

Перспективы развития мировой энергетики: возможен ли «Энергопереход» к 2040 году?

Отдел исследования энергетического комплекса мира и
России ИНЭИ РАН

Грушевенко Дмитрий

Москва

Март, 2019





- Фундаментальные структурные изменения энергетического комплекса отдельных стран мира

WEC (World Energy Council), 2014

- Изменение характера глобальной энергетики от базирования на ископаемых топливах к «нулевой эмиссии» к концу текущего столетия

IRENA (International renewable energy agency), 2017

- Структурные изменения в процессах формирования мирового спроса на энергию, формирование потребностей в новых, более экологических способах производства энергии

BP (British Petroleum), 2018

Энергетический переход на современном этапе - поступательное преобразование глобальной энергетики, характеризующееся ростом доли неископаемых топлив, мотивированное целями снижения эмиссии парниковых газов. Свершением энергоперехода можно считать момент, когда нетопливные источники займут долю свыше 50% в глобальном энергетическом балансе



Конец XIX века

По мере индустриализации уголь вытесняет традиционные отходы и биомассу и занимает свыше 50% в энергобалансе



1960-1970 е годы XX века

Нефть и газ теснят твердые топлива и совместно занимают свыше 60% в энергобалансе



Середина XXI века?

Нетопливные источники обеспечивают свыше 50% производства энергии?



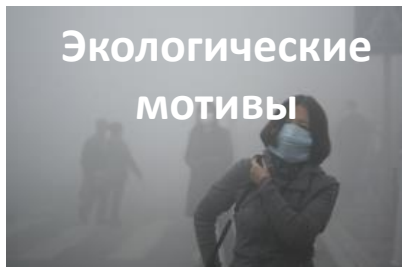
«Каменный век закончился не потому, что закончились камни»...

Каждый следующий энергопереход приводит не к отказу от топлив предыдущего этапа, но расширяет корзину энергоносителей и приводит к изменению структуры энергобаланса



Pro

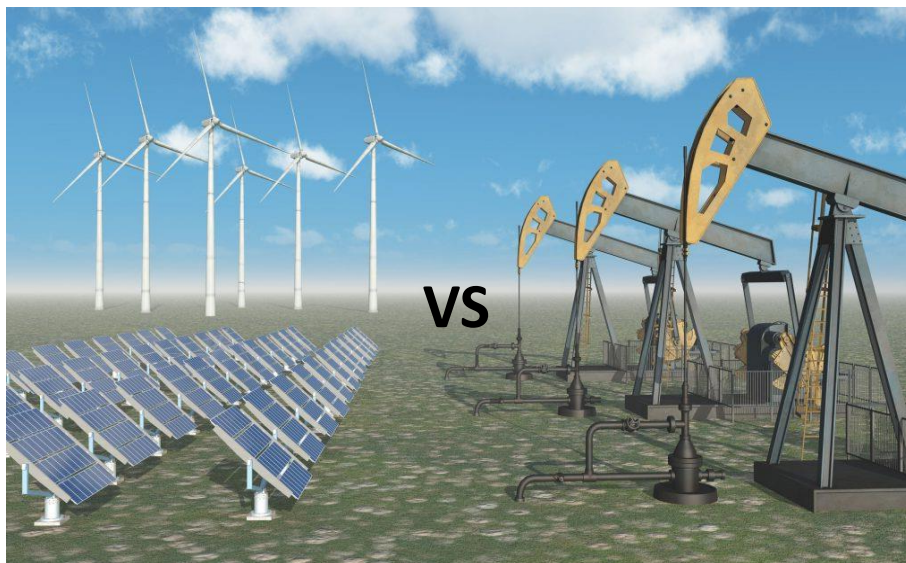
Экологические
мотивы



Энергетическая
безопасность
стран-
импортеров

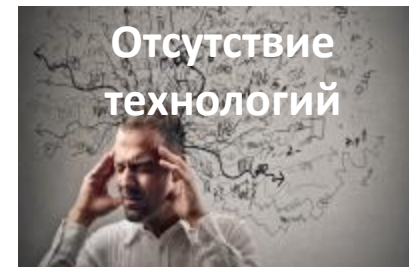


Экономия
энергии



Contra

Отсутствие
технологий



Инерционность
энергосистемы



Дороговизна
внедрения



«Энергопереход» – процесс объективно мотивированный, но его невозможно быстро осуществить при всем желании стейкхолдеров



Ключевые направления развития технологий по секторам потребления энергии

Технологии повышения энергетической эффективности бытовых приборов: светодиодное освещение, системы интеллектуального управления электроприборами и др.

Технологии «умного строительства»: активные и пассивные дома, ресурсно-эффективное градостроительство, интеллектуальные системы кондиционирования и отопления и др.

Бытовой сектор

Технологии альтернативных топлив: газомоторное топливо, электротранспорт, топливные элементы и др.

Технологии, направленные на повышение эффективности транспортных средств: снижение массы, модернизация ДВС и др.

Технологии новых видов транспорта: скоростные поезда, многоуровневый общественный транспорт и др.

Интеллектуальные технологии на транспорте: адаптивный круиз-контроль, системы управления потоками и др.

Транспортный сектор

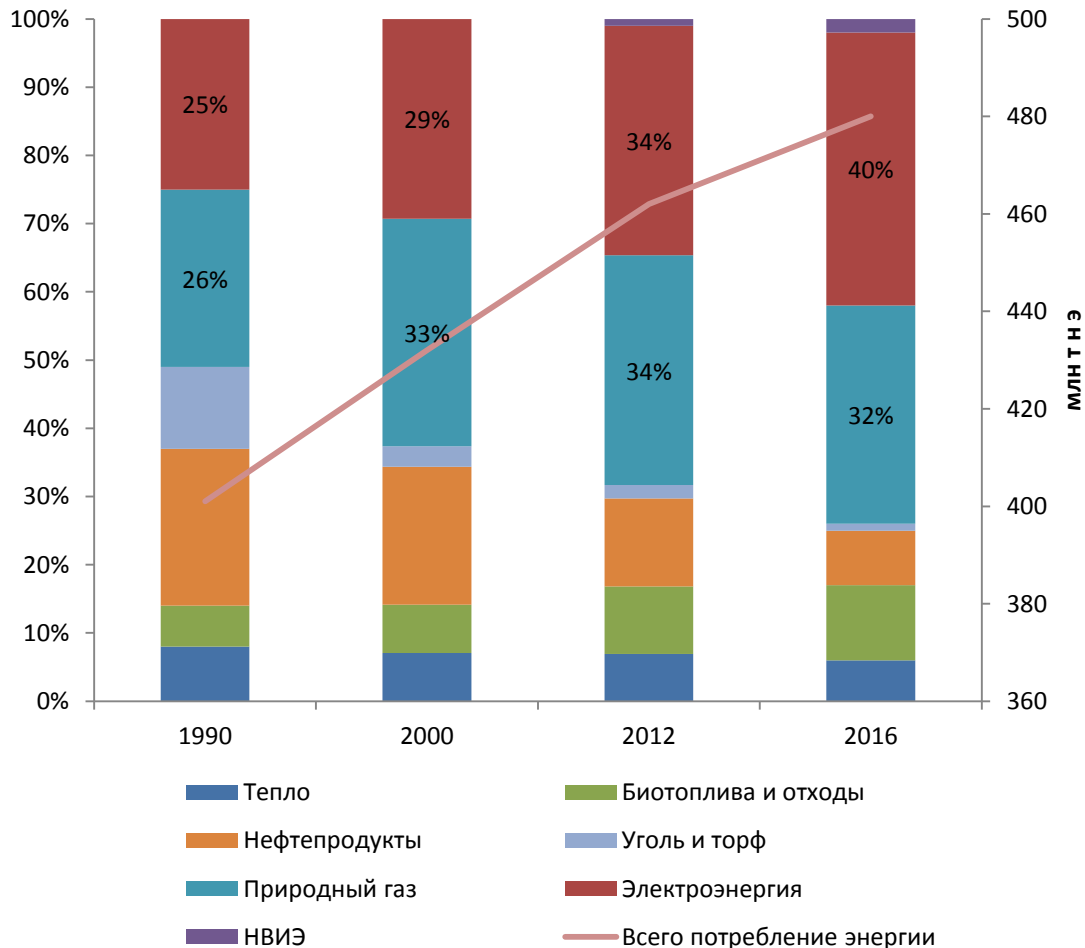
Технологии оптимизации энергопотребления: повышение энергетической эффективности промышленных установок, использование вторичных энергоносителей, теплоизоляция зданий и др.

Технологии энерго- и ресурсобеспечения новых промышленных производств: нефтегазохимии, производств металлов и сплавов, пластмасс, азотных удобрений, гелиевой промышленности и др.

Промышленный сектор



Структура потребления энергоресурсов домохозяйствами и коммерческим сектором Европы, %

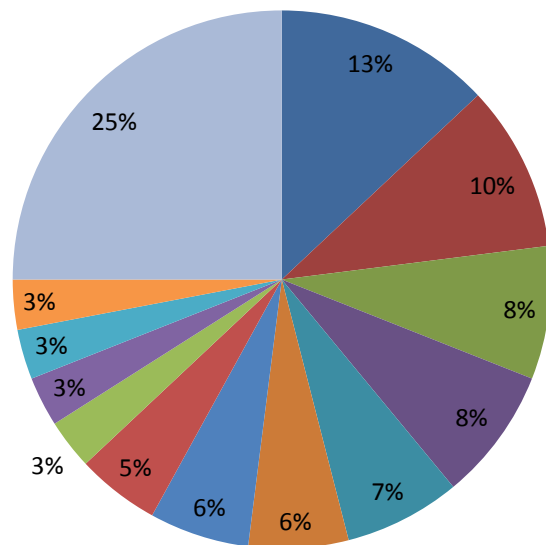


- Вытеснение относительно «грязного» угля и сравнительно дорогих нефтепродуктов очень наглядно иллюстрирует воззрения компании ВР на энергопереход, как на изменение потребительских предпочтений в пользу более экологичных источников энергии: природного газа, НВИЭ, электричества, биомассы;
- Электроэнергия становится наиболее удобным и универсальным энергоносителем, и как источник света, и как источник тепла;
- Прямое использование НВИЭ домохозяйствами всячески поддерживается и уже начинает подавлять в энергобалансе сектора электрическую энергию

Электрификация быта – ключевая тенденция в коммунально-бытовом секторе развитых стран. Интересно, что для стран развивающихся тоже, из-за эффекта «низкой базы»...

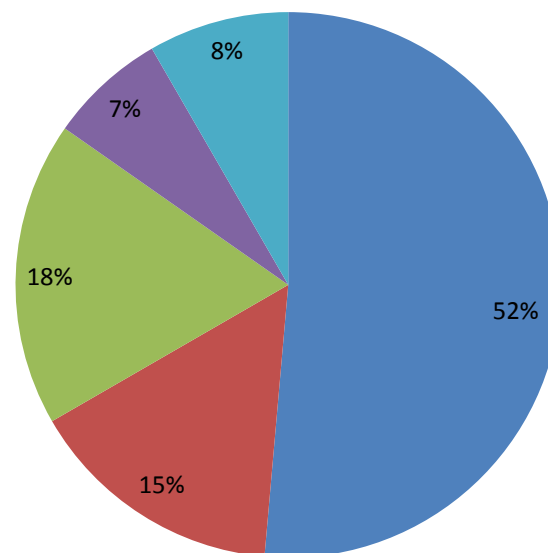


Доли крупнейших компаний-производителей электроприборов на мировом рынке



■ Whirlpool (EC) ■ Electrolux (EC) ■ Bosh-Siemens (EC) ■ Haier (Китай)
■ LG (Корея) ■ GE (США) ■ Samsung (Корея) ■ Panasonic (Япония)
■ Groupe SEB (EC) ■ Midea (Китай) ■ Indesit (EC) ■ Arçelik - Турция
■ Прочие

Доли крупнейших стран, которым принадлежат компании-крупнейшие производители электроприборов на мировом рынке



■ EC ■ Китай ■ Корея ■ Япония ■ США

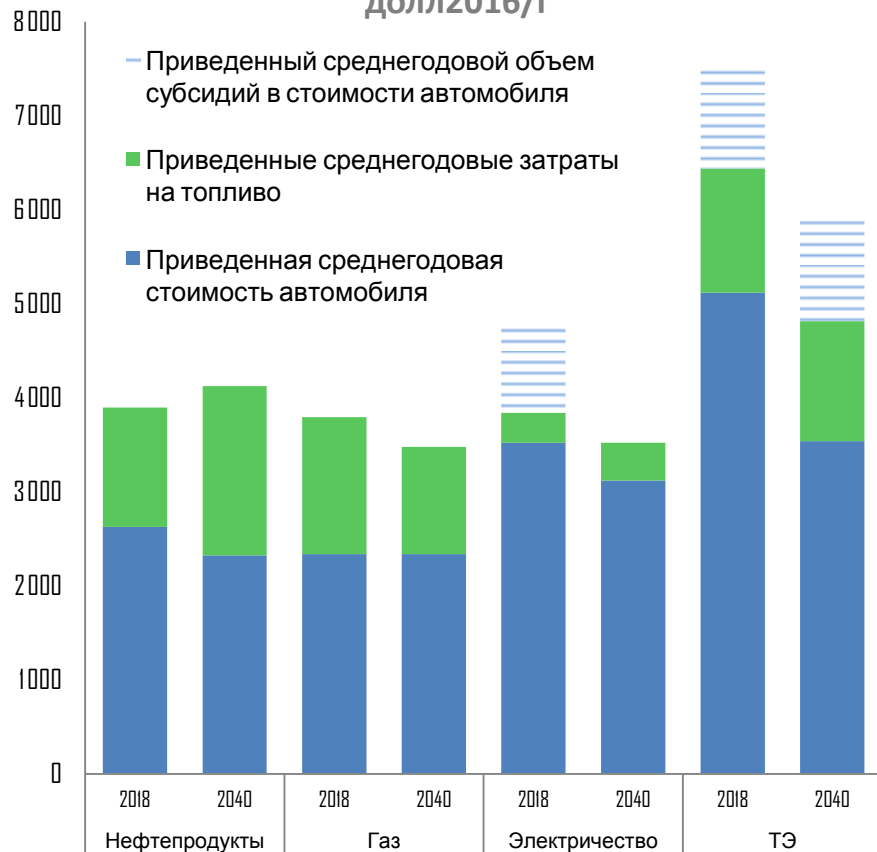
Процессы энергоперехода бытового сектора активно стимулируются наличием стандартов энергоэффективности и особенностями бытовых товаров, производимых в развитых странах и Китае и распространяемых по всему миру

«Энергопереход» в транспортном секторе это замена нефтепродуктов на электромобили

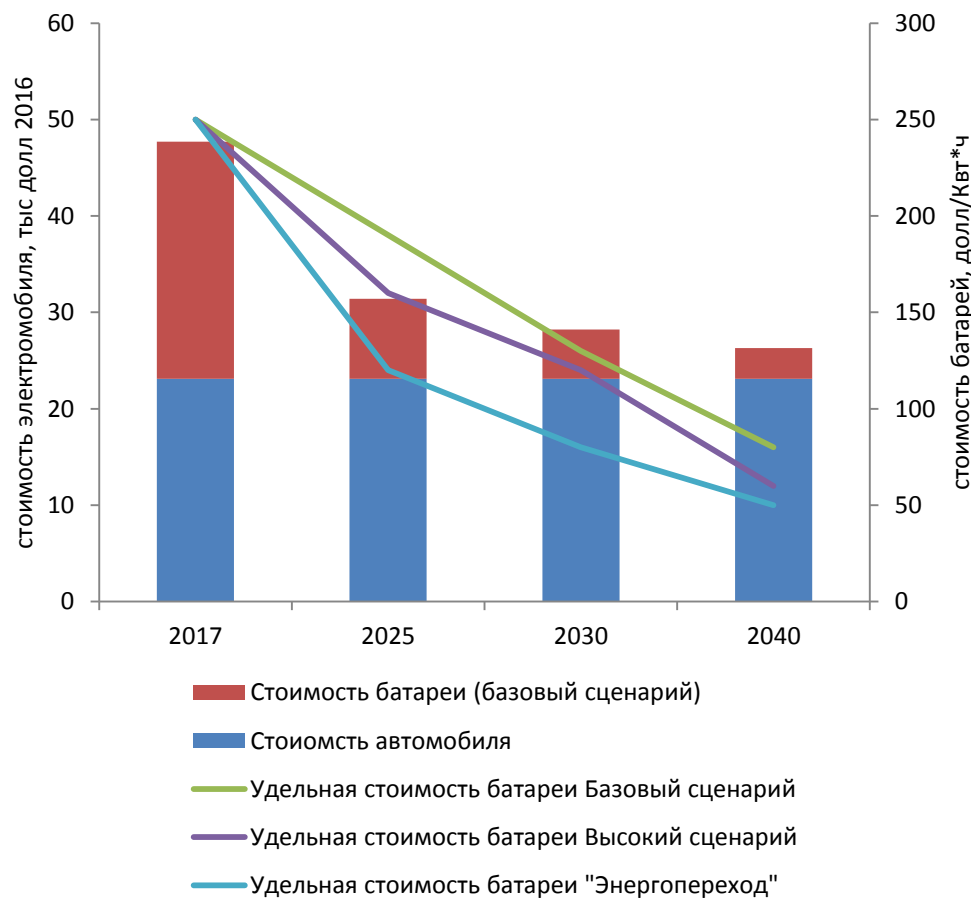


8

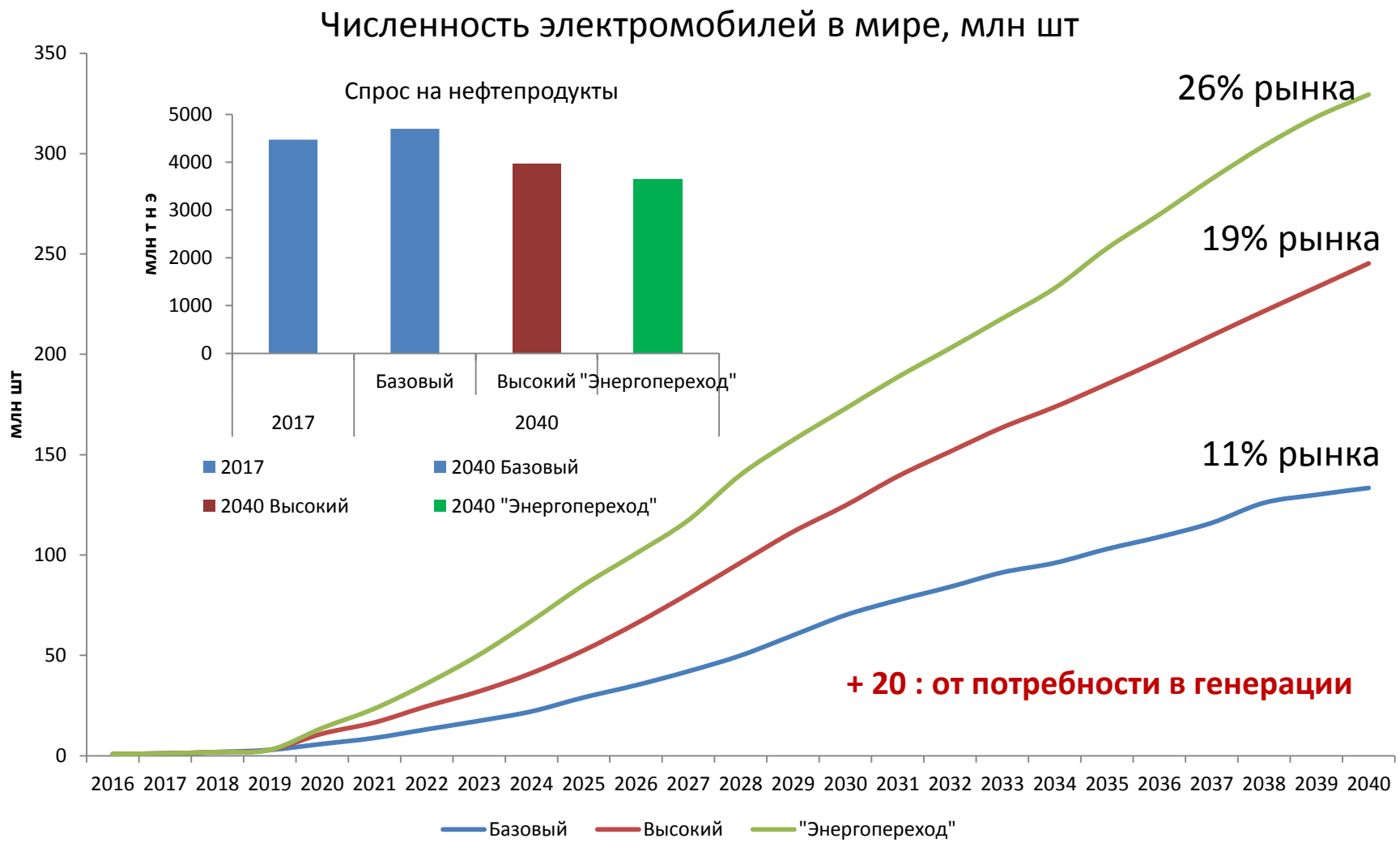
Удельная стоимость владения автомобилями на различных видах топлива, на примере США, долл 2016/г



Структура затрат в доналоговой стоимости электромобиля в США и прогнозные затраты на производство батарей



Вопрос скорости энергоперехода заключается в том, как быстро технологический прогресс в производстве батарей позволит отказаться от государственных субсидий за счет которых достигается конкурентоспособность электрокаров



Для вытеснения 1 млрд т нефтепродуктов с рынка потребуется уже к 2025г. Снизить стоимость батарей втрое и обеспечить зарядной инфраструктурой абсолютно все страны мира.



СПГ



S ↓ CO₂ ↓ CH₄ ↑

Сопоставимая цена
топлива

Слаборазвитая дорогая
инфраструктура

Требует значительного
переоборудования
силовых агрегатов

ДТ



S ↓ CO₂ ↓

+ 30-100% к цене топлива

Действующая портовая
инфраструктура

Не требует
переоборудования
силовых агрегатов

Скруббер(с-мы очистки)



S ↓ CO₂ ↑

Сопоставимая, или
меньшая цена топлива

Действующая портовая
инфраструктура

Требует значительного
переоборудования
силовых агрегатов

А вот для морского транспорта электроэнергия пока не рассматривается даже в качестве альтернативного направления энергоперехода



Мартеновские печи



Металлургия

Плазменные печи



Классические силовые агрегаты



Строительство

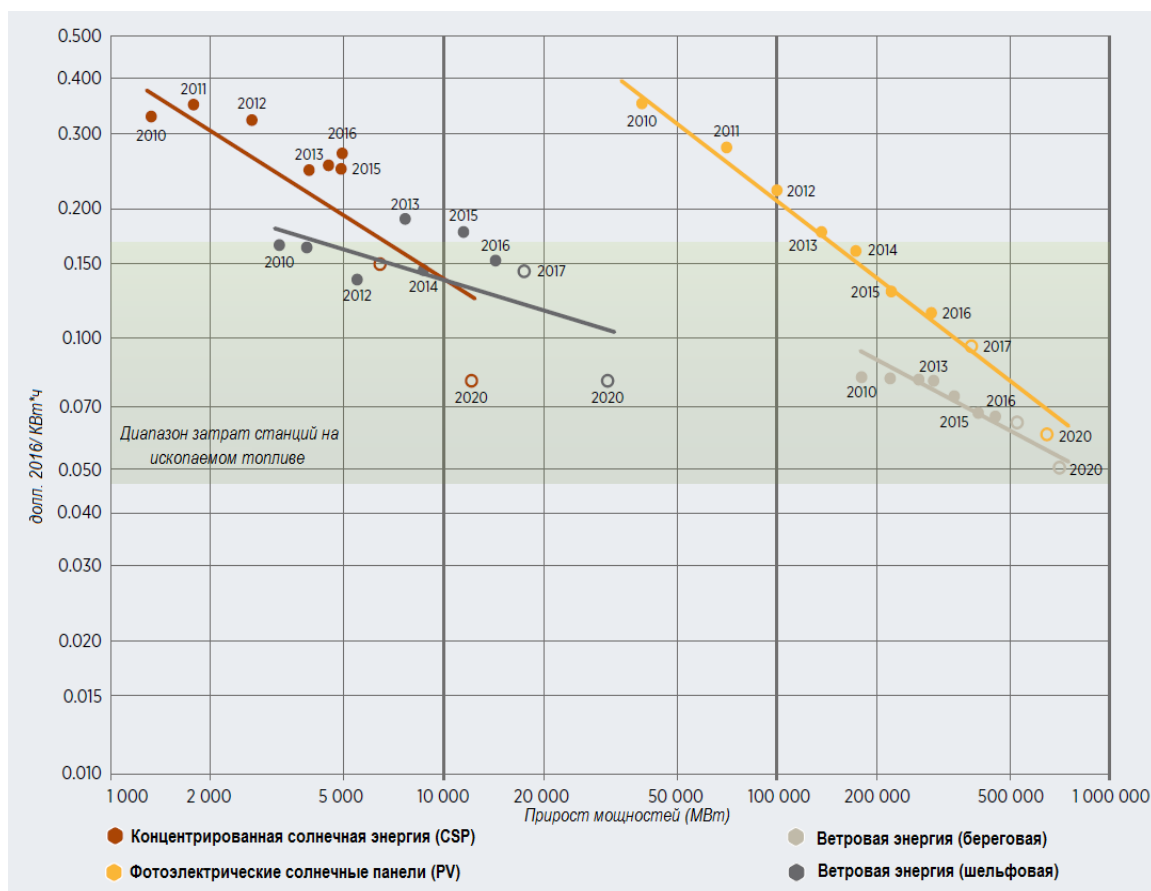
3D принтинг



Невероятно, но электрификация захватывает и промышленные процессы



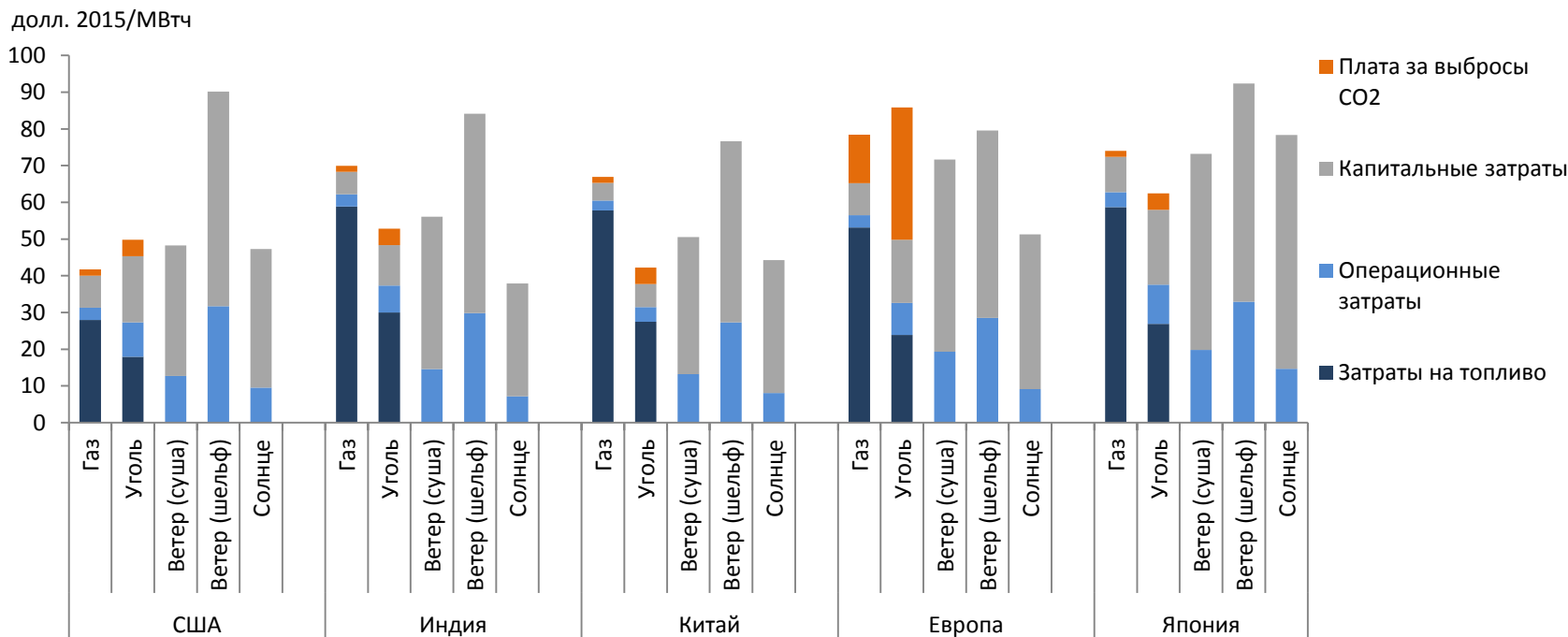
Кривые обучения по полным приведенным затратам для основных технологий ВИЭ, 2010-2020 гг.



ВИЭ по показателю полных приведенных затрат постепенно становятся конкурентоспособны с традиционной генерацией, однако требуют особого строения энергосистем...



Удельные дисконтированные затраты на генерацию электроэнергии по видам энергоресурсов по отдельным странам и регионам мира на 2040 г.



Источники: IEA Power Generation Assumptions WEO 2016, ИНЭИ РАН.

Примечание: расчеты выполнены при ставке дисконтирования 5%, ценах угля - 60 долл. 2015/т в США, 80 долл. 2015/т в Европе, 90 долл. 2015/т в Китае, Индии, Японии, ценах газа - 180 долл. 2015/тыс. куб. м в США, 340 долл. 2015/тыс. куб. м в Европе, 370-390 долл. 2015/тыс. куб. м в Китае, Индии и Японии, ценах на выбросы CO₂ - 5 долл. 2015/т в США, Японии, Китае, Индии, 40 долл. 2015/т - в Европе.

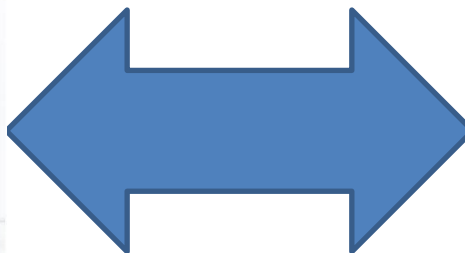
В большинстве регионов мира к 2040 году газ по показателю удельных дисконтированных затрат оказывается одной из самых дорогих альтернатив для сектора электроэнергетики



Накопление электроэнергии



?



Рост генерации на ископаемых топливах



Ключевые параметры энергосистем в случае использования накопителей (слева) или роста генерирующих мощностей на ископаемых топливах (справа)

Структура электробаланса

Возможна почти 100% генерация на ВИЭ

Требует поддерживающих мощностей на ископаемых топливах

Цены и тарифы

Для окупаемости накопителя нужны существенные перепады цены в пиковой и базовой нагрузке, высокие цены на электроэнергию

Возможно при любой тарификации цен на электроэнергию

Внедрение смарт-технологий

Требует обязательного внедрения смарт-технологий

Возможно без смарт-технологий

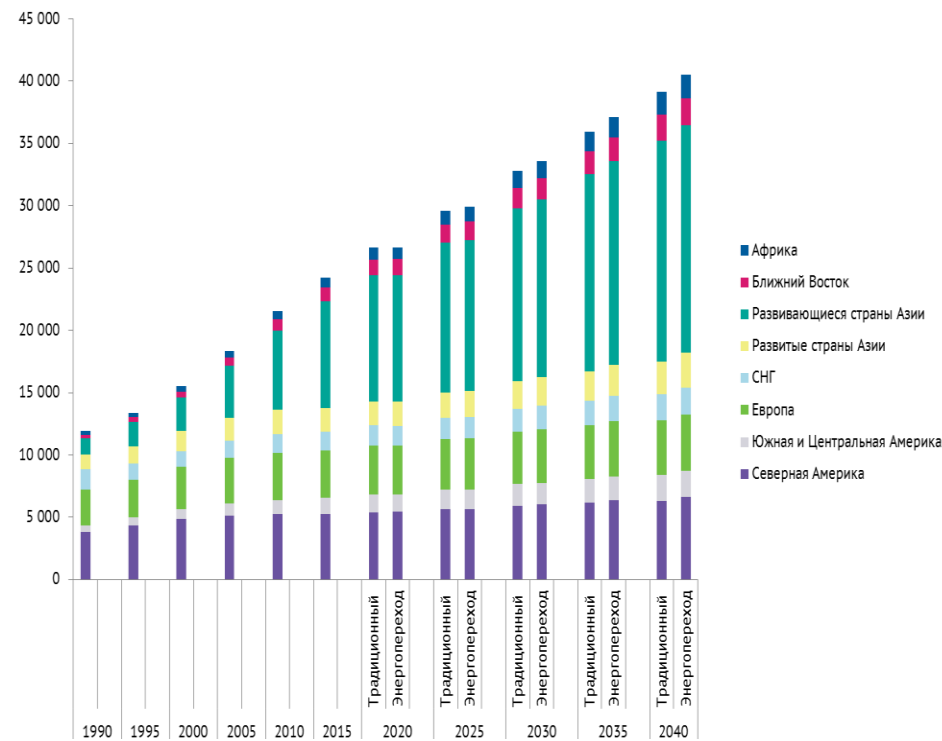
Энергобезопасность

Обеспечивает энергетическую безопасность стран-импортеров

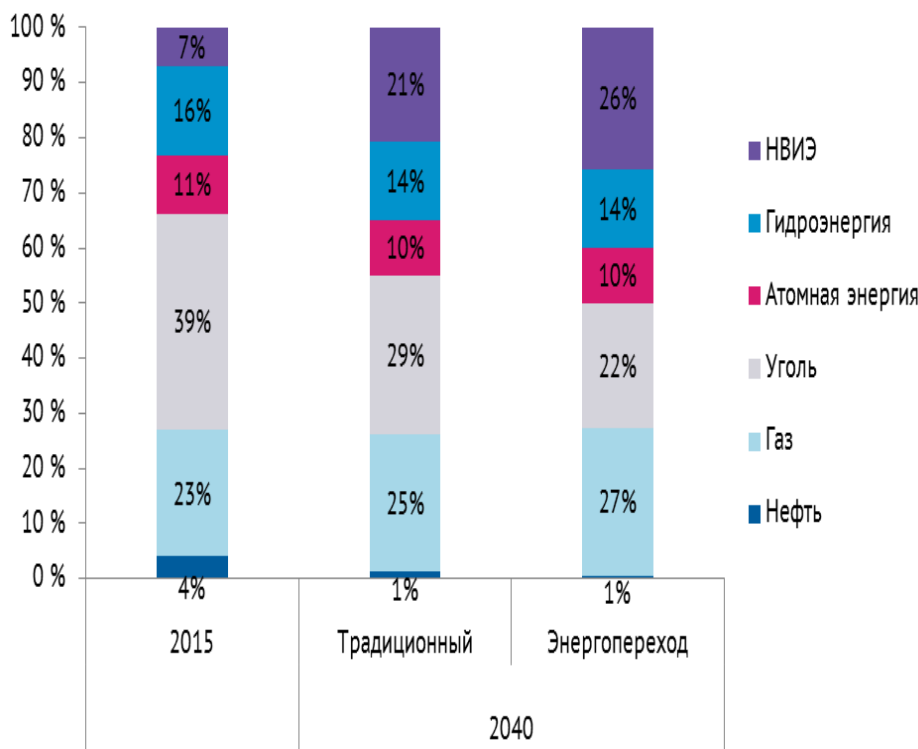
Сохраняет высокую зависимость от импортных топлив



Прогноз потребления электроэнергии по регионам мира для двух сценариев, ТВт*ч



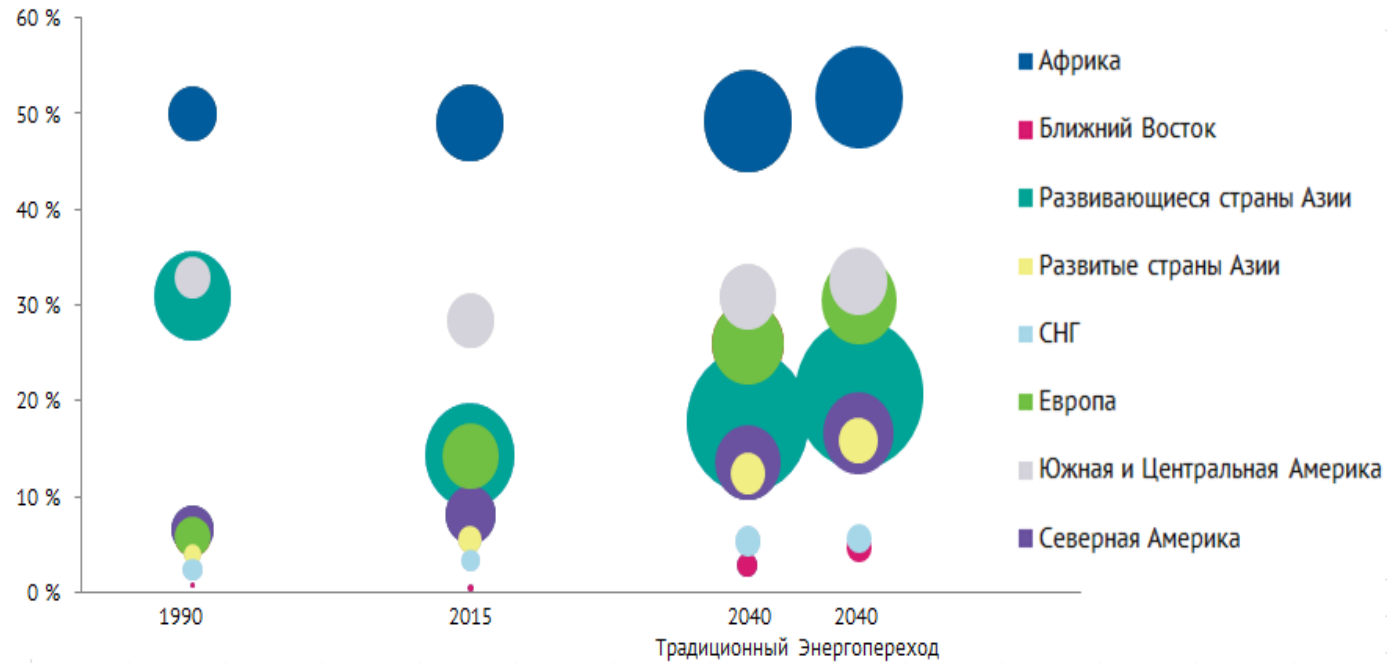
Изменение структуры использования отдельных видов топлива в производстве электроэнергии для двух сценариев, %



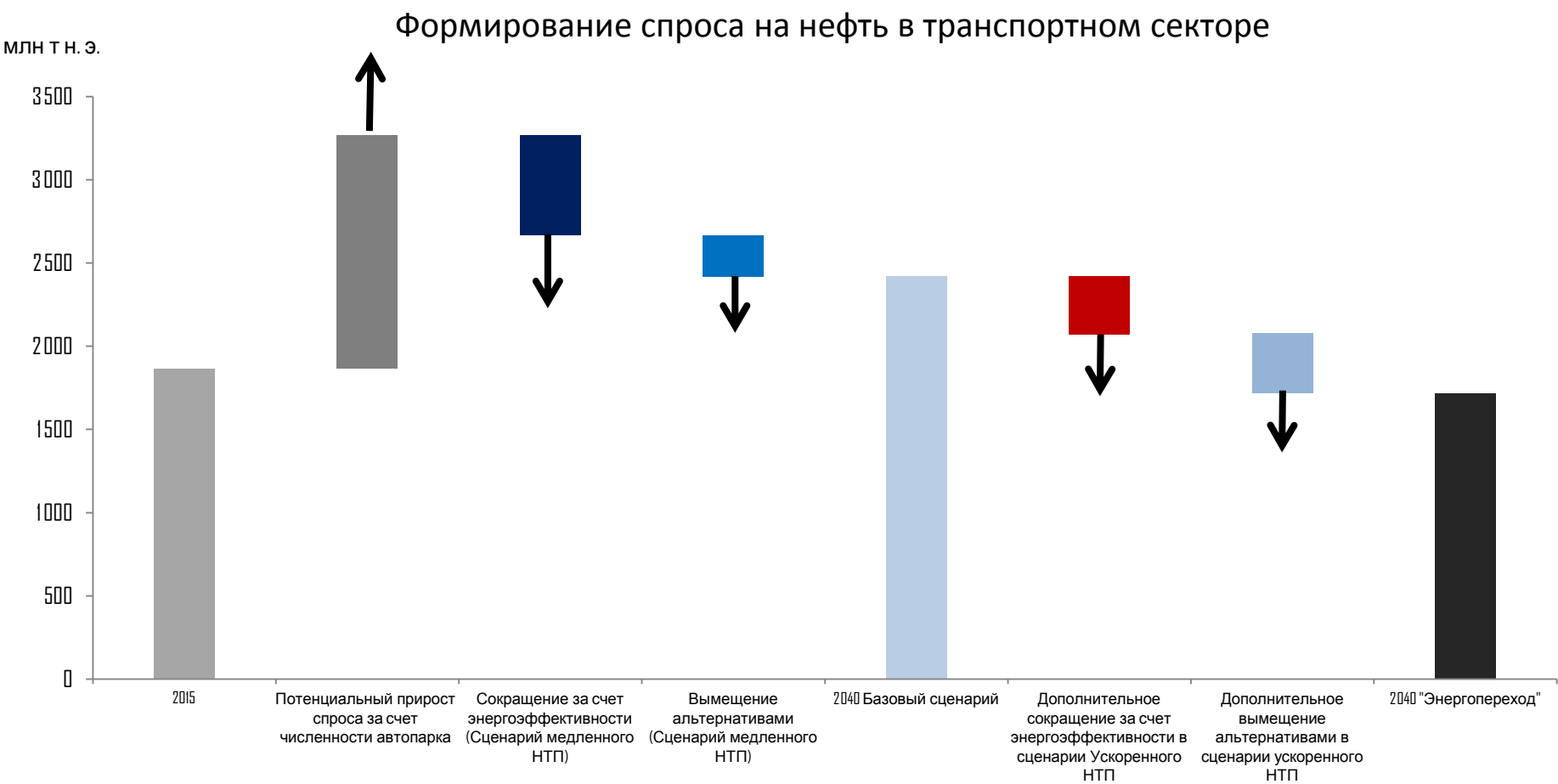
Рост генерации на основе возобновляемой энергетики – объективный, уже сформировавшийся тренд, однако скорость вымещения традиционных топлив из баланса пока непонятна



Доля ВИЭ в энергобалансе регионов (левая шкала) и объемы потребления (размер круга), млн т н.э.



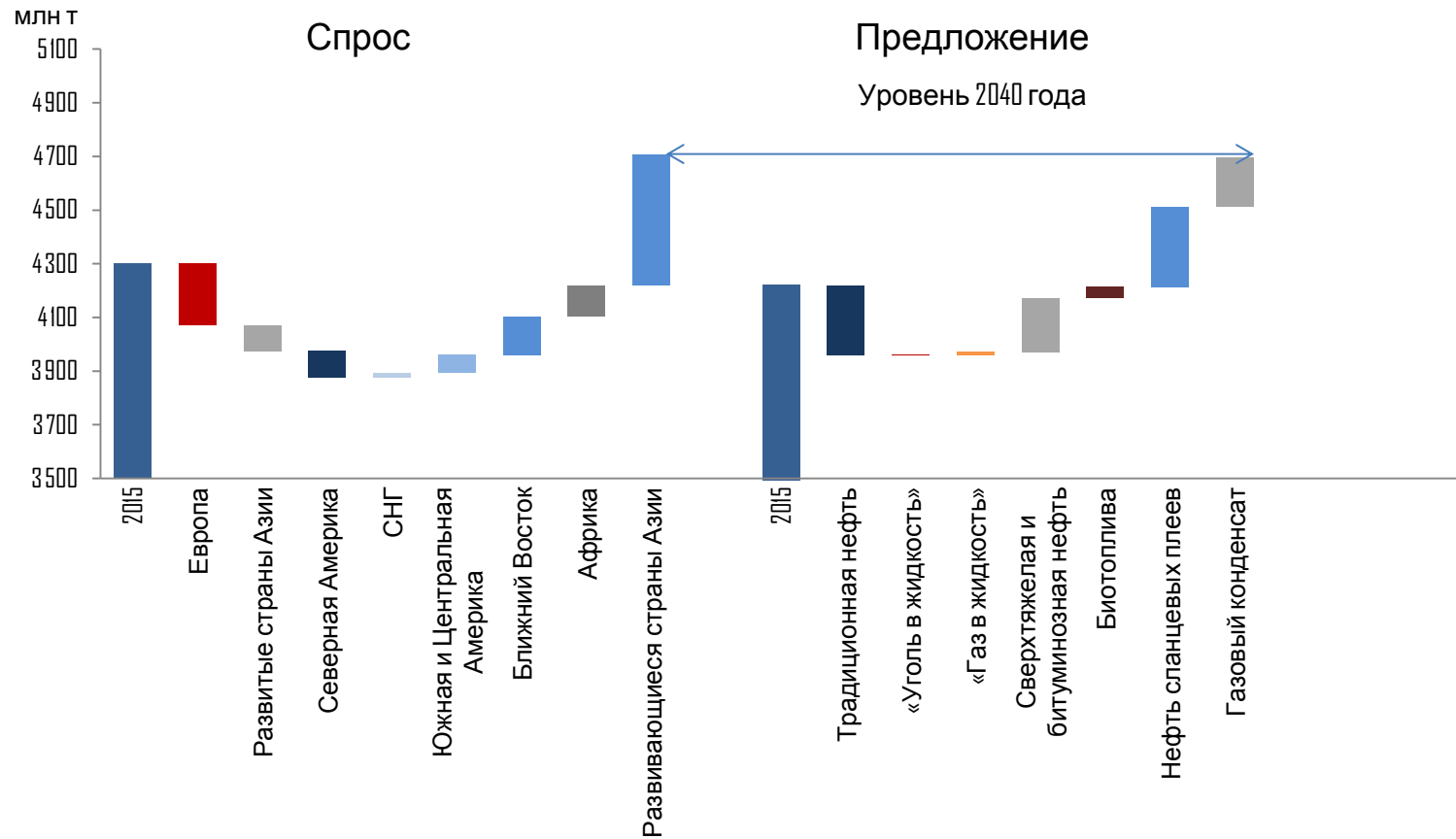
Доминирование ВИЭ в электробалансе не означает его доминирования в энергобалансе



Для транспортного сектора «Энергопереход» в обозримом будущем не виден, нефтепродукты продолжают оставаться доминирующим топливом, однако спрос на них вполне может существенно снизиться.



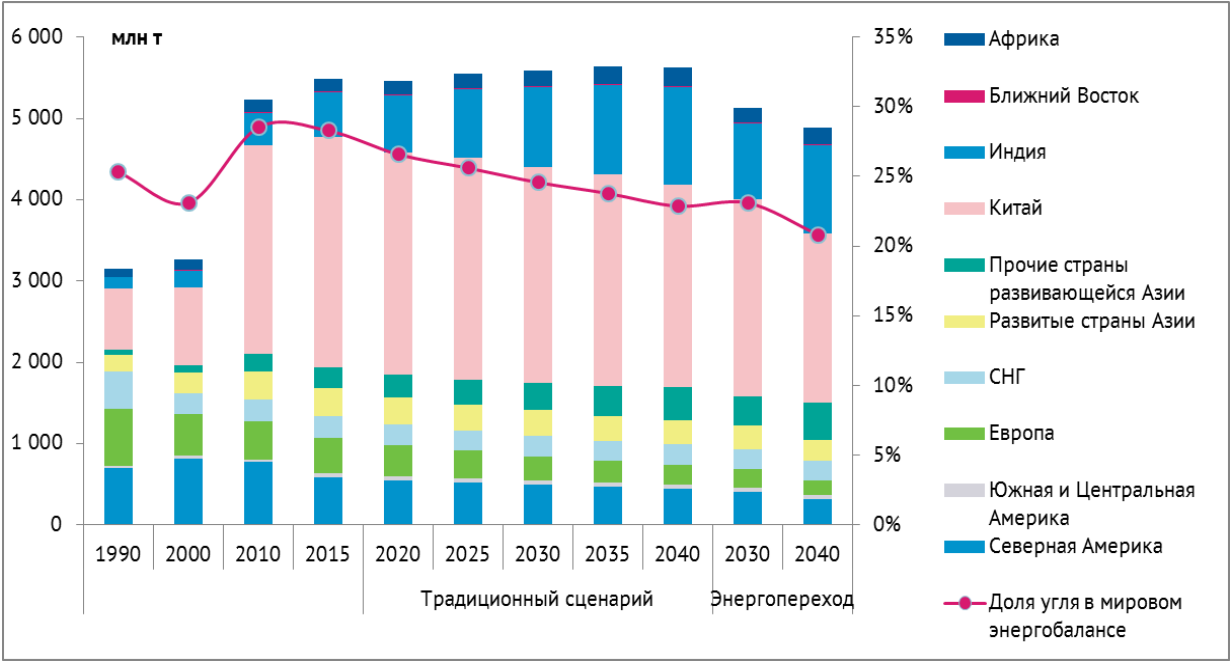
Балансирование мирового спроса и предложения жидких топлив с 2017 к 2019 гг.



При этом борьба за сужающийся рынок существенно обострится из-за конкурентоспособных производителей «нетрадиционной нефти»



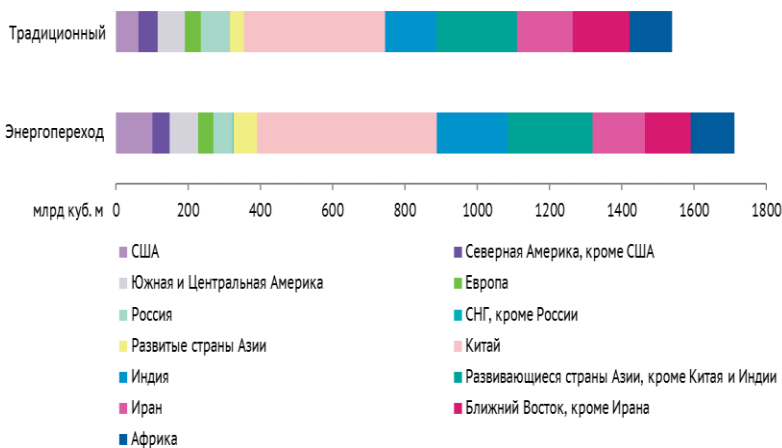
Прогноз потребления угля по регионам мира
для двух сценариев



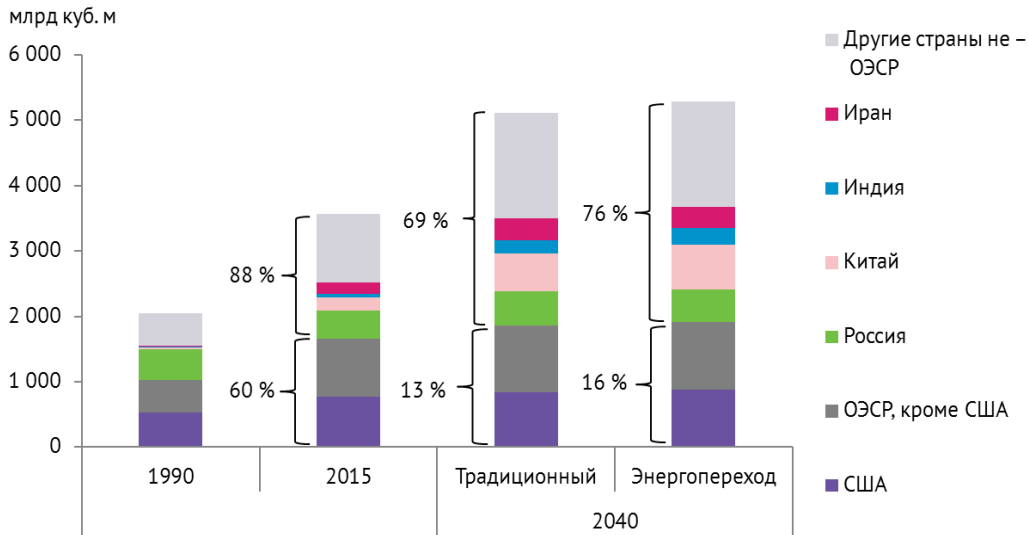
Ключевым драйвером сокращения мирового спроса на уголь станет резкое сокращения потребления этого вида ископаемого топлива в странах ОЭСР. Кроме того, замедлится прирост спроса на твердые топлива в развивающихся странах, за счет резкого сокращения потребления угля в Китае, который хоть и прошел «пик спроса» на этот вид топлива еще в 2013 г., в 2015 г. занимал 52 % в мировом потреблении угля



Прирост спроса на газ в период с 2015 по 2040 гг. по регионам и крупнейшим странам мира по двум сценариям



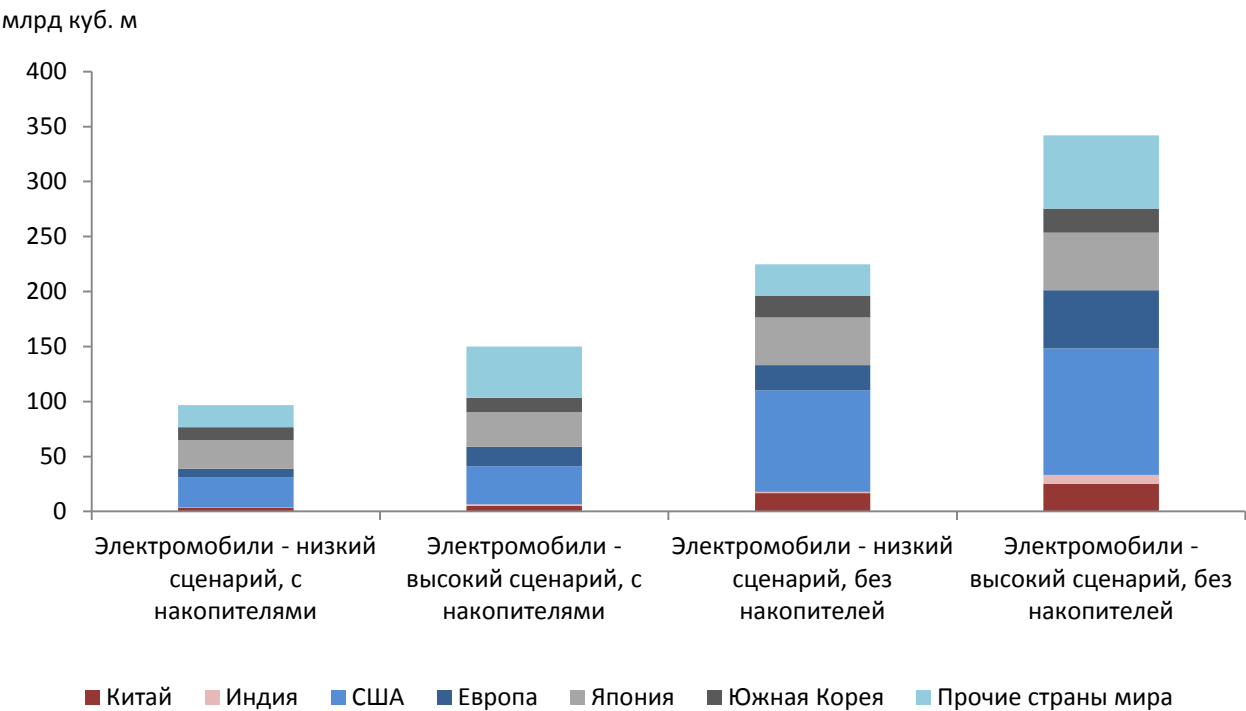
Спрос на газ по регионам и крупнейшим странам мира в 2015 и 2040 гг. и рост за 1990-2015 гг., 2015-2040 гг. по сценариям



В варианте «Энергоперехода» спрос на газ по миру оказывается даже большим, из-за более высоких темпов электрификации



Дополнительный спрос на газ в электрогенерации по отдельным странам и регионам мира по сценариям на 2040 г.



Источник: прогноз ИНЭИ РАН.

К 2040 г. развитие электромобилей приведет к увеличению мирового спроса на газ на 2-7% в сравнении с базовым сценарием (без электромобилей).



- Кейс 1. Нужны ли ВИЭ российской энергетике?

Обоснуйте необходимость применения ВИЭ в России, определите области их применения и конкурентоспособность, по сравнению с традиционными источниками энергии.

- Кейс 2. Может ли поехать электромобиль в России?

Обоснуйте необходимость перехода на электротранспорт в России, как в сегменте легковых автомобилей, так и в сегменте грузового и крупнотоннажного транспорта. Оцените перспективы перехода и конкурентоспособность электротранспорта и альтернатив.

- Кейс 3. Газ – лучший выбор для российской энергосистемы!

Докажите, что природный газ – лучший выбор для российской электроэнергетики и сегмента генерации тепла и энергии, как по экономическим так и по экологическим причинам, оцените перспективы природного газа в транспорте

- Кейс 4. Может ли «Энергопереход» стать благом для российской экономики?

Очевидно, что Россия страна-экспортер углеводородов, и снижение мирового спроса на наши энергоносители приведет к стагнации в экономике. Есть ли положительные стороны у происходящей трансформации?

Спасибо за внимание!

Отдел исследования энергетического комплекса мира и
России ИНЭИ РАН

Грушевенко Дмитрий

Москва

29 ноября 2018

grushevenkod@gmail.com

