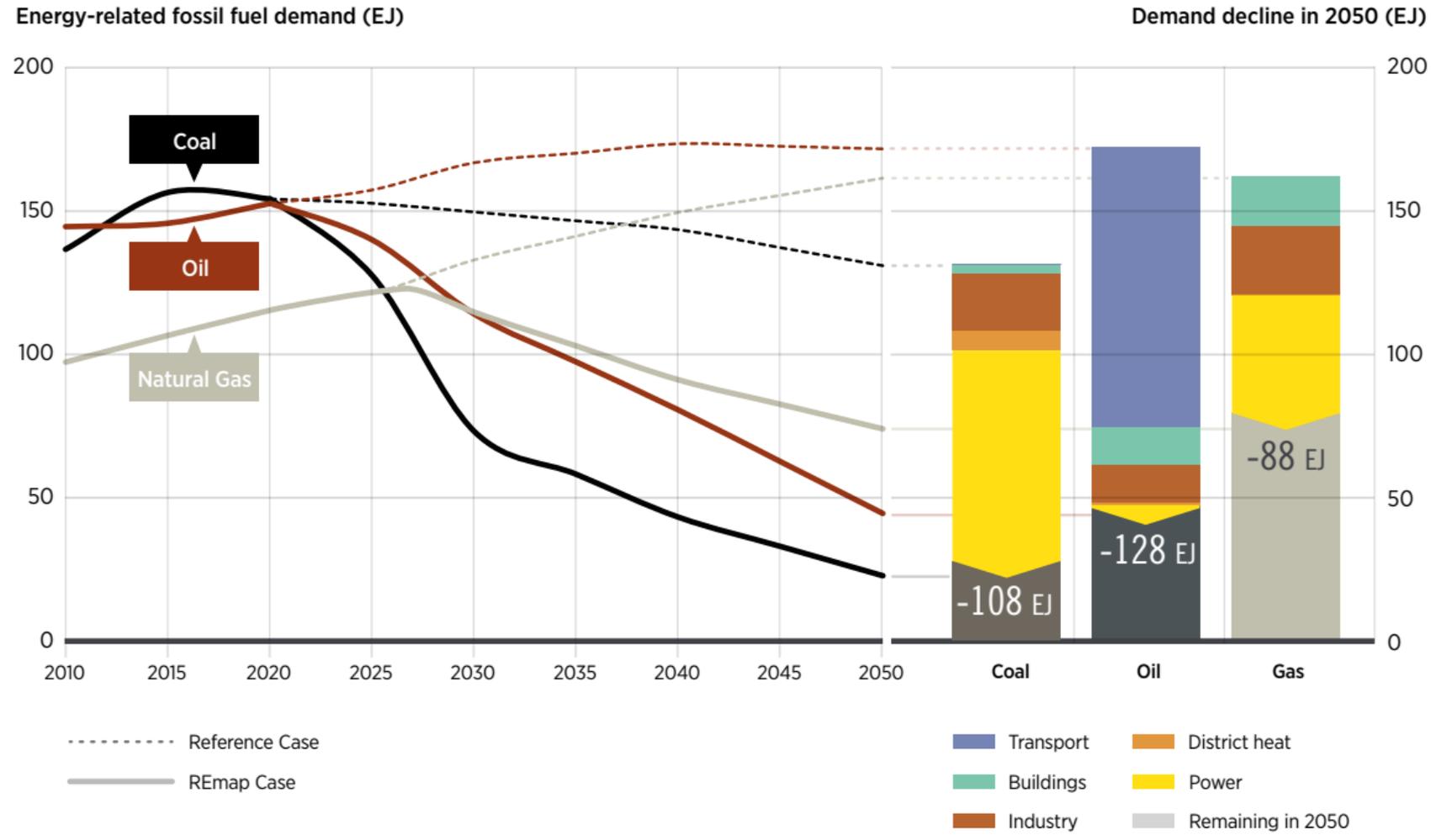
IRENA 2018: A PATHWAY FOR THE TRANSFORMATION OF THE GLOBAL ENERGY SYSTEM



Under current and planned policies (the Reference Case) TPES is expected to increase almost 40% by 2050. To achieve a pathway to energy transition (the REmap Case), energy efficiency would need to reduce TPES slightly below 2015 levels, and renewable energy would need to provide two-thirds of the energy supply.

Notes: Data include energy supply in electricity generation, district heating/cooling, industry, buildings and transport sectors. These sectors accounted for 85% of global total primary energy supply in 2015. Non-energy use of fuels for the production of chemicals and polymers is excluded from the values in the figure.

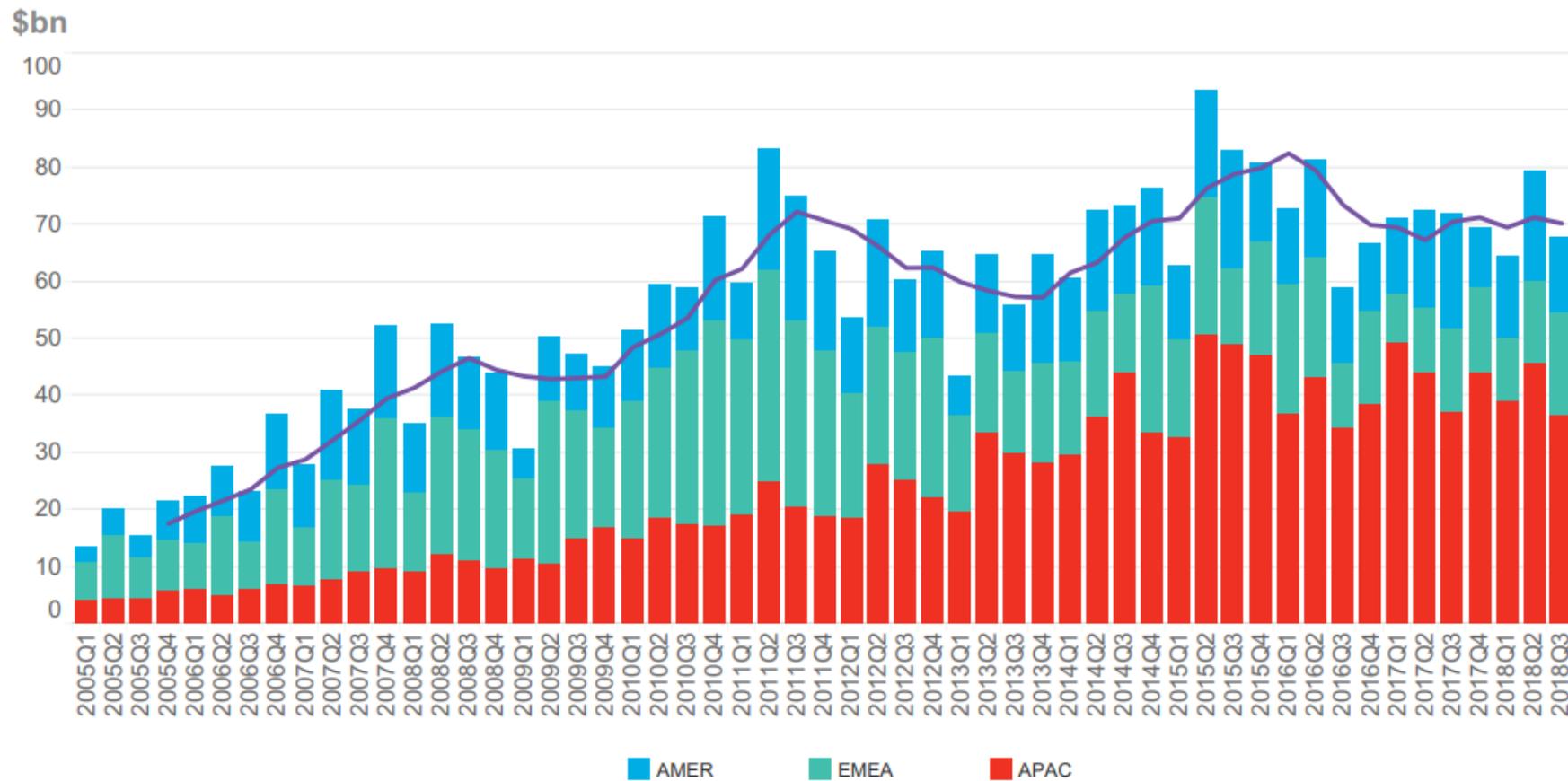
IRENA 2018: Fossil fuel use (left, EJ/yr), 2015-2050; decline in fossil fuel use by sector - REmap Case relative to Reference Case



Note: Figure includes only fossil fuel use for energy and excludes non-energy use.

Global New Investment in Clean Energy, by Region

1Q 2005 - 3Q 2018



США – лидер в декарбонизации экономики

10 сентября 2018 г. губернатор Калифорнии Джерри Браун (*Edmund Gerald "Jerry" Brown, Jr.*) подписал принятый сенатом закон штата (*Senate Bill 100*), которым установлена цель перейти к 2045 году на 100% чистую энергетику. Также губернатор подписал указ, согласно которому в штате к этому же сроку должна быть достигнута «углеродная нейтральность». Эти меры должны обеспечить выполнение Калифорнией целей, определенных Парижским соглашением.

Цели, установленные для 2020 г., достигнуты в Калифорнии на четыре года раньше – эмиссии снижены на 13% при росте экономики на 26%. Только с 2015 по 2016 г. снижение эмиссий составило эквивалент 1,5 млрд галлонов бензина и дизельного топлива, что равносильно уменьшению количества автомобилей на 2,4 млн штук.

В 2017 г. штаты Калифорния и Нью-Йорк выступили организаторами Климатического альянса США, в который входят 17 штатов, возглавляемых как представителями Демократической, так и Республиканской партий, с населением, составляющим 40% от населения США. Альянс взял обязательство принять цели Парижского соглашения, а также выполнить или перевыполнить целевые показатели федерального Плана чистой энергетики, подписанного Бараком Обамой.

Китай резко развернется в сторону чистого развития

В марте 2017 г. агентство “Синьхуа” сообщило со ссылкой на главного представителя страны по вопросам климата Се Чжэньхуа, что Китай опережает график декарбонизации экономики – цели по снижению эмиссий 2020 года выполнены на три года раньше. В 2017 г. эмиссии углерода снизились по сравнению с 2005 г. на 46% в расчете на единицу ВВП.

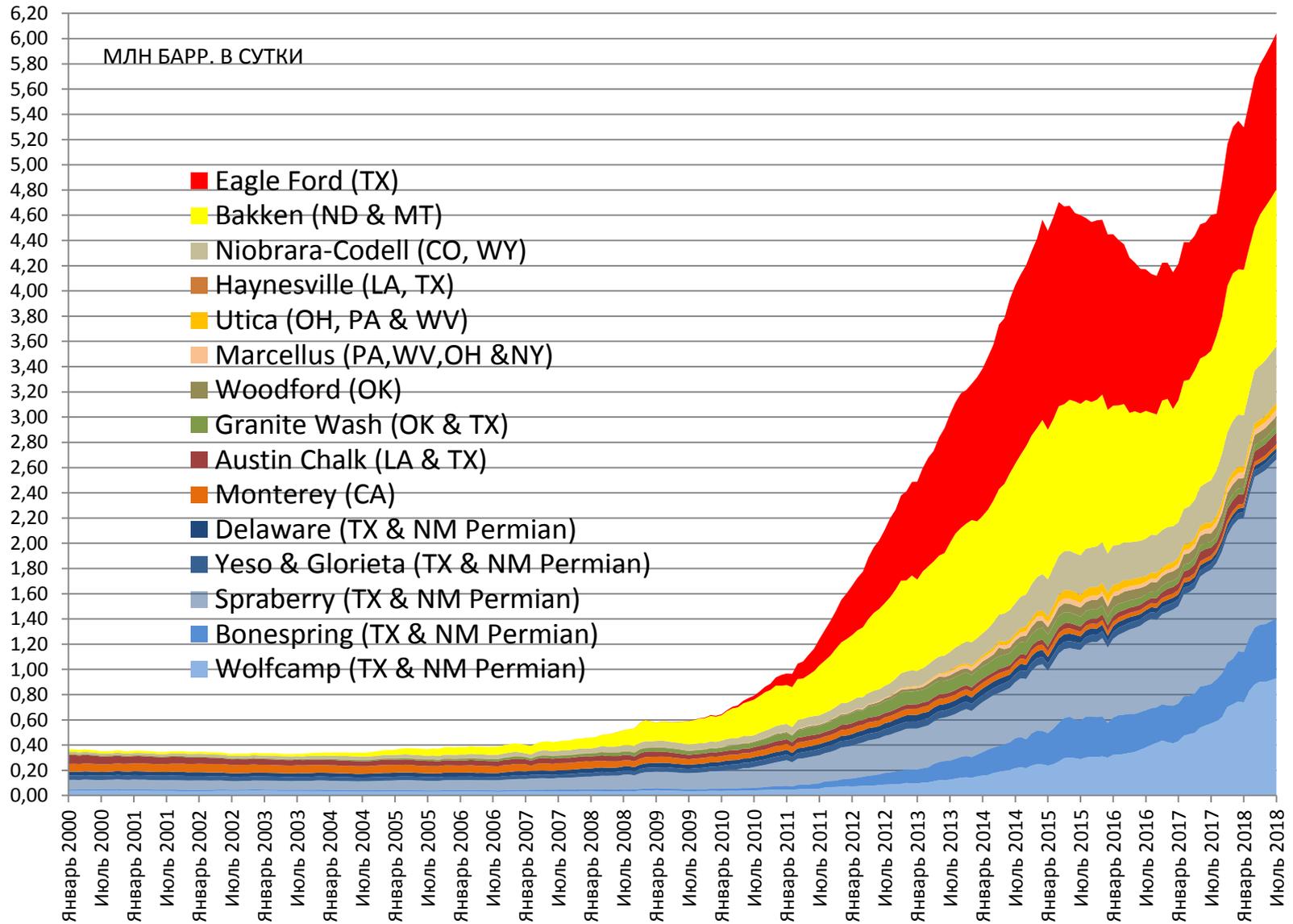
В 2018 г. правительство Китая приняло План борьбы с выбросами на 2018-20 гг. Ставится цель сократить потребление угля, дополнительно поддержать продажи электромобилей и закрыть ряд старых сталелитейных заводов. Китай уже пятый год ведет борьбу с выбросами, и новый План распространит ее на 82 города по всей территории страны. В список ключевых регионов для борьбы с загрязнениями впервые включены угледобывающие регионы *Shanxi* и *Shaanxi*. Новый план затрагивает и супер-промышленный регион в провинции *Henan* в центральном Китае, а также дельту реки Янцзы и весь регион вокруг Шанхая.

ТРИ ИСТОЧНИКА МИРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

1. Иницилирующую роль сыграло принятое в декабре 2015 г. **Парижское климатическое соглашение**, в соответствии с которым большинство стран договорились прилагать усилия по сокращению выбросов парниковых газов с целью ограничить глобальное потепление двумя градусами Цельсия. Эффективность самого Парижского соглашения не является предметом настоящего анализа, но снижение углеродных эмиссий стало официально декларируемой целью не только для стран, подписавших соглашение, но и для участников энергетических рынков. Развитие низкоуглеродных технологий стало символом прогресса и основой устойчивого экономического развития. В результате мировые инвестиции в нефтегазовую отрасль снижаются, и растет число компаний, объявляющих о цели перейти на использование энергии только из возобновляемых источников.

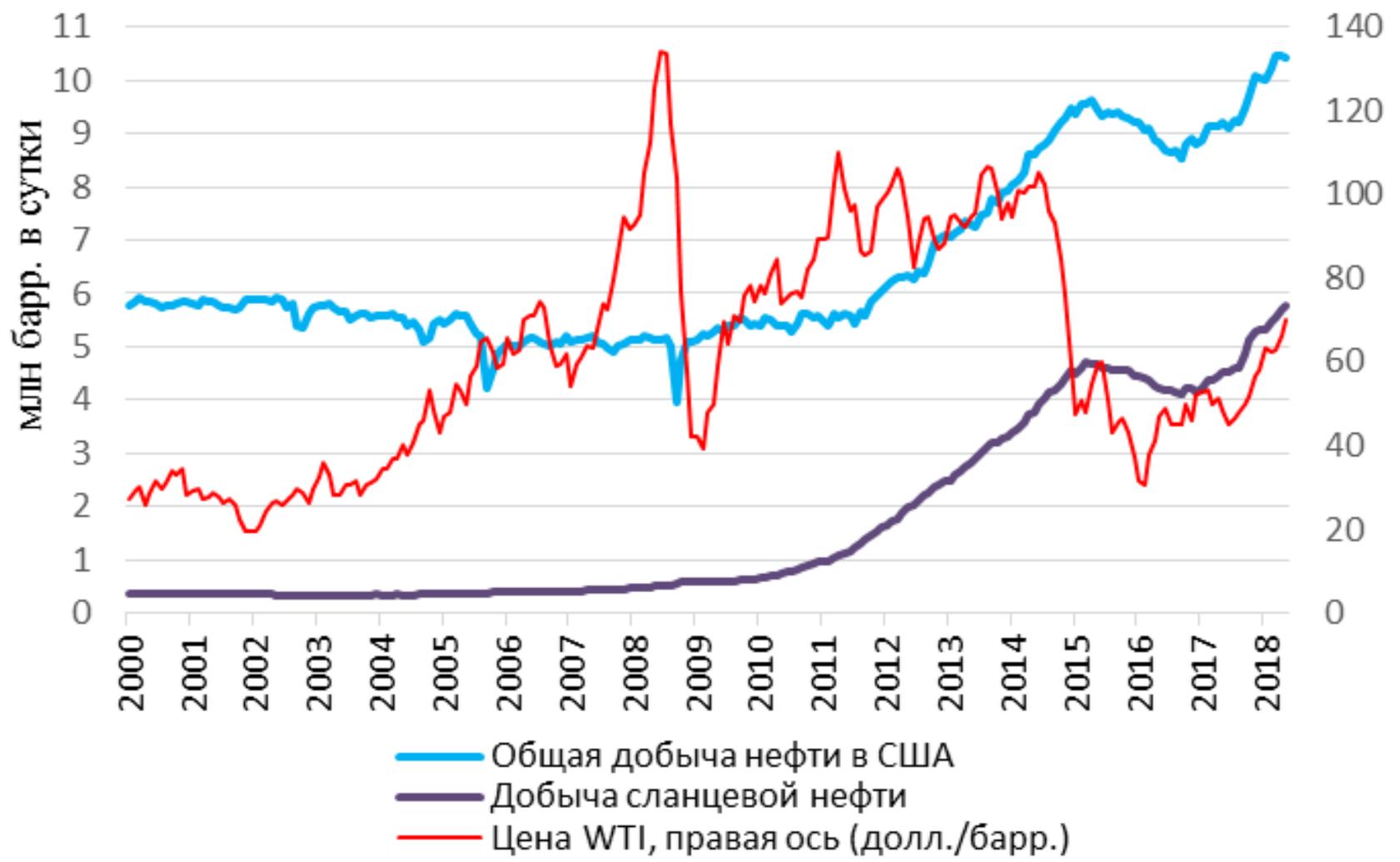
2. Вторым источником изменений на энергетических рынках стала **американская сланцевая революция**. Психологический эффект от технологических прорывов в добыче нефти и газа из нетрадиционных источников еще предстоит оценить. Если благодаря развитию технологий добычи стало возможным сделать доступными сланцевые ресурсы, о наличии которых было известно, но не было рентабельных способов их извлечения, то по этой же логике развитие технологий возобновляемой энергетики рано или поздно сделает рентабельным использование энергии Солнца, ветра и других возобновляемых источников.

ДОБЫЧА НЕФТИ ПЛОТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В США



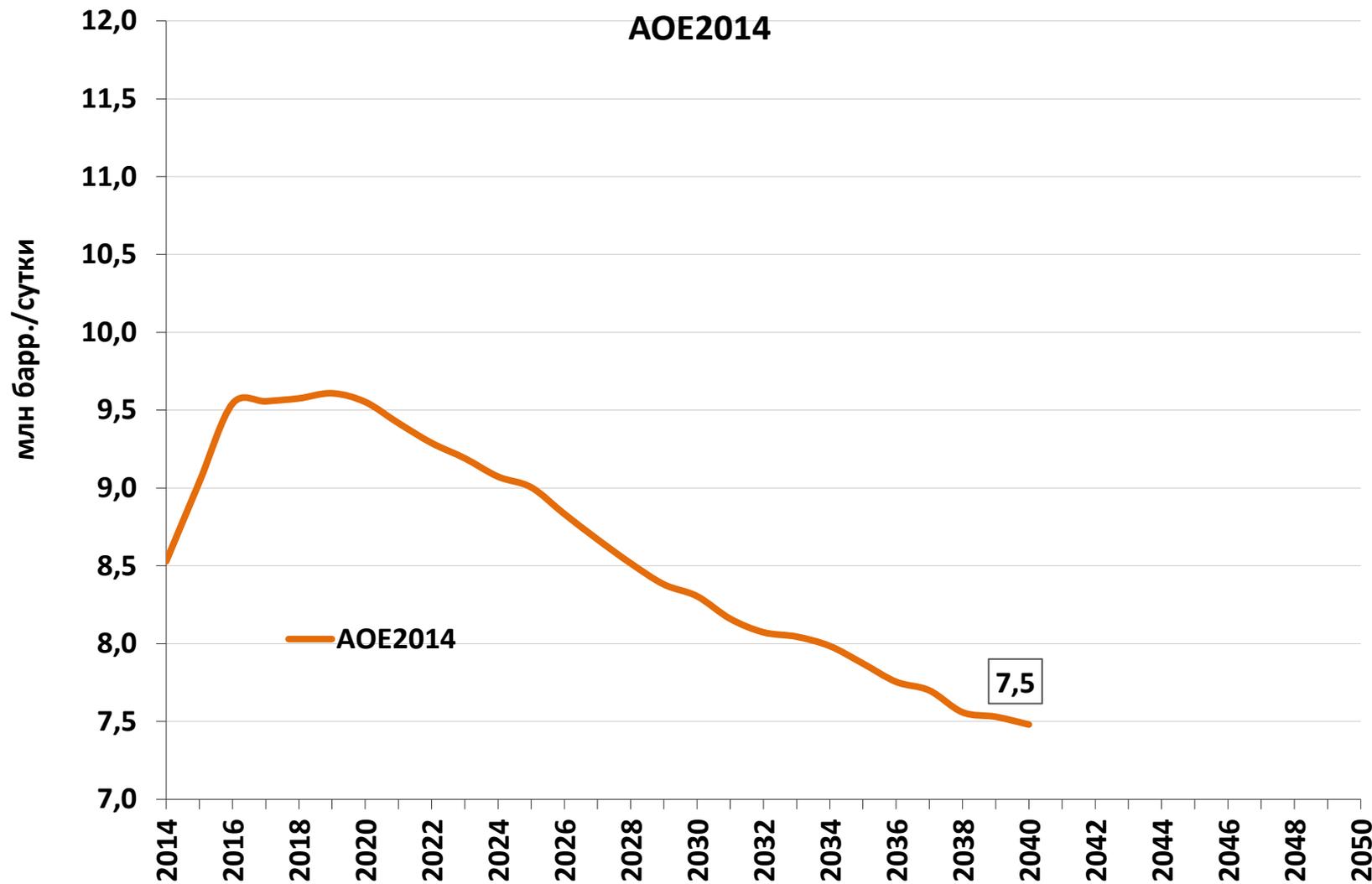
Источник: U.S. Energy Information Administration

Добыча нефти в США на фоне изменения цены WTI



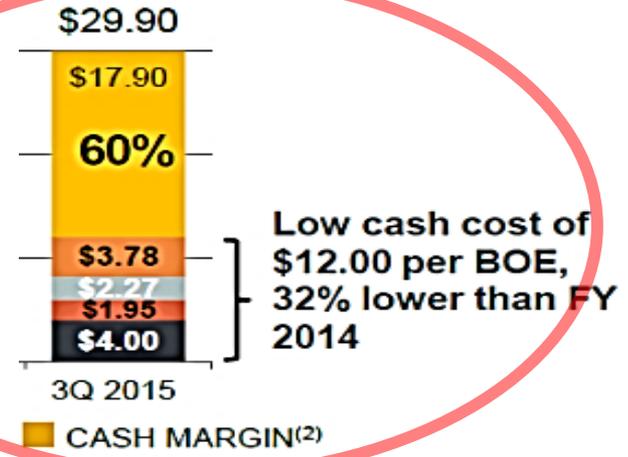
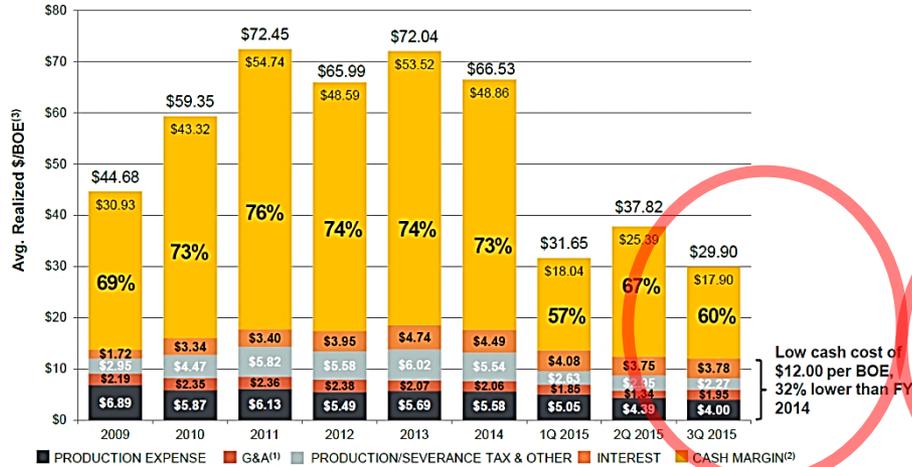
Источник: U.S. Energy Information Administration

Сравнение долгосрочных прогнозов добычи нефти в США 2014-18 гг.



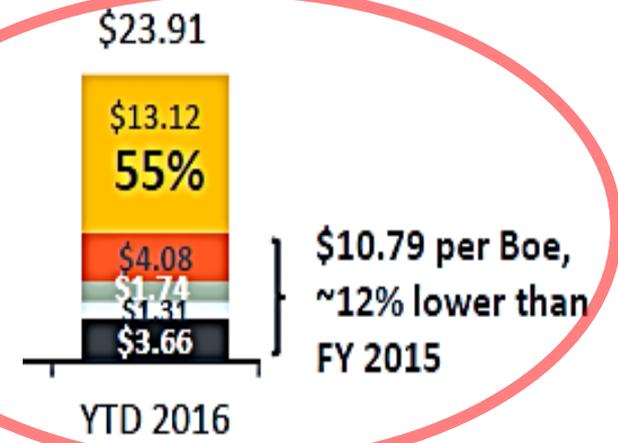
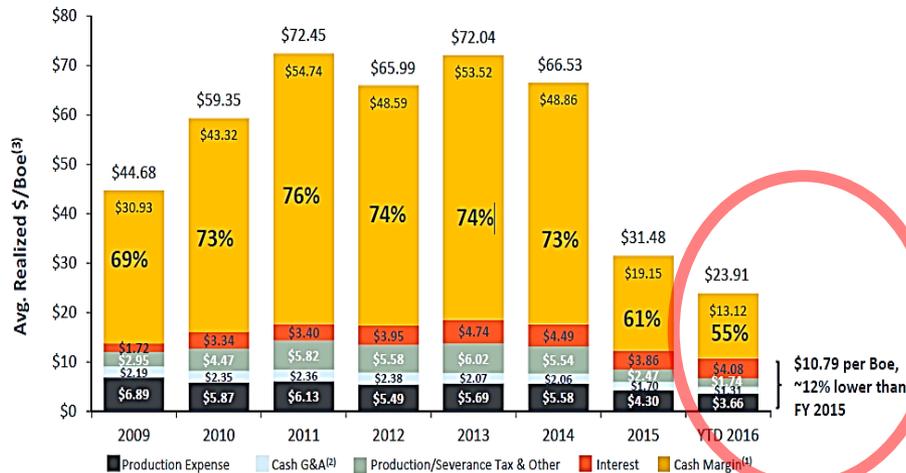
Источник: U.S. Energy Information Administration

Результаты работы Continental Resources в третьем квартале 2015 г. и 2016 г.

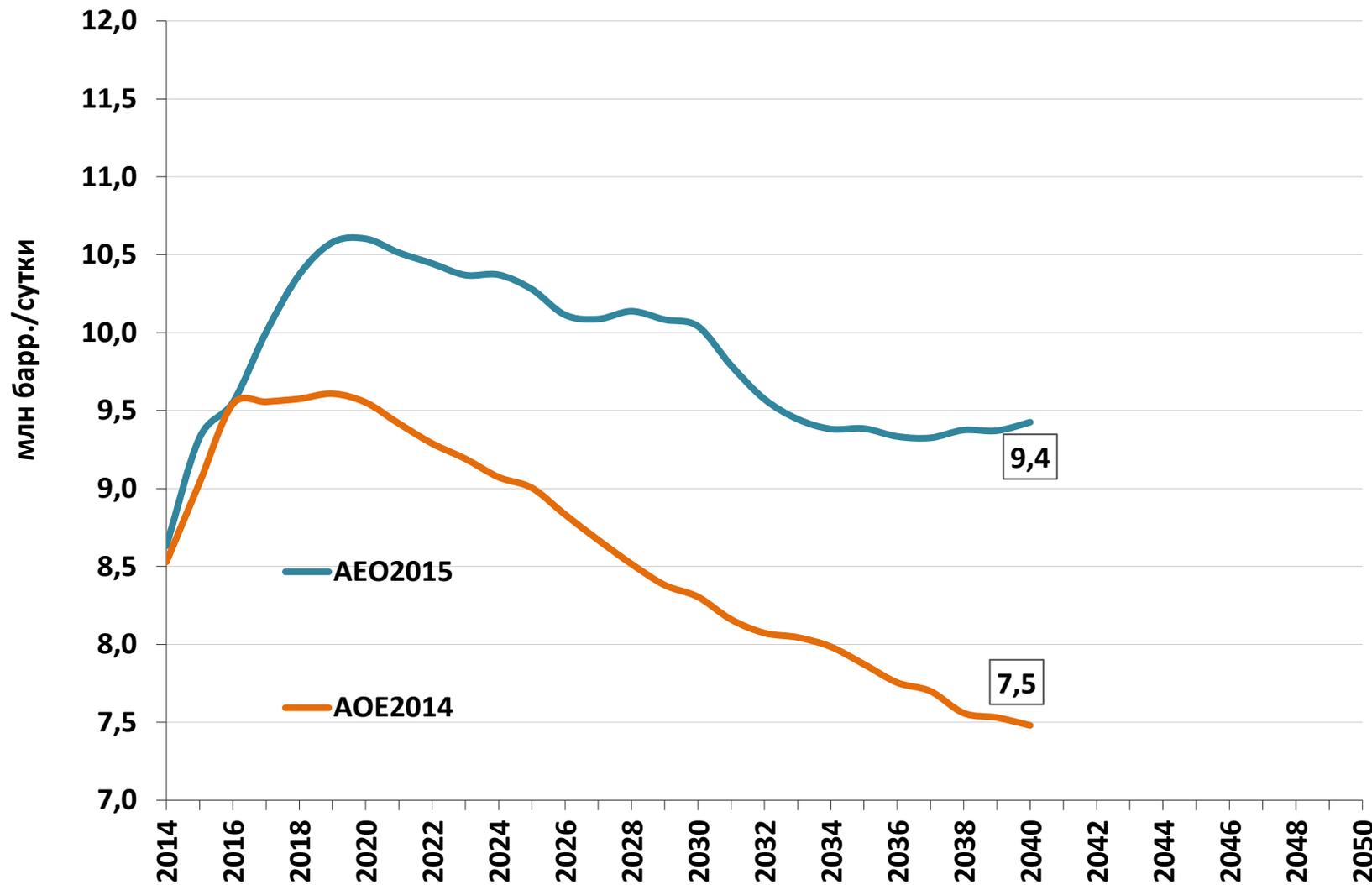


1. EXCLUDES G&A RELATED TO EQUITY BASED COMPENSATION AND RELOCATION EXPENSE
 2. SEE "CONTINUING TO DELIVER STRONG MARGINS" IN THE APPENDIX FOR THE METHOD OF CALCULATING CASH MARGIN
 3. BASED ON AVERAGE OIL EQUIVALENT PRICE (EXCLUDING DERIVATIVES AND INCLUDING NATURAL GAS)

PROPERTY OF CONTINENTAL RESOURCES, INC. REPRODUCTION AND DISTRIBUTION ONLY WITH WRITTEN PERMISSION 20 | AS OF NOVEMBER 2015

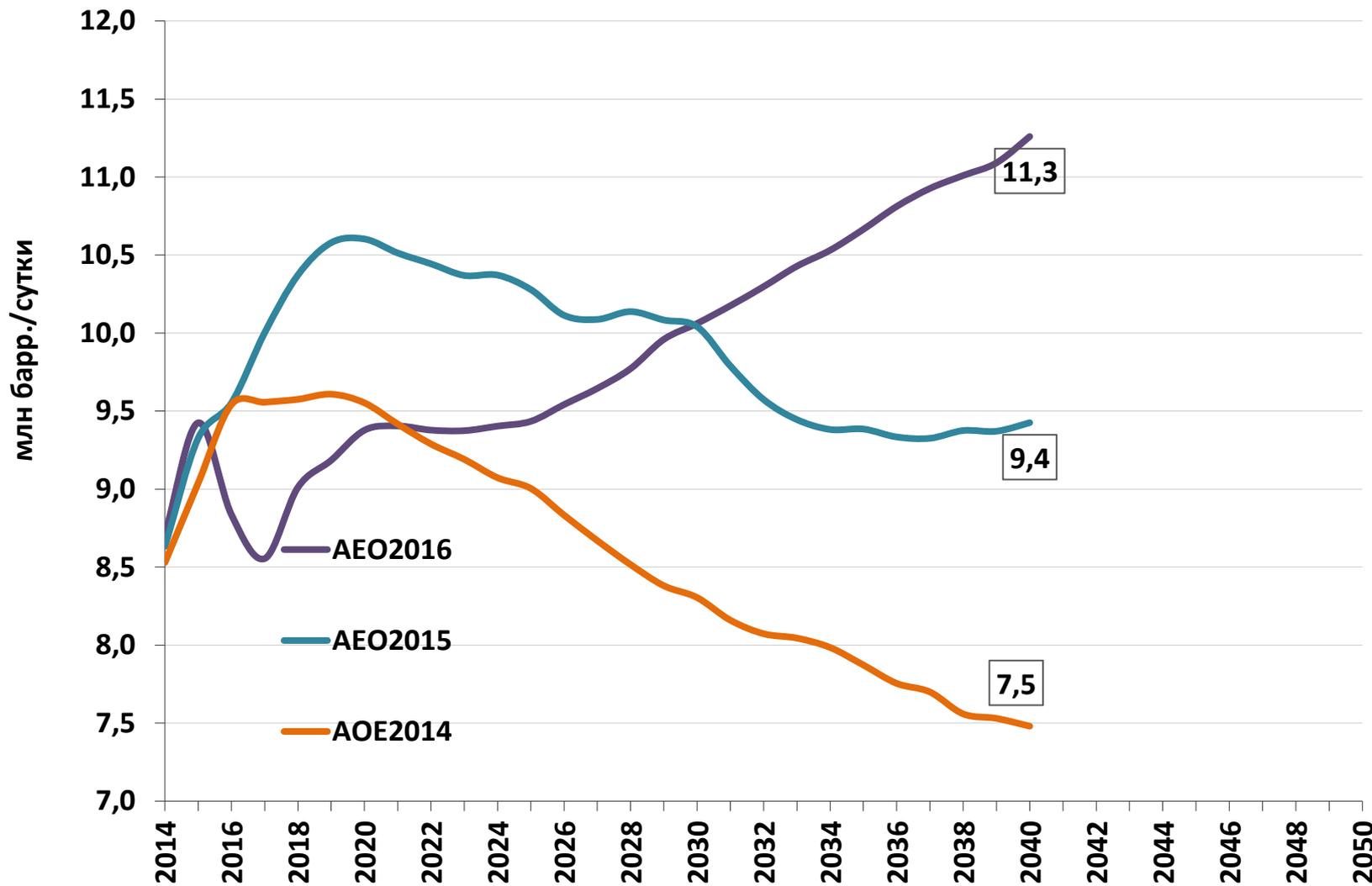


Сравнение долгосрочных прогнозов добычи нефти в США 2014-18 гг.



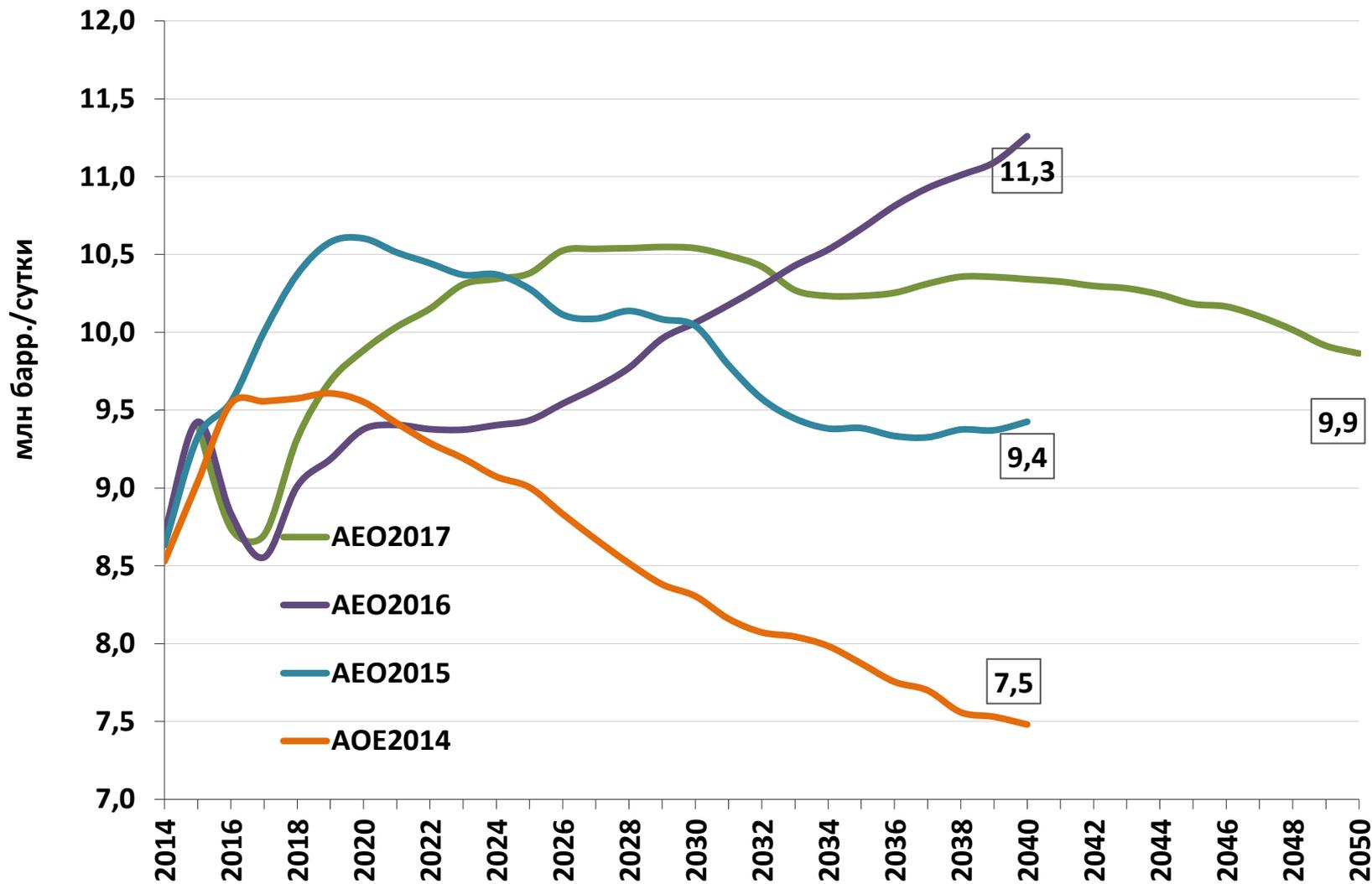
Источник: U.S. Energy Information Administration

Сравнение долгосрочных прогнозов добычи нефти в США 2014-18 гг.



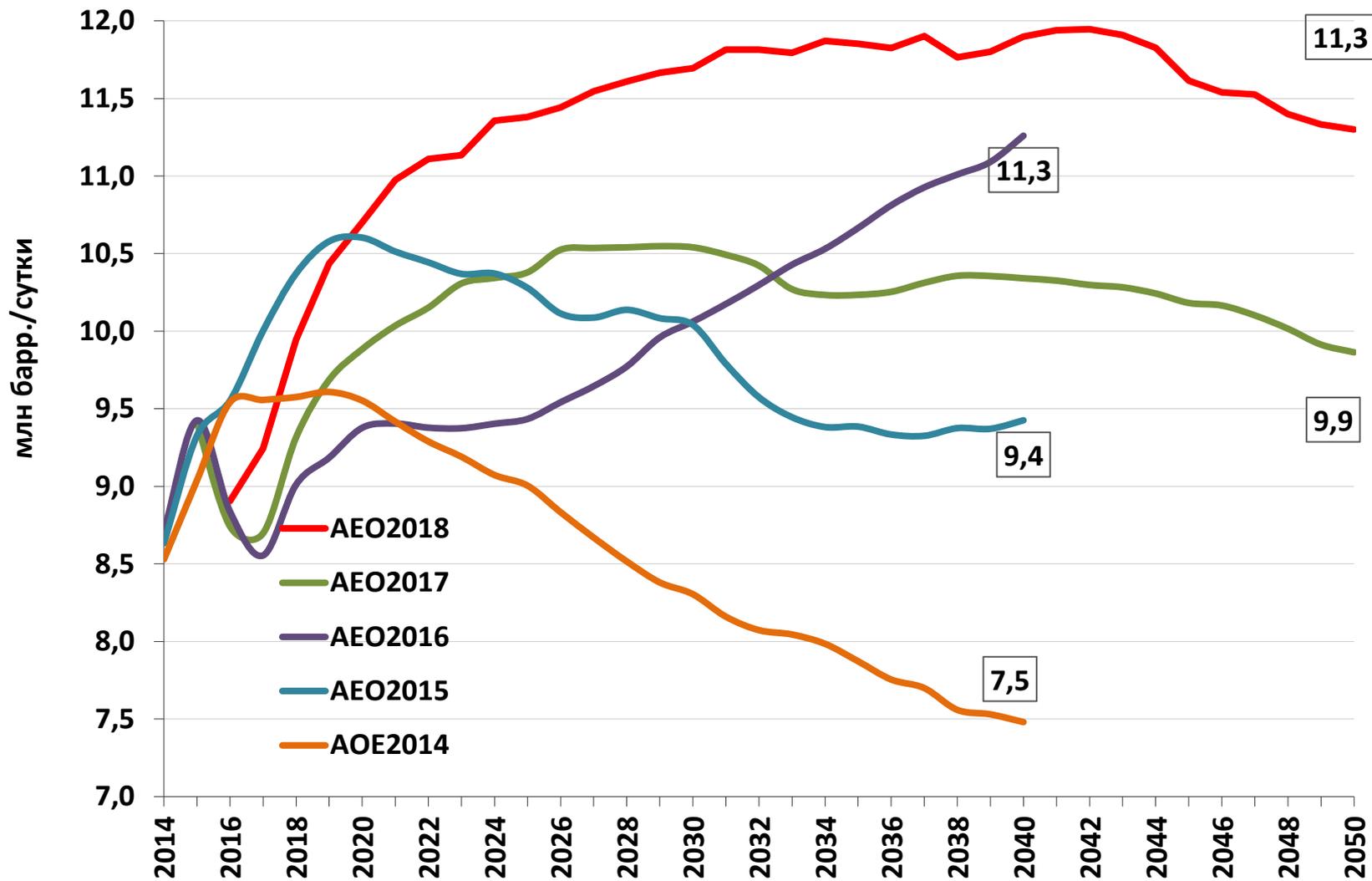
Источник: U.S. Energy Information Administration

Сравнение долгосрочных прогнозов добычи нефти в США 2014-18 гг.



Источник: U.S. Energy Information Administration

Сравнение долгосрочных прогнозов добычи нефти в США 2014-18 гг.



Источник: U.S. Energy Information Administration

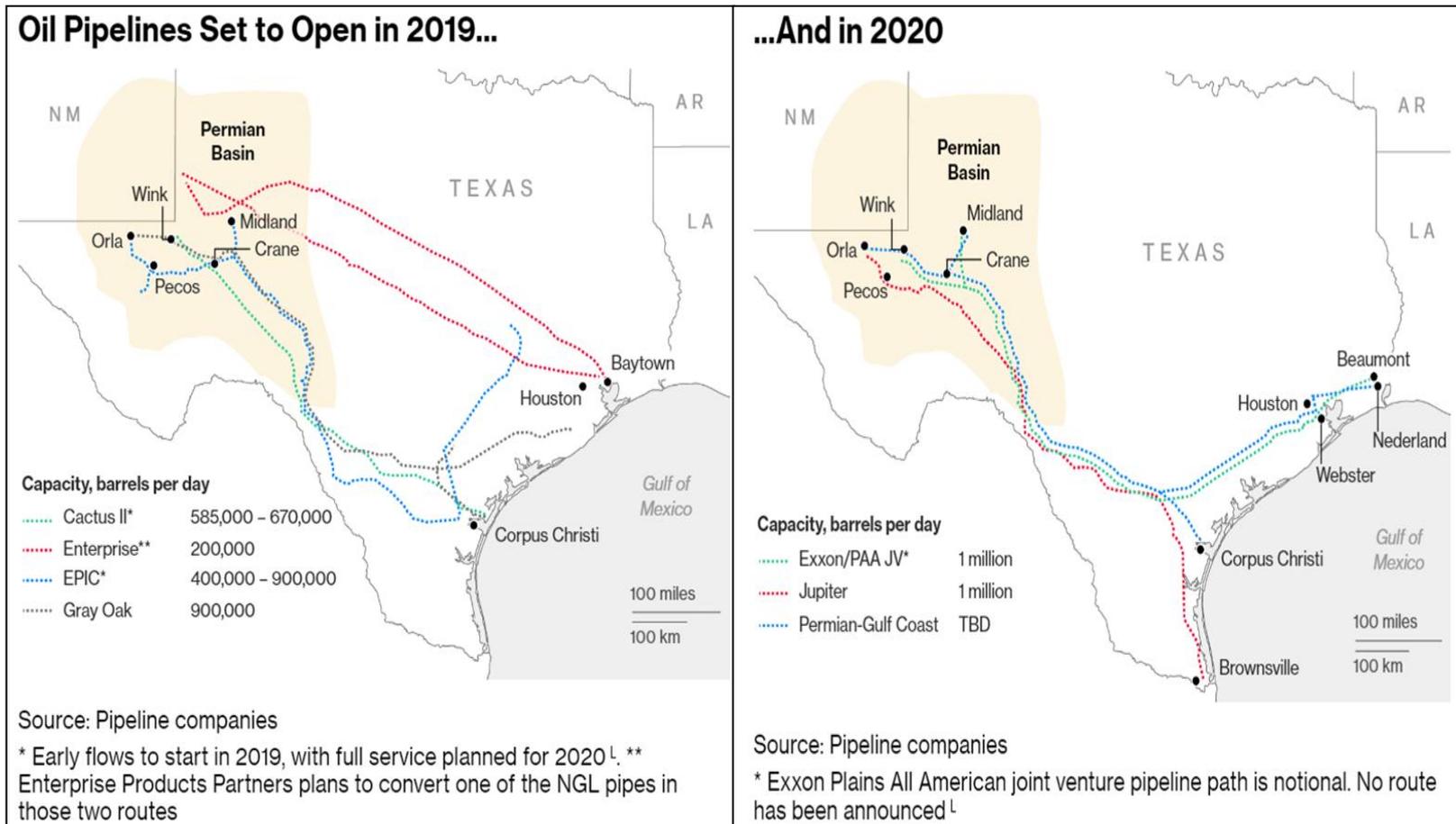
How did well configuration, productivity and economics of shale oil wells changed over time?

Parameter	2014	2016	2018 (YTD)	2014-2018 change
Perforated Length <i>ft</i>	5,180	6,448	7,889	+52%
Proppant Intensity <i>lbs/ft</i>	877	1,410	1,819	+107%
Fluid Intensity <i>bbl/ft</i>	21	34	42	+100%
Well Cost <i>\$M</i>	7.03	5.10	6.62	-6%
Normalized Cost <i>\$/ft</i>	1,357	791	839	-38%
IP90 Oil <i>bpd</i>	290	441	579	+100%
Normalized IP90 Oil <i>bpd/1,000 feet</i>	56	68	73	+30%
Breakeven Wellhead <i>\$/bbl</i>	65	35	34	-48%

*Show median parameters across all horizontal wells in key light tight oil producing regions: Permian, Eagle Ford, Bakken, Niobrara and Anadarko completed in different years

Source: Rystad Energy ShaleWellCube

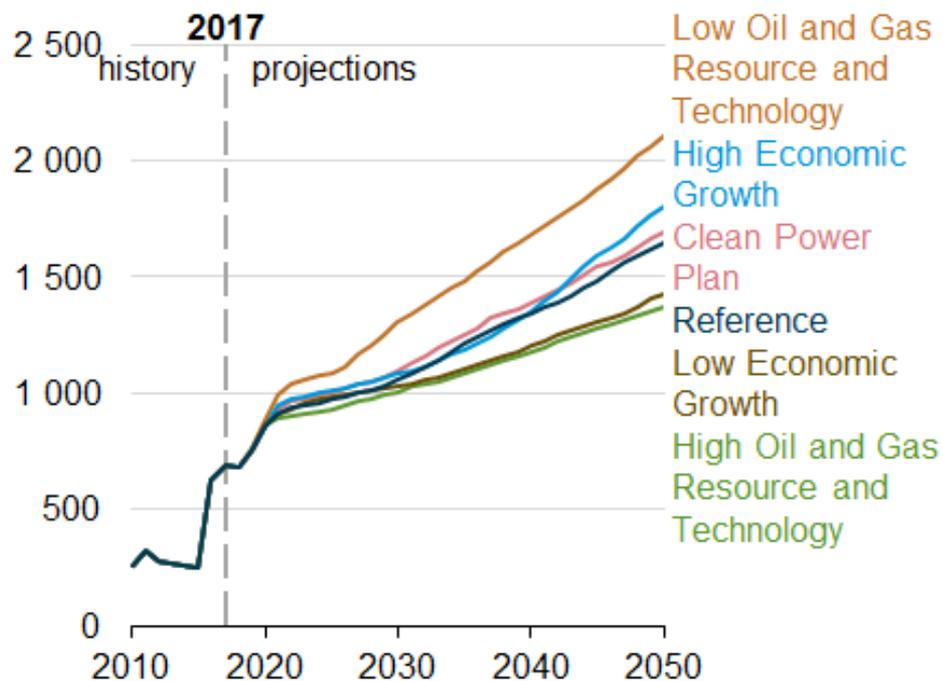
Новые нефтепроводы должны обеспечить рост добычи нефти в бассейне Permian



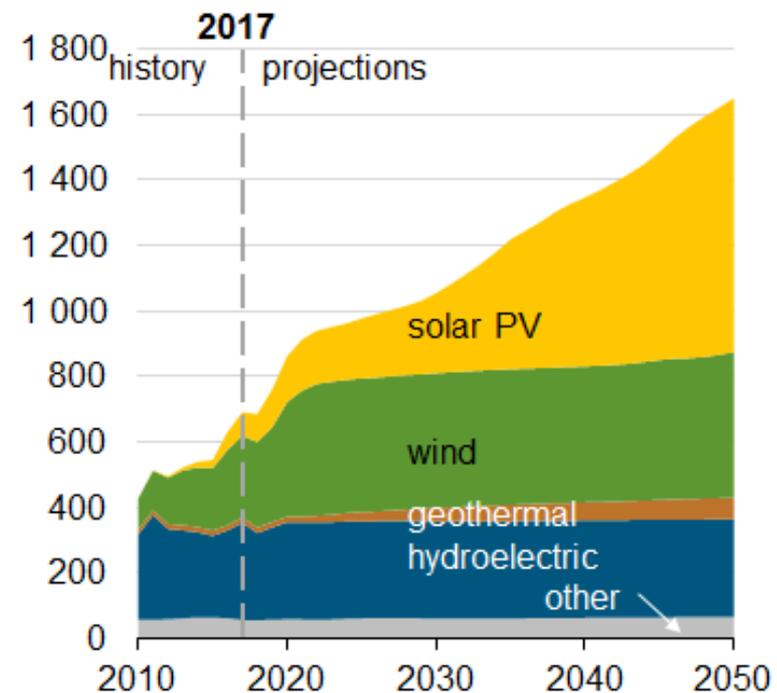
ИСТОЧНИК: https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-11-21/opec-s-worst-nightmare-the-permian-is-about-to-pump-a-lot-more?fbclid=IwAR1giARk_WJA8LNUg9VPJe983V3OkDW4-GwgnzXJ27dGjmsPRAJIUGZ_bE

Выработка электроэнергии из ВИЭ растет во всех сценариях

Total renewables generation, including end-use generation
billion kilowatthours



Renewable electricity generation, including end-use generation (Reference case)
billion kilowatthours



Источник: U.S. Energy Information Administration AEO 2018

Штаты, лидирующие по развитию крупной ветровой энергетики в США. Месячная выработка в июне 2017 и июне 2018 гг., тыс. МВт*ч

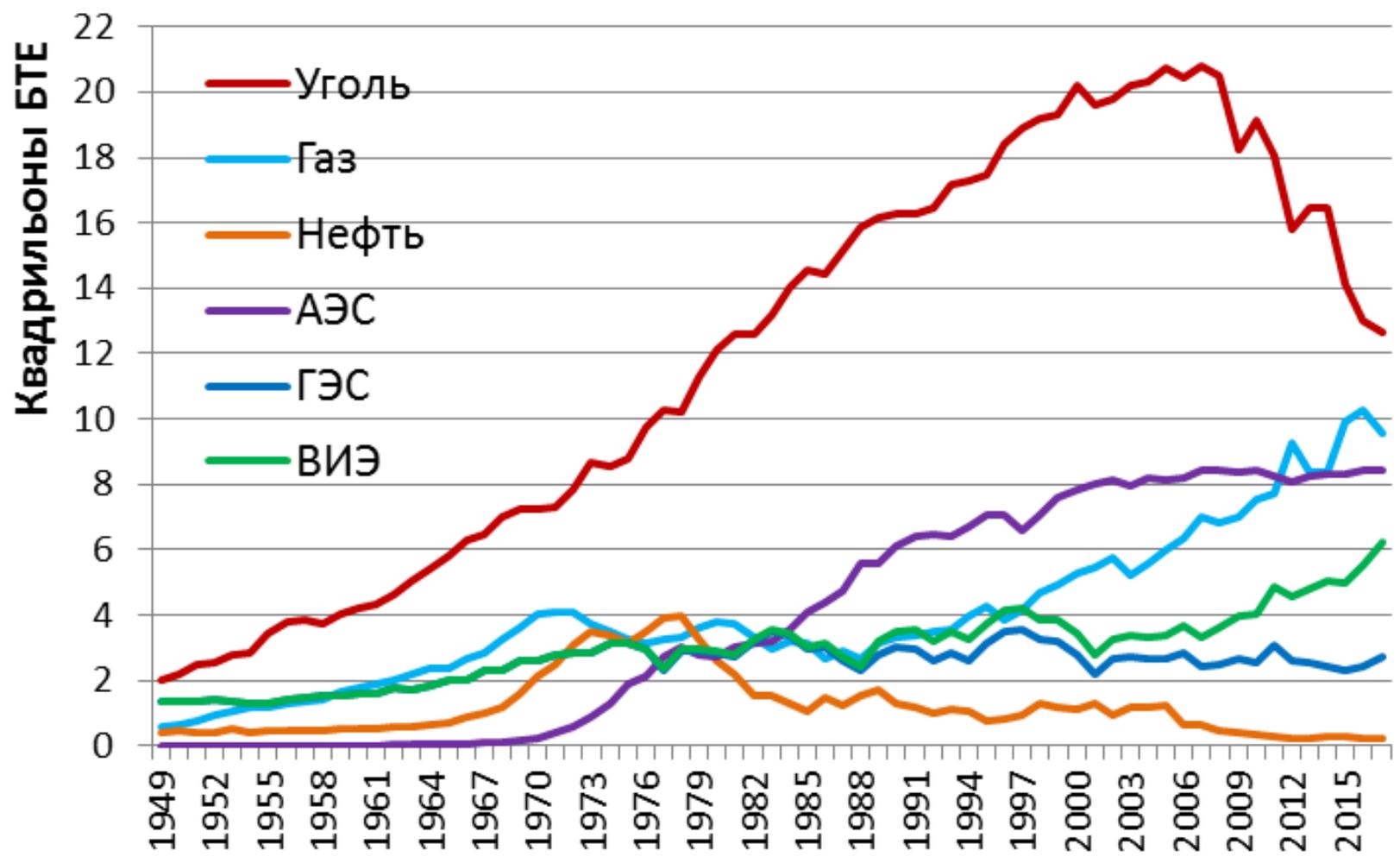


Штаты, лидирующие по развитию фотоэлектрической энергетики в США. Месячная выработка в июне 2017 и июне 2018 г., тыс. МВт*ч



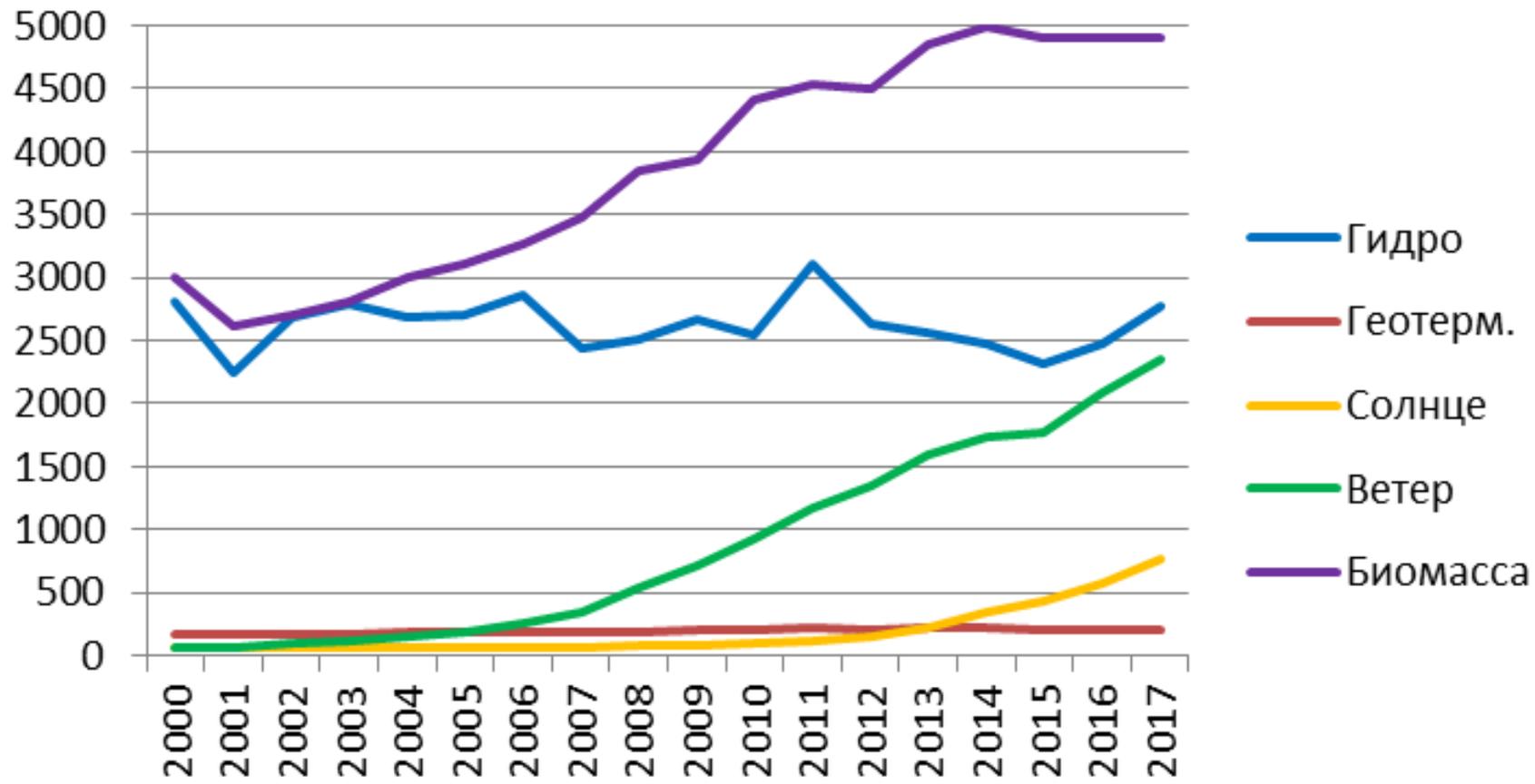
Источник: U.S. Energy Information Administration

ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ В США, квад. БТЕ



Источник: U.S. Energy Information Administration

Годовое потребление энергии из возобновляемых источников в США, трлн БТЕ



Источник: U.S. Energy Information Administration

ТРИ ИСТОЧНИКА МИРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

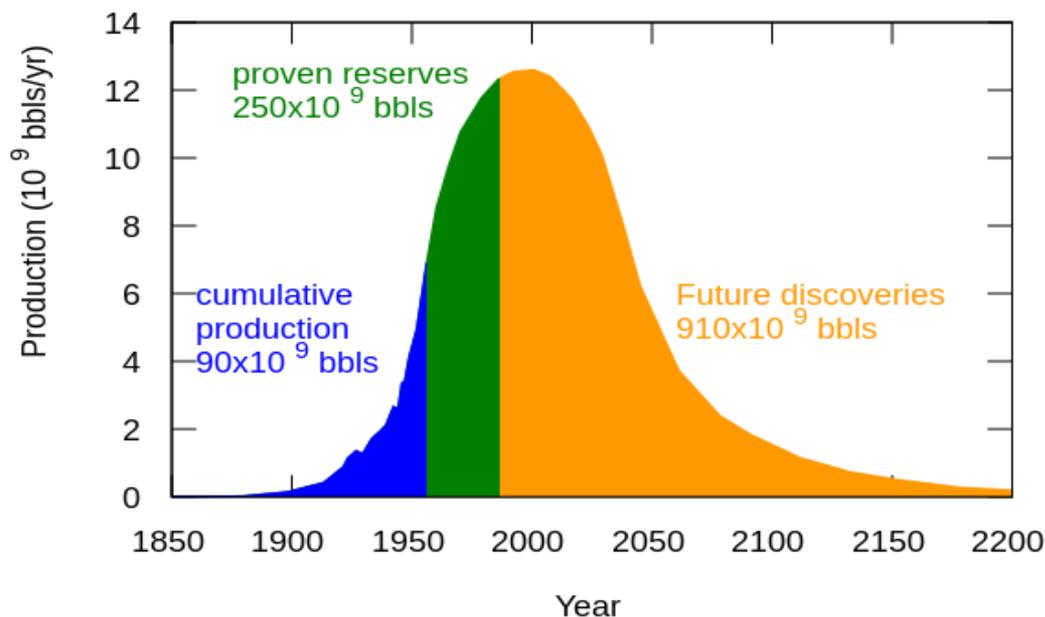
1. Иницирующую роль сыграло принятое в декабре 2015 г. **Парижское климатическое соглашение**, в соответствии с которым большинство стран договорились прилагать усилия по сокращению выбросов парниковых газов с целью ограничить глобальное потепление двумя градусами Цельсия. Эффективность самого Парижского соглашения не является предметом настоящего анализа, но снижение углеродных эмиссий стало официально декларируемой целью не только для стран, подписавших соглашение, но и для участников энергетических рынков. Развитие низкоуглеродных технологий стало символом прогресса и основой устойчивого экономического развития. В результате мировые инвестиции в нефтегазовую отрасль снижаются, и растет число компаний, объявляющих о цели перейти на использование энергии только из возобновляемых источников.

2. Вторым драйвером изменений на энергетических рынках стала **американская сланцевая революция**. Психологический эффект от технологических прорывов в добыче нефти и газа из нетрадиционных источников еще предстоит оценить. Если благодаря развитию технологий добычи стало возможным сделать доступными сланцевые ресурсы, о наличии которых было известно, но не было рентабельных способов их извлечения, то по этой же логике развитие технологий возобновляемой энергетики рано или поздно сделает рентабельным использование энергии Солнца, ветра и других возобновляемых источников.

3. Третьей составляющей энергетического перехода стало **изменение теоретических подходов к оценке нефтегазовых ресурсов**. Модели Гарольда Хотеллинга и Кинга Хабберта, рассматривавшие экономику освоения исчерпаемых нефтегазовых ресурсов, исходили из того, что добыча нефти и газа будет снижаться после достижения пика в результате уменьшения объема извлекаемых запасов, а мировой спрос продолжит расти. Теперь эта концепция подвергается пересмотру не только учеными и аналитиками, но также государственными органами и самими нефтегазовыми компаниями, в своих прогнозах исходящими из того, что в обозримом будущем наступит пик не добычи нефти, а её потребления.

ПИКОВАЯ НЕФТЬ

Традиционная парадигма освоения невозобновляемых энергетических ресурсов – Кривая Хабберта. Пик постоянно сдвигается вправо.



Кинг Хабберт создал модель известных запасов и предположил в 1956 г., что добыча нефти в материковой части США достигнет пика между 1965 и 1970; и что мировая добыча достигнет пика в 2000 г.

Бывший министр нефти Саудовской Аравии и генсек ОПЕК



Ахмед Заки Ямани:
«Каменный век
кончился не потому
что кончились
камни, так же и
нефтяная эра
завершится не из-за
дефицита нефти»

Fagan M. Sheikh Yamani predicts price crash as age of oil ends. The Telegraph. 25 Jun 2000.

<http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1344832/Sheikh-Yamani-predicts-price-crash-as-age-of-oil-ends.html>

ИЗБЫТОК НЕФТЯНЫХ ЗАПАСОВ

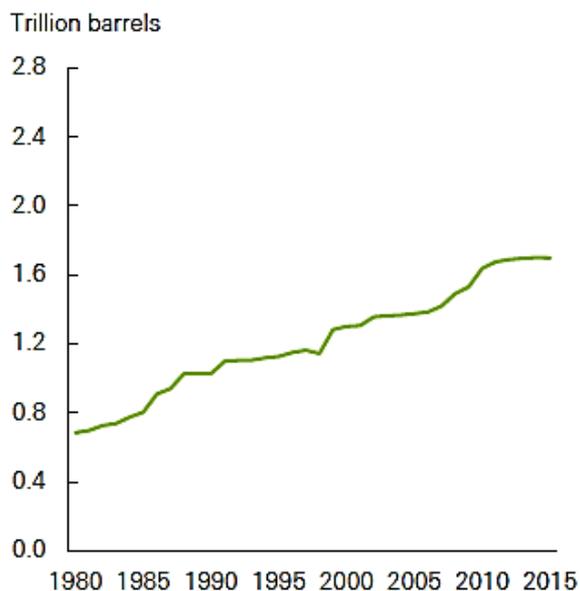
В 2016 и 2017 г. компания BP в долгосрочных прогнозах публиковала диаграмму, показывающую, что доказанных запасов нефти в мире уже больше, чем может потребоваться человечеству до 2050 г., а разведанных технически извлекаемых запасов - вдвое больше

Key issues: Abundant oil resources

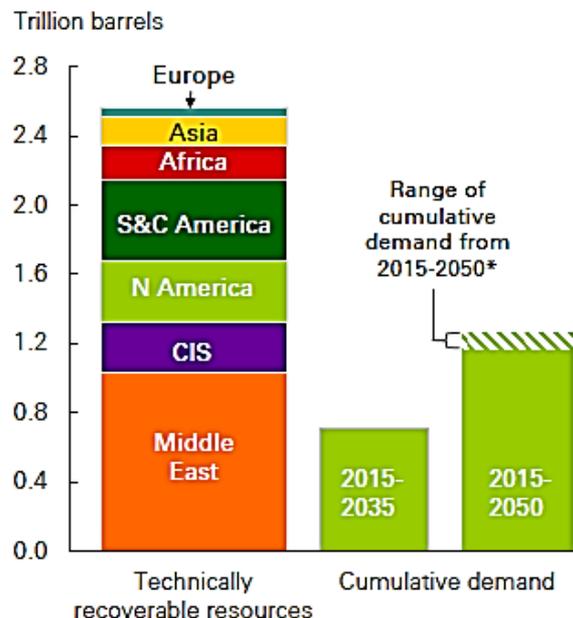
There is an abundance of oil resources...



Global proved oil reserves



Estimates of technically recoverable resources and cumulative oil demand



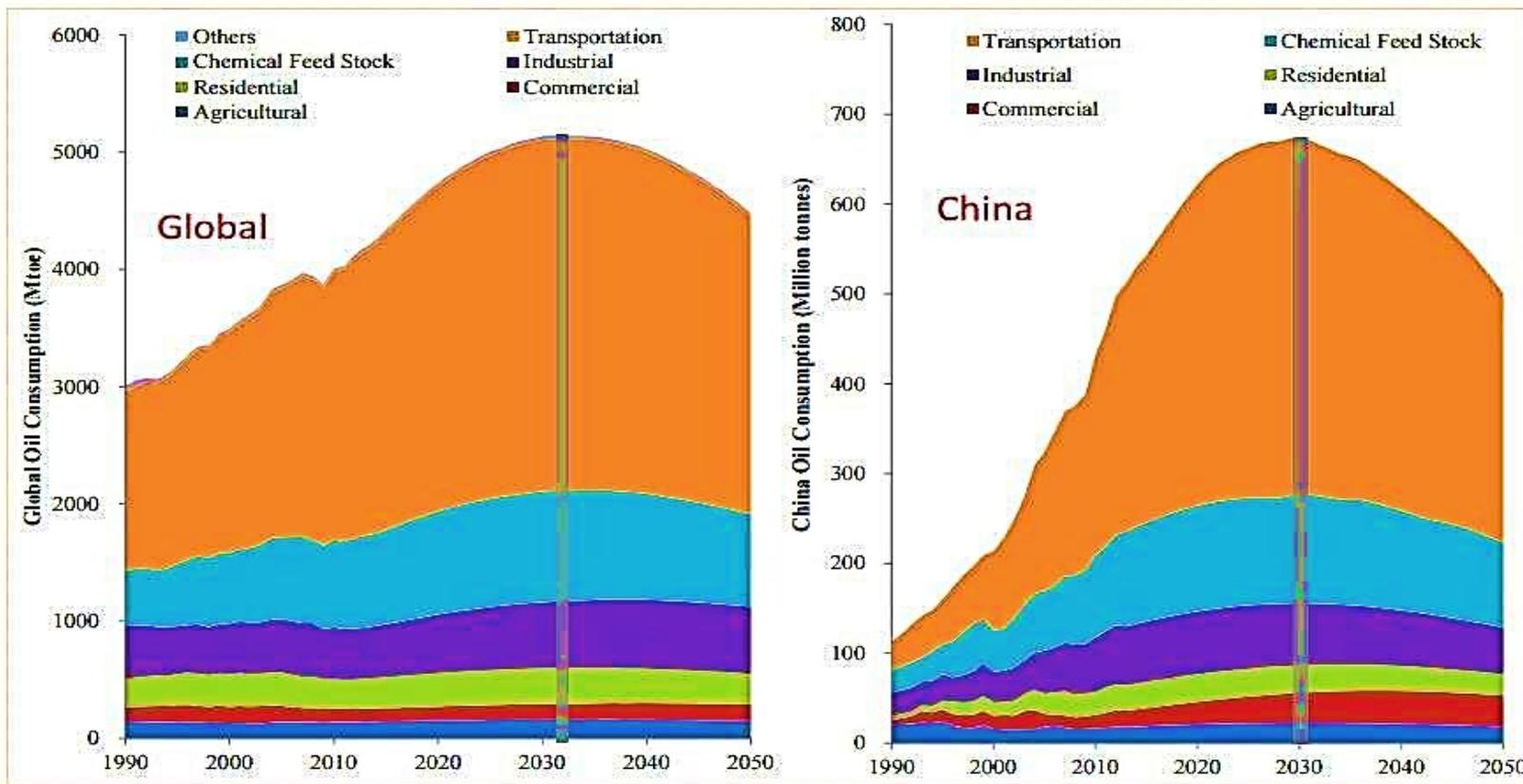
*Based on range of outcomes shown on page 88

КИТАЙСКИЙ ПРОГНОЗ ПИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ



Oil consumption:

Global oil demand will enter into the peak range in 2030-2040;
Oil demand in China will peak around 2030



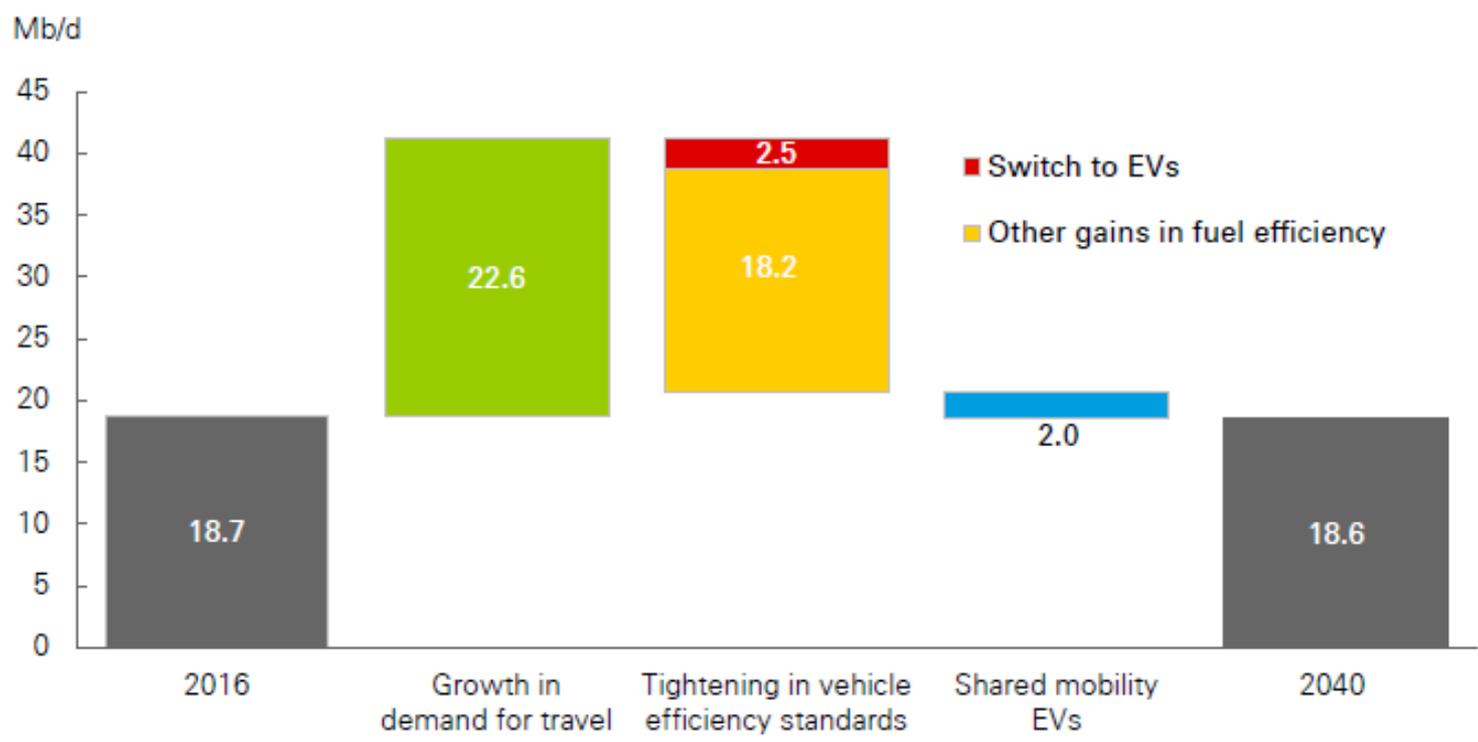
Energy Outlook 2050

Sectors: Transport



Liquid fuel use in cars is broadly flat...

Changes in liquids demand from cars: 2016-2040

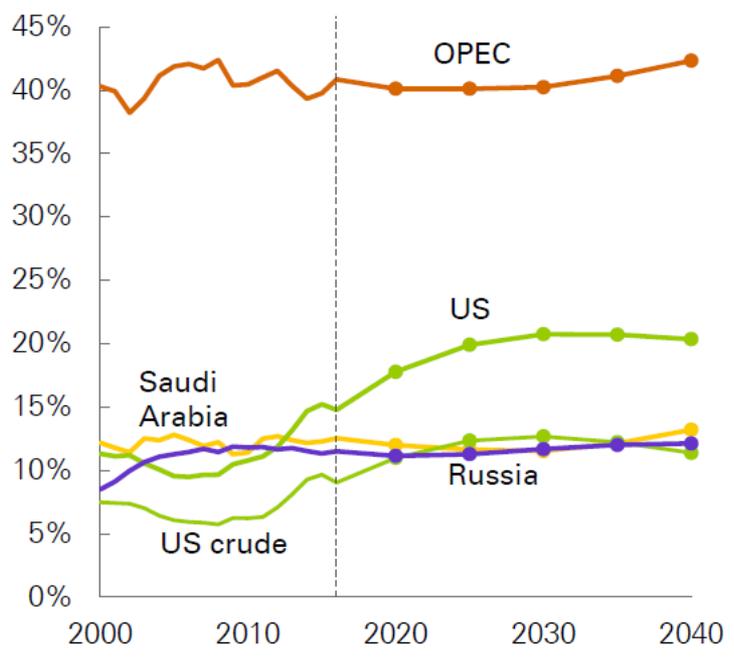


Fuels: Oil

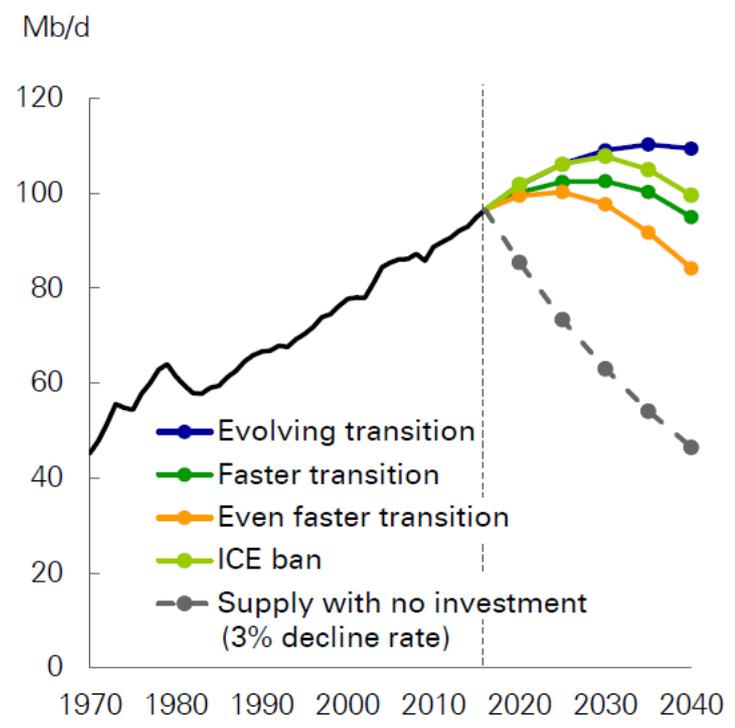


Global liquids supply growth is led by low-cost producers...

Share of world liquids supply



Demand and supply of liquid fuels



Новые тенденции - технологии совместного пользования автомобилями, электромобили и т.д.

За два года в Москве появился новый бизнес, который уже меняет структуру потребительского поведения – каршеринг это просто, доступно, выгодно. Будет ли эти автомобили через пять-десять лет бензиновыми или электрическими – кто может предсказать?

[Делимобиль](#)

[Belka car](#)

[Яндекс.Драйв](#)

[YouDrive](#)

[Карусель](#)

[AnyTime](#)

[Timcar](#)

[Carenda](#)

[Rentmee](#)

[Car5](#)

[Lifcar](#)

[Easy Ride](#)

[Car Lion](#)

[Car4you](#)

[МатрёшCar](#)



Благодарю за внимание!

ivanov0660@gmail.com

Присоединяйтесь к каналу в Telegram –
Energy Markets:

<https://t.me/energymarkets>