



РАЗБОР

**Рассказываем о мире будущего,  
в котором самолеты будут летать  
на водороде, а ветряные мельницы  
и солнечные панели оккупируют более  
10% территории США Иначе  
климатический кризис победить  
не удастся**

06:00, 10 ноября 2021 · Источник: Meduza

Фото: Denis Doyle / Getty Images. Солнечная электростанция компании Solucar (Abengoa) рядом с Севильей, Испания

[Ссылка на материал](#)

Это PDF-версия материала, опубликованного на «Медузе». Вы можете отправить этот файл в любом мессенджере или по электронной почте вашим близким в России, особенно тем, кто не умеет обходить блокировки. Вы можете также распечатать этот текст и показать его тем, кто не пользуется интернетом.

«Медуза» признана «нежелательной» организацией на территории РФ, поэтому, пожалуйста, будьте осторожны и делитесь нашими материалами только с теми, кому доверяете.

Подробнее о «нежелательном» статусе.

Самый удобный способ читать «Медузу» без VPN — это скачать наше приложение. Оно работает в России, несмотря на блокировку, и это абсолютно безопасно. Версия для iOS и для Android. Приложение на Android также можно скачать по прямой ссылке.

Устанавливайте приложение не только себе, но и близким!

Участники важнейшей конференции по климату в Глазго подтвердили, что глобальная цель остается прежней: в 2050 году температура на планете не должна повыситься больше чем на 1,5 градуса по сравнению с концом XIX века. Только так можно избежать климатической катастрофы во второй половине столетия. Добиться этого трудно: чтобы мировая энергетика к 2050-му достигла нулевых выбросов парниковых газов (прежде всего, углекислоты и метана), ее придется полностью перестроить. Как мы уже писали, потребуется жесткая экономия энергии, а также повсеместный переход с ископаемого топлива на электричество, причем полученного исключительно из «чистых» источников. Это потребует колоссальных вложений и внедрения новых технологий во всех сферах, от строительства жилья и генерации электричества до авиатранспорта и судоходства. «Медуза» разбирается, как будет устроена «чистая» энергетика — и что нас ждет вместе с ее приходом.

---

**Напомните, что это за «чистая» энергетика?**

Власти большинства стран пытаются разработать план перехода к глобальной экономике с нулевыми выбросами парниковых газов к 2050 году. Только это, считают эксперты ООН, позволит сдержать глобальное потепление на нынешнем уровне. Проблема в том, что уже принятых по всему миру обязательств по снижению выбросов категорически недостаточно. А чтобы все-таки достичь цели, потребуются огромные средства, усилия — и жертвы.

Подробнее о грядущих жертвах и затратах (как их видят эксперты Международного энергетического агентства, МЭА<sup>(1)</sup>, — главного мирового органа, прогнозирующего тренды в энергетике) мы писали тут:

---

ЧИТАЙТЕ

**На главной мировой конференции по климату готовятся обсудить, как остановить глобальное потепление. Ох, предложения вам не понравятся**

---

**Если коротко:**

- Власти разных стран должны договориться между собой и с обществом о том, в какой степени люди готовы поступиться комфортом ради борьбы с потеплением.
- Бизнес должен финансировать (речь о триллионах долларов в год) создание новых источников энергии,

отказавшись от инвестиций в добычу и переработку ископаемого топлива.

- При этом нужно обеспечить «организованный» переход к «чистой» энергетике так, чтобы на этом пути не было продолжительных и разрушительных для экономики периодов дефицита энергии.

Остальное — дело техники. Но очень сложной техники:

- Нужны новые гигантские мощности «чистой» генерации электроэнергии. Потребуется не только заменить все мощности электростанций, работающих на угле, природном газе и мазуте (они в сумме сейчас производят более  $2/3$  электроэнергии), но и в разы увеличить производство электричества вообще. Ведь именно электричество должно заменить другие источники энергии в большинстве отраслей — на транспорте, в жилищах и в промышленности.
- Поскольку ветряные и солнечные электростанции, которые должны стать основой генерации «чистого» электричества в будущем, не могут работать на полную мощность круглосуточно и круглогодично (они зависят от времени суток, времени года и погоды), нужно создать огромные мощности для «складирования» энергии. Причем такие, которые можно немедленно использовать «по требованию» в случае плановой или внезапной остановки

солнечной или ветровой генерации. Сейчас человечество умеет запасать энергию в основном в виде углеводородного сырья — газа, нефти и угля — в специальных хранилищах, которые и обеспечивают стабильность поставок и цен в энергетике. Именно от этих видов топлива страны собираются отказаться.

- Останутся отрасли, в которых нельзя использовать электричество напрямую: многие промышленные производства, применяющие ископаемое топливо в качестве сырья, а не как источник энергии; дальнобойный транспорт, куда из-за дефицита места нельзя поставить батареи очень большого объема, — дальнемагистральные самолеты, морские суда и т. д. Для этих отраслей, однако, нужно разработать альтернативные и тоже «чистые» виды топлива и сырья.

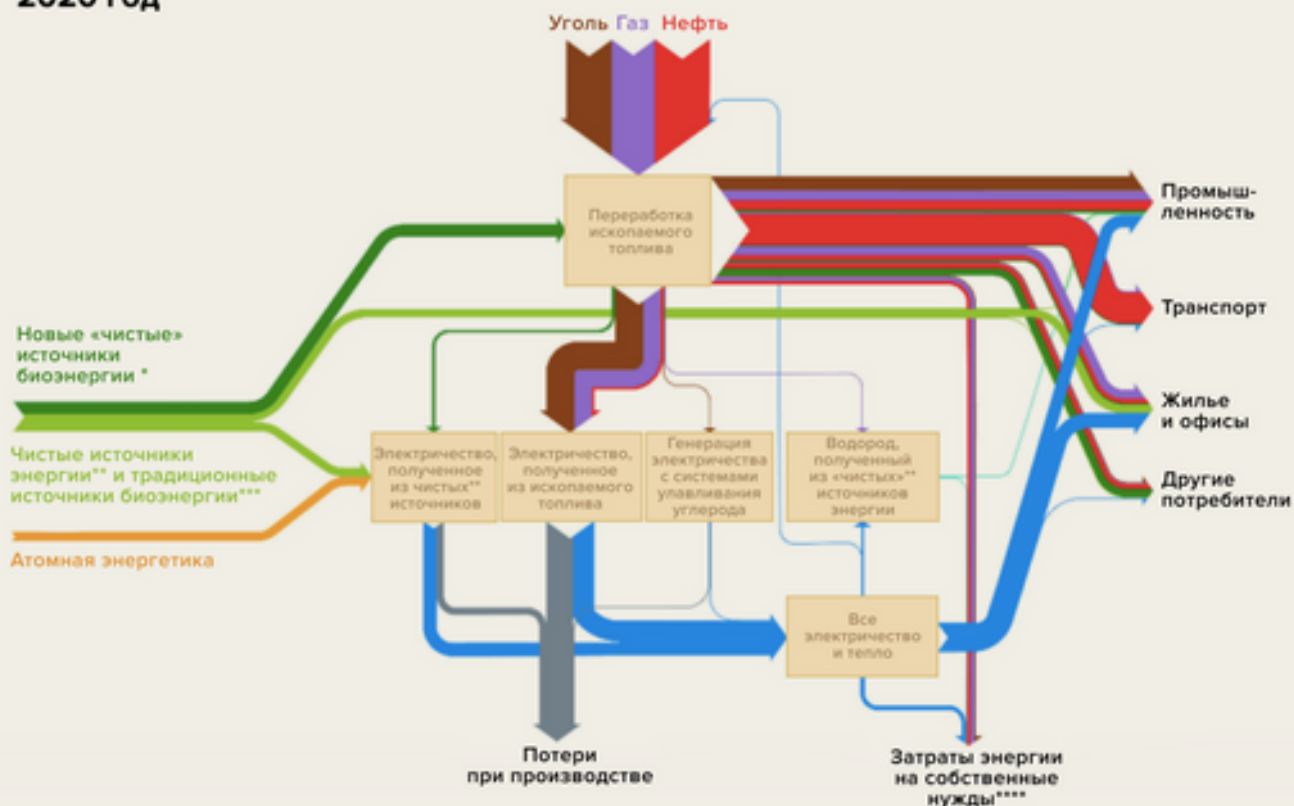
В итоге через несколько десятилетий могут радикально измениться многие привычные для нас вещи: от того, как выглядят самолеты (и как мы себя ощущаем в полете), до облика наших домов и пейзажа за окном.

**Вот так (схематично) будут выглядеть эти изменения**

# Схема устройства мировой энергетики до и после «перехода»

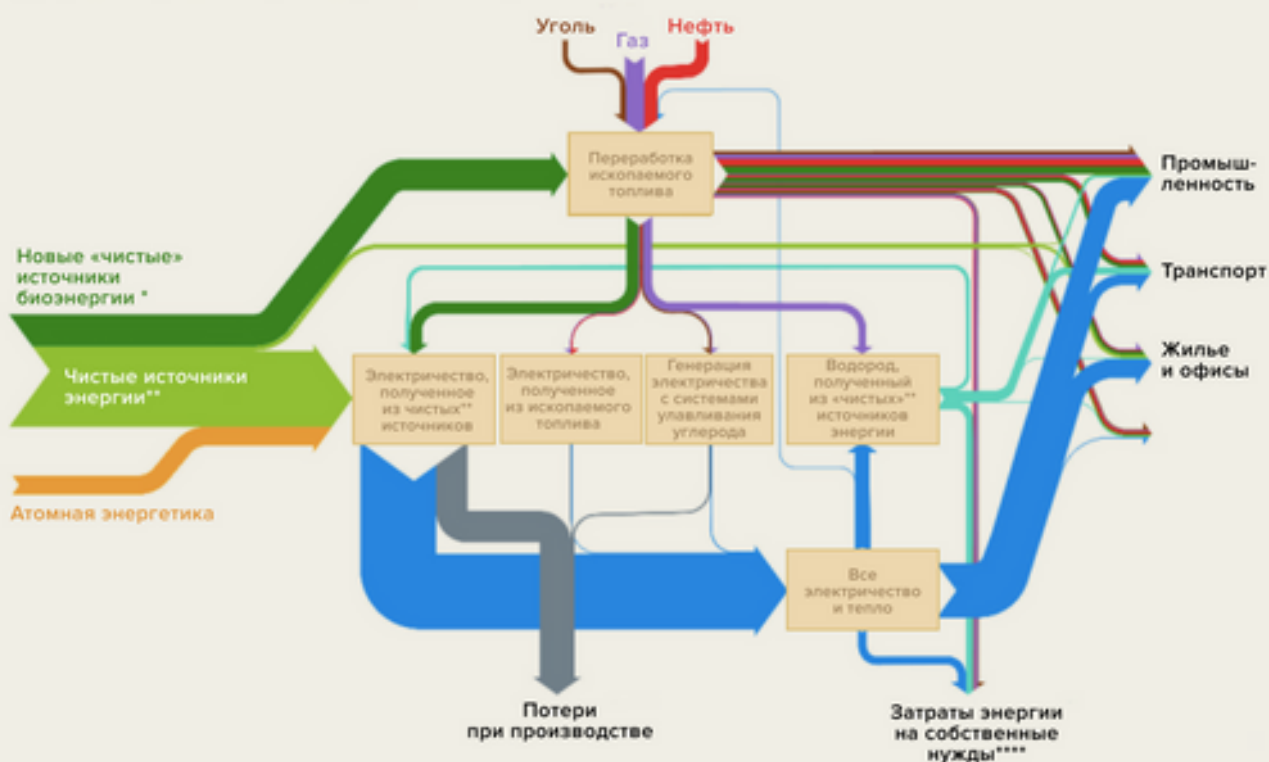
Толщина стрелок соответствует объемам производства и затрат энергии

2020 год



2050 год

(при условии нулевых выбросов парниковых газов)



\* Топливо из растительного или животного сырья, при производстве которого достигаются нулевые выбросы парниковых газов  
\*\* Из возобновляемых источников

\*\*\* Источники энергии и процессы с нулевыми или низкими выбросами углекислого газа (в частности, солнечные, ветряные и гидроэлектростанции)

\*\*\*\* Расход энергии на производство и транспортировку новых источников топлива

Основано на данных World energy outlook — 2021 Международного энергетического агентства. Перевод «Медузы»

Нетрудно заметить, что изменятся источники энергии: почти перестанут использоваться уголь, нефть и газ; на смену им придут «чистые» источники, прежде всего солнечная энергия и энергия ветра.

Поменяется преобразование энергии: вместо переработки углеводородов в топливо упор будет сделан на генерацию электричества (с помощью «чистых» источников), а также на производство биотоплива из растений и отходов.

Изменится и конечное потребление: промышленность, домохозяйства и транспорт будут потреблять в основном не жидкое и твердое топливо, а электричество.

## **Где взять столько «чистой» электроэнергии?**

К сожалению, нет (и, вероятно, не будет) единственной технологии, которая может заменить собой прочие виды энергии. Все источники «чистой» генерации имеют как плюсы, так и большие минусы, которые ограничивают их развитие и распространение.



По-прежнему предполагается, что основой «чистой» энергетики станут солнечные и ветровые электростанции. В «чистом» 2050 году на них будет вырабатываться около двух третей всей электроэнергии (при том что сама генерация электричества за 30 лет вырастет в разы). Доли солнечной и ветряной генерации будут примерно равными.

## **Ветряные электростанции**

Предполагается, что генерация электричества на ветряных электростанциях вырастет с 2020 по 2050 год более чем в десять раз.

### **Плюсы:**

- Относительно низкие операционные расходы: для станций не требуется топливо.
- Для строительства станций пригодны многие регионы в мире с разным климатом.

### **Минусы:**

- Станции не могут работать круглосуточно и круглогодично. Не всегда можно предсказать дефицит энергии, поскольку работа станций зависит не только от смены сезонов, но и от текущей погоды (смены ветреных и безветренных периодов).

- Пока относительно высокая стоимость генерации. Причины: большие капитальные затраты на строительство станций и их работа с неполной нагрузкой из-за сезонных и погодных факторов. Предполагается, что цена выработки энергии со временем снизится: во-первых, из-за «эффекта масштаба» — стоимость строительства снижается по мере роста его объемов и отработки технологий (снижение цены уже происходит); во-вторых, из-за тех самых относительно низких операционных затрат, которые со временем окупят затраты капитальные.
- Необходимость использовать при строительстве «критические минералы»<sup>(2)</sup> — дефицитные редкоземельные металлы и другие материалы. Дефицит этих минералов не только ограничивает распространение ветряных станций, но и угрожает геополитическими сдвигами с непредсказуемыми последствиями. В частности, сейчас главный производитель «критических» элементов — Китай, который может еще больше усилиться политически после энергетического перехода.
- Очень большая используемая площадь на единицу мощности. Тут ветряные электростанции абсолютные рекордсмены.

Собственно, последний пункт — это и есть главное ограничение на использование ветряных

электростанций.



Ветряная «ферма» недалеко от Франкфурта-на-Майне в Германии.  
2020 год

Michael Probst / AP / Scanpix / LETA

В октябре 2021-го ученые из Принстона выпустили доклад Net Zero America, в котором рассмотрели последствия разных сценариев перехода США к «чистой» энергетике (за основу взяты обещания президента Джо Байдена, которые он сделал в начале года). В частности, был рассмотрен вариант, при котором Штаты полностью отказываются от любых ископаемых источников энергии (и даже от АЭС — как потенциальных источников загрязнения радиоактивными веществами).

Выяснилось, что радикальный вариант потребует выделить под ветряные электростанции 100 миллионов гектаров земли (с учетом «земель отчуждения» вокруг них: по американским правилам возле ветряков нельзя строить здания и вести хозяйственную деятельность). Всего территория США составляет около 950 миллионов гектаров, то есть на ветряки в экстремально-чистом сценарии нужны более 10% территории страны. (Сейчас все объекты энергетического сектора США — включая сети, котельные, распределительные станции, ветряки и прочие электростанции — занимают площадь 33 миллиона гектаров.)

В реальности в некоторых регионах плотность «застройки» ветряками будет намного выше: во-первых, не все районы подходят для эффективной ветряной генерации, а во-вторых, многие земли (например, сельскохозяйственные, заповедные и городские) запрещено использовать для такого строительства; кроме того, эффективная генерация возможна только в случае, если ветряки не мешают друг другу (каждый из них ослабляет и меняет поток ветра). Поэтому районы, пригодные для ветряных «ферм», будут застроены ими почти целиком. Некоторые из них (например, окрестности Миннеаполиса) будут выглядеть как бесконечный лес из ветряков.

Жители побережья Нью-Джерси и Флориды также будут видеть не простор океана, а простор с офшорными<sup>(3)</sup>

ветряками. Также необходимо в разы увеличить плотность электрических сетей, что не только потребует больших инвестиций, но и может испортить пейзаж.

---

#### ЕЩЕ О ВЕТРЯНЫХ МЕЛЬНИЦАХ

**Путин сказал, что ветряные электростанции изгоняют червей из земли и убивают птиц. Это правда? Спорим и соглашаемся с президентом России (а с Трампом только спорим)**

---

## **Солнечные электростанции и «домашние» солнечные панели**

### **Плюсы:**

- Снова — относительно низкие операционные расходы из-за отсутствия расходов на топливо.
- Возможность «локальной генерации» с помощью солнечных панелей в жилых домах, офисах и на промышленных объектах, которая полностью или частично покрывает их нужды.
- Относительно (по сравнению с ветряными) малая используемая площадь.

### **Минусы:**

- Станции также не могут работать круглосуточно и круглогодично.

- Сейчас: относительно высокая стоимость генерации (даже выше, чем у ветряных, особенно при промышленной, а не локальной генерации). Цена, вероятно, упадет по мере развития отрасли.
- Снова — острая нужда в «критических минералах» и возможная зависимость всего мира от Китая.
- Невозможность эффективной генерации в большинстве регионов.

Последнее обстоятельство серьезно ограничивает распространение солнечных батарей — особенно для промышленной генерации. В северных районах планеты эффективная солнечная генерация невозможна, но именно там находится большинство промышленных потребителей и значительная часть платежеспособного населения, которое привыкло потреблять много энергии. Доставить излишки электроэнергии в отдаленные районы невозможно (даже в условиях одной крупной страны, например США, где солнечная генерация вполне возможна в Калифорнии, Техасе и Флориде, но неэффективна в густонаселенных районах северо-востока).

## **АЭС**

Раз экстремальные варианты «чистой» энергетики сопряжены с такими трудностями, отказ от АЭС



невозможен. Напротив, генерация на атомных электростанциях (как в развивающихся странах, так и в развитых) должна вырасти почти в два раза. Новых станций потребуется еще больше — ведь старые в ближайшие десятилетия отслужат свой срок.



АЭС в городе Темелин, Чехия, построенная по советскому проекту в 1981 году. В 2014 году было принято решение отказаться от строительства новых реакторов на станции.

Sean Gallup / Getty Images

### Плюсы:

- С точки зрения климата АЭС совершенно безопасны.
- Топлива для них хватит на столетия.

### Минусы:

- Настороженное отношение к атомной энергетике общественного мнения развитых стран, поскольку тут считают АЭС небезопасными — после радиационных аварий в Чернобыле и Фукусиме.
- Дороговизна генерации: прежде всего, дорого стоит строительство безопасных станций. Высоки затраты и на добычу и переработку топлива, а также на захоронение отходов.

## **Другие**

Генерация на гидроэлектростанциях вырастет не сильно — она ограничена числом пригодных для этого районов рек. Термальные, приливные и прочие станции с «экзотической» генерацией станут значительными игроками, но масштаб их выработки все равно и близко не сможет сравниться с солнечными, ветряными и атомными (опять же из-за ограниченного числа мест, где такая генерация возможна).

## **Что делать, когда ветряки и солнечные станции не будут работать?**

Единого решения опять нет. У каждого варианта, где хранить энергию на этот случай, есть однозначные плюсы и безусловные ограничения.



# Главное решение: химические батареи

## Плюсы:

- Сохранение электроэнергии без больших потерь.
- Не требуется преобразование энергии: электричество на входе, оно же и на выходе.
- Возможно «мобильное» использование, например на транспорте. Также возможно хранение небольшого количества энергии в жилых домах, офисах и т. д.

## Минус:

- Главный (и решающий) — низкая плотность энергии при хранении. Плотность энергии в батареях намного ниже, чем у ископаемого топлива и продуктов его переработки (бензин, дизельное топливо и т. д.). Из-за этого на уровне современных (и перспективных) технологий хранение в химических батареях требует очень много физического объема.

Из-за этого минуса пока невозможно представить хранение в батареях всего электричества, вырабатываемого энергетикой будущего (этот объем будет в разы больше, чем сейчас). В ближайшие годы будут созданы комплексы батарей на единицы гигаватт, но к 2050 году нужны объемы в тысячу раз больше. Нельзя представить и использование батарей

на дальнобойных видах транспорта вроде дальнемагистральных самолетов и морских судов: требуемый для хранения энергии объем просто невозможно в них впихнуть.

## **Гравитационные установки хранения**

Общий принцип — использовать электричество, чтобы «запасти» потенциальную энергию в виде вещества, поднятого над поверхностью земли. Есть действующие установки, напоминающие ГЭС: в период избытка генерации электромоторы закачивают воду в водохранилище на возвышении; в период дефицита энергии водохранилище открывают, и падающая из него вода крутит турбину, вновь вырабатывая электричество. Существуют планы создания «сухопутных» установок, где воду заменят на многотонные бетонные блоки, которые будут складываться в пирамиду электрокранами.

## **Другие**

Альтернативные варианты: хранение сжиженного воздуха. В случае необходимости сжиженный воздух будет использован для выработки энергии на специальной турбине — турбодетандере. Есть и другие экзотические варианты.

Главный плюс всех гравитационных и прочих проектов — возможность хранить большие объемы энергии.

Главный минус — потери при преобразовании энергии из электричества в другой вид и обратно.

## **Если батареи можно поставить не везде, как быть с топливом для транспорта?**

Снова: нет и не предвидится одной технологии, которая заменит собой все остальные «грязные» виды топлива. Есть варианты, которые могут быть эффективны в разных отраслях и при разных сценариях развития.

### **Биотопливо и CCUS**

Речь идет об использовании как специально произведенных для энергетики растений, так и отходов пищевых и деревообрабатывающих производств (и просто пищевых отходов).

Идея проста: растения за время своей жизни забирают из воздуха самый распространенный парниковый газ — углекислый ( $\text{CO}_2$ ), а после смерти неизбежно его «отдают» обратно в атмосферу (в виде того же  $\text{CO}_2$  или еще более вредного метана) и энергию. Если обратное загрязнение  $\text{CO}_2$  неизбежно, то процесс можно

возглавить — использовать мертвые растения для получения энергии на нужды человечества.

Теоретически в результате всего этого процесса выбросы парниковых газов будут нулевыми: сколько растения забрали  $\text{CO}_2$  из атмосферы, столько и вернули (а энергию мы частично забрали себе). Проблема пока в том, что для того, чтобы получить энергию с суммарным нулевым выбросом парниковых газов, нужно сначала потратить энергию на химическое преобразование сырья в топливо или электричество, на транспортировку сырья, на его выращивание и т. д.

Учитывая большие масштабы производства, это привело бы к большим дополнительным выбросам парниковых газов. Значит, чтобы выбросы оставались нулевыми, нужно использовать для производства топлива только дорогое и все еще немногочисленное «чистое» электричество. Другой вариант — снабдить производство системами улавливания  $\text{CO}_2$  и метана (Carbon capture, utilisation and storage, CCUS).

Нужно отметить, что система улавливания парниковых газов может использоваться и при сжигании ископаемого топлива (которое тоже на самом деле представляет собой мертвые растения). Проблема в дороговизне таких систем: она делает технологии недоступными для развивающихся стран с их старыми угольными и газовыми электростанциями.

Модернизация станций может быть просто невозможна — легче построить новые ветряки. Однако в новых производствах биотоплива система улавливания может быть включена в стоимость проекта.

Еще одна проблема: газы нужно не только улавливать, но и хранить (и транспортировать к месту хранения). Тут может пригодиться старая инфраструктура топливных поставок: можно отправлять парниковые газы по старым топливным трубопроводам к местам, где раньше добывали нефть и газ. Там газы можно закачивать под землю — в старые нефтяные и газовые скважины.

В итоге получение биотоплива с помощью систем улавливания может иметь даже отрицательную сумму выбросов. Правда, это не отменяет других минусов (и не дополняет плюсы) биотоплива.

### Плюсы:

- Возможность создания жидкого и твердого топлива и его хранение.
- Относительная доступность для развитых стран: они могут быть источниками сырья для крупного промышленного производства биотоплива.
- Возможность использовать старую инфраструктуру (танкеры или трубопроводы) и старые механизмы для потребления (котельные, печи и т. д.).

- Возможность использовать биотопливо в качестве сырья для промышленности — металлургии, выпуска строительных материалов (асфальт, цемент и т. д.), производства пластика и удобрений — вместо угля, нефти и газа.
- Также биотопливо может быть главным сырьем для производства водорода (об этом ниже).

### Минусы:

- Чтобы нарастить производство технических культур, необходимых для производства топлива, требуются огромные площади. Биотопливо будет конкурировать с «обычным» сельским хозяйством, то есть с производством еды.
- Производство из отходов деревообработки не может быть слишком масштабным (без неэкологичного расширения вырубки лесов). Предполагается, что в сценариях широкого использования биотоплива на древесину придется чуть более четверти всего производства, остальное — посевы технических культур.
- Процессы преобразования сырья в топливо и энергию сами требуют много энергии (и пока не очень эффективны).

## Водород и аммиак

Водород пытаются использовать как универсальный источник энергии больше ста лет. В начале XX века он был одним из главных источников «производства» подъемной силы для летательных аппаратов — дирижаблей, в том числе военных и межконтинентальных. От его использования отказались из-за его взрывоопасности (после катастрофы германского дирижабля «Гинденбург» в Америке в 1936 году, в которой погибли 36 человек). Впрочем, в космонавтике водород в качестве одного из компонентов топлива используется с 1960-х (в том числе при доставке астронавтов на Луну).



Старт сверхтяжелой ракеты-носителя Saturn V с кораблем Apollo 11 на борту 16 июля 1969 года. Корабль доставил первых в истории астронавтов на Луну. Saturn V, который использовал в качестве горючего жидкий водород, по-прежнему остается самой мощной и грузоподъемной ракетой в истории.

NASA / Reuters / Scanpix / LETA

На новом технологическом этапе предполагается широкое использование водорода как в авиации, так и в других сферах.

### Плюсы:

- Водород (и продукты для его производства вроде аммиака) может быть универсальным средством хранения энергии и одновременно топливом для конечного использования (например, для транспорта).
- Сам по себе водород при использовании не создает парникового эффекта. Сырьем для него может служить вода или биотопливо. Отходом при использовании оказывается та же вода.
- Водород (и аммиак) можно перевозить на большие расстояния — как нефть или газ. Теоретически можно использовать даже старую инфраструктуру: суда для перевозки сжиженного газа, трубопроводы и газовые хранилища. Однако для этого потребуются очень существенные доработки.
- Можно использовать как топливо для старых транспортных средств (например, крупные морские



суда), но с доработанными двигателями.

- Возможно также использование (как сырья для производства и как конечного топлива) широко распространенного вещества, содержащего водород, — аммиака.

### Минусы:

- Главный: огромные потери энергии при преобразовании. Так, при производстве водорода из воды и электричества (электролиз), а затем — электричества из этого водорода суммарно теряется намного больше половины энергии.
- Сейчас, когда «чистого» электричества мало и оно стоит дороже других видов генерации, производство водорода сопровождается большими выбросами парниковых газов (из-за «грязной» генерации электроэнергии на угольных и газовых станциях). А стоимость «зеленого водорода» (произведенного из биотоплива методом газификации) и «голубого водорода» (произведенного методом электролиза из воды с использованием только «чистого» электричества) превышает стоимость «черного» (газификация угля) и «серого» (получение из природного газа) в разы. При этом из-за того, что при преобразовании энергии в водород и обратно неизбежны большие потери, цена генерации особенно важна.

- Водород сложнее перевозить и хранить, чем природный газ и даже его сжиженную (охлажденную) форму (LNG). Газообразный водород непрактичен: занимает слишком много места, а температура хранения жидкого водорода намного ниже, чем у LNG. При таких низких температурах обычные материалы не годятся (происходит их разрушение — «охрупчивание»). То есть для создания систем транспортировки и хранения водорода (как альтернативы химическим батареям) потребуются большие финансовые и технологические усилия.
- Наконец, затруднено использование водорода и как «компактного» вида топлива. Технологии «мобильного» (то есть без больших промышленных установок) преобразования водорода в энергию существуют, но пока в большинстве случаев проигрывают другим вариантам (например, использованию электрических батарей). Скажем, концерн Volkswagen так объяснил, почему он однозначно сделал выбор в пользу электромобилей в сравнении с машинами на топливных элементах (с использованием водорода): топливные ячейки всегда будут проигрывать в эффективности из-за того, что преобразование водорода в электричество сопряжено с большими потерями.

- Главная сфера применения водорода как топлива — там, где невозможно использование электрических батарей. Как уже было сказано, это прежде всего дальнобойные транспортные средства, которые нельзя заправить «по пути». Но даже у таких проектов есть большие сложности, о которых ниже.
- Теоретически водород может использоваться как альтернатива «обычному» топливу на уже существующих судах и самолетах — естественно, с доработанными двигателями. Но тут «обычному» топливу водород тоже проигрывает: он в любом виде занимает больше места. Для морских судов это не так важно (в них всегда можно предусмотреть запас места), а для авиации это критично.

## **Авиация — последняя линия обороны «ископаемого топлива»**

Вклад авиации в глобальное потепление (3,5% и продолжает расти) непропорционально велик по сравнению с размерами этого бизнеса. Проблема в том, что просто сократить выбросы самолетов трудно: нет альтернативы значительной части перелетов, а у самолето- и двигателестроителей нет доступной альтернативы авиационному керосину.

Теоретически ближнемагистральная авиация может быть электрической — на непродолжительный полет

хватит и батарей. Такие самолеты (их разрабатывает в том числе NASA) уже летают — пока в качестве испытательных платформ. А Норвегия, например, к 2040 году планирует заменить электросамолетами все короткие рейсы внутри страны. (Альтернативный план, предложенный экспертами Международного энергетического агентства, — замена коротких рейсов в мире скоростными электропоездами везде, где это возможно.)

Однако остаются средне- и дальнемагистральные рейсы, которые и связывают мир в единое транспортно-пассажирское пространство. Тут главная надежда — использование водорода, который, как сказано выше, имеет много недостатков.

Международный европейский концерн Airbus в 2020 году заявил, что проблема может быть решена, но для этого потребуются создать в том числе принципиально новые самолеты. Компания уже разрабатывает их прототипы.

Среднемагистральные самолеты будут похожи на нынешние, считают в концерне, только с огромным отделением под топливные баки в хвосте.

А вот для создания дальнемагистральных самолетов потребуется полностью изменить представления о пассажирской авиации. Такие самолеты будут сделаны не так, как принято во всем мире (всловно — толстая

«сигара» с крыльями), а по схеме «летающее крыло». Проект получил название *Maveric*; предполагается, что его продажи начнутся уже в середине 2030-х годов.

Внутри такого крыла будет плоская и широкая «коробка» для пассажиров и груза, а остальное пространство займут баки для жидкого водорода.



Airbus

У такого самолета есть и плюсы, и минусы.

### Плюсы:

- Сама схема в смысле аэродинамики экономичнее ныне существующей, то есть требует меньшего расхода топлива. Она же позволяет оснастить

самолет большими (опять же более экономичными) двигателями.

- Интерьер самолета не будет связан ограничениями, которые предполагает форма «сигары»: можно создать различные варианты спальных мест и общественные пространства.

### Минусы:

- Новый форм-фактор самолета не предполагает никаких окон: их заменят экранами, которые будут показывать в том числе происходящее снаружи.
- Изменения положения самолета в пространстве будут ощущаться совсем иначе, чем в нынешних «сигарах»: сейчас при поворотах самолета положение пассажира относительно продольной оси судна почти не меняется, а в «плоской коробке» внутри летающего крыла будет иначе. Вероятно, у многих такой полет будет вызывать тошноту, считают опытные пилоты.
- Аэропортам потребуется новая инфраструктура для транспортировки водорода и заправки самолетов.
- Главная же проблема — консерватизм индустрии, которая основана на высоких стандартах безопасности. 10 лет назад похожая программа «водородной авиации» оказалась заброшена из-за того, что требовала слишком больших изменений в отрасли.

**Глобальное потепление — это миф или правда?**

**В России тоже теплеет? Это хорошо или плохо?**

Стыдные вопросы об изменении климата

---

---

**Дмитрий Кузнец**

## **(1) МЭА**

Международное энергетическое агентство — один из главных консультационных органов на мировом энергетическом рынке. Создано в начале 1970-х, после первого мирового нефтяного кризиса, Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), объединяющей все развитые экономики мира.

[Вернуться к тексту.](#)

## **(2) Критические минералы**

Списки дефицитных минералов и химических соединений, без которых невозможно современное экономическое, технологическое и военное развитие, составляют разные страны и организации. Так, свои обновляемые списки есть у ЕС и США. В основном в списках представлены редкоземельные металлы. Почти все критические минералы должны широко использоваться в новой «чистой» энергетике: в батареях для хранения электричества, в солнечных панелях, в ветровых электростанциях и т. д.

[Вернуться к тексту.](#)

## **(3) Офшорные ветряные электростанции**

«Фермы» ветряков, расположенные в океане или море недалеко от берега. Их преимущество — сильные ветра, которым не препятствуют складки местности, и отсутствие конкуренции с другими отраслями за использование земли. Недостаток — высокая стоимость строительства.

[Вернуться к тексту.](#)