

Будущее мировой энергетики до 2050 года



В отчете New Energy Outlook 2026 (NEO-2026) рассмотрены два детально проработанных сценария: Сценарий экономического перехода (Economic Transition Scenario, ETS) как экономико-технологический «базовый вариант» и Сценарий углеродной нейтральности (Net Zero Scenario, NZS), соответствующий целям Парижского соглашения по ограничению потепления «значительно ниже 2 °C».

Моделирование опирается на более чем двадцатилетние ряды по стоимости технологий, структуре спроса и предложения и выполняется по принципу «снизу вверх» — по отдельным странам и отраслям, с почасовой детализацией в электроэнергетике и годовой — в остальных секторах. Это отличает NEO от агрегированных макроэкономических прогнозов и сближает его с инженерно-экономическими расчетами энергосистем.

Два сценария: базовый и нормативный

Сценарий экономического перехода описывает, как будет трансформироваться энергетика при сохранении текущей политики, если опираться на исторические тенденции энергоэффективности и распространения уже коммерчески отработанных и экономически

конкурентных технологий. В этом варианте глобальные выбросы углекислого газа уменьшаются примерно на пятую часть к 2050 году по сравнению с 2025-м и примерно на 40% относительно гипотетического мира «без энергоперехода», что соответствует ориентировочно 2,4 °C потепления к концу века.

Сценарий углеродной нейтральности — нормативная траектория «максимума усилий» при существующем наборе технологий, в которой к 2050 году обеспечивается баланс выбросов и поглощения углекислого газа в электроэнергетике, транспорте, промышленности и сфере зданий. Обновленный вариант NZS допускает более медленный старт декарбонизации в 2020-е годы и увеличенный углеродный бюджет до примерно 500 млрд тонн CO₂ на 2024–2050 годы, но всё ещё ограничивает пиковое потепление уровнем около 1,8 °C.

Инвестиции: масштаб и структура затрат

Ключевой вопрос NEO-2026 — сколько стоит переход к более устойчивой энергетике и как меняется структура затрат. Совокупные инвестиции и потребительские расходы в электроэнергетике, транспорте, промышленности и секторе зданий в 2026–2050 годах составляют 189 трлн долларов США в базовом сценарии и 235 трлн в сценарии углеродной нейтральности, то есть «парижская» траектория требует примерно на четверть большего объема вложений. При этом в NZS около 84% совокупных средств (197 трлн долларов) направляются в низкоуглеродные решения, тогда как в ETS — лишь 55% (104 трлн долларов), а инвестиции в ископаемое топливо сокращаются с 85 до 38 трлн долларов.

Если учитывать не только капитальные вложения, но и затраты на топливо, эксплуатацию и потребительские расходы, полная стоимость глобальной энергосистемы за 2026–2050 годы в NZS оказывается выше ETS всего на 16% (334 против 289 трлн долларов). При этом более «чистая» система экономит порядка 16 трлн долларов на закупках угля, нефти и газа, а дополнительная «надбавка» в 46 трлн долларов покупает снижение климатических рисков — переход от траектории порядка 2,4 °C к пиковому потеплению около 1,8 °C.

Электроэнергетика и сети как ядро перехода

Электроэнергетика выступает главным источником сокращения выбросов: переход от угля к возобновляемым источникам энергии при поддержке накопителей и газовой генерации обеспечивает около 60% снижения выбросов к 2050 году по сравнению с миром без энергоперехода. Уже сейчас электроэнергия обеспечивает около 21% конечного энергопотребления (против 38% у нефтепродуктов), и в базовом сценарии становится основным видом конечной энергии к 2047 году; в сценарии углеродной нейтральности это происходит примерно на десятилетие раньше.

Нагрузка на электрические сети растет особенно быстро. В NZS суммарная протяженность линий электропередачи и распределительных сетей увеличивается с 69,5 до 112,3 млн км к 2050 году, причем около 61% прироста приходится на Азиатско-Тихоокеанский регион, где Китай и Индия обеспечивают 23 и 20% этого увеличения. Инвестиции в сетевую инфраструктуру в сценарии углеродной нейтральности достигают 25,1 трлн долларов, что на 51% выше, чем в базовом сценарии, а примерно половина этих средств направляется в сети передачи, соединяющие крупные центры генерации на основе ветра и солнца с

потребителями.

Возобновляемая энергетика, накопители и гибкость

NEO-2026 фиксирует сдвиг в структуре генерации: в базовом сценарии солнечная энергетика становится крупнейшим источником безуглеродной выработки уже к концу 2020-х годов и крупнейшим источником электричества в целом примерно к середине 2030-х. Установленная мощность солнечной генерации возрастает до 8,9 ТВт к 2035 году и до 16,2 ТВт к 2050-му, тогда как суммарная мощность ветровых электростанций достигает 5,25 ТВт к середине века.

Накопление электроэнергии становится ключевым элементом гибкости энергосистемы. Стационарные аккумуляторные системы в базовом сценарии увеличиваются по мощности с 223 ГВт в 2025 году до 2 ТВт к 2035-му и 3,8 ТВт к 2050-му; в сценарии углеродной нейтральности их мощность достигает 9,6 ТВт. В результате к 2035 году около 11% произведенной электроэнергии во всем мире будет «переноситься» во времени с использованием накопителей и управляемого спроса против примерно 3% сегодня.

Транспорт: электромобили как устойчивый драйвер

Электрификация транспорта остается одним из наиболее устойчивых факторов снижения выбросов в обоих сценариях. В базовом варианте годовые продажи электромобилей растут с 22 млн в 2025 году до 39 млн в 2030-м, 69 млн в 2040-м и 80 млн к 2050 году, что приводит к сокращению спроса на нефтепродукты в дорожном транспорте примерно вдвое — с 43 до 21 млн баррелей в сутки. В сценарии углеродной нейтральности парк легковых электромобилей достигает порядка 1,5 млрд единиц к середине века, а продажи автомобилей с двигателем внутреннего сгорания фактически сходят на нет уже к концу 2030-х годов.

Обновленный NZS задает более реалистичную, «S-образную» кривую распространения электромобилей, согласованную с отдельным ежегодным обзором BloombergNEF по дорожному транспорту. При этом в базовом сценарии для ряда рынков (США, Европейский союз) учтены смягчение требований к экономии топлива и изменение схем поддержки, что усиливает контраст между базовой траекторией и вариантом углеродной нейтральности в транспортном секторе.

Промышленность, водород и улавливание CO₂

В промышленности отчет фиксирует: без ускоренной электрификации достичь к середине века нулевого чистого баланса выбросов невозможно. В сценарии углеродной нейтральности перевод технологических процессов на электрическую энергию обеспечивает около 58% совокупного сокращения выбросов по сравнению с ситуацией «без перехода» — за счет замены низко- и среднетемпературного тепла электрическими котлами, печами и тепловыми насосами.

Для отраслей с высокотемпературными процессами — прежде всего черной металлургии и цементной промышленности — решающую роль играют водород и улавливание углекислого газа. В NZS к 2050 году около 27% мирового производства стали приходится на доменные агрегаты с улавливанием и хранением CO₂, причем более 90% такого производства

сосредоточено в Китае, Индии и Юго-Восточной Азии. Общий спрос на низкоуглеродный водород в обновленной версии сценария скорректирован вниз, а его применение сосредоточено в действительно трудно электрифицируемых сегментах — стали, судоходстве и части химического производства.

Здания, тепловые насосы и авиация

В секторе зданий тепловые насосы становятся базовым инструментом декарбонизации и в базовом, и в «парижском» сценарии, но в NZS их роль существенно выше: к 2050 году в мире действует свыше 730 млн тепловых насосов — более чем вдвое больше, чем в ETS. Расширенная модель учитывает как замену существующих котельных установок, так и оснащение новых зданий, а также типичный срок службы оборудования.

В авиации отчет закрепляет ключевую роль устойчивого авиационного топлива (SAF). В NZS его потребление достигает 119 млрд галлонов к середине века, что существенно больше, чем в ранних версиях сценария, на фоне более осторожных оценок масштабируемости самолётов на водороде. Даже наиболее дешёвые варианты такого топлива остаются как минимум в два раза дороже традиционного авиационного керосина, что делает будущий рынок критически зависимым от нормативных требований и механизмов поддержки.

Энергетическая безопасность и «энергетическая трилемма»

NEO-2026 подробно рассматривает аспект энергетической безопасности на фоне крупных потрясений текущего десятилетия. Анализ показывает, что в обоих сценариях зависимость большинства крупных экономик от импорта угля, нефти и газа снижается, особенно в азиатских странах с высокой импортной нагрузкой — Вьетнаме, Японии, Индонезии и Индии. В сценарии углеродной нейтральности доля расходов на импорт ископаемых видов топлива в валовом внутреннем продукте Европейского союза и Китая, например, стремится к нулю к 2050 году за счет масштабного развития собственной генерации на основе возобновляемых источников.

BloombergNEF предлагает расширенную трактовку «энергетической трилеммы», объединяющей безопасность, экономическую эффективность и экологическую устойчивость. В сценарном моделировании эти аспекты объединены через ограничения и задачу минимизации совокупных затрат: оптимизация по наименьшей стоимости в электроэнергетике автоматически ищет баланс между надёжностью, ценой и сокращением выбросов, но итоговые траектории для отдельных стран существенно различаются в зависимости от ресурсной базы, политики и динамики спроса.

Дата-центры и искусственный интеллект

Отдельный блок NEO-2026 посвящен росту нагрузки от центров обработки данных и инфраструктуры искусственного интеллекта. По оценке BloombergNEF, в 2025 году дата-центры потребили около 501 ТВт·ч электроэнергии — порядка 1,9% мирового спроса, а к 2050-му их потребление возрастет до примерно 4 627 ТВт·ч, то есть до 10% глобального электропотребления. Уже к 2035 году доля дата-центров в мировой нагрузке достигнет около 5,4%, а в ряде энергосистем (PJM в США, Малайзия, Великобритания) — 15–23%.

Сценарные расчеты показывают, что обеспечение дополнительного спроса со стороны дата-центров к 2050 году потребует ввода примерно 1 000 ГВт солнечной генерации, 400 ГВт накопителей, 370 ГВт газовых и 110 ГВт угольных мощностей сверх сценария без этого сегмента, причем около половины дополнительной выработки будет обеспечено существующими и новыми тепловыми станциями. Это подчеркивает, что цифровизация и развитие искусственного интеллекта без целенаправленной «привязки» к чистой генерации несут существенные климатические риски.

Методологические рамки и ограничения

Авторы особо подчеркивают, что NEO — это не прогноз, а набор сценариев: внутренне согласованных траекторий, объединяющих набор неопределенных параметров в целостную картину, а не единственно возможный вариант будущего. Модели BloombergNEF, построенные «снизу вверх», не являются моделями общего равновесия и не описывают макроэкономические обратные связи, предложение ископаемых ресурсов или масштаб «застрявших активов». В обновленном выпуске применяется климатическая модель MAGICC для оценки температурных последствий, а также расширен набор чувствительных расчетов, включая варианты «без дата-центров» и «без перехода».

Отчет New Energy Outlook 2026 (NEO-2026)