Перспективы развития транспортной и распределенной энергетики

Онищенко Дмитрий Олегович

Вопрос:

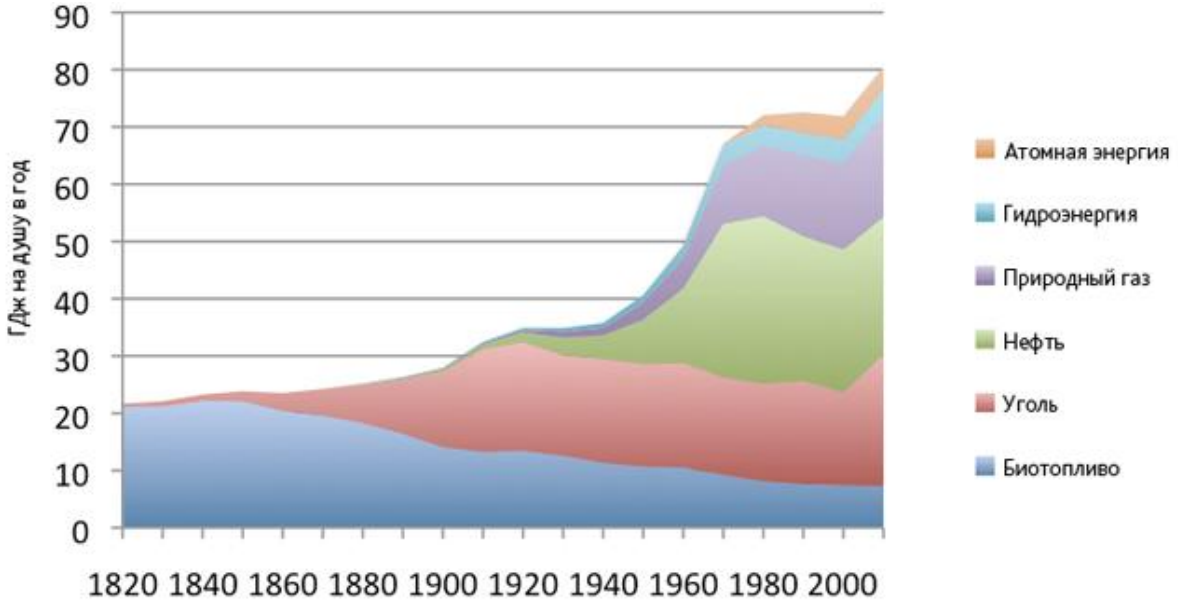
Какие силовые установки будут доминировать в автомобилях будущего в перспективе 20-50 лет?

1. Только электромобили, тепловые двигатели загрязняют окружающую среду, динамика электромобилей гораздо лучше.
2. Топливные элементы позволят использовать преимущества электродвижения и не создадут проблем, связанных с необходимостью увеличения мощностей стационарных электростанций в случае отказа от тепловых двигателей.
3. Высокоэффективная комбинированная (гибридная) силовая установка на базе теплового двигателя с высоким уровнем утилизации энергии, использующая универсальное синтетическое моторное топливо.
4. В зависимости от типа транспортного средства и от региона будут применяться различные типы силовых установок, как классические ДВС, так и описанные в пп. 1-3 перспективные силовые установки.
5. Будущее туманно, скорее всего, колесные транспортные средства полностью утратят свою актуальность

Энергетическая и экологическая проблемы цивилизации

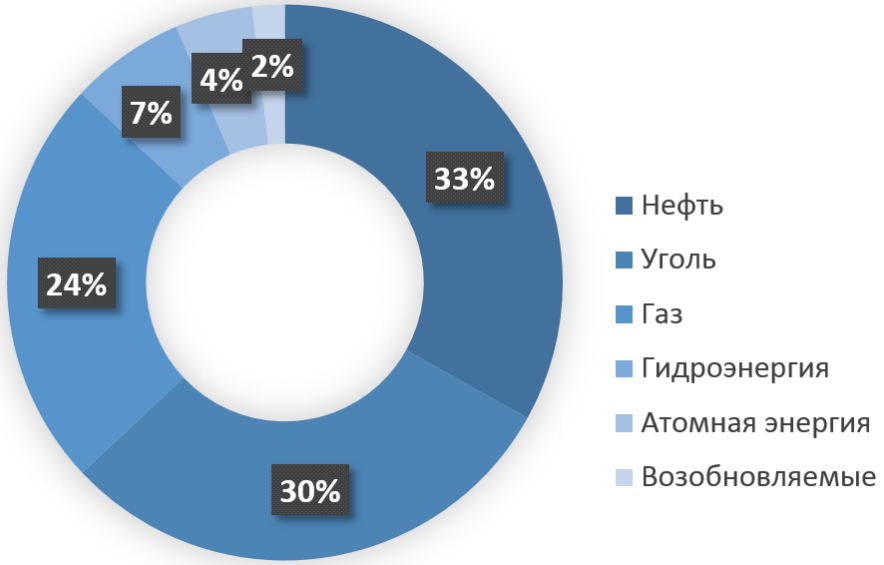
В настоящее время существует тенденция к росту потребления энергии не только в результате роста населения планеты, но и в результате роста удельного энергопотребления. Необходимо проведение мероприятий по повышению энергоэффективности и развитию более экологически чистого производства энергии.

Мировое потребление энергии по типам на душу

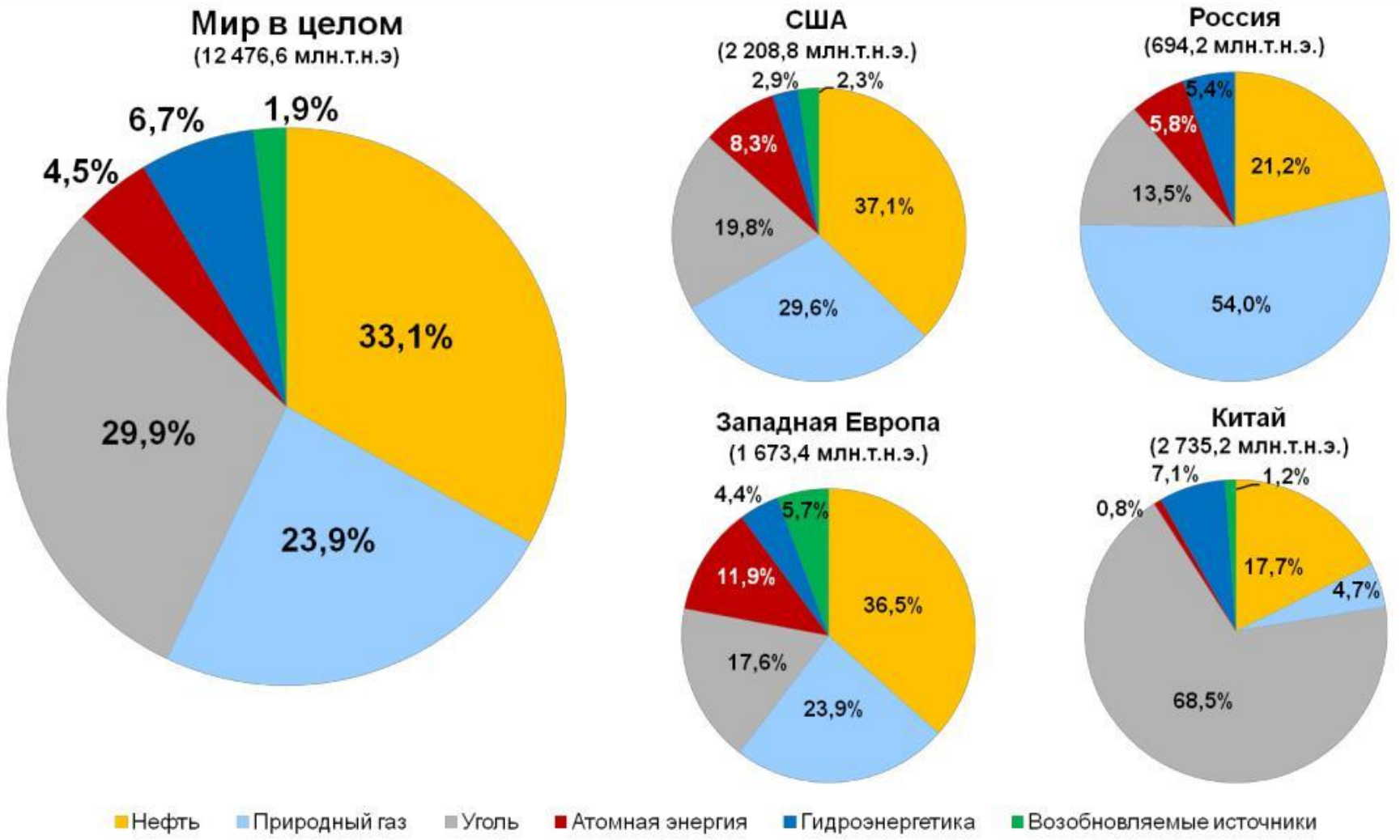


Источник: Energy Transitions: History, Requirements, Prospects, 2010

Мировое потребление энергии



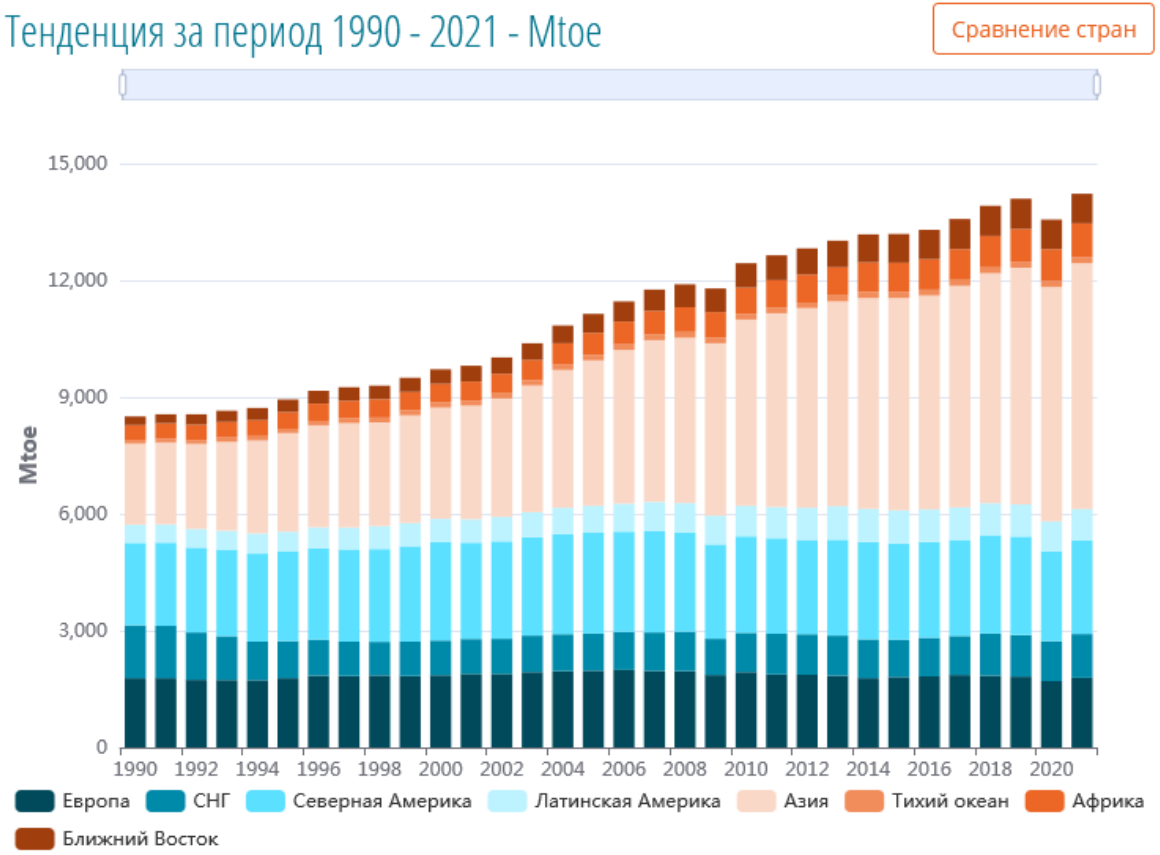
Источник: BP Statistical Review of World Energy 2013

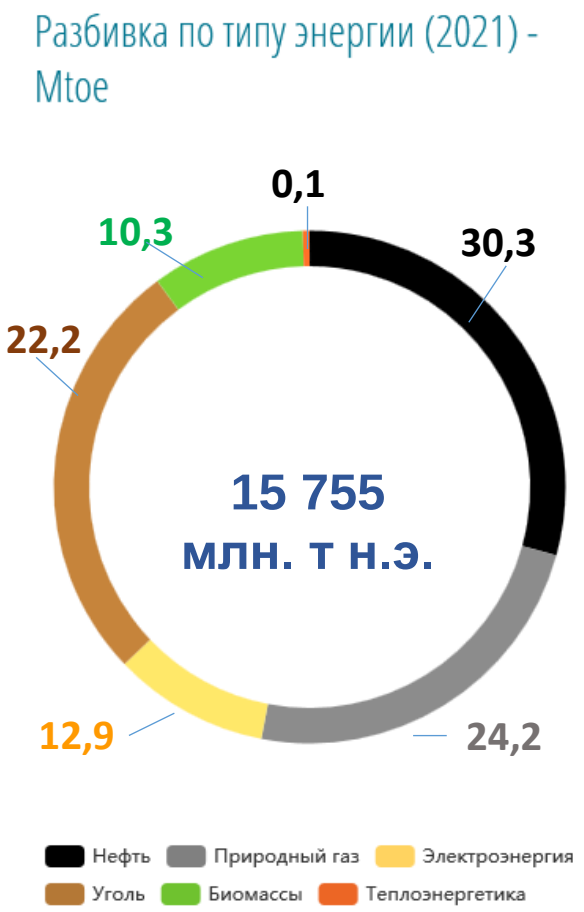

Мир в целом
(12 476,6 млн.т.н.э)
33,1%
23,9%
29,9%
4,5%
6,7%
1,9%
США
(2 208,8 млн.т.н.э.)
37,1%
29,6%
19,8%
8,3%
2,9%
2,3%
Россия
(694,2 млн.т.н.э.)
21,2%
54,0%
13,5%
5,8%
5,4%
Западная Европа
(1 673,4 млн.т.н.э.)
36,5%
23,9%
17,6%
11,9%
4,4%
5,7%
Китай
(2 735,2 млн.т.н.э.)
17,7%
4,7%
68,5%
0,8%
7,1%
1,2%
Нефть
Природный газ
Уголь
Атомная энергия
Гидроэнергетика
Возобновляемые источники

Энергетическая и экологическая проблемы цивилизации

В настоящее время существует тенденция к росту потребления энергии не только из-за увеличения численности населения планеты, но и в результате роста удельного энергопотребления. Необходимо проведение мероприятий по повышению энергоэффективности и развитию более экологически чистого производства энергии.

Мировое потребление энергии в 2021 году



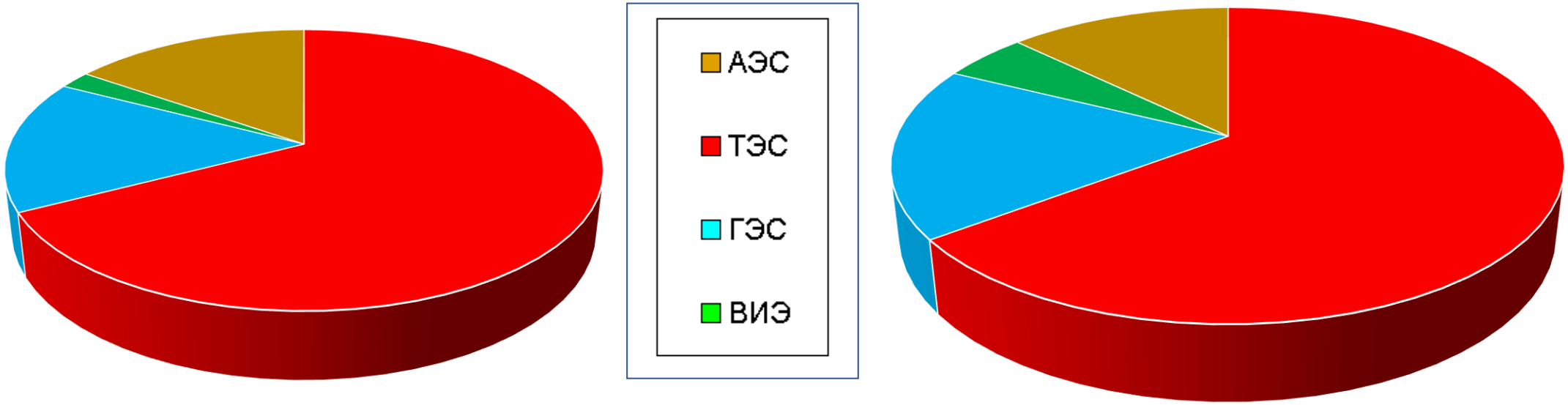


Источники информации:
1. https://energystats.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html
2. https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2021/Energo102.pdf?ysclid=l8acm7cdl0173454110

Энергетическая и экологическая проблемы цивилизации

Диаграммы распределения долей разных типов электростанций в суммарном производстве электроэнергии в мире

2000 г. **2030 г.**

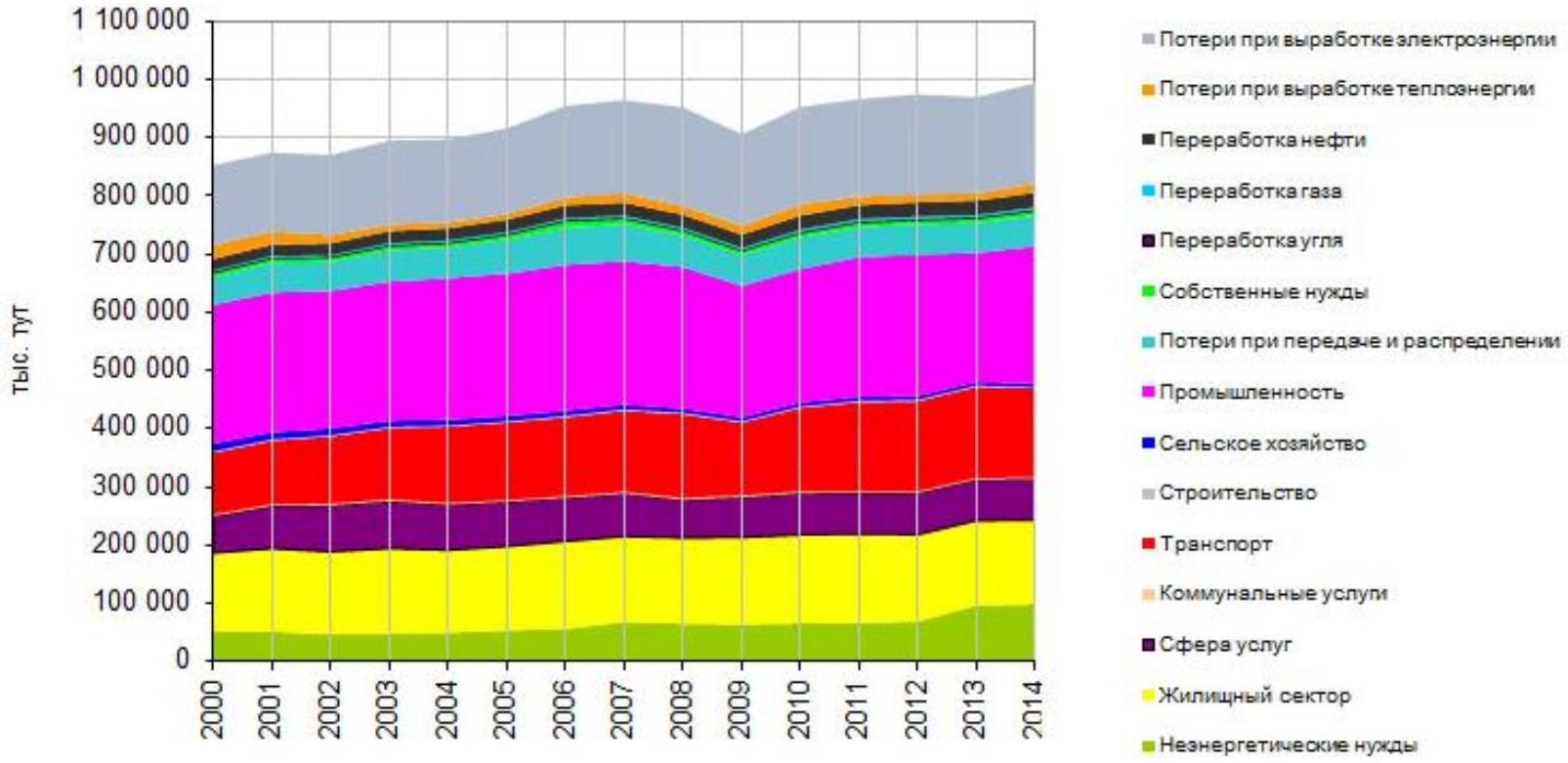


Увеличение выработки электроэнергии на 20%

Стратегирование транспортной и стационарной энергетики

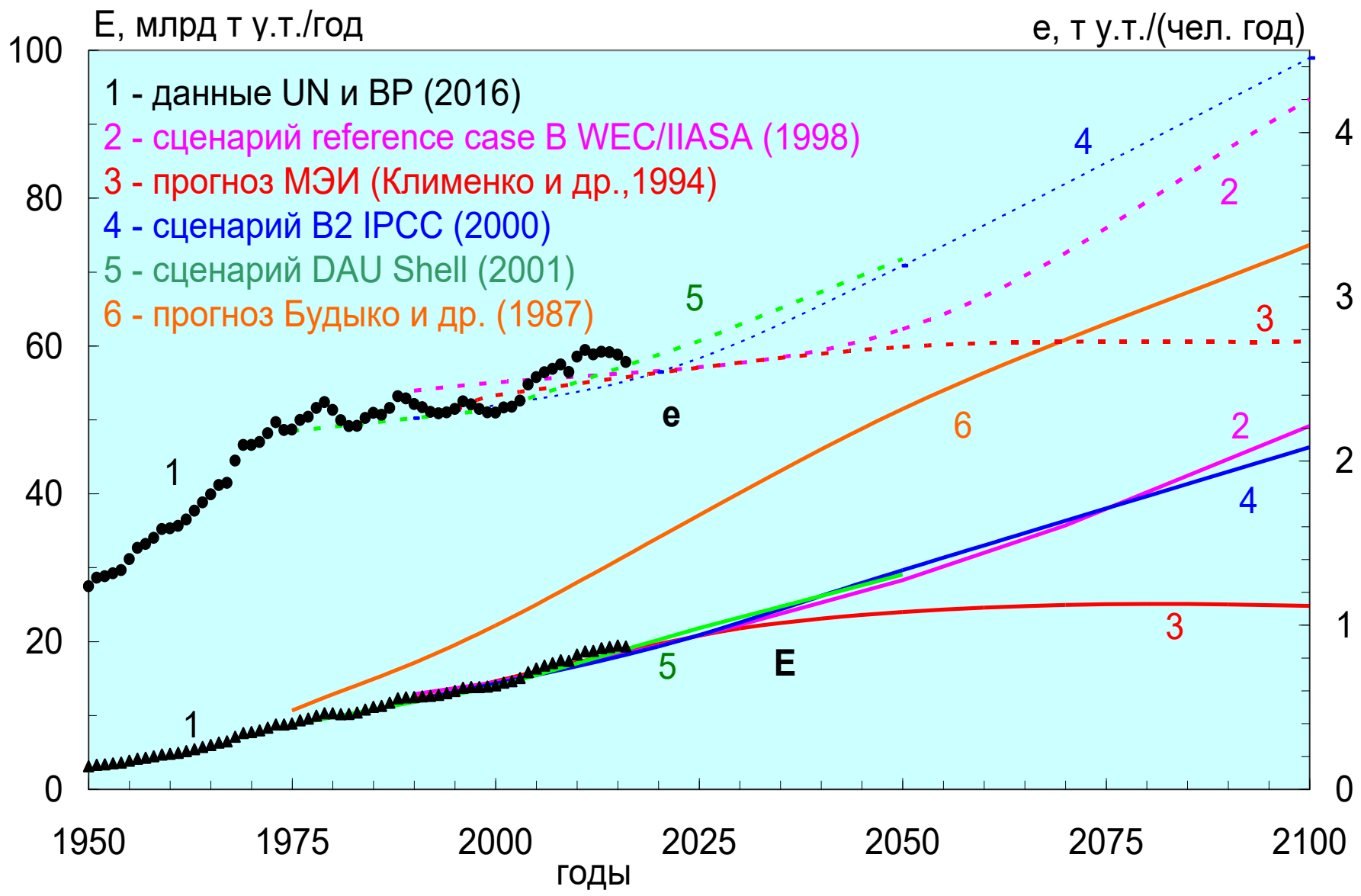
С учетом состояния технического уровня развития транспортной и стационарной энергетики, существует необходимость совместного их стратегирования с целью развития технологии **Smart Grid**, как одного из элементов создания эффективной и экологичной энергетики.

Динамика энергопотребления по основным секторам

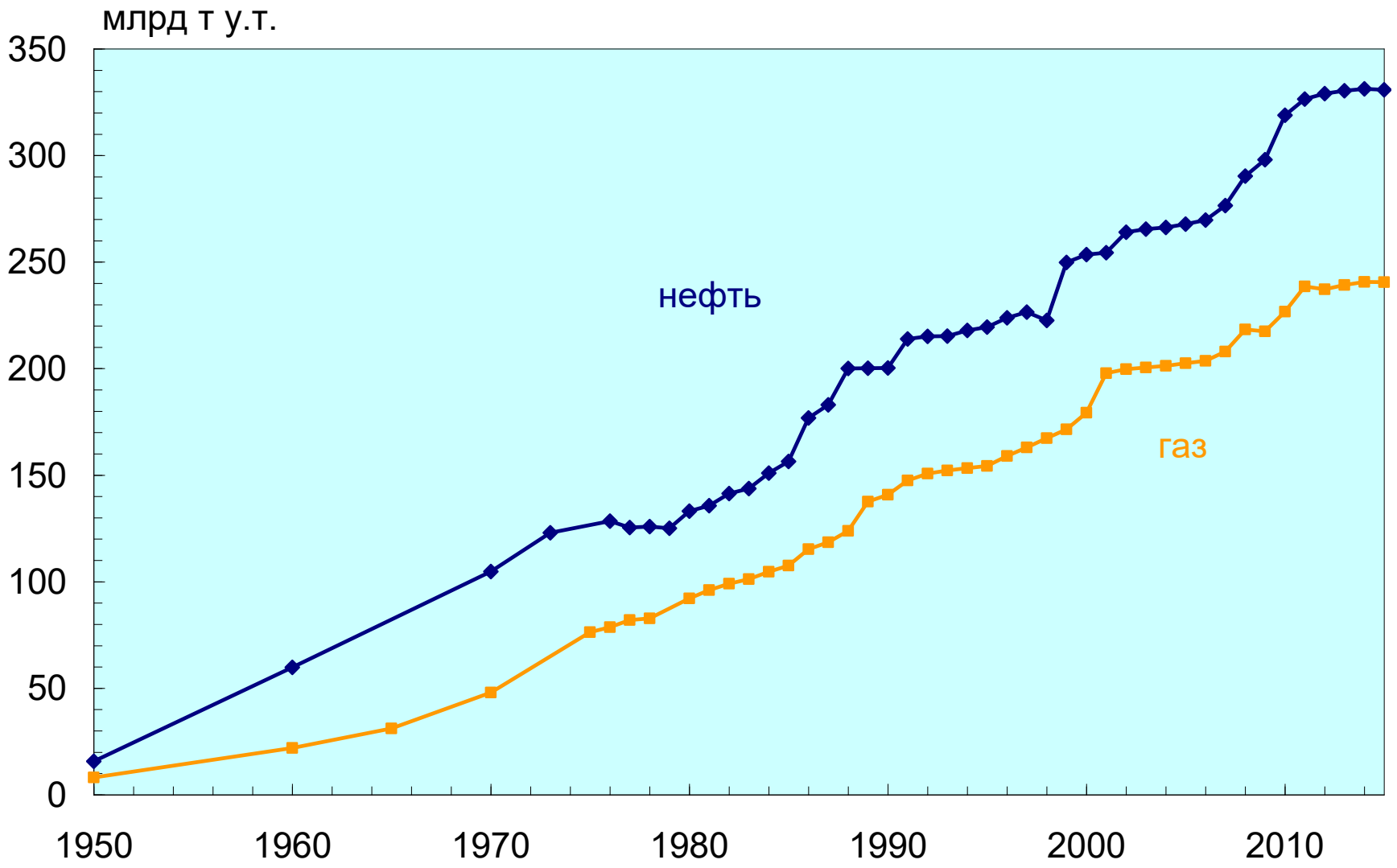


Источник: И.А. Башмаков, А.Д. Мышак. Динамика потребления энергии и энергоемкости ВРП в регионах России. Езда с поднятым капотом. // Электронный журнал «ЭНЕРГОСОВЕТ» № 2/2016. – С. 12-20.

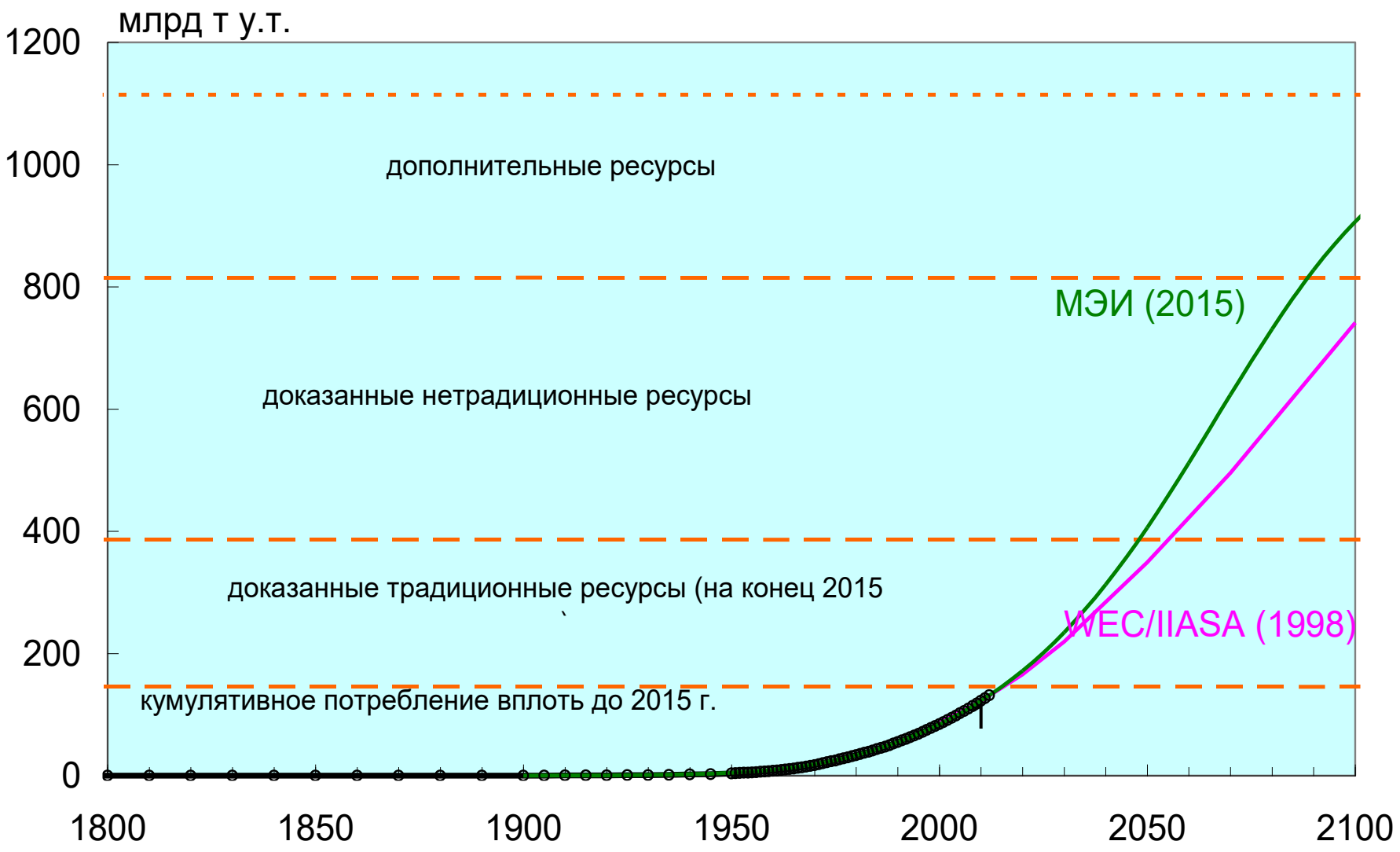
Прогнозирование энергопотребления в мире



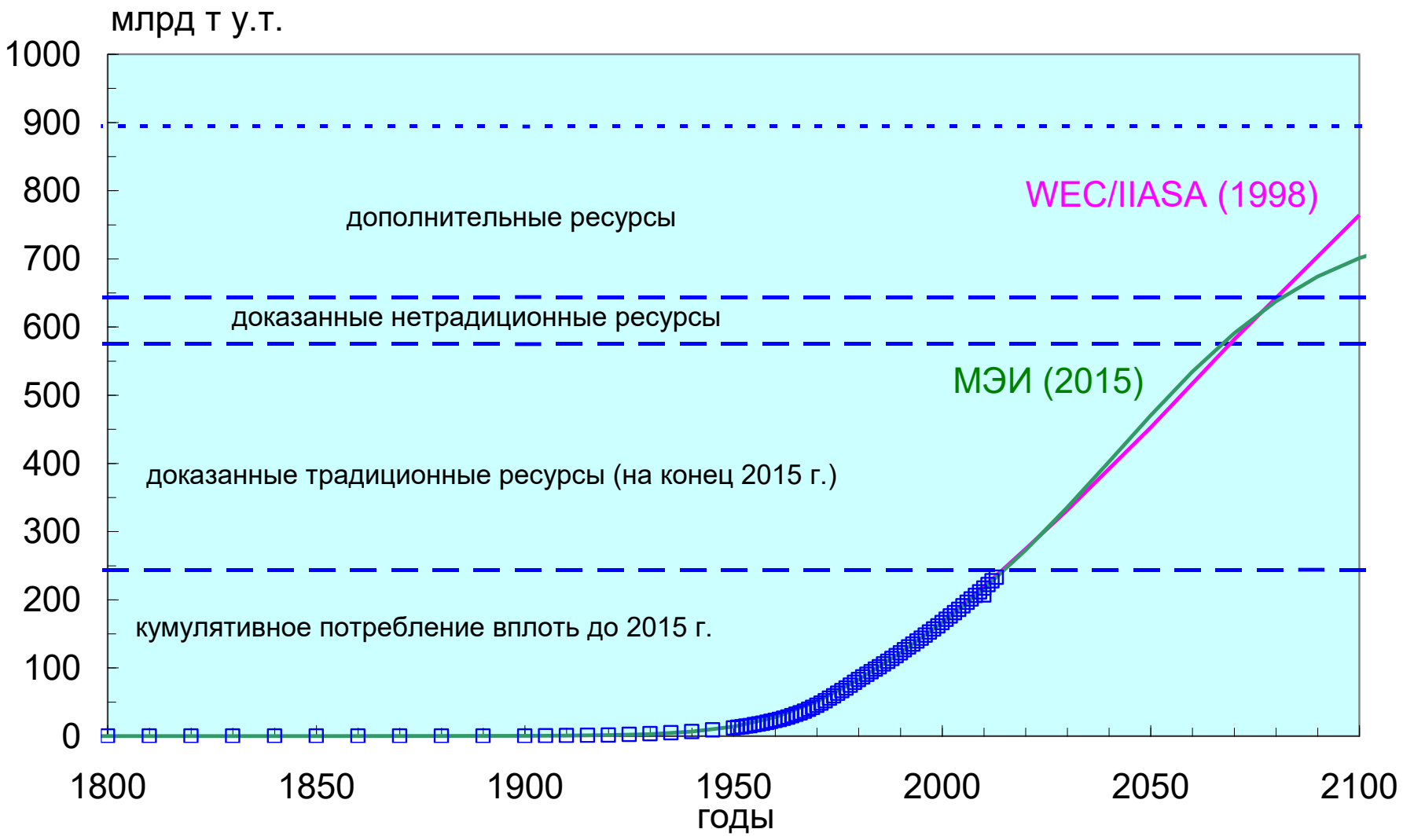
Оценки мировых традиционных ресурсов органического топлива (источник: Oil & Gas Journal)



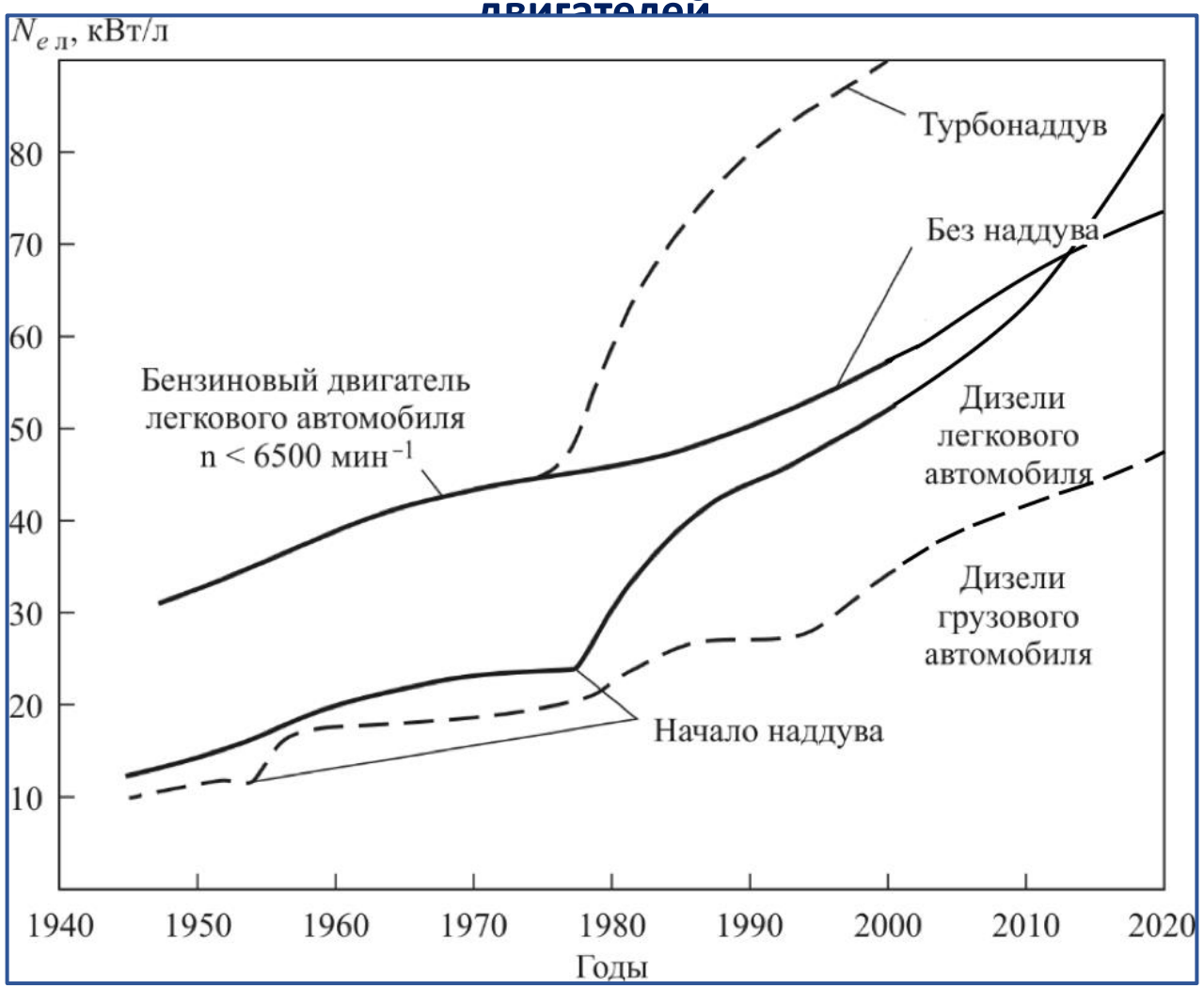
Кумулятивное потребление газа в мире



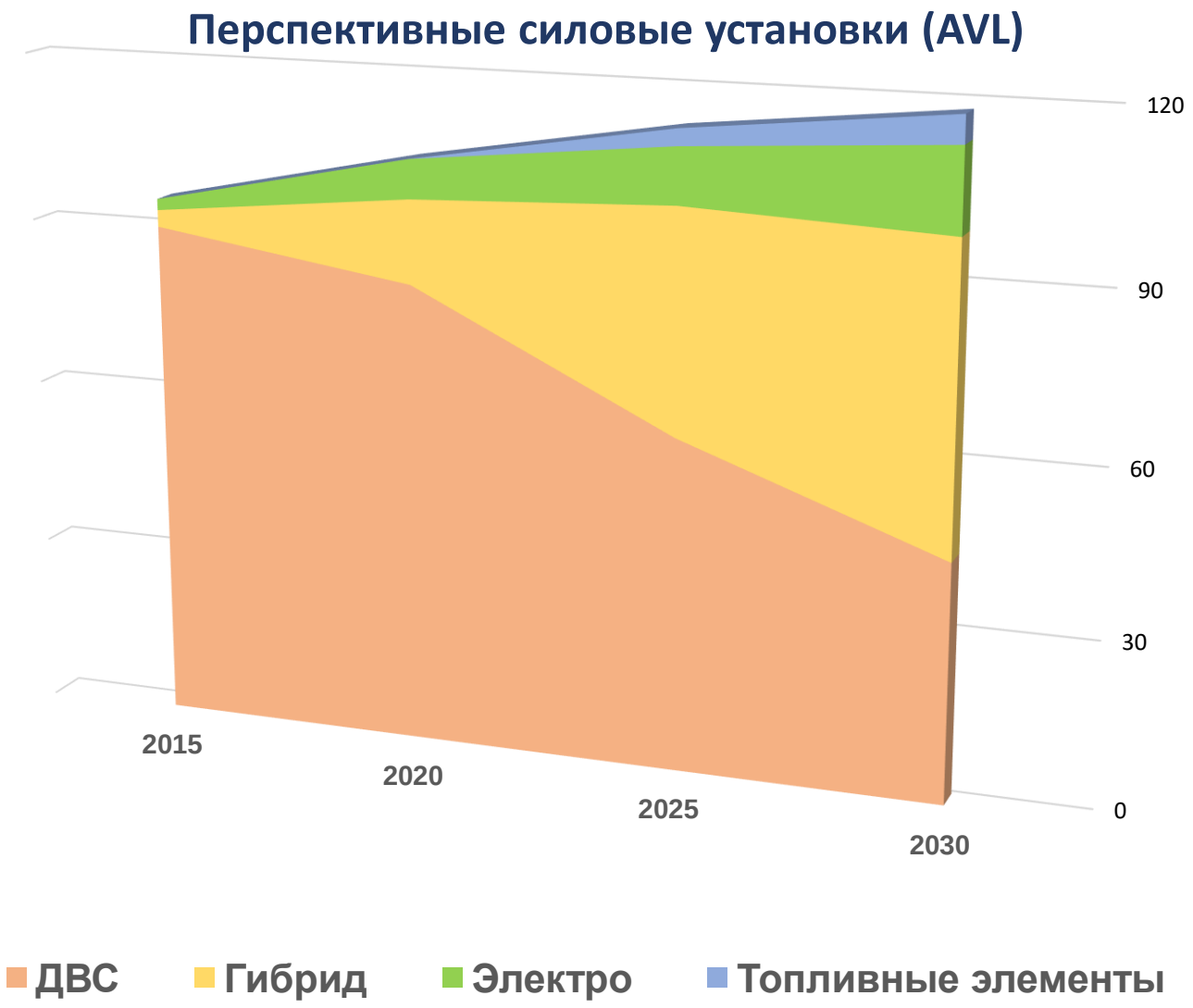
Кумулятивное потребление нефти в мире



Динамика роста литровой мощности автомобильных двигателей



Транспортные силовые установки



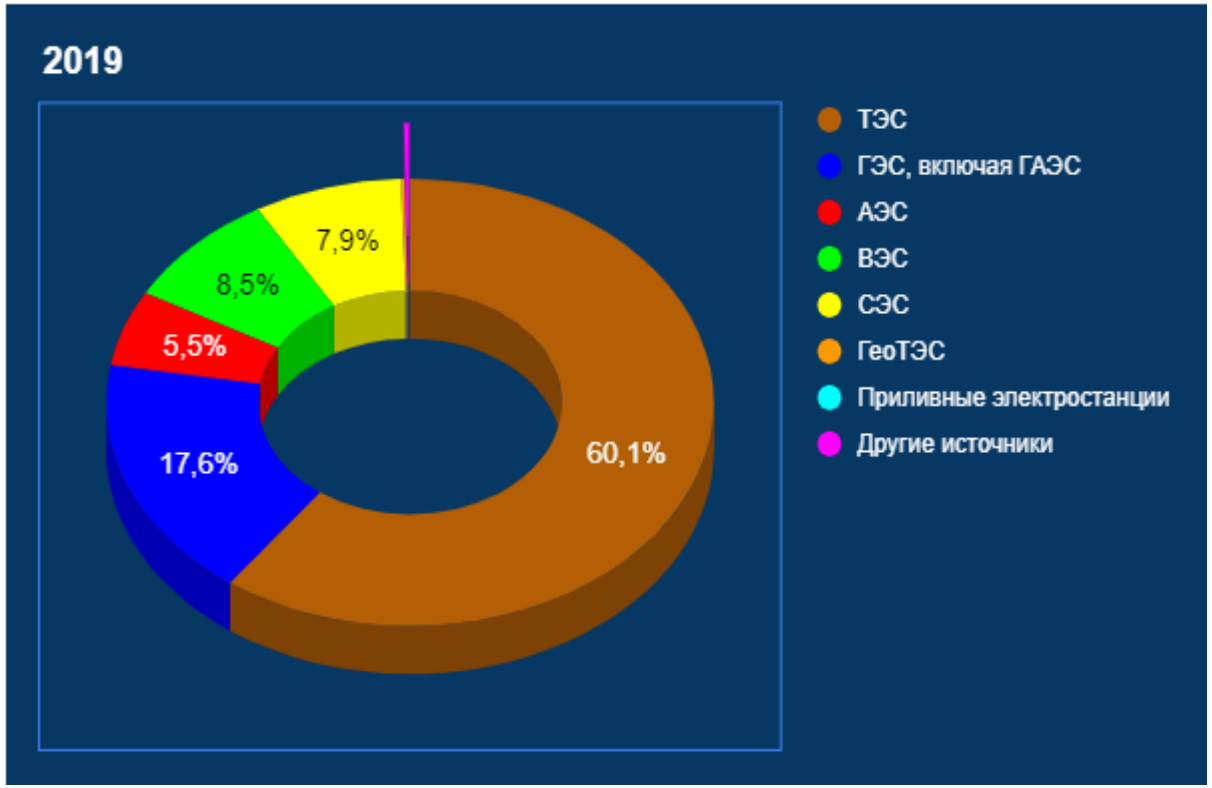
НОЦ «ПДС»

Глобальная электромобилизация

Учитывая соотношение используемых типов выработки электроэнергии, необходима оценка ситуации, сложившейся вокруг электромобилей (глобальной «электромобилизацией»).

Установленная мощность электростанций ЕЭС России на 01.01.2021 года -245,3 ГВт.

Структура выработки электроэнергии в мире



Источник: https://www.eeseaec.org/ustanovlennaa-mosnost-elektrostancij

Общее количество автомобилей в России – **53 млн.,** суммарная мощность двигателей автомобилей превышает **4000 ГВт**

Глобальная электромобилизация

Проблемы использования электромобилей

1. Проблема личного транспорта остается нерешенной, так как электромобиль не соответствует естественному желанию человека «ехать куда хочу и когда хочу»

2. В настоящее время не существует аккумуляторных батарей, энергоемкость которых можно было бы сопоставить с энергоемкостью традиционных для поршневых двигателей видов топлива.

3. Общая мощность, вырабатываемая в целом поршневыми двигателями, превышает установленную мощностью всех электростанций.

Во сколько раз?

В России установленная мощность автомобильных двигателей превышает установленную мощностью всех электростанций страны **в 16,5 раз.**

Оценка эффективности транспортной ЭУ

Перспективная транспортная силовая установка должна обеспечивать требуемые эффективные показатели в широком диапазоне работы с учетом потребления различного рода энергии: механической, тепловой, электрической.

- применение перспективных способов утилизации энергии
- эксергетический подход при создании и выборе силовой установки
- полнофакторная оценка эксплуатационных режимов и их условий

Топливные элементы

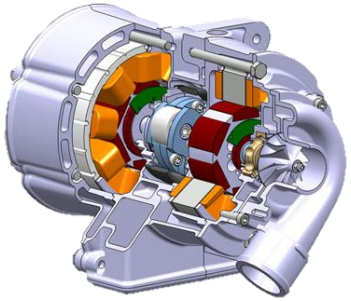
В настоящее время около 50% водорода, производимого во всём мире, получают из природного газа. Очевидно, что при неизменном балансе первичных энергоносителей, с ростом потребностей в водороде как в массовом топливе, рост производства будет расти именно за счёт этой доли, а развитие инфраструктуры, позволит обеспечить доступность водорода.

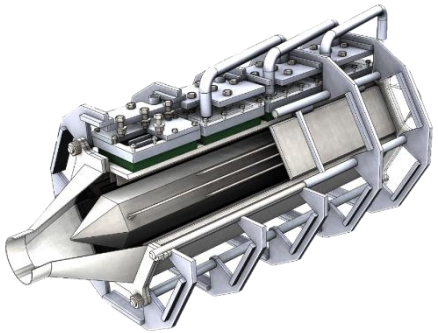
Одной из важнейшей проблем топливных элементов – хранение водорода на борту автомобиля. Внедрение топливных элементов на транспорте сдерживает отсутствие инфраструктуры, реорганизация и модернизация которой потребует значительных затрат.

Высокоэффективная силовая установка

В последнее время активно ведутся работы в области создания высокоэффективных силовых установок. Гибридные силовые установки в составе с высокоэффективным поршневым двигателем способны вывести автомобильный транспорт на новый технический и экологический уровень, позволяя значительно увеличить энергоэффективность.

Применение современных разработок даёт новый виток в развитии поршневых двигателей.





Гибридная силовая установка

Гибридная силовая установка автомобиля может быть представлена как единица распределенной энергетики, заменяющая когенерационную стационарную установку. В результате традиционный автомобиль может быть представлен как многофункциональная энергетическая единица, обеспечивающая полное энергопотребление домового хозяйства.

Синтетические моторные топлива

Синтетические моторные топлива для гибридных силовых установок – один из способов решения экологической проблемы.

Для двигателей с воспламенением от сжатия

- *диметиловый эфир (DME)*
- *полиоксиметилен (OME)*

Для двигателей с искровым зажиганием

- *смесевое топливо*
- *метанол*

Местоположение перерабатывающего комплекса дя получения синтетического топлива может быть в месте требуемого расположения заправочной станции, в том числе и в домохозяйстве (в данном случае будет использоваться магистральный газ как сырье).

Теплом, возникающим в результате реакции частичного окисления метана, можно отапливать близлежащие здания и сооружения.

Синтетические моторные топлива

Себестоимость получения данного топлива (без учета логистики) **ниже** себестоимости производства традиционных топлив для ПДВС

Удельные затраты на производство 1 тонны моторного топлива.

Составляющие конечной цены бензина	Руб./т	Доля в цене, %
Себестоимость добычи нефти	5 263	11,7
Переработка, транспорт	3 756	8,4
Налоги	25 717	57,4
Прибыль	6 796	15,2
Затраты на содержание АЗС	3 247	7,3
Конечная цена бензина	44 779	100

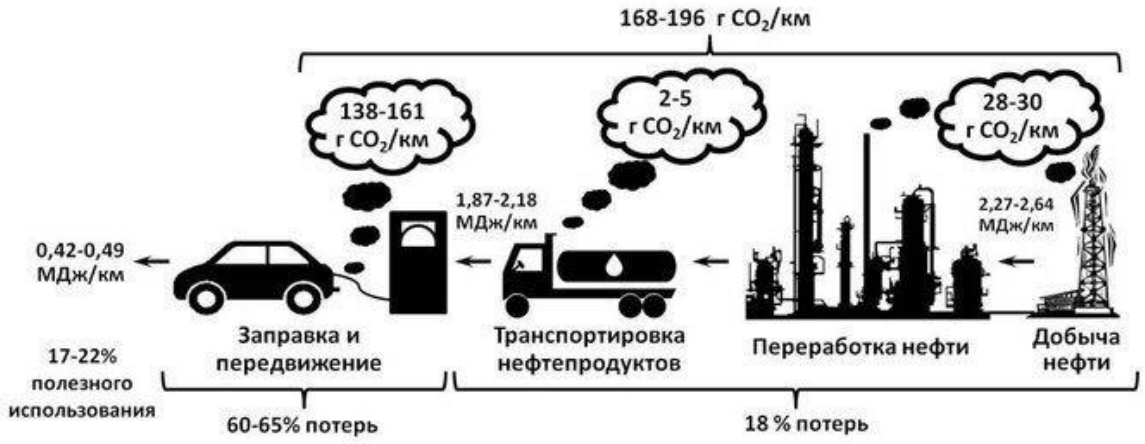
Затраты

> 200%

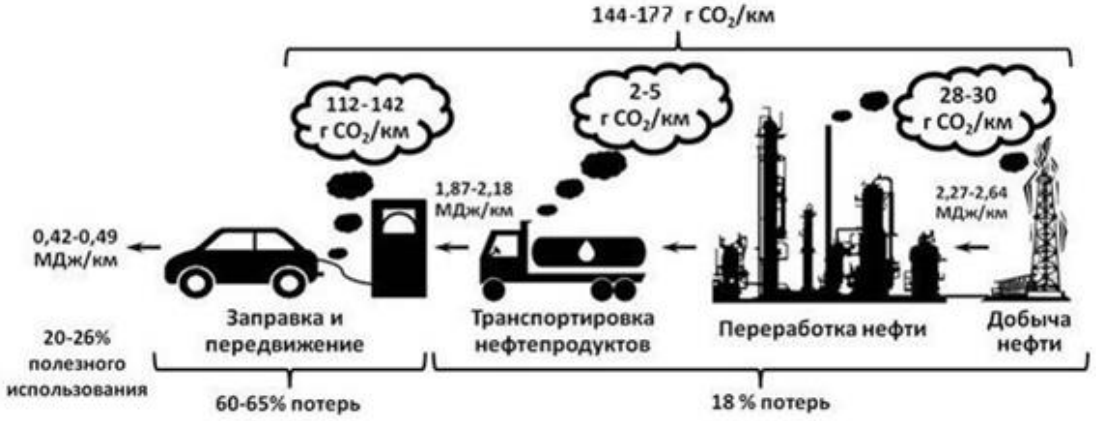
Статья затрат	СЖТ из угля	СЖТ из природного газа
Сырьё, руб./т	4 080	4 220
Электроэнергия, руб./т	6 413	1 035
ФЗП, руб./т	314	314
Амортизация, руб./т	4 500	1 500
Всего, руб./т	15 307	7 069

Эксергетический анализ

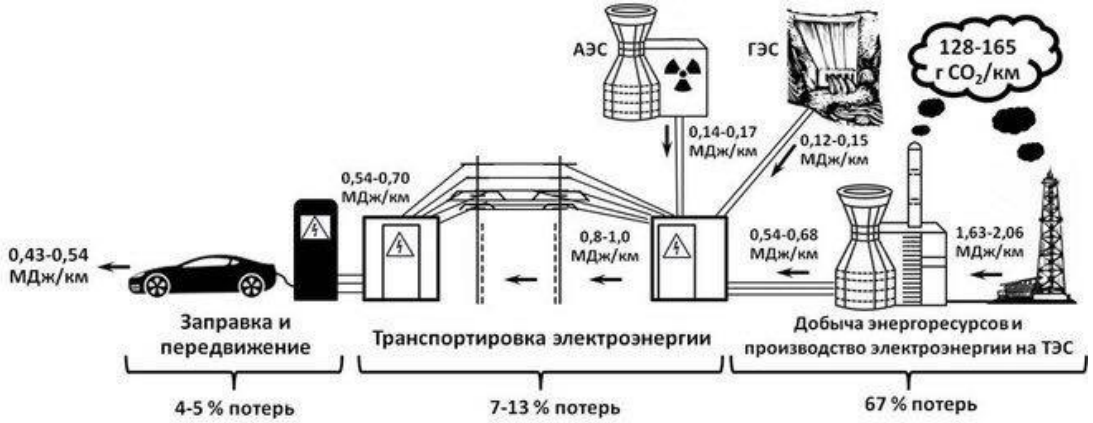
Автомобиль с ДВС



Гибридный автомобиль



Электромобиль



Источник: Вахрушин П.А. и Яицких В.Г. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОБАЛАНС. Реальные перспективы авто- и электромобилей. // АО «Инженерно-промышленная нефтехимическая компания»

Региональное распределение

При выборе силовой установки необходимо комплексно подходить к данной задаче обеспечивая **«Эффективный процесс перевозки различных грузов и людей с управляемым качеством»**:

- территория использования (климат, ландшафт..);
- условия эксплуатации (циклограмма нагрузок..);
- особенности инфраструктуры;
- назначения;
- ссобенности транспортировки (человек/груз)…

Резюме

В 2017 году на заседании Национального комитета РАН по тепло- и массообмену член-корреспондент РАН В.В. Клименко представил свой доклад на тему перспектив развития стационарной и транспортной энергетики. Основные выводы доклада и последующего обсуждения можно сформулировать следующим образом:

1. Парижские соглашения невыполнимы в рамках текущей парадигмы развития нашей технотронной цивилизации и носят искусственный (политический) характер.

Резюме

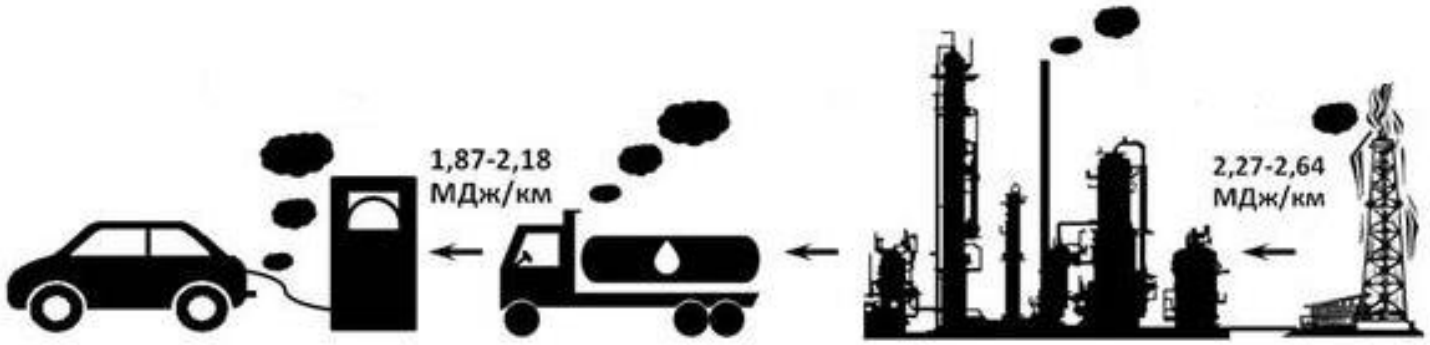
2. Развитие транспортной энергетики нельзя рассматривать в отрыве от развития стационарной энергетики, и при разработке концепций развития необходимо учитывать, как потенциальный рост численности населения нашей планеты, так и рост потребления на каждого индивида.

Резюме

3. Вклад нашей технотронной цивилизации в глобальное потепление по направлению генерации углекислого газа не отражает глобальных флуктуаций этих процессов, которые носят естественный характер.

Резюме

4. При выборе наиболее эффективного способа использования природных ресурсов необходимо оценивать немонитарную (эксергетическую) эффективность совокупности всех процессов трансформации энергии с учётом энергетических затрат на создание инфраструктуры и непосредственно энергетической установки с обязательной оценкой стоимости их жизненного цикла.



Энергетика общества потребления

Цыплята на конвейере коммерческого инкубатора.

Петушки и отбракованные куры сбрасываются с ленты конвейера. Затем их удушат в газовой камере, сбросят в автоматический шредер или под пресс. Сотни миллионов только что вылупившихся цыплят погибают в таких инкубаторах каждый год.

Более 56 млрд. представителей этого вида отправляют на убой каждый год

Энергетика общества потребления

Теленок на современной промышленной ферме. Сразу после рождения его отделяют от матери и запирают в клетку, размеры которой незначительно превышают размер самого животного. Так и проходит вся его короткая жизнь — в среднем четыре месяца. Теленок не покидает клетку и не играет с сородичами, не бывает на свободе, потому что люди не хотят, чтобы он нагулял крепкие мышцы. Мягкие мышцы нежнее. Единственный раз он пройдется, разомнет ноги, понюхает других телят — по пути на бойню. С эволюционной точки зрения коровы оказались одним из самых успешных видов на Земле, но они же и самые несчастные животные на планете.

Объем производства говядины в мире в последнее десятилетие неуклонно рос и если в 2000 году его уровень составил 53,5 млн. тонн, то в 2021 г. уже 70,37 млн. тонн (+31,5%). Более 200 млн бычков ежегодно забивают на скотобойнях.

Энергетика общества потребления

Свиньи — одни из самых умных и любознательных млекопитающих, интеллектом они уступают, кажется, только приматам. Но индустриализованные фермы помещают свиноматок в столь узкие загоны, что там нельзя повернуться, не то что пройтись или самостоятельно поискать пищу. Там они находятся круглосуточно целый месяц, пока вскармливают приплод. Затем поросят переводят в другие загоны, а свинью вновь оплодотворяют.

Мировое производство свинины в 2021 году составляет 112,86 млн. тонн. В год около 1.5 млрд представителей этого виде млекопитающих убивают на скотобойнях

Энергетика общества потребления

В 2021 году объем потребления баранины в мире составил приблизительно 16,17 млн тонн, что было на 4,8% больше, чем годом ранее. Объем рынка возрастал со среднегодовым темпом прироста порядка 2,1% в период с 2017 по 2021 гг.

Более 320 млн. представителей этого вида млекопитающих отправляют на убой каждый год.

Транспортная инфраструктура. Эффективность или комфорт?

За день московский метрополитен перевозит в среднем 7 миллионов пассажиров, за год в подземку спускаются 2 миллиарда 463 миллиона человек

Транспортная инфраструктура. Эффективность или комфорт?

- Количество личных автомобилей в г. Москве достигает 3.6 млн.
- Каждый день из разных регионов в Москву въезжают не менее 1.5 млн автомобилей.
- С учетом общественного транспорта каждый день на улицы Москве выезжает не менее 5 млн автомобилей.
- Мощность их двигателей почти в 1,5 раза превышает установленную мощность всех электростанций ЕЭС России

Энергетическая и экологическая проблема цивилизации. Цена комфорта

Москва ежегодно генерирует не менее 18 млн. тонн всех видов отходов и этот объем будет только расти.

Каждый житель города Москвы генерирует в течение года не менее 1.5 тонн мусора.

Транспорт и углеродный след

Статистика вырубки лесов в мире фиксирует обезлесивание около 200 тыс. км² насаждений в год.

Это приводит к гибели 100 тыс. животных.

В России ежегодно вырубается 4139 тыс. гектар леса, в Китае – 532 тыс. гектар

По итогам работы в 2020 году общий объем перевозки грузов ОАО «РЖД» составил 1 243,6 млн тонн

Образ будущего