

## **Мировое сражение в энергетике**

### **Энергетический переход: победители и проигравшие**

Доиндустриальные общества опирались исключительно на мышечную силу людей и животных и энергию, вырабатываемую при помощи биомассы, ветра и воды. С развитием индустриализации, начавшейся с использования паровой, а затем и тепловой машины, общество впало в зависимость от полезных ископаемых.

#### **Энергетическая уязвимость**

После начала Арабо-израильской войны в октябре 1973 г. мировой кризис дефицита нефти поставил промышленные державы перед фактом сильной зависимости их экономик от нефти, цена на которую с октября 1973 по март 1974 г. выросла в 4 раза. Особенно сильно пострадала Европа, так как 63 % её потребности в энергии покрывалось за счёт импорта. Вскоре, в 1979–1980 гг., в связи с иранским кризисом произошёл новый рост цен на нефть. Сегодняшний энергетический кризис, вызванный войной на Украине, представляет собой похожую ситуацию, хотя и возникшую в другом географическом регионе. В 2021 г., спустя почти полвека после нефтяного кризиса, ЕС по-прежнему импортирует 56 % потребляемой им энергии (Eurostat).

После начала войны Международное энергетическое агентство (МЭА) писало, что *«первый по-настоящему глобальный энергетический кризис, вызванный вторжением России на Украину, привёл к беспрецедентному импульсу развития возобновляемых источников энергии»* (IEA, *“Renewables 2022: Analysis and Forecast to 2027”*).

#### **Технологии, солнце и ветер**

С тех пор, как капитализм создал мировой рынок, энергетическая независимость превратилась в чистую иллюзию: снижение зависимости от ископаемого топлива порождает другие виды зависимостей – от стран, производящих сырьё для развития возобновляемых источников энергии (литий, кобальт, никель, редкоземельные элементы и т. д.), или от регионов, богатых возобновляемой энергией (солнечный свет пустынь Сахара и Гоби, ветры Северного моря, пустынь или Великих равнин США). Если зависимость от ископаемого топлива со Среднего Востока или из России будет снижаться, то зависимость от кобальта (из Африки), лития (из Латинской Америки), никеля (из Индонезии) будет возрастать. На неопределённость, связанную с поставками энергоносителей, страны реагируют качественной и географической диверсификацией, а также повышением энергоэффективности, т. е. снижением энергопотребления на единицу ВВП. Возобновляемая энергетика способствует диверсификации источников энергии, а электрификация и цифровизация – повышению энергоэффективности.

В этой статье мы сосредоточимся только на возобновляемых источниках энергии, обеспечивающих прерывистую генерацию, – фотоэлектрической солнечной энергии и энергии ветра. Гидроэнергетика и энергия биомассы – древние формы производства электроэнергии, которые требуют отдельного разговора.

Если ещё несколько лет назад сектор возобновляемых источников энергии, обеспечивающих прерывистую генерацию, был маргинальным, то сейчас он переживает бурный рост, и происходит это главным образом благодаря технологическим инновациям, которые снизили издержки производства (IEA, *“Energy Technology Perspective 2023”*).

По данным Международного агентства по возобновляемой энергетике (IRENA), за последнее десятилетие стоимость производства электроэнергии с помощью фотоэлектрических установок снизилась на 82 %. За этот же период затраты снизились на 39 % для наземных ветряных электростанций и на 29 % для морских. Для использования в промышленных и бытовых целях солнечная и ветровая энергия должны быть преобразованы в электроэнергию, которая затем передается по сетям от места выработки электроэнергии к месту её использования. В области электросетевых технологий были достигнуты огромные успехи, и в 2021 г. доля возобновляемых источников энергии, обеспечивающих прерывистую генерацию, в мировом производстве электроэнергии достигла 10,2 %, в том числе 12,5 % в США, 19 % в странах ЕС и 28,5 % в Германии.

По данным МЭА (*“Net Zero 2050 Report”*), доля электроэнергии в конечном потреблении энергии увеличилась с 16 % в 2005 г. до 20 % в 2021 г., при этом в 2030 г. она должна составить 27 %, а в 2050 г. – 50 %.

### **Эффективность, электрификация и цифровизация**

Возобновляемые источники энергии являются лишь одним из компонентов энергетического перехода, но такую же фундаментальную роль играют и другие элементы. *«Энергоэффективность называют “первым топливом” при переходе к чистой энергетике»*, – пишет МЭА. Цели повышения энергетической эффективности экономики, т. е. ВВП на единицу потреблённой энергии, служат электрификация и цифровизация. Это наиболее подходящий показатель для выражения энергетической эффективности страны. В таблицах мы рассчитали некоторые показатели энергоэффективности, иллюстрирующие происходящие преобразования. Эксаджоуль (ЭДж) – это единица измерения энергии, соответствующая одному триллиону джоулей, что эквивалентно 277,78 тераватт-часам (ТВт·ч). Мы использовали эксаджоуль, потому что эта единица измерения фигурирует в статистике ВР, на которую мы ссылаемся. Во всём мире в 2021 г. на каждый потреблённый эксаджоуль энергии было произведено товаров на 146 млрд. долл. (+18 % по сравнению с 2000 г.): в США – 226 млрд. долл. (+53 %), в Германии – 299 млрд. долл. (+48 %), в Китае – 99 млрд. долл. (+50 %). Повышение энергоэффективности снижает выбросы CO<sub>2</sub> на единицу ВВП. В период 2000–2021 гг. динамика была следующей: -19 % в мире, -46 % в США, -43 % в Германии и -43 % в Китае.

В настоящее время основным видом энергии, используемым для удовлетворения конечных потребностей, является тепловая энергия, возникающая в результате сгорания, то есть окисления углерода (С) кислородом (О), при котором образуется CO<sub>2</sub>. Введение ограничений на выбросы CO<sub>2</sub> означает принуждение экономик к разработке технологий, позволяющих повысить энергоэффективность. В странах, не входящих в ОЭСР (Индия, Китай и “развивающиеся” страны), которые потребляют 2/3 мировой первичной энергии, на ископаемое топливо приходится 85 % энергопотребления, в то время как на фотоэлектрическую энергию и энергию ветра – 5 %. В этих странах до сих пор очень значительны возможности повышения КПД тепловых двигателей для снижения выбросов. Например, угольные или газовые электростанции, работающие на суперсверхкритических параметрах пара с КПД, близким к 50 %, сокращают выбросы CO<sub>2</sub> примерно на 30 % при том же количестве произведённой электроэнергии по сравнению с электростанциями предыдущего поколения. Возможно, объявлять о смерти ископаемого топлива преждевременно: на саммите Большой Семёрки в 2022 г. участники договорились ускорить внедрение солнечной и ветровой энергетики, но конкретной цели по закрытию угольных электростанций поставлено не было.

Как видно из таблиц, в период с 2017 по 2022 г., т. е. за последние 5 лет, инвестиции в энергоэффективность и модернизацию электросетей составили 4,282 трлн долл., что на 77 % больше объёма инвестиций в солнечную и ветровую энергетику.

Электроэнергия является основным способом использования возобновляемых источников, который может быть полностью задействован при условии развития “умных” сетей, т. е. применении цифровых технологий в электросетях. Энергетический переход можно рассматривать как цифро-электрический переход. В мировом масштабе инвестиции в цифровизацию достигли 18 % от общего объёма инвестиций в электросети.

Мы живём в глобальной капиталистической системе: технологии являются функцией борьбы между крупными финансово-промышленными группами и между государствами, которые их представляют. Электрификация и цифровизация – это поле битвы в глобальной экономической войне между наступающими электрическими и ИТ-компаниями и обороняющимися нефтяными и угольными компаниями. В столкновении этих промышленных гигантов на своё место смогут претендовать и автомобильные компании, но лишь в той мере, в какой они смогут электрифицировать свои автомобили.

*Май 2023 г.*