

ЭКОЛОГИЯ и право

апрель, 2023 № 86

BELLONA

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ



ИЗДАТЕЛЬ:

Экологическое объединение
BELLONA

www.bellona.no

ecopravo@bellona.org

Главный редактор:

Ангелина Давыдова

Адрес редакции и издателя:

Родхусгата 28, 0151 Осло

Электронная почта:

ecopravo@bellona.org

Our address:

Rådhusgata 28, 0151 Oslo

СОДЕРЖАНИЕ

3

Слово редактора

Ангелина Давыдова

5

Памятка читателям журнала

6

Война и энергетика

*Насколько война повлияла на глобальные тренды
в энергетике и зеленый переход*

Екатерина Мереминская

14

Атомная энергетика на фоне войны и климатического кризиса

Обзор на начало 2023 года

Дмитрий Горчаков

22

Подзаряди меня, если сможешь: где брать энергию во время войны

*Как Украина противостоит уничтожению
энергетического сектора и как украинцы пережили
зиму, ликвидировав дефицит электроэнергии
к середине февраля*

Ирина Бусел

28

Во имя нефти, угля и газа

*Россия меняет рынки сбыта ископаемого топлива
и хоронит зеленую энергетику*

Вера Кузьмина

34

Энергетическая безопасность и меры по ее обеспечению

*Как получать много энергии и не впасть
в зависимость*

Ксения Вахрушева

40

Глобальный энергетический кризис: где выход?

*Новые технологии могут помочь
в преобразовании энергетического рынка
и ухода от российских углеводородов*

Анна Вебстер

СЛОВО РЕДАКТОРА



АНГЕЛИНА ДАВЫДОВА,
главный редактор

Дорогие читатели!

Подготовка этого номера журнала «Экология и право» проводилась в необычных условиях – деятельность «Беллоны» была признана в РФ «нежелательной». Заявление организации и позицию ее сотрудников можно прочитать на соседней странице – одновременно ознакомившись со списком рекомендаций по безопасности для читателей журнала.

Нам как редакции журнала пришлось пойти на дополнительные меры по защите наших коллег и авторов. Вместе с тем мы полагаем, что вопросы и проблемы, которые мы и наши авторы освещаем в журнале, продолжают оставаться крайне актуальными. О них важно писать, говорить, анализировать и предлагать конкретные решения. Мы не считаем, что критическое обсуждение и совместное решение проблем относится к «вредной» или «нежелательной» деятельности.

Тема этого номера – изменения, происходящие в глобальном энергетическом секторе в связи с войной в Украине, сопутствующими санкциями в отношении РФ, а также другими глобальными и региональными событиями.

В этом выпуске наши авторы попытались ответить на целый ряд вопросов, в том числе: действительно ли в 2022 году наблюдался кризис на мировом энергетическом рынке, и что сделали страны, чтобы преодолеть его? По какому пути в этот период развивалась возобновляемая и водородная энергетика, что происходило с атомной энергетикой? Как Украина противостояла уничтожению своей энергосистемы и как украинцы пережили зиму?

В то же время мы не обошли стороной и другие значимые вопросы: что происходит с энергоресурсами России, путь для которых оказался закрыт на рынки многих стран из-за санкций, связанных с войной? Что сейчас означает энергетическая безопасность для мира в целом – и как ее можно укрепить? Также мы рассказали о новых технологиях, которые помогают в преобразовании мирового энергетического рынка и ухода от зависимости от углеводородов.

Мы будем рады вашим отзывам, комментариям, вопросам и, конечно, предложениям новых тем для следующих выпусков. Пишите нам: ecopravo@bellona.org. И прочитайте еще раз рекомендации по безопасности в связи с последними новостями. Спасибо вам за то, что остаетесь с нами.

Говорить

об экологических рисках в России теперь «нежелательно»

18 апреля 2023 года Генпрокуратура РФ объявила деятельность экологического объединения «Беллона» «нежелательной» на территории России. Власти считают, что работа организации – защита прав граждан на благоприятную окружающую среду «направлена на подрыв российской экономики, дискредитацию проводимой органами власти внутренней и внешней политики, дестабилизацию общественно-политической обстановки в стране и представляет угрозу основам конституционного строя и безопасности РФ, фондом предпринимаются попытки влияния на российское законодательство с целью его изменения». Это цитата из сообщения Генпрокуратуры.

«Беллона» является издателем журнала «Экология и право», а значит, наша 20-летняя работа по распространению информации о состоянии окружающей среды, экологических проблемах и рисках, стоящих перед Россией, деятельности экологических организаций и инициативных групп в регионах сейчас тоже «нежелательна».

Мы с такой характеристикой совершенно не согласны, потому что без честной экологической журналистики, без работы большого количества больших и маленьких экологических

организаций невозможно построить экологически устойчивое общество и находить долгосрочные решения климатическим вызовам, невозможно эффективно выстроить систему по охране окружающей среды.

Президент «Беллоны» Фредерик Хауге назвал решение Генеральной прокуратуры абсолютно неприемлемым: «Граждане России и ранее подвергались давлению за работу в «Беллоне», но теперь новый статус переводит эту работу и любое сотрудничество с организацией в сферу преступной деятельности».

«Беллона» с 1989 года вскрывала и документировала экологические проблемы Советского Союза, а затем и России. В частности, организация работала с проблемой выведенных из эксплуатации атомных подводных лодок, ядерных и радиационных отходов, накопленных после холодной войны. «Беллона» привлекала значительное международное финансирование для решения этих проблем. В общей сложности до начала войны в Украине международное сообщество вложило в подобные проекты около четырех миллиардов долларов. Вторжение России в Украину положило конец любому международному сотрудничеству в этой сфере.

Первые серьезные проблемы с российскими властями возникли у «Беллоны» еще в 1995 году, когда Федеральная служба безопасности провела обыски в офисе организации в Мурманске. В следующем году был арестован и заключен под стражу сотрудник «Беллоны» Александр Никитин, капитан 1-го ранга в запасе, ранее служивший на советских подводных лодках. Никитин участвовал в написании доклада «Северный флот. Потенциальный риск радиоактивного загрязнения региона», в котором говорилось о ненадлежащем обращении с ядерными и радиационными отходами и рисках потенциальных аварий на Северном флоте. ФСБ обвинила эколога в государственной измене. В 2000 году, после 17 судебных процессов, Никитин был оправдан Верховным судом РФ. С тех пор Никитин и «Беллона» продолжали работать в России вплоть до начала войны в Украине.

До вторжения России в Украину в феврале 2022 года офисы «Беллоны» работали в Мурманске и Санкт-Петербурге. В 2015 и 2017 годах российские юридические лица организации были объявлены иностранными агентами, но работа продолжилась. Агрессия России в отношении Украины привела к тому, что «Беллона» прекратила контакты с представителями российского государства, в том числе и с такими, как Госкорпорация «Росатом». В 2022 году организация закрыла офисы в России, а в 2023-м открыла новый русскоязычный офис в Вильнюсе.

К сожалению, объявление деятельности «Беллоны» в России «нежелательной» означает, что теперь распространение любой нашей информации, в том числе журнала «Экология и право» и символики, незаконно. Мы составили небольшую памятку для читателей журнала, живущих в России, о том, как продолжать читать наши материалы, не рискуя получить за это штраф.



Памятка читателям журнала

МОЖНО ЛИ ПРОДОЛЖАТЬ ЧИТАТЬ ЭЛЕКТРОННУЮ И ПЕЧАТНУЮ ВЕРСИЮ ЖУРНАЛА?

Можно, за это вас никто не накажет. Но выкладывать гиперссылки на наши материалы, цитировать их где-либо или приносить печатные выпуски на публичные мероприятия – теперь является административным правонарушением, рецидив грозит уголовным преследованием.

КАК ТЕПЕРЬ ДЕЙСТВОВАТЬ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ? ОТПИСЫВАТЬСЯ?

Нет, вы по-прежнему можете быть подписанными на нас и читать статьи журнала и другую аналитику «Беллоны», писать комментарии и ставить лайки. А вот срока давности по выложенным ссылкам, репостам или цитируемым материалам, к сожалению, нет. Вас могут привлечь к административной ответственности за репост пятилетней давности, в котором дается ссылка на очередной выпуск журнала «Экология и право».

В первый раз могут оштрафовать на сумму от 5 до 15 тысяч рублей. При повторном действии вас может ожидать наказание по статье 284.1 УК – лишение свободы вплоть до четырех лет, также могут быть назначены обязательные работы, ограничение свободы или штраф до 500 тысяч рублей, здесь многое зависит от хода расследования и конкретного судьи. Список таких дел ведут наши коллеги из ОВД-Инфо.

Шанс, что на вас заведут административное дело, мизерный, но он есть. Обычно в поле зрения репрессивных органов попадают самые активные граждане, участвующие в протестах, политической и природоохранной деятельности. Разные аспекты жизни этих людей тщательно изучаются силовиками в попытках зацепиться за что-нибудь. Поэтому взвесьте все за и против и примите правильное решение. Мы его поддержим в любом случае, потому что нам важна безопасность наших сторонников и читателей, остающихся в России.

МОЖНО ЛИ РАЗДАВАТЬ ПЕЧАТНЫЕ ВЫПУСКИ ЖУРНАЛА, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРОШЛЫЕ?

Нет. Теперь все наши издания в печатном и электронном виде находятся вне закона. Наказание такое же – административная статья, в случае рецидива – уголовная.

МОЖНО ЛИ ПЕРЕСЫЛАТЬ ИХ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЕ?

Да, но только тем, кому вы доверяете. В противном случае на вас могут написать донос, приложив скриншот с перепиской. Если ваша почта находится в зоне .ru, то это может стать поводом к запросу на просмотр переписки со стороны репрессивных органов. Рекомендуем вам перейти на иностранный сервис, если вы этого еще не сделали.

Я ПИСАЛ(А) СТАТЬИ ДЛЯ ЖУРНАЛА ИЛИ ДАВАЛ(А) КОММЕНТАРИИ ДЛЯ СТАТЕЙ, МНЕ ЧТО-НИБУДЬ ЗА ЭТО ГРОЗИТ? МЕНЯ МОГУТ ЗА ЭТО ПОСАДИТЬ?

Нет, прошлое сотрудничество с «нежелательными» организациями пока не преследуется. Главное – не давайте повода репрессивным органам подумать, что вы сотрудничаете с нами сейчас.

ЧТО ДЕЛАТЬ С ВАШИМ ЖУРНАЛОМ, ЕСЛИ ОН ЕСТЬ У МЕНЯ ДОМА?

Храните его в укромном месте. Не носите на публичные мероприятия, передавайте только тем, кому доверяете.

ЧТО ВАША РЕДАКЦИЯ СОБИРАЕТСЯ ДЕЛАТЬ ДАЛЬШЕ В ТАКИХ УСЛОВИЯХ?

Нам нужно время, чтобы обдумать новый статус. Право на благоприятную окружающую среду, экологическую информацию, соблюдение прав человека, демократическое развитие общества – это базовые ценности, которые разделяет весь наш коллектив. После начала российского вторжения в Украину «Беллона» приняла решение закрыть свои офисы в РФ. Теперь вдобавок к этому нашу деятельность признали «нежелательной». Но желание сделать этот мир более открытым, устойчивым и справедливым никуда не делось.

Так что ждите новостей и оставайтесь на связи



в Telegram @ecobellona



и Twitter @Bellona_etc.

Война и энергетика

Насколько война повлияла на глобальные тренды в энергетике и зеленый переход.

ЕКАТЕРИНА МЕРЕМИНСКАЯ

Война России против Украины идет уже больше года. Кроме чудовищных последствий для людей и разрушительного воздействия на окружающую среду (этим проблемам был посвящен предыдущий выпуск «Экологии и права») война спровоцировала глобальный энергетический кризис. Как он поменял расклад сил в мировой энергетике, и чего больше принес зеленому переходу – вреда или, может быть, пользы, мы расскажем в этой статье.

Можно ли назвать масштабным влияние войны?

Да, несмотря на то, что непосредственно от войны страдает только Украина, а Россия попала под санкции, остальной мир и энергорынок тоже оказались затронуты. Во-первых, потому что РФ – крупный поставщик газа, угля, нефти и металлов, необходимых для возобновляемых источников энергии (ВИЭ). А во-вторых, потому что война в Европе в XXI веке заставила пересмотреть взгляды на многое, в том числе на энергетические риски и экологическую устойчивость.

Глобально сместился баланс в трилемме «энергетическая безопасность – доступность – экологическая устойчивость». Это три ориентира

развития энергетики, и лучше, чтобы все они были на хорошем уровне. В последние несколько лет чаще говорили и думали об экологической устойчивости – о важности перехода на ВИЭ и сокращения потребления ископаемого топлива. Развитый мир мог себе это позволить, потому что вопросы энергетической безопасности представлялись решенными, а призывы Международного энергетического агентства (IEA) сократить зависимость от российских газа и нефти считались алармизмом.

Но 2022 год заставил богатые страны всерьез заняться энергетической безопасностью, а бедные государства – позаботиться о доступности (то есть посмотреть, есть ли у граждан свободный доступ к энергетическим ресурсам).

Теперь, решая эти проблемы, страны обратятся к топливу с большим углеродным следом, прогнозирует Мировой энергетический совет (World Energy Council, WEC; уже 12 лет публикует глобальный Индекс энергетической трилеммы) – и в то же время предостерегает от этого.

Война, которая идет в Европе, называется на всем остальном мире, **пишет** WEC. Прямо сейчас государства ищут варианты выхода из энергетического кризиса, выстраивают взаимоотношения с новыми партнерами, и лучше им сразу оценивать эти новые варианты с точки зрения пользы для возвращения баланса всех составляющих трилеммы – выбранные ценности и принципы важнее, чем точка, в которой сейчас находится государство, уверены в WEC.

Также миру не нужно выбирать – бороться с энергетическим кризисом или с климатическим, это ложная дихотомия. «Социальные и экономические выгоды от ускорения перехода к экологически чистой энергии так же огромны, как цена бездействия», – напоминает IEA.

Что именно сделала Россия

Россия использует энергетику как оружие, **констатировала** президент Еврокомиссии Урсула фон дер Ляйен. Поскольку ЕС больше зависит от российского газа (он составлял 45% импорта и почти 40% потребления ЕС), именно газ Москва сделала инструментом шантажа.

Еще до нападения на Украину, в конце 2021 года Россия сократила поставки газа на экспорт (на **25%** по газопроводам), объяснив отсутствием заявок. Это стало критичным для Европы, поскольку как раз тогда страны ЕС заполняли на зиму свои подземные хранилища газа (ПХГ) и так и не успели закачать необходимый объем. Цены взлетели.

Позже под предлогом ремонта и санкций Россия сократила поставки по основному газопроводу «Северный поток – 1». Взрывы на дне Северного моря (в них подозревают Россию, ее мотивом могло быть желание продолжить газовый шантаж, в то же время избежав неустойки, сумма которой



24%

мирового энергоснабжения
приходится на природный газ

Россия играет в нем важную роль, поскольку обладает крупнейшими запасами (почти четверть мировых, 23,6% на 2020 год) и до войны **была** на первом месте по экспорту, по данным IEA. Российский экспорт в 2021 году составил 250 млрд кубометров газа – 16% всего мирового экспорта, в 2022 году экспорт упал на четверть (почти вдвое больше газа Россия потребляет внутри)

Коллаж: commons.wikimedia.org,
www.pexels.com

ГАЗОПРОВОД «СЕВЕРНЫЙ ПОТОК»



Источник: Berria

<https://www.berria.eus/albisteak/218737/berlinek-eta-moskuk-laguosabotajetzatraquo-jo-dituzte-nord-streameko-isuriak.htm>

перекрывала даже стоимость строительства трубопроводов) поставили точку в истории самого протяженного газопровода в мире, возможно, навсегда лишив Россию европейского рынка. Газ продолжает поступать по газопроводу «Союз», проходящему через территорию Украины. Кроме того, топливо идет в Турцию по газопроводам «Голубой поток» и «Турецкий поток» и уже оттуда – в страны Южной Европы по «Балканскому потоку» (но мощность их значительно меньше).

«Эти сокращения поставок газа оказали беспрецедентное давление

на мировые энергетические рынки и серьезное влияние на энергетическую систему Европы», – констатировала фон дер Ляйен. Зависимость Европы от российского газа несколько лет до этого неуклонно росла, а внутреннее производство сокращалось. В Германии 55% всего потребляемого природного газа шло из России (а также половина всего потребляемого угля и 35% нефти).

Как Евросоюз смог обойтись без российского газа

Европа оперативно в мае приняла REPowerEU Plan, по которому должна

полностью отказаться от потребления российского ископаемого топлива до 2030 года. Не только от газа, но и от угля (санкции ввели в августе), и нефти (с декабря) и нефтепродуктов (с февраля 2023 года). План предписывает и сокращение потребления газа на 15% в период с августа 2022 года по март 2023-го. А также делает ставку на энергосбережение – «это самый быстрый и дешевый способ справиться с нынешним энергетическим кризисом и сократить расходы», **сказано** на официальном сайте ЕС. Целевой показатель энергоэффективности программы «Fit for 55» (план сокращения выбросов не менее чем на 55% к 2030 году).

План также направляет дополнительные 210 млрд евро инвестиций в экологически чистые энергетические технологии в течение пяти лет.

И действительно, после того как REPowerEU Plan был принят, а также после пика цен на газ и электричество (когда предприятиям было дешевле не работать, чем платить по счетам) включился режим экономии, вплоть до понижения температуры в государственных учреждениях.

Чтобы безболезненно пройти зиму, подсчитала Еврокомиссия, к 1 февраля 2023 года ПХГ Евросоюза должны были быть заполнены как минимум на 45%. На деле они оказались заполнены на 72%. Сыграло роль не только сокращение потребления, но и аномально теплая погода. «Хорошая погода – не единственный повод для радости», – пишет журнал **Economist** в статье «Энергетический кризис и невероятное везение Европы».

ЕС нарастил закупки газа у Норвегии и Алжира по трубопроводам и сжиженного природного газа (СПГ) у США, Катар и Нигерии.

Выросли поставки СПГ по мере ввода новых терминалов. Влажная осень и ветреная зима помогли привести в движение гидро- и ветрогенераторы. Французские АЭС, остановленные на техническое обслуживание, постепенно возвращаются в сеть. «Все факторы, вызвавшие энергетический кризис 2022 года, ослабевают одновременно», – цитирует журнал эксперта школы Херти в Берлине Лайона Хирта.

Около

300 000 тонн

метана выбросилось в атмосферу из-за повреждения газопроводов «Северный поток – 1» и «Северный поток – 2», согласно подсчетам Федерального агентства Германии по защите окружающей среды. Это соответствует 1% парниковых газов, выбрасываемых за год во всей Германии

Даже Германия всего за год избавилась от своей зависимости. «Германия полностью перестала зависеть от импорта энергоресурсов из России», – заявил министр финансов ФРГ Кристиан Линднер в интервью BBC. Это гораздо раньше прогнозов, сделанных в начале войны, – тогда подсчитали, что независимости Германия добьется к середине 2024 года. Цена, которую пришлось за это заплатить, – возобновление работы трех угольных электростанций и продление работы трех АЭС, оставшихся в стране.

Но у компаний все же возникли сложности с финансированием. Немецкая компания Uniper, ранее крупнейший покупатель российского газа, столкнулась со значительными трудностями, пытаясь заменить поставки (чтобы выполнить обязательства перед клиентами, ей пришлось покупать дорогой газ и поставлять по зафиксированному ранее более низкому ценам). Это ограничило потенциал в инвестициях в глобальные проекты, связанные с водородом. Да и на государственном уровне риски остаются. «Несмотря на все, что мы предприняли, в следующем году нас по-прежнему может ожидать нехватка 30 миллиардов кубометров газа», – заявила фон дер Ляйен.

Потребление нефти – что изменится?

Россия косвенно спровоцировала рост вложений в добычу нефти. То есть подтолкнула к тому, против чего борются стратегии зеленого перехода. Дело в том, что резкий взлет цен на нефть, вызванный сокращением поставок, а затем и ожиданием санкций, усилил интерес к этому сырью. Расходы на разведку и добычу восстановились в 2022 году, хотя остались ниже допандемийного уровня, отмечает [S&P Global Commodity Insights](#).

Санкции Евросоюза (ЕС отказался от покупки нефти и нефтепродуктов, поступающих по морю) и введение предельной цены в отношении российских нефти и нефтепродуктов (от «Большой семерки», ЕС и Австралии) еще не успели сказаться. Эмбарго и потолок цен на нефть вступили в силу в декабре, а на нефтепродукты – в феврале. Так что по итогам 2022 года добыча нефти в России даже **вы-**

росла на 2%, до 535 млн тонн. Однако в 2023 году Россия ожидает снижения добычи – в среднем на 5-7%, как прогнозирует вице-премьер Александр Новак.

Поставки из России все еще составляют 10% глобального рынка сырой нефти. До эмбарго около 60% из них шло в Европу (111 млн тонн), 20% – в Китай (70 млн тонн). Новые правила сократят поступление в ЕС российской нефти на 90%. Однако это не гарантия того, что все потребление нефти в Европе снижается более резко, чем подразумевает зеленый переход. Пока что ЕС заменяет нефть из России другой нефтью – из Норвегии, США и Ближнего Востока.

В целом рынок нефти ждет перераспределение потоков. России придется искать рынки сбыта за пределами Европы, менять логистику и перестраивать процессы финансирования и страхования грузовых перевозок. Новым покупателем уже стала Индия. Страна нарастила импорт российской нефти в 33 раза (средний объем за сутки в декабре 2022 года по сравнению с тем же месяцем 2021 года). Правда, Индия покупает российскую нефть с большим дисконтом – даже до введения потолка дисконт на марку Urals достигал \$40 за баррель по сравнению с маркой Brent (до войны разница в цене не превышала \$10).

Но в ходе перераспределения может возникнуть дефицит на глобальном рынке, что тревожит страны-импортеры. Даже если усилия ЕС по сокращению энергопотребления увенчаются успехом, это не повлияет на рост спроса в Африке или Юго-Восточной Азии.

Пока зеленый переход, рост доли электромобилей, водородная энергетика – это удел развитых стран. Со стороны развивающихся государств

спрос растет, потребление нефти на глобальном уровне увеличивается.

В ближайшее десятилетие мир ждет кризис из-за того, что предложение нефти не успевает за спросом, а ВИЭ еще не смогут покрыть разрыв, о чем предупреждают экономисты. Мировой нефтяной промышленности нужно ежегодно добавлять 5 млн баррелей в сутки новых производственных мощностей, чтобы компенсировать естественное снижение добычи (происходит из-за выработки действующих скважин или по решению компаний, когда сложная добыча становится нерентабельной при текущих ценах), призывает ОПЕК, до 2045 года необходимо потратить в общей сложности 12,1 трлн долларов (ОПЕК хоть и ангажированный игрок, но перепроизводство нефти ей ни к чему).

На рынке нефтепродуктов дисбаланс наблюдался и до российского вторжения. Тогда важнейшим фактором был зеленый переход Китая, поскольку ужесточение внутреннего контроля и экспортной политики привели к сокращению поставок дизельного топлива из КНР на 85% (с 535 000 б/с в I полугодии 2021 года до 85 000 б/с в I полугодии 2022 года).

В ЕС из-за зеленого перехода **продолжат** планомерно сокращать мощности собственных НПЗ. В 2023 году итальянская Eni, вероятно, начнет преобразование завода в Ливорно в биоперерабатывающий, французская Grandpuits стремится отказаться от нефти и запустить производство экологически безопасного авиационного топлива. Частично выпадающие российские нефтепродукты для ЕС заместит Индия, переработав нефть из России. Нарастить поставки собираются Кувейт, Саудовская Аравия, Турция. Они вполне могут восполнить выпадающие российские объемы.



17%

мирового экспорта нефти
поставляет Россия
(второе место после Саудовской Аравии)



10 млн

баррелей в сутки добывается в России (третье место после США, 17,6 млн б/с, и Саудовской Аравии, 12 млн б/с)



Война пока не изменила планы Японии, ее дорожная карта по достижению климатической нейтральности к 2050 году предполагает создание Фонда зеленых инноваций на 2 трлн иен (15 млрд долларов). На фото: ветроэлектростанция в городе Камису, префектура Ибараки, Япония.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wind_Power_Kamisu_12.jpg

Предостережение для ВИЭ

На мировой рынок возобновляемых источников энергии война влияет как провокатор инфляции и источник неопределенности. Россия – поставщик алюминия, кобальта, никеля и ряда других необходимых для ВИЭ металлов. По экспорту алюминия и никеля Россия **занимает** первое место в мире.

«Несмотря на устойчиво высокие цены на энергию и возвращение к угольной энергетике в некоторых европейских странах, особенно в Германии, разработчики и поставщики ветроэнергетики по-прежнему отмечают высокий спрос и активное строительство», – говорится в **обзоре** S&P Global.

В 2022 году на долю ВИЭ пришлось 30% мирового производства

электроэнергии по сравнению с менее чем 20% в 2010 году, при этом заметно увеличилось производство солнечной фотоэлектрической, ветровой, гидро- и биоэнергии, пишет IEA.

Наращивая инвестиции в ВИЭ, важно не повторить ошибку Европы и не впасть в слишком большую зависимость от одного поставщика, предупреждает IEA. Теперь им может быть Китай: «Что касается таких технологий, как солнечные батареи, ветрогенераторы, аккумуляторы для электромобилей, электролизеры и тепловые насосы, то на долю трех крупнейших стран-производителей приходится не менее 70% производственных мощностей по каждой технологии, причем во всех из них доминирует Китай».

Важнейшие для ВИЭ полезные ископаемые тоже сосредоточены в небольшом числе стран. Напри-

мер, Демократическая Республика Конго обеспечивает более 70% мировых поставок кобальта, а всего на три страны – Австралию, Чили и Китай – приходится более 90% мирового производства лития (оба металла нужны для аккумуляторов). Рост цен на кобальт, литий и никель привел к первому в истории повышению цен на аккумуляторы для электромобилей, которые в 2022 году подскочили почти на 10% во всем мире. Стоимость ветряных турбин за пределами Китая также росла после нескольких лет снижения. Аналогичные тенденции можно видеть и на рынке фотоэлементов для солнечных батарей.

«Мир выигрывает от более диверсифицированных цепочек поставок для экологически чистых технологий, – считает Фатих Бироль из IEA. – Как мы видели на примере зависимости



Фото: Σ64 / commons.wikimedia.org

Война пока не изменила планы Японии, ее дорожная карта по достижению климатической нейтральности к 2050 году предполагает создание Фонда зеленых инноваций на 2 трлн иен (15 млрд долларов). Индия увеличила сумму инвестиций в создание солнечных панелей (600 млн долларов).

На Глобальном форуме действий для чистой энергетики (Global Clean Energy Action Forum), состоявшемся в сентябре, 16 государств объявили о новых совокупных расходах в размере 94 млрд долларов на проекты до 2026 года.

И для компаний вопросы устойчивого развития по-прежнему важны. «Вероятно, российско-украинская война отсрочила отказ от ископаемого топлива, но не положила ему конец. Правительства могут отказываться от экологически чистой энергии, но компании, находящиеся под давлением акционеров, этого не делают», – **сохраняет оптимизм** международное рейтинговое агентство S&P Global.

Это подтверждает и динамика инвестиций. В 2022 году впервые в истории совокупные вложения в возобновляемую энергетику, электромобили, системы хранения энергии, разработку новых видов топлива (но также и в атомную энергетику) достигли \$1 трлн, говорится в отчете «Инвестиционные тренды в энергетическом переходе» Bloomberg New

Energy Finance. Они почти сравнялись с инвестициями в нефтегазовую и угольную отрасли. Если посчитать все инвестиции в чистую энергетику, то они окажутся еще выше – \$1,4 трлн в 2022 году, что на 10% больше, чем в 2021 году, и что составляет 70% роста общего объема инвестиций в энергетический сектор.

«Глобальный портфель проектов по производству экологически чистых энергетических технологий велик и продолжает расти. Если все, что объявлено на сегодняшний день, будет построено, то инвестиции, направляемые в производство экологически чистых энергетических технологий, обеспечат две трети того, что необходимо для достижения нулевого уровня выбросов», – заявил от лица IEA Бироль.

Откат к углю действительно происходит?

Как видим, замещает российские нефть, газ и уголь Европа теми же ископаемыми, но из других стран – в самой Европе, по прогнозам, добыча углеводородов существенно не увеличится, за исключением бурения в Северном море в Норвегии и Великобритании. Но Франция, Германия, Италия и Австрия уже расконсервировали угольные электростанции. Сожжено будет не менее 13 млн тонн угля.

Потребление угля установило рекорд. По итогам 2022 года потреб-

Европы от российского газа, когда вы слишком сильно полагаетесь на одну компанию, одну страну или один торговый маршрут, вы рискуете заплатить высокую цену в случае перебоев».

Кризис и война не оставили зеленый переход без денег

Многие страны продолжают действовать ответственно и находят деньги не только на помощь Украине и собственным экономикам, пострадавшим от энергокризиса, но и на поддержку устойчивого развития.

В ответ на войну и энергокризис в США был принят закон о снижении инфляции, предполагающий выделение 370 млрд долларов на энергетику и борьбу с изменением климата.



В 2022 году в США был принят закон о снижении инфляции, предполагающий выделение 370 млрд долларов на энергетику и борьбу с изменением климата. На фото: наводнение в 2008 году в Финчфилде, штат Айова, США.

Фото: Don Becker / U.S. Geological Survey / www.flickr.com

<https://www.flickr.com/photos/usgeologicalsurvey/2594361930/in/album-72157605711731113/>



По прогнозам экспертов IEA, потребление угля останется на высоком уровне до 2025 года. В развитых странах спрос постепенно будет падать, но развивающиеся страны Азиатско-Тихоокеанского региона намерены увеличить использование угля для поддержания экономического роста. Уголь по-прежнему будет крупнейшим источником выбросов углекислого газа.
Фото: [www.flickr.com / Max Phillips](https://www.flickr.com/photos/beyondcoalandgas/9306923832/in/photostream/)

<https://www.flickr.com/photos/beyondcoalandgas/9306923832/in/photostream/>

ление угля в мире выросло на 1,2%, впервые превысив 8 млрд тонн и побив предыдущий рекорд, установленный в 2013 году, согласно ежегодному [отчету IEA](#).

Влияние войны в этой сфере двоякое. С одной стороны, как уже от-

мечалось, рост цен на газ заставил вернуться к использованию угля для выработки электроэнергии. С другой – замедление экономического роста, вызванное в том числе энергокризисом, привело к снижению спроса на электроэнергию и темпов роста про-

мышленного производства, что было сдерживающим фактором.

Больше, чем война, в этом рекорде виновато изменение климата. Ведь в Китае, крупнейшем в мире потребителе угля, именно аномальная жара и засуха привели летом к увеличению выработки угольной электроэнергии взамен гидроэнергетике.

Далее потребление угля останется на том же высоком уровне до 2025 года, прогнозируют эксперты IEA. Дело не в возврате Европы к углю. В развитых странах спрос постепенно будет падать, уступая место ВИЭ. Но развивающиеся страны Азиатско-Тихоокеанского региона намерены увеличить использование угля для поддержания экономического роста, несмотря на то, что и у них идет развитие ВИЭ.

Это означает, что уголь по-прежнему будет крупнейшим источником выбросов углекислого газа в глобальной энергетической системе. «Мир близок к пику использования ископаемого топлива, и уголь будет тем топливом, потребление которого сократится первым, но мы еще не достигли этого», – заявляет директор по энергетическим рынкам и безопасности IEA Кейсукэ Садомори.

Эти оптимистичные выводы подтверждает наблюдение за инвестициями. Несмотря на рекордно высокие цены на уголь в 2022 году (в марте, а затем в июне), нет никаких признаков роста инвестиций в экспортно ориентированные угольные проекты у трех крупнейших производителей угля в мире – Китая, Индии и Индонезии. Это отражает осторожность инвесторов и горнодобывающих компаний в отношении среднесрочной и долгосрочной перспективы угля.

Сказалось ли все это на выбросах CO₂?

Были опасения, что последствия нынешнего энергетического кризиса увеличат глобальные выбросы углекислого газа из-за возврата к сжиганию более дешевого ископаемого топлива (не только угля, но и мазута, топочного масла и дров). Однако, как показало [новое исследование IEA](#), в 2022 году выбросы CO₂ увеличатся только на 300 млн тонн, до 33,8 млрд тонн. Это гораздо меньший рост, чем

почти на 2 млрд тонн в 2021 году, когда объем выбросов вырос из-за быстрого восстановления мировой экономики после пандемии.

Но он был бы гораздо больше – почти на 1 млрд тонн, – если бы не масштабное внедрение технологий возобновляемых источников энергии и электромобилей по всему миру. На этом фоне небольшое увеличение выбросов угля прошло незаметно.

«Глобальный энергетический кризис, вызванный вторжением России в Украину, спровоцировал стремление многих стран использовать другие источники энергии для замены поставок природного газа, которые Россия удержала на рынке. Обнадеживающие новости заключаются в том, что солнечная и ветровая энергия заполняют большую часть пробела, а всплеск использования угля кажется относительно небольшим и временным», – говорит Бироль.

Производство электроэнергии из ВИЭ в 2022 году **выросло** более чем на 700 тераватт-часов – это самый большой годовой рост за всю историю наблюдений.

Как изменится глобальный энергобаланс

Эра ископаемого топлива все-таки заканчивается, и если раньше его доля в энергобалансе десятилетиями оставалась на уровне 80%, то теперь она будет снижаться, показывают сценарии, рассчитанные для **прогноза IEA**. К 2030 году на него будет приходиться уже менее трех четвертей (75%) от общего энергоснабжения, а к 2050 году – чуть более 60%. Эта перемена в энергетическом ландшафте была бы невозможна без Парижского соглашения – до него все сценарии показывали устойчивый рост спроса на каждый из видов топлива до 2040 года.

Правда, легких вариантов отказа от российских газа и нефти у Европы нет. Аналитики исходят из того, что замещать выпавшее российское ископаемое топливо в дальнейшем все-таки будет не СПГ и уголь, а ВИЭ. И тогда спрос на природный газ и нефть в ЕС снизится на 20% еще до конца десятилетия, а спрос на уголь – на 50%. Но это дополнительные 65 млрд долларов инвестиций до 2030 года.



Если бы не масштабное внедрение технологий возобновляемых источников энергии и электромобилей по всему миру, рост выбросов CO₂ в 2022 году мог быть гораздо большим. Фото: Mariordo / commons.wikimedia.org

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electric_cars_Flydalsjuvet_Geirangerfjord_10_2018_3154.jpg

Могут ли быть плюсы у энергетического кризиса?

Война нарушила глобальные цепочки поставок как энергоресурсов, так и технологий, привела к скачку цен на газ, нефть и уголь, а также к дефициту ряда важных минералов, полупроводников и других компонентов ВИЭ, заключает IEA. Нынешний глобальный энергетический кризис представляет угрозу ближайшему экономическому росту, а значит, может замедлить внедрение чистых энергетических технологий. Однако, как считают эксперты, он укрепляет уверенность и дает экономическое обоснование необходимости ускорения зеленого перехода.

И все-таки нельзя однозначно говорить о том, что плюсов мировая энергетика получила больше, чем минусов, предостерегает специалист по энергетическим системам на основе ВИЭ Международного экологического объединения BELLONA Марта Ловисоло. Некоторые последствия будут возможно оценить только через несколько лет.

«Один явный негативный момент – увеличение инвестиций в СПГ», – отмечает Ловисоло. В Европе на СПГ сейчас заключаются долгосрочные контракты, что обяжет еще как мини-

мум 15 лет активно его потреблять. Это сопровождается значительными инвестициями в инфраструктуру (регазификационные терминалы, причалы, газопроводы и пр.), что еще сильнее на годы вперед привязывает потребителей к этому ископаемому топливу.

«И один положительный аспект – мы видим, что продвижение ВИЭ стало более актуальным, и, наконец, обсуждаются конкретные шаги по упрощению разрешений для ВИЭ», – продолжает она.

Тенденции, выводы по которым делать пока рано, касаются, например, водорода. «Из-за перебоев поставок природного газа многие делают ставку на производство водорода. Это может быть хорошо, потому что водород нужен для глубокой промышленной декарбонизации. Однако если этот водород будет производиться без строгого соблюдения технологии, это приведет к еще более высоким выбросам», – поясняет Ловисоло. «Кроме того, ставка на водород может привести к увеличению добычи ископаемого газа в долгосрочной перспективе, поскольку ограничение мощностей по производству водорода будет компенсироваться неуклонным использованием ископаемого газа», – заключает эксперт. ●



Эксперты считают, что глобальный энергетический кризис может дать дополнительное экономическое обоснование необходимости ускорения зеленого перехода в дальнейшей перспективе, несмотря на угрозу ближайшему экономическому росту

Атомная энергетика

на фоне войны и климатического кризиса

Обзор на начало 2023 года.

ДМИТРИЙ ГОРЧАКОВ

Последние десятилетия энергосистемы стран мира активно трансформируются – важнейшим фактором, прежде всего в ЕС, является снижение выбросов парниковых газов на фоне климатического кризиса. Однако в последние годы к климатическому добавился и энергетический кризис, а война в Украине вывела на новый уровень и вопрос глобальной энергобезопасности. В данной статье мы рассмотрим роль атомной энергетики в этих процессах. Несмотря на снижение выработки мировой атомной энергетики в военный 2022 год, многие страны по-прежнему воспринимают ее как важную часть своих энергосистем, даже несмотря на серьезную роль России на глобальном атомном рынке.

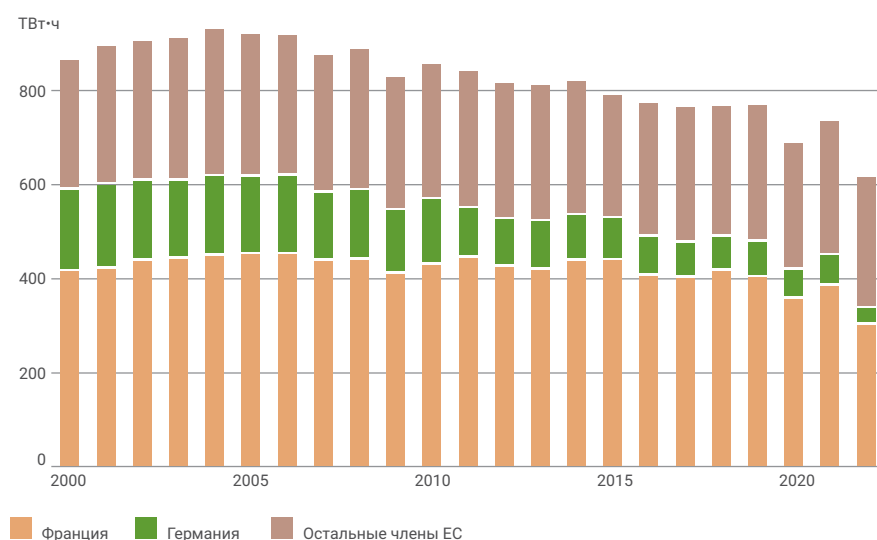
Атомная энергетика в 2022 году **обеспечила** 9,4% (2684 ТВт·ч) мирового производства электроэнергии, что на 4,2% меньше, чем годом ранее. Резкое снижение выработки произошло в Европе, и вызвано оно несколькими факторами, начиная с технических проблем на АЭС Франции и закрытия некоторых АЭС в Германии и Бельгии и заканчивая резким снижением выработки АЭС Украины из-за войны, захвата и остановки крупнейшей атомной электростанции Европы – Запорожской АЭС.

Количество действующих атомных энергоблоков в мире за год почти не изменилось и на начало 2023 года **составило** 422 блока АЭС в 32 странах. По данным Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ),

еще 57 блоков находятся в стадии строительства в 18 странах, три из которых ранее не имели действующих блоков АЭС, – это Турция, Египет и Бангладеш. При этом 20 из 50 строек, находящихся в активном режиме, ведутся с участием России и по российским проектам.

За 2022 год в мире было подключено к сети шесть новых блоков АЭС. Из них два в Китае и по одному в ОАЭ, Пакистане, Финляндии и Южной Корее. Окончательно было остановлено пять блоков. Из них три старых блока в Великобритании отработали свой 45-летний ресурс и были закрыты, один блок в США был **остановлен** после 50 лет работы по экономическим соображениям компании-владельца и один в Бельгии («Дул-3») после выработки 40-летнего срока был остановлен из-за **решения** страны о постепенном отказе от атомной энергетики.

СПАД ВЫРАБОТКИ АЭС
В ЕВРОСОЮЗЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ



Источник: Ember

<https://ember-climate.org/app/uploads/2023/01/Report-European-Electricity-Review-2023.pdf>

Евросоюз и Европа

Как и в предыдущие пару десятилетий, снижение выработки атомных станций в 2022 году пришлось преимущественно на Европу. Напомним, что среди 27 стран ЕС в 13 имеются атомные электростанции, на которые приходится четверть мировых атомных энергоблоков – 104 блока, из которых половина – во Франции.

За прошедший год выработка станций в регионе снизилась на 119 ТВт·ч. С 2005 года выработка АЭС в Евросоюзе и так уменьшалась в среднем на 2% в год, снизившись за это время почти на треть. Однако за прошлый год снижение составило сразу 16%. На 2/3 это объяснялось простоями французских АЭС из-за технических проблем, а на 1/3 – закрытием АЭС в Германии и Бельгии.

Стоит отметить, что еще большее падение в 2022 году наблюдалось у гидроэнергетики (на 19%, или 64 ТВт·ч) – из-за одной из сильнейших засух и жары в Европе за последние столетия. **Выпавшая выработка** АЭС и ГЭС в Евросоюзе компенсировалась мерами по энергосбережению, ростом выработки солнечных и ветровых электростанций (+70 ТВт·ч) и ростом потребления угля и газа (+38 ТВт·ч). Суммарное использование ископаемого топлива (угля и газа) в итоге выросло на 3%, а выбросы CO₂ в электроэнергетике ЕС – на 3,9%.

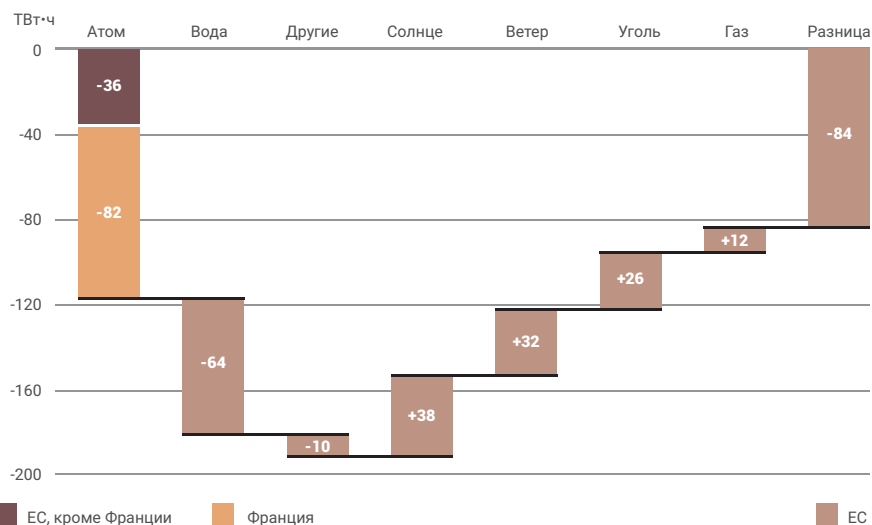
Тем не менее по итогам 2022 года атомная энергетика остается крупнейшим единичным источником электроэнергии ЕС. По **данным** аналитического агентства Ember, АЭС в Евросоюзе в прошлом году дали 22% электроэнергии, газ – 20%, уголь – 16%, ветроэнергетика – 15%, гидроэнергетика – 10% и солнечная энергетика – 7%.

Несмотря на резкое снижение атомной генерации, эта ситуация воспринимается рынком как временная. Французский атомный парк в ближайшие год-два планирует восстановиться. Но важнее для отрасли то, что за последние годы наметились определенные изменения и в политической среде, и в общественном мнении (см., например, <https://www.euronuclear.org/news/support-for-nuclear-energy-is-increasing-in-all-eu-member-states/>) в отношении атомной энергетики в Европе на фоне климатического и энергетического кризиса.

Достаточно вспомнить, что атомную энергетику после бурных обсуждений и с рядом оговорок в 2022 году все же включили в «Зеленую таксономию ЕС», а принятые в начале 2023 года новые европейские правила для производства низкоуглеродного водорода **допускают** использование атомной энергии. При этом 2022 год обострил вопрос энергетической безопасности, когда ЕС после вторжения России в Украину резко снизил импорт российских энергоносителей – угля, нефти и газа. Все это активизировало процессы в области энергетической трансформации Европы, заставило пересмотреть как зависимость от России в атомной сфере, так и отношение к атомной энергетике в целом.

СНИЖЕНИЕ ВЫРАБОТКИ АЭС В ЕВРОСОЮЗЕ И КОМПЕНСАЦИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В 2022 ГОДУ

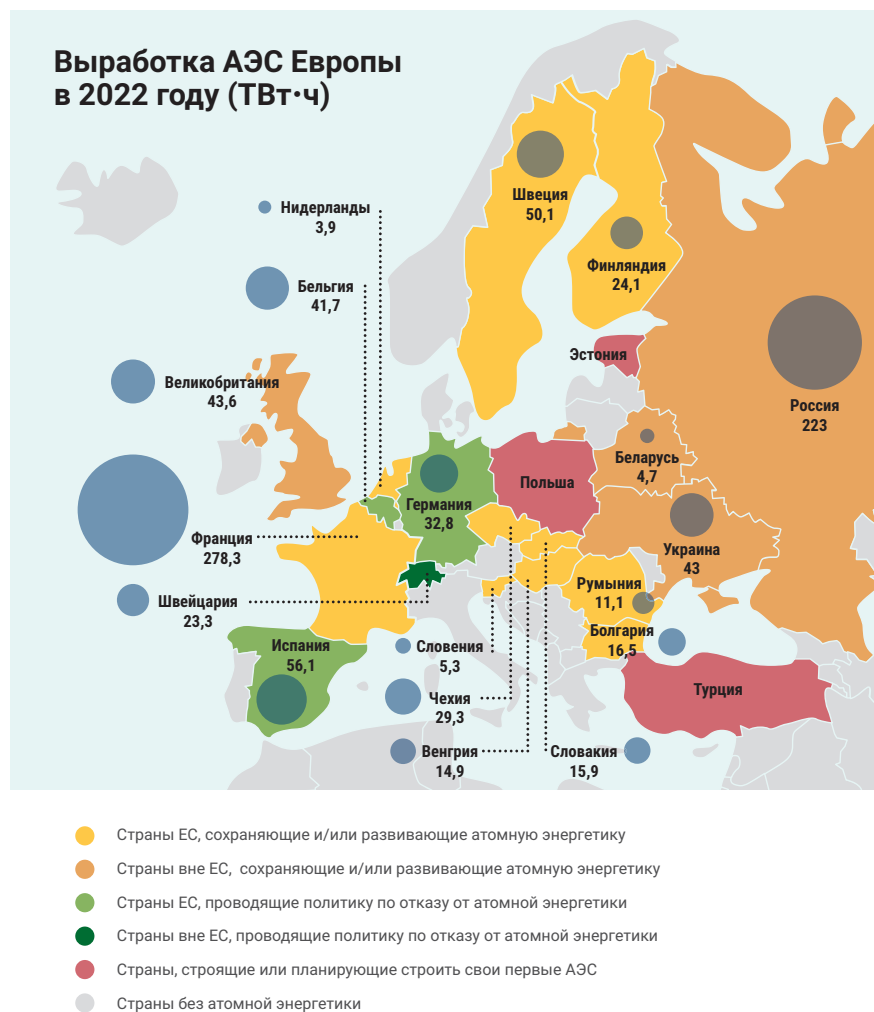
Выпавшая выработка атомных и гидроэлектростанций компенсировалась (в порядке убывания): снижением спроса, ростом выработки солнечных и ветровых электростанций, ростом потребления угля и газа



Источник: IEA

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/255e9cba-da84-4681-8c1f-458ca1a3d9ca/ElectricityMarketReport2023.pdf>

Выработка АЭС Европы в 2022 году (ТВт·ч)



Источники: energy-charts.info, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, EDF, Rosatom



Основная атомная страна Европы – Франция – не собирается отказываться от атомной энергетики. На фото: АЭС «Сен-Лоран-дез-О», действующая атомная электростанция в центральной части Франции.

Фото: Gimmo / commons.wikimedia.org

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:St-Laurent_Nouan_Decembre_2007_%28005%29.JPG

Отказ Европы от атомной энергетики замедлился

Показательными стали решения в таких странах, как Германия и Бельгия, наиболее последовательно придерживающихся политики отказа от атомной энергетики. Их стратегические намерения не изменились, но 2022 год внес коррективы.

Германия реализует политику отказа от атомной энергетики, принятую в 2011 году, и намеревалась закрыть все АЭС к концу 2022 года. Однако энергокризис и сокращение поставок газа из России заставили правительство продлить работу этих АЭС до апреля 2023 года.

Бельгия, половина электроэнергии которой вырабатывается на АЭС,

приняла **закон об отказе от атомной энергетики** еще в 2003 году и собиралась закрыть все АЭС к 2025 году. Но с началом войны в Украине и ростом цен на газ правительство вынуждено было внести коррективы в свои планы и **договорилось** о продлении работы двух из семи блоков до 2035 года.

Испания и **Швейцария** также имеют планы по постепенному закрытию своих АЭС по мере выработки их ресурса. Однако конкретные сроки будут зависеть от состояния АЭС и могут пересматриваться в сторону продления, как это уже не раз бывало в этих странах.

Сохранение и развитие атомной энергетики в Европе

Основная атомная страна Европы – **Франция** – не собирается отказываться от атомной энергетики. Сейчас она имеет второй, после США, атомный парк в мире, состоящий из 56 энергоблоков, и это больше половины всех энергоблоков в ЕС. Доля атомной энергетики за последние годы составляет в среднем не менее 70%. Но атомный парк страны находится не в лучшем техническом состоянии. Подтверждением тому стали серьезные технические проблемы с коррозией оборудования, обнаруженные в конце 2021 года и вызвавшие простои почти половины энергоблоков страны в прошлом году. Выработка АЭС Франции в 2022 году **оказалась** на наименьшем за 30 лет уровне и снизилась почти на 22% **по сравнению с 2021** годом. Тем не менее большинство блоков в течение года прошли необходимое обслуживание, и ожидается, что в 2023 году выработка значительно вырастет.

Президент Эммануэль Макрон заявил о необходимости ядерного ренессанса во Франции, **продлении** сроков эксплуатации существующих блоков и планах на строительство от шести до 14 новых блоков и суммарно до 25 ГВт атомных мощностей к 2050 году.

Страна является и главным европейским экспортером ядерных технологий. К 2023 году Франция строит один блок с реактором EPR-1600 у себя («Фламанвиль-3»), два в Великобритании («Хинкли-Пойнт С»), недавно закончила один блок в Финляндии («Олкилуото-3») и предлагает свои проекты



Осенью 2022 года Чехия официально приступила к отбору предложений для строительства еще одного крупного, до 1,2 ГВт, энергоблока на АЭС «Дукованы». На фото: АЭС «Дукованы», Чехия.

Фото: Noe / commons.wikimedia.org

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kaple_Cyrila_a_Metod%C4%9Bje_u_jadem%C3%A9_elektr%C3%A1rny_Dukovany_%28Q52222158%29_01.jpg

Индии, Чехии и Польше. В то же время во многих тендерах крупнейшая европейская атомная отрасль проигрывает предложениям из США и Южной Кореи.

О серьезных планах по строительству АЭС заявляет и **Великобритания** – в рамках новой стратегии, опубликованной в начале 2022 года, страна собирается к 2050 году утроить атомные мощности с целью обеспечения 25% электроэнергии страны. В настоящий момент именно в Великобритании идет крупнейшая атомная стройка Европы – двухблочная АЭС «Хинкли-Пойнт С».

Финляндия и **Швеция**, на 30-35% обеспечивающие себя атомной электроэнергией, строят или активно изучают возможность нового атомного строительства. При этом Финляндия после начала войны в Украине отка-

залась от сотрудничества с Росатомом по своей новой АЭС «Ханхикиви». А в Швеции в 2022 году к власти пришло новое коалиционное правительство, провозгласившее большой интерес и позитивное отношение к атомной энергетике, чем у его предшественников.

Румыния и **Нидерланды** также намерены строить новые АЭС в дополнение к существующим, а Словения продлевает срок эксплуатации своей АЭС «Кршко».

Чехия, Словакия и Болгария имеют АЭС советского дизайна и до сих пор зависят от поставок российского ядерного топлива. При этом доля атомной энергетики в этих странах высока – от 30 до 50%. Однако в последние годы интерес этих стран к атомной энергетике не изменился,

они намерены продлевать сроки эксплуатации и строить новые АЭС, но уже не российского дизайна. А война в Украине ускорила процессы отказа и от российского топлива – почти все эти страны заключили контракты с альтернативными поставщиками.

Особняком в Европе стоит **Венгрия**. Помимо того, что на ее единственной АЭС «Пакш» установлены советские блоки ВВЭР-440 и используется российское ядерное топливо, страна имеет единственный проект новой АЭС в Европе совместно с Росатомом – АЭС «Пакш-2» с двумя ВВЭР-1200. Политика Венгрии по сотрудничеству с Россией в условиях войны выражается еще и в блокировании любых санкций в отношении российского атомного сектора со стороны ЕС.

Украина – страна с крупнейшей атомной энергетикой в Европе после Франции и России



Украина – крупнейшая атомная страна в Европе за пределами ЕС. Она имеет 15 блоков АЭС, а доля атома в энергобалансе страны – около 55%. Четыре украинских АЭС в довоенный 2021 год **выработали** 86,2 ТВт·ч электроэнергии, и это второй показатель выработки в Европе после Франции. С начала вторжения России в феврале 2022 года и захвата крупнейшей в Европе Запорожской АЭС потребление и выработка электроэнергии в стране **сократились** почти вдвое. Точные цифры военного года не публикуются, но можно оценить спад выработки АЭС Украины за прошлый год примерно в 40 ТВт·ч, т. е. почти в половину от снижения выработки Франции.

Украина за военный год полностью отказалась от поставок российского ядерного топлива и заключила долгосрочные контракты на западные по-

ставки **топлива** и **урана**. Такой переход может занять годы, но на фоне войны это не самая большая проблема. Кроме того, в 2022 году были заключены соглашения о подготовке к строительству от двух до девяти новых атомных энергоблоков с компанией **Westinghouse**, а также об изучении возможности строительства в Украине различных типов SMR.

Польша не имеет АЭС, но ее энергетика является одной из самых грязных в Европе с долей угля в энергобалансе более 70%. С целью трансформации своей энергосистемы и снижения в ней доли угля Польша собирается построить от 6 до 9 ГВт атомных мощностей на нескольких площадках от разных поставщиков – американской Westinghouse и южнокорейской KHNP. Кроме того, в начале 2023 года глава польской топливной компании Orlen

заявил о намерении построить до 79 SMR в 26 местах страны.

О планах строительства малой АЭС на 300 МВт и выборе конкретного поставщика – компании GE-Hitachi было объявлено в начале 2023 года и в **Эстонии**, которая пока не имеет АЭС.

Остальной атомный мир

За пределами Европы сосредоточено 2/3 мирового атомного парка в 15 странах, и основные центры развития атомной энергетики уже давно сместились туда, особенно в крупные развивающиеся страны Азии, остро испытывающие проблему энергетического голода.

Китай в XXI веке является страной, наиболее активно развивающей свою атомную энергетику. С 2000 года атомные мощности Поднебесной выросли с 2 ГВт до 57 ГВт. По объему вырабатываемой электроэнергии (417,8 ТВт·ч в 2022 году) Китай уже обошел Францию и уступает лишь США. Одновременно в стране сейчас сооружается 18 атомных энергоблоков, т. е. треть от всех строящихся в мире. Начав с заимствования французских, американских и российских технологий, Китай уже перешел к развитию всего спектра ядерных технологий – от своих реакторов нового поколения до продукции топливного цикла. Поскольку выход Китая на западные рынки по ряду геополитических причин ограничен, Китай предлагает свои проекты на рынки Азии, Африки и Латинской Америки, куда в ближайшие годы и будет смещаться центр развития атомной энергетики.

Индия также имеет собственные разработки АЭС и активно привлекает к их развитию Россию. К 2032 году страна планирует утроить существующие атомные мощности.

Япония до аварии на АЭС «Фукусима-дайити» в марте 2011 года имела 54 энергоблока АЭС, которые давали около 30% электроэнергии страны. После аварии все они были остановлены до проведения новых оценок безопасности. На сегодняшний день десять реакторов возобновили работу. Япония намерена довести долю АЭС до 20-22% к 2030 году, строя новые блоки и максимально используя существующие реакторы.



С начала вторжения России в феврале 2022 года и захвата крупнейшей в Европе Запорожской АЭС потребление и выработка электроэнергии в Украине сократились почти вдвое. На фото: здание реактора 4-го энергоблока ЗАЭС после обстрела 19-20 ноября 2022 года. Фото: МАГАТЭ / commons.wikimedia.org

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ZNPP_unit_4_reactor_building_shell_damage.jpg

Южная Корея собирается в ближайшие 10 лет построить до шести новых энергоблоков и увеличить долю атомной генерации с текущих 28% до 34,6% к 2036 году. Кроме того, Корея планирует построить на экспорт не менее 10 энергоблоков в ближайшие годы. В настоящее время она заканчивает строительство четырехблочной АЭС «Барака» в ОАЭ, три реактора которой уже запущены в 2020-2022 годах, а последний будет введен в эксплуатацию в 2023 году. Новые АЭС Корея намеревается построить в Польше, а также сделала предложение для Чехии и Турции.

США остаются обладателем крупнейшего атомного парка (92 блока), производя более 1/3 всей атомной электроэнергии мира. Доля атомной энергетики в стране сохраняется на уровне 20%, как и в России. При этом за последние 25 лет в США был запущен лишь один новый энергоблок АЭС. Сроки эксплуатации старых блоков продлеваются, минимум шести из них даже выданы лицензии на работу до 80 лет. Часть блоков в последние годы закрывалась по экономическим соображениям, чаще всего из-за невозможности конкуренции с дешевым сланцевым газом местного производства.

Однако с приходом новой администрации Байдена – Харрис в начале 2021 года был провозглашен новый курс на декарбонизацию экономики и энергетики с вниманием к сохранению и развитию как ВИЭ, так и АЭС. Экспорт ядерных технологий также входит в приоритет. В 2022 году США выиграли тендер на строительство первой АЭС в Польше, подписали соглашения о новом строительстве от двух до девяти блоков в Украине, заключили соглашения о поставках топлива взамен российского для АЭС Восточной Европы, а также способствуют продвижению американских малых АЭС в десятках стран мира.

Ядерная зависимость от России

Россия и ее Госкорпорация «Росатом» являются важным игроком во всех сегментах международного атомного рынка. Госкорпорация занимает 15% мирового рынка поставок урана, 30% рынка услуг по конверсии и 38% услуг по обогащению урана, 17% рын-



США являются обладателем крупнейшего атомного парка (92 блока), производя более 1/3 всей атомной электроэнергии мира. На фото: АЭС «Пало-Верде», действующая атомная электростанция на юго-западе США (штат Аризона). Это крупнейшая атомная станция в США (3 энергоблока по 1400 МВт), снабжающая электроэнергией города с населением почти 4 млн человек.

Фото: Nuclear Regulatory Commission / www.flickr.com

<https://www.flickr.com/photos/nrcgov/41994771000/in/photostream/>

ка поставок ядерного топлива. Росатом – главный экспортер АЭС: из 50 активно строящихся сейчас энергоблоков АЭС в мире 20 возводит Россия. Помимо самой России Росатом строит эти блоки в семи странах, таких как Китай, Индия, Турция, Египет, Бангладеш, Беларусь и Иран.

Госкорпорация не строит АЭС в Европе или США (АЭС в Венгрии пока под вопросом), но ЕС и США примерно на

20-30% зависят от услуг России в различных сегментах ядерного топливного цикла. Общий экспорт Росатома в денежном эквиваленте (около \$9 млрд в год) относительно небольшой, особенно в сравнении с российским углеводородным экспортом (более \$300 млрд).

Однако 19 энергоблоков АЭС в пяти странах Евросоюза (Чехия, Венгрия, Словакия, Болгария и Финляндия)



Ровенская АЭС получила 42 кассеты с ядерным топливом производства американской Westinghouse. На фото: Ровенская АЭС, Украина.
Фото: пресс-служба НАЭК «Энергоатом»

<https://eimg.pravda.com/images/doc/f/c/fc03966-60f7df5671eea.jpeg>

имеют советские реакторы ВВЭР-1000 и ВВЭР-440, топливо для которых поставляет Россия. Технологически не так просто перейти с одного поставщика топлива на другого, но война подстегнула и этот процесс, тем более что по этому пути уже давно идет Украина. За 2022 год Болгария и Чехия подписали долгосрочные контракты на поставку для своих реакторов ВВЭР-1000 американского топлива компании Westinghouse с 2024 года. Более сложная ситуация с топливом для реакторов ВВЭР-440, поскольку оно еще требует разработки и тестирования. Однако в Украине уже с 2024 года начнется испытание такого топлива, а в ноябре 2022 года и финская Fortum подписала соглашение на проектирование, лицензирование и поставку нового вида топлива Westinghouse для двух блоков ВВЭР-440 с 2027 по 2030 год.

В целом западные страны за несколько лет могут существенно снизить зависимость от России в ядерной энергетике. Довольно легко заместить добычу природного урана, в которой Россия не является лидером, расширением поставок из Казахстана, Канады и Австралии. В области конверсии и обогащения урана Европа также обладает достаточными мощностями и возможностями по их расширению, хотя ситуация в США и Южной Корее чуть сложнее.

Однако сейчас мировая атомная отрасль ожидает политических решений относительно возможных санкций для Росатома. В случае их введения рынок лишится ряда дешевых услуг в топливном цикле, к которым привык, но получит стимул к развитию и инвестициям, и к этому западные компании и некоторые правительства уже готовы.

Общее же санкционное давление на Россию из-за войны в Украине и политическое давление на третьи страны способны снизить потенциал Росатома к зарубежному строительству и упростить дорогу конкурентам (таким как США, Франция и Южная Корея) и их технологиям на развивающихся рынках Азии, Африки, да и в ряде стран Европы, имеющих планы по строительству АЭС. Однако пока Росатому удастся избежать каких-либо серьезных прямых санкций.

Выводы и прогнозы

Атомная энергетика остается одним из крупнейших источников электроэнергии в Европе. На конец 2022 года 13 из 27 стран ЕС располагали атомными станциями общим количеством около 100 энергоблоков, а в Европе в целом (не считая России) АЭС имеют 17 стран с 133 атомными блоками. Четыре из этих стран (Германия, Бельгия, Испания и Швейцария), имеющие 15% атомных мощностей Европы, намерены постепенно отказаться от них к 2035 году. Остальные 13 – как минимум сохранять АЭС в своем энергобалансе либо расширять его. Еще минимум у двух стран ЕС (Польша и Эстония) есть конкретные планы и намерения строительства первых в стране АЭС. Поэтому атомная энергетика задержится в Европе еще по меньшей мере на несколько десятилетий, пусть состав использующих ее стран и претерпит незначительные изменения.

При этом многие заявленные планы строительства АЭС в Европе остаются под большим вопросом в силу утраты опыта такого строительства, причем не только у промышленности, разработчиков технологий и поставщиков, но и у регулирующих органов, ведь за 20 лет в Европе с трудом был достроен всего лишь один европейский реактор. Несмотря на развитую атомную промышленность Франции, Европа по-прежнему во многом зависима от зарубежных технологий и поставок, в том числе от российских.

Что касается прогнозов, то, по данным Международного энергетического агентства (IEA), в краткосрочной перспективе до 2025 года прирост мировой выработки электроэнергии бу-

Прирост мировой выработки электроэнергии в краткосрочной перспективе до 2025 года, по прогнозу IEA:



90%

за счет ВИЭ



10%

за счет атомной энергии

При этом выработка электроэнергии атомными станциями в мире будет расти примерно на 4% в год, что вдвое выше прежних темпов в период 2015-2019 годов

дет в основном за счет ВИЭ (на 90%) и атомной энергии (на 10%), при этом выработка электроэнергии атомными станциями в мире будет расти примерно на 4% в год, что вдвое выше прежних темпов в период 2015-2019 годов. Половина прироста атомной генерации в эти годы придется на Китай, Индию, Японию и Южную Корею.

Несмотря на сложности в отрасли, в непрестом 2022 году МАГАТЭ **повысило** свои прогнозы о перспективах развития атомной энергетики в мире **в сравнении** с прошлыми годами. По низкому сценарию, выработка электроэнергии атомными станциями в мире вырастет к 2050 году на 29%,

а по высокому – в 2,5 раза. При этом, в зависимости от сценария, доля атомной генерации в мировой электроэнергетике может как снизиться до 6,9%, так и вырасти до 14% по сравнению с 9,4% в 2022 году.

В большом обзоре IEA от 2021 года (более новых прогнозов у них нет), посвященном достижению углеродной нейтральности **«Net Zero by 2050»**, указано, что для достижения этой цели мировая атомная энергетика к 2050 году должна удвоиться, т. е. должен почти реализоваться высокий прогнозный сценарий от МАГАТЭ.

В 2022 году произошло много событий, влияющих на энергетику во-

обще и на атомную энергетику в частности: энергетический кризис, война и захват АЭС, технические проблемы во Франции, смена правительств и политики многих стран, ограничения и возможные санкции в отношении крупнейшего атомного игрока – Росатома. Однако энергетика, как и любая сложная инфраструктурная отрасль, требует для своего изменения не только важных решений, усилий и инвестиций, но и времени. Поэтому общее направление и масштаб влияния событий последних лет на атомную энергетику мы увидим и сможем проанализировать только в перспективе последующих нескольких лет. ●



Атомная энергетика остается одним из крупнейших источников электроэнергии в Европе, несмотря на планы многих стран по постепенному закрытию АЭС. Например, Испания еще в 2018 году планировала закрыть все АЭС к 2028 году. В 2020 году был утвержден новый план по закрытию с 2027 по 2030 год четырех из семи блоков АЭС, а к 2035-му – остальных трех. На фото: АЭС «Кофрентес», действующая атомная электростанция на востоке Испании, расположена на берегу реки Хукар.

Фото: Foro Nuclear / flickr.com

<https://www.flickr.com/photos/foronuclear/9300273802>

Подзаряди меня, если сможешь:

где брать энергию во время войны

Как Украина противостоит уничтожению энергетического сектора и как украинцы пережили зиму, ликвидировав дефицит электроэнергии к середине февраля.

ИРИНА БУСЕЛ

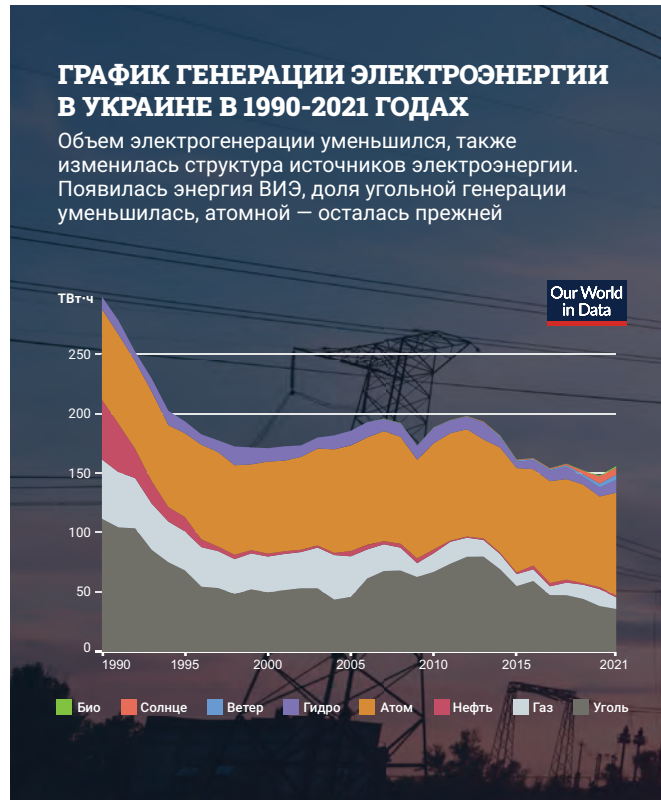
От электричества зависит работа всего, от холодильника и стационарного телефона до Интернета и промышленности – вся повседневная жизнь людей и функционирование экономики. Именно поэтому энергетическая инфраструктура и мощности генерации стали одной из приоритетных целей РФ во время войны в Украине.

В каком состоянии энергетика Украины

«Ни одна страна в мире не сталкивалась со столь массовыми террористическими атаками по энергетической инфраструктуре», – пишет 24 января 2023 года крупная энергетическая компания ДТЕК, которая во время так называемой спецоперации

ремонтирует разрушенные сети и восстанавливает электроснабжение.

На начало 2022 года украинская энергетическая система была одной из самых развитых в Европе, пишут авторы мониторинга энергосистемы Украины, проведенного Международной энергетической хартией в сотрудничестве с украинскими властями.



Источник: Our World in Data

<https://ourworldindata.org/grapher/electricity-prod-source-stacked?country=~UKR>
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Фото: shutterstock.com

<https://ourworldindata.org/grapher/electricity-prod-source-stacked?country=~UKR>

Согласно мониторингу до вторжения 24 февраля страна имела одну из крупнейших мощностей по производству электроэнергии в Европе (~ 60 ГВт).

По **данным** министерства энергетики, на начало 2022 года более половины (55,5%) электроэнергии Украина получала за счет атомных электростанций, а за счет остальных источников: ТЭС и ТЭЦ (включая угольные) – 29,3%, ГЭС и ГАЭС – 6,7%, а также возобновляемых источников – более 8%.

Структура генерации электричества за время войны менялась не раз. Например, за первые месяцы доля атомной энергии **упала** с 55 до 44%, выросла доля гидро- и тепловой энергии. Позже доля атомной генерации снова возросла и, по словам экспертов, **превысила** 50%. Также некоторое время Украина **импортировала** электроэнергию, поступающую из ЕС (с 1 января 2023 года до примерно середины февраля).

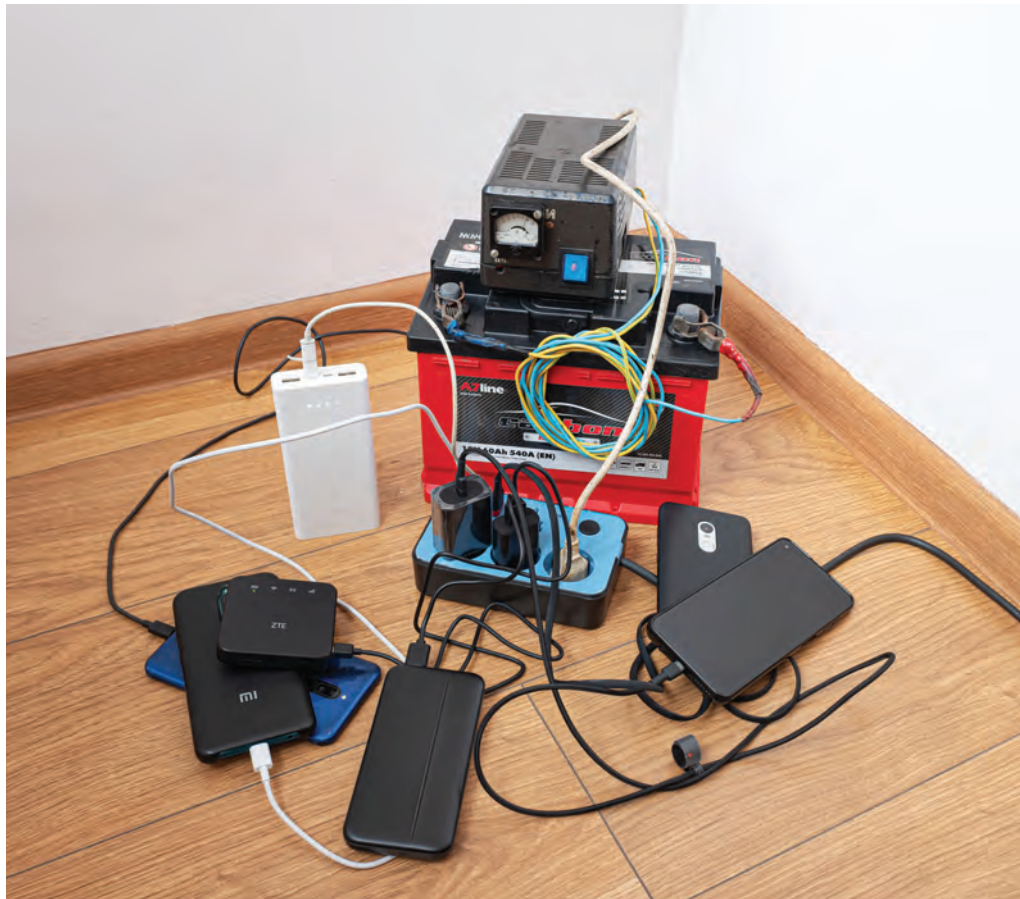
Насколько снизился объем производства электроэнергии, можно косвенно судить по данным о повреждениях в энергосистеме, которые динамично меняются. Разбежка в основном от 30 до 55%. За первые полгода, по оценке Международной энергетической хартии, Россия повредила около 35% установленной мощности Украины, к ноябрю 2022 года – чуть **менее** 50%.

«Тысячи километров электрических, газовых и тепловых сетей, трансформаторы, компрессорные станции и тепловые пункты. Нефтеперерабатывающая промышленность была разрушена», – отмечают авторы.

Согласно данным министерства энергетики, которые на 9 февраля 2023 года можно найти на профильном сайте, пострадала распределительная инфраструктура, к тому же выведено из строя или оккупировано более 50% мощностей генерации тепловой энергии.

Как **сообщил** исполнительный директор энергохолдинга ДТЭК Дмитрий Сахарук 19 января 2023 года, ориентировочно 10% украинской энергетики было уничтожено в результате вражеских обстрелов, еще примерно половина повреждена.

Сахарук также напомнил, что по состоянию на 19 января 2023 года находятся на оккупированной территории и



Смартфоны, блоки питания, 4G-роутер заряжаются от автомобильного аккумулятора «AzLine» в квартире во время отключения электроэнергии. Киев, 27 января 2023 года. Фото: shutterstock.com

<https://www.shutterstock.com/ru/image-photo/kyiv-ukraine-27-january-2023-smartphones-2254662255>

потому недоступны Украине Запорожская АЭС с шестью энергоблоками и три ТЭС. Мощность Запорожской АЭС составляет около шести гигаватт, что при ее полной загрузке **достаточно** для потребностей примерно четырех миллионов домов. Но по состоянию на 11 февраля 2023 года АЭС **остановлена**. Суммарно установленная мощность оккупированных АЭС и ТЭС – 9,6 ГВт.

Кроме того, недоступны многие возобновляемые источники энергии, **сообщает** министерство энергетики: не используется 30% солнечной и 90% ветровой генерации. По другим данным, которые озвучила Украинская ветроэнергетическая ассоциация 22 декабря 2022 года, **не используется** 75,5% ветрогенерации. Одна из главных причин в том, что мощности ВИЭ в основном находятся на захваченных территориях или **уничтожены**. Например, в Запорожской, Донецкой, Николаевской областях были самые большие ветропарки.

По состоянию на 10 февраля Украина потеряла 44% своей атомной генерации, 75% мощности тепловых электростанций и 33% теплоэлектростанций, как **сообщил** премьер-министр Денис Шмыгаль.

Массовые обстрелы осенью, цель – блэкаут

Основные разрушения появились после массовых ракетных ударов по энергетической инфраструктуре, осенью и в начале зимы, объясняет Ирина Головки, член некоммерческой организации «Екодія» и ее бывший кампейнер по энергетической политике. «До этого проблем с электроэнергией на территориях, которые не прилегают непосредственно к зоне военных действий, не было», – говорит эксперт.

В сентябре, после контрнаступления украинской армии и освобождения земель в Харьковской области там прошли **обстрелы** генерирующих и распределительных мощностей. За



Тушение пожара после российских ракетных ударов по объектам критической инфраструктуры в Киевской области, 15 ноября 2022 года.

Фото: State Emergency Service of Ukraine / commons.wikimedia.org

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kyiv_Oblast_after_Russian_shelling_2022-11-15_\(004\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kyiv_Oblast_after_Russian_shelling_2022-11-15_(004).jpg)

ними последовали отключения света в Харьковской и еще четырех областях.

«Вследствие удара во многих районах города пропал свет. По этой же причине в тех же районах нет и воды – не работают насосы», – **расказал** мэр Харькова Игорь Терехов после обстрела.

Спустя несколько дней Путин **заявил**, что эти удары считает «предупреждающими», и сообщил, что дальнейшие действия России будут «более серьезными». Еще один удар, на этот раз по Славянской ТЭС в Донецкой области, **произошел** на следующий день.

8 октября был взорван Крымский мост, а уже 10 октября случилась

массированная ракетная атака, затем вторая и последующие – по всей стране. Первые атаки совершили ракеты и беспилотники, целью были магистральные сети, по которым распределяется электроэнергия.

«У них две мишени. Энергообъекты – по всей стране. Киевская и Хмельницкая области, Львов и Днепр, Винница, Франковщина, Запорожье, Сумщина, Харьковщина, Житомирщина, Кировоградщина, юг. Они стремятся к панике и хаосу, хотят уничтожить нашу энергосистему. Они безнадёжны. Вторая мишень – люди», – **пояснил** 10 октября президент Украины Владимир Зеленский.

Тогда же, 10 октября, министерство энергетики объявило, что Украина **прекратит** экспорт электроэнергии в ЕС с 11 октября.

16 ноября Генеральная прокуратура Украины **известила**, что суммарно в октябре и ноябре Россия осуществила 92 атаки на энергетическую инфраструктуру Украины.

Атаки провоцировали многочасовые отключения света, и в октябре и ноябре электричество отключалось в 10 700 000 домохозяйств по всей Украине, **сообщает** Human Rights Watch со ссылкой на Центр исследований энергетики. Это составляет примерно половину населения страны.

В повседневную жизнь гражданских лиц в Украине **прочно** вошли фонарики и пауэрбанки. Люди освоили различные способы охлаждать еду и согреваться без электричества.

После было еще 10 массированных атак, во время одной из них 7-8 декабря было **выпущено** около 1000 ракет. В результате, например, в Одессе **отключили** все, кроме критической инфраструктуры.

«Несмотря на то, что мы потеряли от 25 до 30% потребления, если сравнивать с довоенным периодом, дефицит генерирующих мощностей больше», – **отметил** глава правления национальной энергетической компании «Укрэнерго» Владимир Кудрицкий 7 декабря.

В декабре уже шел третий месяц массированных ударов по энергосистеме. Бывало, что в Украине **теряли** около 50% энергопотребления, или без электричества **оказывалось** 80% Киевской области.

К концу года обстрелы пережили все ТЭС, ГЭС и крупнейшие подстанции, как **сообщил** министр энергетики Герман Галущенко. Очередная массированная атака произошла 29 декабря. А перед Новым годом власти **выразили** надежду, что «у всех пользователей будет свет», – сказал 30 декабря заместитель руководителя Офиса президента Кирилл Тимошенко.

Еще одна атака дронов **случилась** сразу после Нового года, следом – масштабный обстрел 14 января. В результате последнего было **повреждено** девять блоков тепловых электростанций, три магистральные подстанции и одна воздушная линия, сообщил премьер-министр Денис Шмыгаль.



В 10 700 000

домохозяйств отключалось электричество в октябре и ноябре 2022 года по всей Украине. Это составляет примерно половину населения страны

После крупного обстрела 10 февраля Шмыгаль указал, что каждая вторая подстанция «Укрэнерго» подверглась обстрелам за последние четыре месяца.

Если бы атаки прекратились в декабре, то энергетику Украины восстановили бы к лету 2023 года, **считает** Герман Галущенко. Но Россия продолжает. Ее конечная цель – блэкаут всей Украины, уверен министр энергетики. «Я думаю, что у них не выйдет», – **говорил** он в декабре.

Суммарный ущерб энергетике Украины – огромен

ООН **настаивает** на том, что после войны Россия будет должна выплатить Украине репарации. Национальный оператор электроэнергии «Укрэнерго» **сообщил**, что фиксирует все повреждения сетей и уничтоженные объекты, чтобы выставить счет России после окончания войны.

Какого он будет размера, определит Секретариат Европейского энергетического сообщества – международной организации, которая объединяет ЕС и соседей для создания общего энергетического рынка. Секретариат планирует проанализировать ущерб с помощью международных и украинских экспертов.

Чтобы закрепить эти договоренности, Украина и Европейское энергетическое сообщество подписали меморандум о том, что подадут иски против России по возмещению убытков, которые Украина понесла из-за повреждения энергетических объектов.

Примерную **оценку** степени ущерба, нанесенного энергетическому оборудованию, дал в начале ноября директор независимой исследовательской и консалтинговой компании Центр исследований энергетики Александр Харченко во время брифинга в медиацентре «Украина – Укринформ».

«Мы восстанавливаем объекты очень быстро. Но потом прилетает новая волна ракет, и появляются другие разрушенные объекты. Поэтому сложно зафиксировать какую-то конкретную цифру, указывающую на текущий уровень ущерба, но они реально где-то между 35 и 45%», – сказал Александр Харченко.

Он подчеркнул: в какой-то момент войска РФ сменили тактику и вместо распределительных мощностей стали целиться по вспомогательной инфраструктуре генерирующих мощностей. Например, говорит он, речь о трансформаторных подстанциях, отвечающих за отпуск электроэнергии со станции.

Согласно **оценке** Киевской школы экономики по состоянию на конец сентября 2022 года оценочный ущерб энергетическому сектору Украины, включая ЖКХ и районное теплоснабжение, – не менее 5,9 млрд долларов США. Это почти столько же, сколько **составил** ежемесячный дефицит бюджета в 2022 году.

По состоянию на 22 ноября 2022 года ущерб одной лишь распределительной системе **оценивался** более чем в 2 млрд долларов.

Суммарный ущерб энергетике Украины, **согласно** оценке Киевской

школы экономики, в августе 2022 года составлял 1,8 млрд долларов, в декабре – уже 6,8.

«Информация об ущербе получена из открытых источников и будет дополнена в будущем», – уточняют исследователи.

Весь ущерб инфраструктуре они оценивают в декабрьском отчете в 138 млрд долларов.

Почему мало точных данных

Обсуждая цифры, связанные с работой и состоянием украинской энергосистемы, важно отметить: открытых и точных данных в отношении динамики показателей или разрушений мало. В ближайшем будущем их, вероятно, не станет больше.

Например, с начала полномасштабного вторжения не поступает официальной информации об объеме электрогенерации. Последние данные



После массированных российских ракетных ударов по электросети вся территория Украины погрузилась во тьму. На фото: вид из космоса, полученный с помощью ночного датчика NASA Black Marble, 24 ноября 2022 года.

Фото: NASA / go.nasa.gov

<https://go.nasa.gov/3EDKK5m>

по энергетике на [сайте](#) Государственной службы статистики и у [минэнерго](#) датируются 2021 годом или, самое позднее, – январем 2022 года.

Ситуацию с доступом к цифрам иллюстрирует [интервью](#) с министром энергетики Украины Германом Галущенко в декабре 2022 года: «Каков сейчас дефицит мощности в системе? – Ситуация сложная. Не буду называть точные цифры».

Причина в том, что во время войны эти данные из энергетической информации превращаются в информацию о военных действиях. По данным об ущербе противник Украины может узнать о том, насколько успешны его атаки.

Как изменилось потребление электроэнергии

Больше всего электроэнергии в Украине в 2021 году [потребляла](#) промышленность, чуть меньшую долю – население, по данным минэнерго. В марте потребление электроэнергии в Украине упало на 40% по сравнению с началом российского вторжения, пишет украинская аналитическая организация GMK Center. В ноябре Международная энергетическая хартия [отмечала](#), что потребление электричества в Украине упало на 30-35% по сравнению с 2021 годом.

Отчасти это спровоцировано значительным оттоком людей из Украины. С начала войны в ЕС уехало около восьми миллионов человек, [по данным](#) Управления Верховного комиссара ООН по делам беженцев.

Отчасти причина – в атаках на энергетическую инфраструктуру, после которых происходили аварийные отключения электричества для ремонта и веерные – для уменьшения спроса.

Несмотря на падение и производства, и спроса на электроэнергию, в Украине в последние месяцы наблюдался ее дефицит. Для населения он в среднем [составлял](#) 50%, по состоянию на 19 января 2023 года, для промышленности – чуть больше.

На 25 января в Украине недостаток энергии [составлял](#) от 20 до 40% в разных регионах, особенно сложная ситуация была в прифронтовых районах, Киеве, на Херсонщине и частично Харьковщине, в Одесской области.

Каждый населенный пункт имел свои лимиты потребления электричества. Это означает, что оператор сети определял, сколько энергии в единицу времени он может выдать с учетом возможностей генерации и распределительных сетей. Затем оператор региональной сети определял график для потребителей, распределял энергию.

Например, [в декабре](#) в Киеве свет бывал всего 4-6 часов в сутки. В январе украинцев [предупредили](#), что отключения станут более длительными. Представитель энергопоставщика YASNO Сергей Коваленко в январе [сказал](#) жителям Киева, что до конца марта надо быть готовым к любым ситуациям.

«Сначала был хаос, потому что было неясно, как действовать, – рассказывала в конце января Ирина Головки. – Сейчас процесс организован все лучше, графики выдерживаются, за исключением дней и ситуаций, когда случается очередной обстрел или очередные экстренные аварийные отключения. В такие дни, конечно, никакие графики не работают».

Как выглядит отключение? А вот как: вы весь день находитесь без света. Но войну невозможно просто переждать, поэтому люди встраивают в новую реальность свои дела по дому и работу.

«Если ты работаешь удаленно, то подстраиваешь свои рабочие часы под график отключения света, а не работаешь с девяти до шести. Например, люди уходят на работу в шесть часов утра, чтобы в семь быть на работе и провести мероприятие с восьми до десяти офлайн», – поясняет Ирина Головки.

Чтобы продлить часы работы, бизнес использует дизельные генераторы, которые способны обеспечить работу магазинов, парикмахерских салонов и других видов бизнеса в часы отключения электричества, говорит Головки. Еще одна популярная вещь – небольшие солнечные панели для хозяйственного использования, добавляет она.

Как идет восстановление энергосистемы

Восстановление энергосистемы Украины происходит медленно. Например, первые результаты восстановления после атаки дронов в середине января потребители должны были почувствовать не раньше середины февраля, [считает](#) Александр Харченко.

Линии электропередачи обычно восстанавливаются в течение нескольких дней, но в военное время ремонт генерирующих мощностей и подстанций может занять гораздо больше времени, [объясняют](#) в энергохолдинге ДТЭК. Кроме того, такие работы опасны для жизни сотрудников: ДТЭК [сообщает](#), что немало сотрудников погибло в процессе работ. «27 работников ДТЭК погибли, 319 ранены, 46 пропали без вести, еще четверо – в плену. Всего в рядах ВСУ служат 4779 работников», – [рассказал](#) Дмитрий Сахарук 19 января.

До сих пор не было нанесено критических повреждений генерирующим мощностям – атомным или гидроэлектростанциям. Но чем больше случается атак, тем в целом сложнее идет ремонт – внутри Украины есть [недостаток](#) оборудования и запчастей, а также спецтехники для ремонта. Поэтому в последние месяцы часто [говорят](#) о том, что Украина нуждается в помощи не только оружием, но и энергетическим оборудованием.

Получает ли она такую помощь? Да. [Например](#), с июля Украина полу-



На 30-35%

упало потребление электричества в Украине в ноябре 2022 года по сравнению с 2021 годом

чила 43 партии гуманитарной помощи от Германии – это 334 тонны оборудования для восстановления энергетической инфраструктуры, включая генераторы, трансформаторы, распределительное и осветительное оборудование, электроинструмент и так далее. Также помощь оказывают **Испания, Сербия, Франция, Япония** и другие страны.

Трудность состояла в том, что в мире нет большого запаса сложного электрического оборудования, **объясняет** ситуацию Владимир Кудрицкий. «Мы ищем различные типы оборудования по всему миру и мы ведем переговоры с сотнями компаний по всему миру», – говорил он в декабре. Объем полученных трансформаторов, генераторов, метров кабеля и запчастей **измеряется** тысячами.

Ремонт, помощь ЕС и конец зимы

Еще один механизм поддержания украинской энергосистемы – **балансировка** с помощью ЕС. С 1 января 2023 года Украина **начала** импортировать электроэнергию для покрытия дефицита.

Это стало технически возможным из-за того, что буквально за несколько часов до вторжения энергетическая система Украины была отсоединена от энергосистем России и Беларуси. Ее отключили в рамках подготовки к синхронизации с европейской объединенной энергетической системой ENTSO-E, **пишет** министерство энергетики Украины.

Первоначально **планировалось** сделать отключение на 72 часа, а синхронизацию Украины с европейской энергосистемой провести только в 2023 году. Но в итоге система **проработала** изолированно 21 день и с 16 марта, годом ранее запланированного, была синхронизирована с ENTSO-E.

Импорт энергии, непрерывающийся ремонт и февральское потепление позволили Украине покрыть дефицит электроэнергии. Министр энергетики Галущенко **сообщил**, что с 12 февраля выработка электроэнергии покрывает нужды потребителей. Это **подтвердил** 16 февраля глава «Укрэнерго» Кудрицкий.

Также Кудрицкий уточнил, что импорт снижается, а ограничения сохра-

нились в немногих регионах, например в Одессе. «Это не случайность, а результат работы на протяжении месяцев», – говорит он. Кудрицкий отмечает: ситуация далека от того, чтобы «быть абсолютно стабильной», к тому же сохраняется вероятность новых атак крылатыми ракетами и дронами.

Добавим, что покрытие дефицита не означает, что в Украине прекратились отключения энергии, просто они становятся короче (на момент написания текста в середине февраля).

«Наша победа на энергетическом фронте еще не достигнута. Но вместе с тем заканчивается зима, и через месяц-полтора мы будем завершать отопительный сезон. Сейчас время играет на нас. Если не будет массовых новых повреждений энергосистемы – как в октябре или ноябре, – то ситуация будет оставаться стабильной», – поясняет он.

При похолодании импорт может быть возобновлен, добавляет Кудрицкий, это «козырь, который будет в рукаве». Глава «Укрэнерго» подчеркивает, что выстоять Украине помогла хорошая подготовка, и поэтому уже сейчас нужно готовиться к следующему отопительному сезону.

Главное последствие войны – уход Украины от ископаемого топлива

Украину ждут серьезные изменения в послевоенное время, уверена Ирина Головки. Она выделяет две важные тенденции. Первая – у Украины больше не будет дешевого ископаемого топлива, как до войны, и стране придется щепетильнее относиться к энергоэффективности.

«Нам придется пересматривать свою энергетическую стратегию, потому что у нас не будет ни своего угля, ни дешевого угля и газа, купленных у России. Вероятно, энергетическая

инфраструктура будет разрушена только частично. И все равно встанет политический вопрос о том, как отстраивать энергосистему – хотим ли заменять старые угольные станции на новые или же хотим ударно развивать возобновляемую энергетику», – отмечает она.

Вторая тенденция определяется желанием Украины присоединиться к Евросоюзу, и пониманием, что для этого нужна декарбонизация энергетики. Это значит, что уже сейчас надо готовиться соответствовать целям и правилам, которые будут работать в Евросоюзе в следующие десятилетия, говорит Головки. А это означает сильный тренд на декарбонизацию, объясняет она.

«Мы сейчас потеряли большую часть мощностей возобновляемой энергетики, но есть повод предполагать, что мы имеем все шансы построить новые, как только закончится война», – подытоживает эксперт.

Учитывают ли это украинские власти? Скорее да, чем нет: например, ДТЭК во время климатической конференции COP27 **задекларировал**, что Украина намерена стать климатически нейтральной к 2040 году.

Также зимой министр энергетики Галущенко подписал с Международным энергетическим агентством (IEA) совместную рабочую программу по восстановлению и устойчивой энергетике.

Хотя практическая сторона подобных деклараций, **по мнению** экспертов, пока выглядит немного сумбурно: в плане послевоенного восстановления «нет нормального стратегического видения энергосистемы к 2050 году», говорит Константин Крицкий из некоммерческой организации «Екодія». Скорее, отмечает он, заметно стремление работать сразу во многих направлениях. ●



Импорт энергии, непрерывающийся ремонт и февральское потепление позволили Украине покрыть дефицит электроэнергии. Министр энергетики Галущенко сообщил, что с 12 февраля выработка электроэнергии покрывает нужды потребителей. Это подтвердил 16 февраля глава «Укрэнерго» Кудрицкий

Во имя нефти, угля и газа

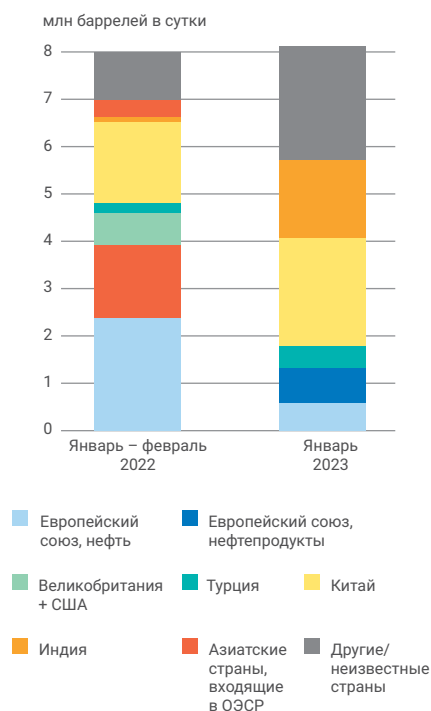
Россия меняет рынки сбыта ископаемого топлива и хоронит зеленую энергетику

ВЕРА КУЗЬМИНА

После военного вторжения России в Украину западные страны, в том числе ЕС, США, Япония и Канада, ввели экономические санкции против агрессора. В ответ Россия перестала поставлять в Европу газ. В течение прошлого года российское правительство искало способы перенаправить транспортные потоки нефти, угля и газа в другие страны мира. В итоге объемы добычи и экспорта основных ископаемых России в 2022 году изменились незначительно, при этом выросла в разы протяженность путей поставок, что повышает риск аварий и нефтеразливов. Намерение России нарастить транспортировку угля и нефти по Енисею и Северному морскому пути грозит экологической катастрофой для рек и арктических морей. А судя по обновленной стратегии развития внутренней энергетики, к 2030 году в ней ничего не изменится: ВИЭ почти не будет.

ЭКСПОРТ РОССИЙСКОЙ НЕФТИ

Изменение структуры экспорта российской нефти за год (январь 2022 – январь 2023): на 80% сократился экспорт в ЕС, на 60% вырос в неизвестные страны



Источник: МЭА / iea.org

<https://www.iea.org/topics/russias-war-on-ukraine>

Рост объемов экспорта нефти и дорогая логистика

В целом в 2022 году экспорт нефти из России увеличился на 4% по сравнению с аналогичным периодом 2021 года, до 7,8 млн б/с. Доходы от экспорта год к году выросли почти на четверть и составили \$220 млрд, что близко к историческим максимумам, полагает Международное энергетическое агентство (МЭА). По предварительным данным Минэнерго, в 2022 году добыча нефти выросла примерно на 2% по сравнению с 2021 годом – до 535 млн тонн, а экспорт на 7,5% – до 242 млн тонн.

Между тем внутри общих показателей экспорта произошли сильные изменения. В 2022 году Европа продолжала покупать российскую нефть по трубопроводу «Дружба». Маршрут поставки проходит от Альметьевска через Самару и Брянск до белорусского Мозыря, а затем разветвляется на два участка: южный (по территории Украины, Чехии, Словакии и Венгрии) и северный (по территории Беларуси, Польши и Германии). В 2022 году транзит продолжался без перебоев, на южной ветке перекачка нефти была остановлена один раз за год, на восемь дней в августе. Получают нефть для НПЗ в Венгрии, Болгарии и Польше.



Фото: shutterstock.com

Ситуация начала резко меняться накануне введения в действие заявленного в начале года ЕС эмбарго на поставки российской нефти, ранее о запрете только заявляли. Если до войны Россия поставляла в ЕС 10 млн тонн нефти в месяц, то в феврале 2023-го – всего 2 млн тонн в месяц, то есть 1/5 от довоенных объемов, уточнил независимый аналитик и консультант по нефтяным и газовым рынкам Сергей Вакуленко.



В 2022 году снизилась выработка ГЭС, а выпавшие объемы заместили угольные ТЭС. Добыча угля в России увеличилась на 0,4%, поставки на внутренний рынок выросли на 6,8%.

<https://www.shutterstock.com/ru/image-photo/pipe-smoke-heat-energy-network-chp-517761151>

Сырье, которое оказалось невоспребованным на европейском рынке, Россия перенаправила в Азию, основные покупатели – Китай, Индия и Турция. В октябре Россия **стала** крупнейшим поставщиком нефти в Индию – 946 тыс. баррелей в день, что явилось самым высоким показателем за месяц, или 22% всего импорта сырой нефти в Индию, сообщили специалисты отраслевой аналитической компании Vortexa. Кроме того, рост

показателей российского экспорта нефти может произойти за счет появления новых покупателей. Так, в январе 2023 года Гана и Индонезия стали приобретать сырье из России.

Основной проблемой для России в 2022 году стало изменение логистики. Порядка 600 судов **присоединились** к «теневому флоту», помогающему России поддерживать поставки нефти. Это, в свою очередь, приводит к тому, что остается меньше судов,

обслуживающих других экспортеров нефти, в связи с чем повышается стоимость фрахта. По оценке Вакуленко, проблем с танкерами у России не было, но протяженность транспортных путей выросла в разы. Доставка в Китай составляет шесть недель, в Индию – четыре недели вместо одной при поставках в ЕС.

С 5 декабря 2022 года, после введения очередного пакета санкций тариф на перевозку между Балтийским мо-



Протяженность транспортных путей доставки нефти выросла в разы. Доставка в Китай составляет шесть недель, в Индию – четыре недели вместо одной при поставках в ЕС. На фото: нефтяной танкер «Залив Восток» стоит у причала терминала в морском грузовом порту в Усть-Луге, Ленинградская область.

Фото: shutterstock.com

<https://www.shutterstock.com/ru/image-photo/ustluga-leningrad-region-russia-06222017-sea-1903455694>

рем и Индией **обсуждался** на уровне около \$15 млн (или \$20 за баррель). Ранее ставка на перевозку по этому маршруту составляла от \$9 млн до \$11,5 млн. Однако открытые цифры отражают стоимость легальных поставщиков, в то время как на Россию может работать флот стран, находящихся под санкциями, например флот Ирана. Ставки фрахта для России выросли как минимум вдвое в 2022 году, полагает Вакуленко.

Эксперт также отметил, что поставки нефти из России стали непрозрачными. То же самое видно из диаграммы МЭА: большая часть поставок происходит в неизвестном направлении. Это сказывается на качестве контроля перевозок, их влияния на окружающую среду.

Производство нефтепродуктов может сократиться

Кроме сырой нефти Россия поставляла в ЕС нефтепродукты. По данным консультационной компании «ИнфоТЭК-КОНСАЛТ», в 2022 году экспорт российских нефтепродуктов морским транспортом в ЕС составлял чуть менее 70 млн тонн в год. При-

близительно 60% из этого – светлые нефтепродукты (в основном дизельное топливо), остальное – темные (мазут, вакуумный газойль и др.). 5 февраля вступил в силу запрет на эти поставки. По оценке Сергея Вакуленко, потери российского бюджета от данного запрета в год составили около \$50 млрд.

Чтобы сохранить объемы экспорта нефтепродуктов, Россия **наращивает** поставки в Марокко и Турцию. Однако, по мнению экспертов, перенаправить в Азию нефтепродукты сложнее, чем нефть. Если нефть перегрузили на танкеры, которые в достаточном количестве имеются на рынке, и повезли, то для транспортировки нефтепродуктов требуются нефтепроводы или железнодорожные пути. Увеличить поставки будет непросто из-за ограничения пропускной способности РЖД и трубопроводов Транснефти. Кроме того, поставщикам нефтепродуктов потребуются субсидии государства на транспортные расходы, чтобы сохранить конкурентоспособные цены. При этом резервуарный парк для хранения нефтепродуктов в РФ традиционно небольшой, поэтому велик риск затоваривания, считает главный ана-

литик по макроэкономике, рынкам нефти и нефтепродуктов крупнейшего частного топливного трейдера РФ – ООО «Петролеум Трейдинг» Андрей Дьяченко в интервью **Интерфаксу**. А по мнению Вакуленко, сокращение выработки нефтепродуктов не представляет проблемы – заводы снизят мощности.

По данным Минэнерго, первичная переработка нефти уменьшилась в 2022 году на 2,9% – до 272 млн тонн, при этом производство автомобильного бензина вырастет на 4,2% – до 42,5 млн тонн, выпуск дизельного топлива – на 5,9%, до 85 млн тонн.

Добыча и экспорт газа упали, а у СПГ все хорошо

После отказа России поставлять газ в ЕС в отрасли ждали падения экспорта. Быстро перенаправить это сырье в другие страны невозможно – нужны трубопроводы. Строительство дополнительных путей транзита в Китай или Индию займет до десяти лет, отмечает Вакуленко. Однако 80% российского газа шло на внутренний рынок, поэтому существенного ущерба экономике «Газпрома» нанесено не будет.

По итогам 2022 года добыча газа в России снизилась на 13,4% и составила 573 млрд куб. м. Добыча ПНГ по итогам года снизилась на 2%, до 99 млрд куб. м. Таким образом, общая добыча газа (природного и попутного) в 2022 году снизилась на 12%, до 672 млрд куб. м, говорится в отчете Росстата.

Основным потребителем трубопроводного газа в правительстве РФ называют Китай. Кроме того, начаты переговоры о поставках газа в Казахстан и Узбекистан. В конце 2022 года Россия предложила создать тройственный газовый альянс с этими странами. Дело в том, что Россия, Казахстан и Узбекистан со времен СССР **имеют** фактически единую газотранспортную систему (**ГТС**), поясняет издание «Нефтегаз». Холодная зима 2022 года в Центральной Азии привела к необходимости дополнительного расхода газа на отопление. При этом договоренности Казахстана по экспорту газа в Китай оказались под угрозой срыва. Союз с Россией, по которому обе страны будут гарантировать транзит российского газа в Китай, поможет снизить риски невыполнения газовых контрактов Казахстаном и **Узбекистаном**. Но пока что обе страны **не вступили** в союз с Россией, опасаясь вторичных санкций со стороны США и ЕС.

Если транзит газа требует трубопроводов, то у СПГ нет такой проблемы. Объем производства СПГ в России в 2022 году увеличился на 8,1% и составил 32,5 млн тонн, что стало рекордным показателем. **Поставки** СПГ из России в страны ЕС и Великобританию по итогам года увеличились на 19% год к году на фоне падения трубопроводных поставок газа.

Необходимо отметить, что прямых запретов на поставку российского газа в ЕС в рамках нескольких пакетов санкций не вводилось. Но отдельные страны по своей инициативе решили отказаться от российского СПГ. Великобритания намерена сделать это с января 2023 года. Ее примеру последовали Литва и Тайвань. Между тем российский СПГ стали покупать в Египте, а также в ряде стран, оставшихся неизвестными.

В России работают два крупнотоннажных СПГ-завода – «Ямал СПГ» (прогноз выпуска по итогам 2022 года –

29 млрд куб. м) НОВАТЭКа и «Сахалин-2» (15,87 млрд куб. м в 2022 году) «Газпрома». Также на конец 2021 года в России действовало 17 малотоннажных СПГ-заводов общей производительностью 342 млн куб. м и среднетоннажный завод «Криогаз Высоцк» (совместное предприятие НОВАТЭКа и Газпромбанка) на 910,8 млн куб. м.

Экспорт угля снизился, на внутреннем рынке – рост

В 2022 году в целом **добыча угля** в России увеличилась на 0,4%, до 437 млн тонн. При этом выросли поставки на внутренний рынок на 6,8%. Это было связано с маловодьем в бассейне р. Енисей, из-за которого снизилась выработка ГЭС, а выпавшие объемы заместили угольные ТЭС.

Драматично для экологии выглядит ситуация с поисками новых путей доставки угля на экспорт, так как объемы железнодорожных перевозок в азиатском направлении достигли предела. В феврале 2023 года Министерство транспорта РФ **предложило** использование речных портов Красноярска и Лесосибирска для организации экспортных поставок угля. Уголь будут грузить на речные баржи в этих портах, затем доставлять в Дудинку. А оттуда по Севморпути уголь отправится к азиатским покупателям.

Порт Дудинка, расположенный ниже на Енисее, способен принимать

уже полноценные морские суда. Он работает в круглогодичном режиме – его функционирование обеспечивают как портовый, так и атомный ледокольный флот. Но на «плече» от Красноярска до Дудинки навигация из-за ледостава прерывается на 6-7 месяцев.

В 2023 году должны быть проведены пилотные отгрузки.

Новые логистические пути несут риски для экологии

Однако каждый порт, в котором в России перегружают уголь, становится экологической катастрофой для окружающей среды и жителей окрестностей. Крупнейшие угольные перевалочные комплексы в стране расположены в дальневосточных портах Посыет, Находка, Восточный, большие объемы приходится также на порты Мурманск, Усть-Луга, Высоцк и Туапсе. Проблема угольной пыли в этих портах **обсуждается** в течение последних двух десятилетий. Власти пытались ввести запрет на перевалку угля открытым способом, обязать стивидоров использовать водяные пушки для пылеподавления, но ничего не помогает. Показательным должен был стать новый, современный порт в Туапсе. Но после его запуска в 2020 году жители региона стали жаловаться на угольную пыль и невозможность вести сельское хозяйство.



Погрузка угля в порту Мурманска.

Фото: bellona.org

<https://bellona.org/news/industrial-pollution/2018-09-the-murmansk-commercial-seaport-seeks-to-fence-in-clouds-of-coal-dust>

Проблема угольной пыли на водном объекте – помутнение и наличие жирной, пыльной взвеси в воде. Енисей может повторить судьбу рек Кузбасса, оставшихся без рыбы и непригодных для забора питьевой воды или купания. (Подробнее об экологических проблемах угольной отрасли можно почитать на портале «Белый снег».)

Новые маршруты доставки нефти также опасны с экологической точки зрения. До введения санкций основным маршрутом по перевозке российской нефти танкерами была Балтика, по которой нефть и нефтепродукты с российских терминалов в основном доставлялись в порты Нидерландов. Теперь маршруты с Балтики для российской нефти существенно удлинились (например, с поставками в Индию), что повышает риск возникновения аварийной ситуации.

Но намного опаснее расширение вывоза арктической нефти с Ямала, а в дальнейшем и с Таймыра. В этом случае нефть будут везти по восточному сектору Севморпути и далее через Берингов пролив в Азию.

Если на Балтике и вообще вдоль Европы можно рассчитывать на сроч-

ную помощь в случае ЧС (например, помощь буксиром при потере хода танкером), то в восточном секторе российской Арктики сил и средств для помощи судам, попавшим в ЧС, намного меньше, как и для ликвидации разливов нефти, если они случатся.

Показательный пример – нефтеразлив на Таймыре в июле 2020 года на реке Хатанга. Для ликвидации разлива были переброшены силы и средства из Мурманска. Разлив произошел недалеко от аэропорта Норильск, поэтому проблем с доставкой людей и оборудования не было. На руку спасателям играло и то, что нефть разлилась летом. Если же суда будут двигаться по Севморпути, то оперативную помощь при разливе они вряд ли получат. В случае ледовых условий даже наличие сил и средств реагирования на нефтеразлив не позволит сколь-нибудь эффективно его ликвидировать.

Энергетика внутри России

Между тем российская система энергоснабжения демонстрирует крайнюю степень консервативности. В 2022 году зафиксирован рост произ-

водства и потребления электроэнергии на 0,8% и 1,6% соответственно, по данным Минэнерго. При этом рост объемов выработки энергии происходил в первую половину года, во второй наблюдалось сокращение. Если бы не война, то рост потребления электроэнергии был более значительным. Возможно, сохранился бы темп 2021 года – 6% в год по сравнению с пандемийным 2020 годом. Но спецоперация внесла свои коррективы, энергетика притормозила.

Однако ее будущее определено – все останется по-прежнему. В конце 2022 года правительство опубликовало схему и программу развития электроэнергетических систем России на 2023-2028 годы. В программе [указывается](#), что к 2028 году будут запущены ветровые электростанции мощностью 2316 МВт и солнечные электростанции – 781 МВт. Одновременно с этим в ближайшие шесть лет будут ежегодно запускать новые электростанции и модернизировать старые, работающие на ископаемом топливе и бытовых отходах.

В результате ввода новых электростанций структура энергобалан-



До введения санкций основным маршрутом по перевозке российской нефти танкерами была Балтика, теперь маршруты с Балтики для российской нефти существенно удлинились (например, с поставками в Индию), что повышает риск возникновения аварийной ситуации. Намного опаснее, если суда будут двигаться по Севморпути: оперативную помощь при нефтеразливе они вряд ли получат. В случае ледовых условий даже наличие сил и средств реагирования на нефтеразлив не позволит эффективно его ликвидировать.

Фото: shutterstock.com

<https://www.shutterstock.com/ru/image-photo/oil-spill-25454920>

са к 2028 году в целом сохранится при незначительном снижении доли тепловых электростанций (с 66,1% в 2021 году до 65,1% в 2028 году) и доли гидравлических электростанций, **подсчитали** в российском отделении Гринпис.

Незначительное снижение мощности ТЭС связано с прекращением работы нескольких станций в связи с истечением срока эксплуатации. В атомной энергетике планируется ввод новых энергоблоков для замены устаревшего энергоблока на Курской АЭС, а также строительство опытно-демонстрационного реактора в Северске Томской области – их общая установленная мощность составит 2700 МВт.

Разработчики упомянутой программы уточнили, что развитие возобновляемой энергетики до 2028 года планируется по уже определенным проектам ВИЭ в рамках программы господдержки. Но уже запланированные проекты ВИЭ-электростанций общей мощностью 3 ГВт могут быть **запущены** позже изначального срока из-за санкций и ухода иностранных компаний с рынка. В ближайшее время снижение выбросов CO₂ от энергетики в России вряд ли произойдет.

По оценке российского отделения Гринпис, в России крайне ограничены меры по развитию ВИЭ и во многом характер поддержки зеленой генерации носит декларативный характер.

Между тем глава Минэнерго Александр Новак **успокаивает**: «На мой взгляд, зеленая повестка осталась, но она будет более плавной. Доля возобновляемых источников энергии будет расти, как в свое время уголь стал замещать нефть, а ее – газ. Что касается углеводородов и угля, то сейчас их доля в мировом энергобалансе примерно 82%. И она в любом случае останется доминирующей в течение как минимум ближайших десятилетий».

Как и указывал Новак, Россия занимает 20% глобального рынка энергоресурсов. Выкинуть такого крупного поставщика одномоментно не получится, поэтому в 2022 году проукраинская коалиция стран сосредоточилась на решении своих проблем по замещению российских поставок сырья. Также ЕС и США, осознавая зависимость



Запрет на экспорт и импорт подразумевает только изменение товарных потоков. Гораздо большую угрозу представляет собой утечка мозгов: сотни тысяч специалистов покинули Россию за последний год. На фото: граница с Грузией Верхний Ларс, очередь со стороны России, 26 сентября 2022 года.

Фото: shutterstock.com

<https://www.shutterstock.com/ru/image-photo/lars-russia-september-26-2022-mobilization-2209833909>

от ископаемого топлива, кто бы его ни поставлял, приняли законы, которые подтолкнули развитие и внедрение зеленых технологий. В то же время президент РФ Владимир Путин **вручил** премию в области науки и инноваций для молодых ученых за 2022 год старшему научному сотруднику Казанского (Приволжского) федерального университета Иреку Мухаматдинову – за разработку катализаторов акватермализа для повышения нефтеотдачи пластов.

Как отметил декан экономического факультета Александр Аузан в интервью изданию «Форбс», запрет на экспорт и импорт – это ограничение с понятным вариантом решения. Он подразумевает изменение товарных потоков. Гораздо большую угрозу представляет собой утечка мозгов. По оценкам, которые приводит корреспондент «Форбс» в интервью, около миллиона молодых специалистов покинули Россию. Аузан полагает, что отъезд специалистов провоцирует тот факт, что в стране до сих пор нет освобождения от военной службы для кандидатов и докторов наук. В то же время Госдума не прекращает дискуссий о том, как запретить этим людям работать из-за рубежа,

что усугубит потерю для российской экономики лучших специалистов. По мнению Аузана, ископаемые ресурсы – это не главный капитал России, человеческий капитал имеет более важную роль для развития и перехода к другой модели экономики, созданию в стране институтов, которые не сосредоточены только на извлечении ресурсов. Через 7-10 лет последствия утечки мозгов станут очевидны, полагает Аузан, и отмечает, что такого ущерба страна не получала никогда. (Полное интервью опубликовано на сайте [Forbes.ru](https://forbes.ru).)

Можно предположить, что пока Россия ищет старые танкеры для перевозки нефти в Индонезию, она проигрывает в гонке новых технологий. И это положение в будущем может напоминать анекдотическую ситуацию конца холодной войны, когда у СССР были космические корабли, а у США – стиральные машины, мотоциклы, самолеты. В этот раз, возможно, Россия сможет заместить иностранные технологии нефтедобычи, но через 15-20 лет зеленые технологии будут так распространены и эффективны, что даже Индонезия и Гана перестанут покупать у России энергоресурсы. ●

Энергетическая безопасность

и меры по ее обеспечению

Как получать много энергии и не впасть в зависимость.

КСЕНИЯ ВАХРУШЕВА

Война в Украине продемонстрировала зависимость людей от энергетической инфраструктуры и бесперебойного снабжения электричеством и топливом. Приготовление пищи, передвижение, тепло, почти все виды работ, покупки в магазинах – буквально для всего необходимо либо электричество, либо горючее. Но всегда ли человек так остро нуждается в топливе для его преобразования в полезную для себя энергию?

Считается, что «приручение» энергии началось с освоением человеком огня 300-400 тыс. лет назад. С тех пор люди используют биомассу для поддержания пламени, чтобы согреться, приготовить пищу и произвести орудия труда. Затем стали использовать силу водных течений, ветра, но по-настоящему количество «прирученной» энергии увеличилось с началом индустриальной революции с использованием угля и нефти.

Так, если в 1800 году в среднем в мире использовалось 0,31 тонны

нефтяного эквивалента в год на человека, в 1900-м – 0,66 тонны, то в 2021 году – 1,84. При этом разница в удельном потреблении энергии на одного человека в разных странах может быть в сотни раз и зависит от уровня промышленного развития страны и качества жизни населения.

С ростом потребления энергоресурсов росла и зависимость от них. Если биомассу для разведения огня домохозяйства и поселения могли добывать самостоятельно практически во всех уголках Земли, то обеспеченность нефтью и газом сильно различается от страны к стране. Если, например, Канада, Россия, Саудовская Аравия добывают нефти больше, чем им требуется для внутреннего рынка, то у США и Китая, как и большинства стран Европы, наблюдается серьезный дефицит.

А когда нет самообеспеченности, приходится полагаться на других в поставках жизненно важных ресурсов, что может привести к кризисам и манипуляциям. Тогда и появляется бес-

покойство о том, будут ли доступны ресурсы, когда они так нужны, иначе говоря – об энергетической безопасности.

Эволюция понятия

Исследование Секретариата Европейской энергетической хартии начинает отсчет появления беспокойства об энергетической безопасности более 100 лет назад, со знаменитого высказывания Уинстона Черчилля о том, что безопасность поставок нефти чрезвычайно важна для снабжения армии во время Первой мировой войны. Тогда военные суда были впервые переведены с угля на мазут. Использование нефтепродуктов возросло еще больше во время Второй мировой войны. Энергетическая безопасность была сродни национальной безопасности, а топливо было необходимо для ведения боевых действий.

В послевоенный период, в 1950-1960-е годы мировой спрос на энергию вырос более чем в два раза за счет ускоренного экономического ро-

ОБЩЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ С 1800 ПО 2021 ГОД

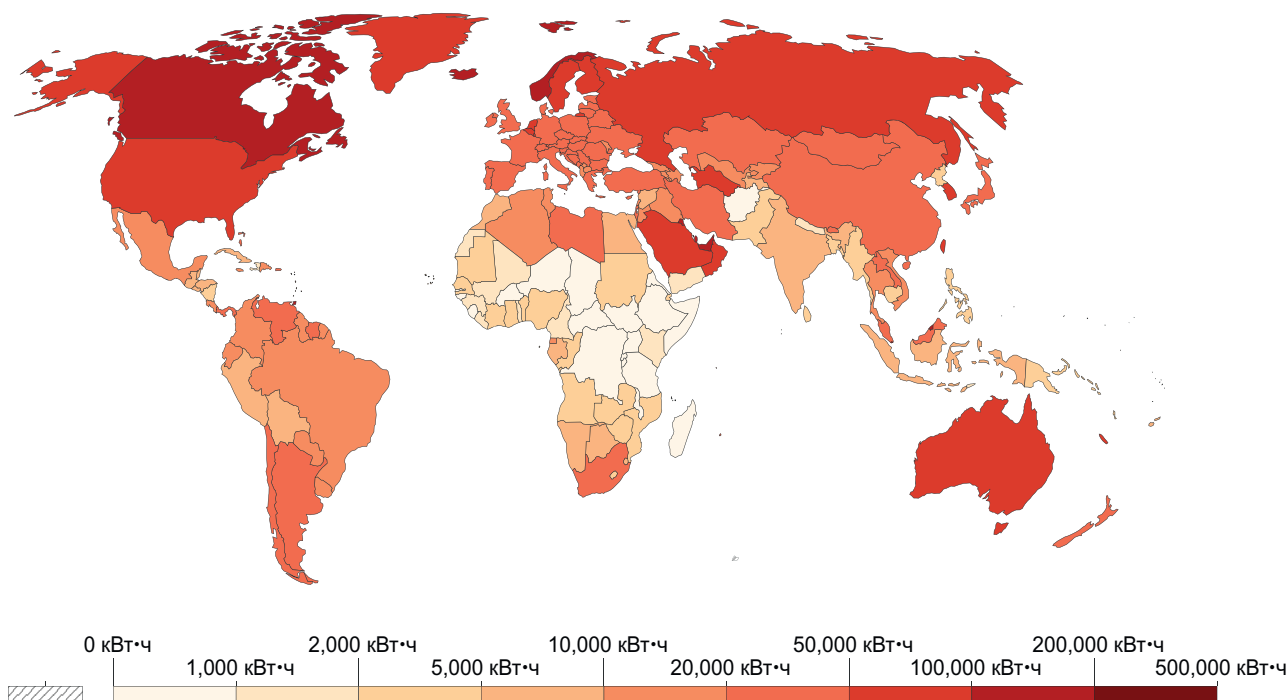
Год	Мировое потребление энергоресурсов, млн тонн нефтяного эквивалента	Население Земли, млн человек	Среднее потребление энергоресурсов, тонн нефтяного эквивалента в год на одного человека
1800	305	985	0,31
1900	1092	1650	0,66
1950	2158	2500	0,86
2000	9242	6150	1,5
2021	14 555	7900	1,84

Источники: yearbook.enerdata.net, encyclopedia-energie.org

<https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>; <https://www.encyclopedia-energie.org/en/world-energy-consumption-1800-2000-results/>

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ОДНОГО ЧЕЛОВЕКА В 2021 ГОДУ ПО СТРАНАМ

Использование энергии подразумевает не только электричество, но и другие сферы потребления, включая транспорт, отопление и приготовление пищи



Источник: Our World in Data based on BP & Shift Data Portal

Примечание: под энергией подразумеваются первичные энергетические ресурсы перед их переработкой в источники энергии для конечных пользователей, например в электричество или бензин.

<https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-energy-use?time=2021>



OurWorldInData.org/energy • CC BY

ста стран Северной Америки, Западной Европы, Северо-Восточной Азии и Советского Союза. Становление и восстановление промышленности, автомобилизация и электрификация увеличили спрос на энергию во всех секторах экономики. В это же время

более чем в четыре раза увеличилась международная торговля энергоносителями, в основном нефтью. Под энергетической безопасностью понималось, в первую очередь, физическое наличие энергоресурса – как правило, нефти.

Международная система поставок нефти контролировалась крупными западными нефтяными компаниями, и вопрос энергетической безопасности на повестке дня не стоял. Но чем больше компании поставляли относительно дешевую нефть, тем боль-

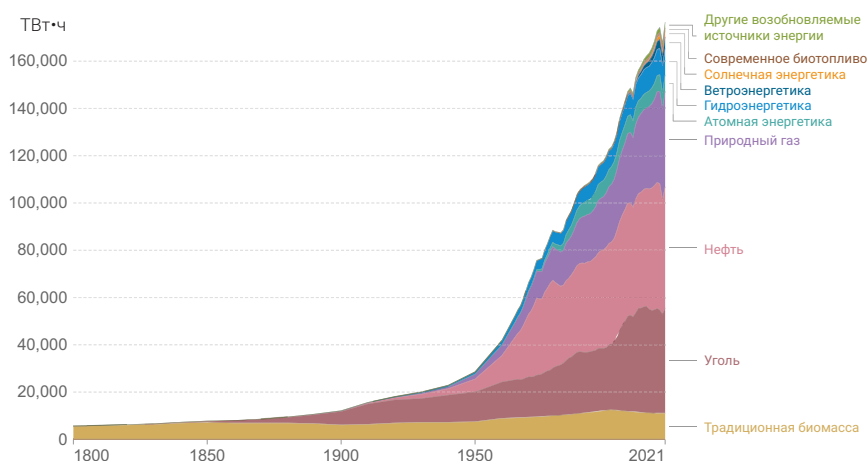
ДОБЫЧА СЫРОЙ НЕФТИ И ПОТРЕБЛЕНИЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В СТРАНАХ – ТОП-5 ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ТОП-5 ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕФТИ (ПО СОСТОЯНИЮ НА 2021 ГОД)

Страна	Добыча сырой нефти, млн баррелей в день	Потребление нефти и нефтепродуктов, млн баррелей в день
Индия	0,6	4,8
Ирак	4,1	0,7
Канада	4,4	2,26
Китай	4,0	14,8
Россия	10,1	3,67
Саудовская Аравия	9,3	3,35
США	11,2	19,9
Япония	0,003	3,4

Источник: U.S. Energy Information Administration

<https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/where-our-oil-comes-from.php>; <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=709&t=6>

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В РАЗБИВКЕ ПО ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ



Источник: Our World in Data based on Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy
<https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>

OurWorldInData.org/energy • CC BY



ше страны, в которых велась добыча нефти, становились недовольны распределением богатства от экспорта ценного энергоресурса. Большинство населения в этих странах не имело доступа к современным источникам энергии, в первую очередь к электричеству. В результате в 1960 году была сформирована Организация стран – экспортеров нефти (ОПЕК), куда вначале вошли пять стран (Венесуэла, Иран, Ирак, Кувейт и Саудовская Аравия), а впоследствии ОПЕК расширилась до 13 стран. Страны ОПЕК постепенно национализировали добычу и экспорт нефти и стали существенно влиять на мировой рынок черного золота.

В 1973 году они спровоцировали нефтяной кризис в США и странах Западной Европы, введя эмбарго на нефтяные поставки в страны, поддерживавшие Израиль в войне Судного дня, на пять месяцев. Это вызвало не-

бывалое беспокойство на мировом рынке энергоносителей и повысило цены на нефть в четыре раза. В 1979 году в результате революции в Иране и последующего резкого падения там добычи нефти цена на мировом рынке увеличилась еще в два раза.

Два близких по времени кризиса поставок нефти заставили западные страны всерьез задуматься об энергетической безопасности и мерах по ее обеспечению. Тогда под энергетической безопасностью понимались стабильные поставки нефти по приемлемой цене. Страны-импортеры начали применять различные меры по обеспечению энергетической безопасности: повышение энергоэффективности экономики, диверсификация поставок и источников топлива, накопление запасов и инвестиции в энергетику внутри страны и за рубежом.

В 1980-х годах принятые меры по обеспечению энергетической безопас-

ности в развитых странах стали приносить свои плоды. Нефть была значительно заменена атомной энергетикой и природным газом, особенно для производства электроэнергии. Таким образом, расширилось предложение энергоресурсов, а спрос на нефть снизился, в том числе из-за высоких цен. Мировой импорт нефти сократился на 25%. Но тренд был коротким, в начале 2000-х цены на нефть снова вырастут, и энергетическая безопасность, связанная с вопросом цены, опять выйдет на первый план.

При этом в развивающихся странах все еще остро стояли проблемы с энергетической безопасностью в значении физического доступа к современным энергоресурсам. Например, в 1983 году в сельских районах Индии только 15% населения пользовались электричеством. На сегодняшний день, по данным ООН, 840 млн человек, преимущественно в странах Африки к югу от Сахары, живут без доступа к электричеству.

В следующем десятилетии на международном политическом уровне была признана угроза глобального изменения климата вследствие антропогенных выбросов парниковых газов. В 1988 году Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) была основана Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). В 1997 году был принят Киотский протокол, первый международный договор, устанавливающий обязательства промышленно развитых стран по сокращению выбросов парниковых газов. Началась дискуссия о том, чтобы добавить требование климатической нейтральности источников энергии к понятию энергетической безопасности.

На сегодняшний день это отражено в Цели устойчивого развития номер 7 «Недорогая и чистая энергия»: Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех.

Международное энергетическое агентство (МЭА), созданное странами – членами Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в 1974 году в ответ на нефтяной кризис, определяет энергетическую



1950-1960-е годы

Под энергетической безопасностью понималось, в первую очередь, физическое наличие энергоресурса – как правило, нефти

безопасность как бесперебойную доступность источников энергии по доступной цене. При этом разделяет долгосрочный и краткосрочный аспекты энергетической безопасности. Долгосрочный аспект связан со своевременными инвестициями в энергосистему, отражающими уровень экономического развития и необходимость защиты окружающей среды. Краткосрочный аспект сфокусирован на способности энергетической системы оперативно реагировать на внезапные изменения баланса спроса и предложения источников энергии.

Технологическая устойчивость энергетической системы – это еще одно дополнение к понятию энергетической безопасности, появившееся благодаря повсеместной электрификации и усложнению способов передачи энергии. Сбои в работе энергетических систем могут привести к серьезным последствиям, тем самым ограничивая экономическое и социальное развитие. Поэтому современные энергетические системы должны быть в состоянии противостоять потрясениям различной природы, включая стихийные бедствия, геополитические конфликты и кибератаки.

Ответные меры

Поскольку энергетические ситуации различаются в разных странах или даже в разных регионах внутри стран, политика и инструменты управления рисками широко варьируются. Среди распространенных мер: диверсификация поставок и источников, накопление запасов, повышение энергоэффективности, контроль ценообразования.

Диверсификация

Диверсификация может рассматриваться в трех видах: диверсификация источников энергии (не полагаться только на газ или солнце в получении электроэнергии, но развивать и другие, придя к оптимальному энергетическому миксу), диверсификация поставщиков (для стран-импортеров) или потребителей (для стран-экспортеров) и диверсификация маршрутов поставок.

Традиционно развитие альтернативной энергетики почти всегда было направлено на снижение зависимости от нефти. Сначала оно было нацелено

на развитие атомной энергетики и природного газа, сейчас – на стимулирование использования возобновляемых источников энергии: энергии ветра, солнца, воды, недр Земли. Но такие меры порождают свои трудности. Например, необходимость модернизации электроэнергетической системы для интеграции нестабильной генерации из возобновляемых источников.

В то время как страны-импортеры диверсифицируют поставщиков энергоресурсов для стабильности поставок, страны-экспортеры стараются диверсифицировать покупателей, чтобы повысить стабильность и предсказуемость экспортной выручки.

Китай, например, развивал новые проекты трубопроводов для импорта нефти в Восточной Сибири и Мьянме, стремясь уменьшить свою зависимость от ближневосточной нефти и транспортировки через Малаккский пролив.

Усилия России по развитию нефти и газопроводов в Восточной Сибири были направлены на уменьшение ее зависимости от европейского рынка. После вторжения в Украину и наложения санкций на поставки российских газа и нефти в Европу России удалось увеличить экспорт нефти и газа в страны Азии, хоть и по существенно более низким ценам. Аналогичные шаги предпринимают Казахстан, Туркменистан и Узбекистан, когда заключают контракты на поставку нефти и/или газа с Китаем и, возможно, с Индией, чтобы не полагаться только на Россию как транзитный канал для экспорта энергоресурсов.

Расширение предложения

Другая мера – расширение предложения, что на практике означает добычу собственных энергоресурсов или инвестиции в зарубежные проекты.

Например, после энергетического кризиса 1970-х годов власти США начали вкладывать значительные ресурсы в изучение потенциала добычи сланцевого газа и стали предоставлять налоговые льготы коммерческим компаниям на разработку месторождений. В результате в 2010 году, когда удалось существенно снизить себестоимость добычи, производство сланцевого газа резко возросло, что привело к снижению его цены.

А в конце 2022 года в целях преодоления энергетического кризиса в Европе, вызванного российским вторжением в Украину, в ЕС **договорились** о сокращении сроков выдачи разрешений на строительство объектов солнечной энергетики, установку тепловых насосов и обновление существующих объектов ВИЭ. Это было сделано для того, чтобы ускорить выход на рынок новых мощностей из возобновляемых источников и заместить дорогой газ и неэкологичный уголь.

Физическая безопасность

Сейчас во многих странах мира энергетическую инфраструктуру, а также инфраструктуру для добычи, хранения и переработки нефти определяют как критическую, которая требует приоритетных мер по обеспечению физической безопасности для гарантии ее бесперебойной работы. Например, ЕС в 2008 году принял **директиву** об идентификации и обозначении критической инфраструктуры в Европе и оценке необходимости улучшения их защиты. Основным стимулом для создания этого документа было желание стран лучше подготовиться к возможным террористическим атакам. Согласно директиве к критической инфраструктуре относятся объекты электроэнергетики, нефтепереработки, транспортировки и хранения, газовая инфраструктура, а также транс-



Конец 1970-х годов

Под энергетической безопасностью понимались стабильные поставки нефти по приемлемой цене. В 1980-х годах спрос снизился, но в начале 2000-х цены на нефть снова выросли, и энергетическая безопасность, связанная с вопросом цены, опять вышла на первый план

портная инфраструктура. Все страны должны оценить риски повреждений объектов критической инфраструктуры, находящихся на их территории, и подготовить план действий на случай возникновения опасных ситуаций.

Энергетические субсидии

Энергетические субсидии – это помощь государства для того, чтобы повысить доступность электричества и топлива для конечных потребителей или чтобы сделать производство энергии экономически целесообразным. По данным Международного валютного фонда (МВФ), в 2020 году размер субсидий на ископаемое топливо составлял 5,9 трлн долларов США. Нефтепродукты (сжиженный нефтяной газ, бензин, дизельное топливо, керосин), электричество и природный газ являются основными видами энергоресурсов для потребительских субсидий, особенно в богатых энергоресурсами странах-экспортерах.

МВФ выступает против энергетических субсидий, поскольку считается, что они создают рыночные искажения, снижают стимулы к энергоэффективности, инвестициям в экологически чистые источники энергии и влекут за собой налоговые и социальные издержки. МЭА **полагает**, что субсидии угрожают энергетической безопасности за счет увеличения импорта из-за расточительного потребления. На саммите G20 в Питтсбурге в 2009 году мировые лидеры **обязались** в среднесрочной перспективе сократить и рационализировать неэффективные субсидии на ископаемое топливо, одновременно оказывая адресную поддержку беднейшим слоям населения. Но сделать это оказалось сложнее, чем согласиться с необходимостью перемен. По данным МЭА, субсидии потребителям на ископаемое топливо за последние 10 лет колебались

на уровне 400-700 млрд долларов в год, не считая резкого снижения объема субсидий во время пандемии COVID-19, когда сумма субсидий в 2020 году упала до 217 млрд долларов. Но в следующем году показатель снова увеличился более чем в два раза.

В 2021 году на очередной 26-й Климатической конференции в Глазго страны опять **согласились** с необходимостью поэтапного отказа от субсидий на ископаемое топливо. Но российское вторжение в Украину и последующий энергетический кризис, сопровождавшийся повышением цен на нефть и нефтепродукты, не позволили приблизиться к целям Климатического пакта – в 2022 году объем субсидий для потребителей ископаемого топлива снова резко вырос и перешагнул отметку в 1 трлн долларов.

Накопление запасов

Стратегия накопления запасов нефти десятилетиями применялась во многих странах ОЭСР. С 1974 года в соответствии с Соглашением о Международной энергетической программе (МЭП) каждая страна – член МЭА обязана хранить запасы нефти, эквивалентные как минимум 90 дням чистого импорта нефти, и быть готовой коллективно реагировать на серьезные перебои в поставках, влияющие на мировой рынок нефти. Хранение запасов может осуществляться в разных формах – государственный резерв, частные резервы, нефть в сыром виде или нефтепродукты, передача услуги по хранению другим странам в соответствии с двусторонними договорами. В случае серьезных перебоев с поставками нефти члены МЭА могут принять решение о выпуске этих запасов на рынок в рамках коллективных действий.

И если сделать запас жидкого топлива без потери объема и горю-

чих свойств относительно легко, то сохранить электроэнергию гораздо сложнее. Но тоже возможно. Традиционный способ сохранять энергию и выдавать ее в пиковые часы, известный с конца XIX века, – гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС), которая берет энергию из сети для закачивания воды в верхний резервуар, когда потребление низкое, и сбрасывает воду, генерируя электроэнергию в пиковые часы потребления. Этот способ имеет ряд недостатков, в том числе экологических. ГАЭС представляет собой достаточно громоздкое плотинное гидротехническое сооружение и, нарушая естественный ход реки, негативно влияет на локальную экосистему.

На сегодняшний день наиболее перспективным способом сохранения электроэнергии для балансировки энергосистемы, особенно необходимой при использовании большого количества генерации на ВИЭ, являются системы аккумуляторных батарей. По данным МЭА, объем инвестиций в производство и установку сетевых батарей для сохранения и балансировки энергии в 2021 году составил порядка 10 млрд долларов США, что на 81% выше, чем в 2020 году. Ожидается, что темпы роста сохранятся и в следующие годы. Помимо установки стационарных батарей прорабатываются варианты использования батарей в электромобилях с той же целью. Когда электромобиль не используется и подключен к сети, он может как забирать электроэнергию, заряжая свой аккумулятор, так и отдавать ее обратно в сеть при необходимости. При большом количестве электромобилей они могут быть неплохим балансирующим элементом сети.

Еще одним потенциальным способом сохранения энергии является производство водорода путем электролиза воды с использованием электричества, полученного из ВИЭ. Допустим, если ветрогенерация вырабатывает ночью электроэнергию больше, чем требуется потребителям, то ее можно пустить на производство водорода, который в свою очередь можно будет хранить и использовать впоследствии для других энергетических нужд. Но у этого способа есть свои ограничения – его использование бу-



В 1997 году

принят Киотский протокол. Началась дискуссия о том, чтобы добавить требование климатической нейтральности источников энергии к понятию энергетической безопасности

дет иметь смысл только тогда, когда энергосистема полностью основана на ВИЭ и есть излишки. В противном случае гораздо эффективнее использовать электричество, выработанное из ВИЭ напрямую, и замещать им традиционную генерацию.

Контроль спроса

Повысить энергетическую безопасность можно и уменьшив зависимость, т. е. снизив потребление энергоресурсов за счет энергоэффективности. Цели по повышению энергоэффективности производств и потребителей, в первую очередь административных и жилых домов, ставят перед собой многие страны. Например, текущая **цель ЕС** – снижение потребления энергии к 2030 году на 32,5% по сравнению с расчетными прогнозами потребления энергии в случае, когда меры по энергоэффективности не принимаются.

Другой способ лучше контролировать объем спроса – заключать прерываемые контракты на поставки энергоресурсов, позволяющие останавливать поставки в согласованные сроки в те периоды, когда потребление сильно снижается. Это дает возможность избежать ситуации, когда энергоресурсы поставляются, но не используются. Такие контракты на поставки природного газа распространены в Северной Америке и Западной Европе.

Несмотря на то, что способов повышения энергетической безопасности довольно много, проблема взаимозависимости стран от стабильных поставок энергоресурсов и распространения современных энергетических технологий до сих пор не решена. В то же время технологии и экономические инструменты для ее решения есть, не хватает только политической воли. По прогнозам МЭА, при условии сохранения текущей политики в области использования энергии мировое потребление энергоресурсов к 2050 году вырастет на 24% относительно 2021 года. Если все страны будут придерживаться заявленных целей и обещаний, то мировое потребление энергоресурсов может снизиться на 1,4% за тот же период.

При этом научное сообщество активно изучает технологическую воз-



Завод Tesla Giga Nevada, где был разработан и сейчас производится Tesla Megapack. Этот проект, запущенный в 2019 году, представляет собой большую литий-ионную батарею размером с морской контейнер и может хранить до 3 МВт·ч. Предназначен для хранения энергии, произведенной возобновляемыми источниками, для использования в часы пикового спроса. Фото: Smnt / commons.wikimedia.org

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tesla_Gigafactory_1_-_December_2019.jpg?uselang=fr

можность перевести всю мировую энергосистему на возобновляемые источники энергии, таким образом решив три проблемы энергетической безопасности: обеспечить физическое наличие энергоресурса во всех странах, его ценовую доступность и экологическую устойчивость.

Коллектив исследователей из разных университетов мира опубликовал в середине прошлого года в издании IEEE Access (США) обзор научных исследований о возможности и экономической целесообразности перевода энергосистемы мира, отдельных стран и регионов на ВИЭ. Ключевыми элементами новой энергетической системы будут солнечная и ветровая энергетика, хранение энергии в различных видах, увеличение интеграции конечных пользователей энергии и

электрификация всех секторов энергетики и промышленности, включая экологически чистое синтетическое топливо, а также технологию улавливания и хранения углекислого газа для стабилизации климата.

Новая энергетическая система позволит решить проблемы энергетической безопасности почти полностью, кроме ресурсной зависимости для производства оборудования для ВИЭ и обеспечения физической и цифровой безопасности объектов энергетики от внешних угроз: войн, террористических нападений, природных катастроф. Для решения последней проблемы технологических решений недостаточно – необходимы общественные преобразования, гарантии соблюдения прав человека и добрососедские отношения между странами. ●



Технологическая устойчивость энергетической системы –

это еще одно дополнение к понятию энергетической безопасности, появившееся благодаря повсеместной электрификации и усложнению способов передачи энергии



Глобальный энергетический кризис: где выход?

*Новые технологии могут помочь
в преобразовании энергетического рынка
и ухода от российских углеводородов.*

АННА ВЕБСТЕР

Фото: www.pexels.com

<https://www.pexels.com/photo/electricity-industry-pollution-smoke-236060/>

Военные действия России на территории Украины спровоцировали первый в истории мировой энергетический кризис. Необходимость переустройства топливно-энергетической системы обсуждалась и ранее, в связи с изменением климата и заявленными целями стран в этом направлении. Однако действия России привели к необходимости срочного преобразования системы. Это беспрецедентная по сложности и срокам задача. Россия была крупнейшим поставщиком углеводородов в Европу, и резкое изменение цепочек поставок и игроков приведет к глобальному переустройству рынка энергоресурсов. Однако, несмотря на колоссальные сложности, связанные с трансформацией системы, это еще и шанс для масштабного перехода на альтернативные источники энергии. В этой статье мы рассмотрим некоторые технологии, которые уже сейчас могут применяться, планируются к масштабированию и в ближайшем будущем могут быть запущены для решения энергетического кризиса и зеленой трансформации системы.

Европу и Россию связывают длительные торговые отношения, в частности это касается энергетического сектора и промышленной отрасли. Резкое сокращение поставок чревато как нарушением производственных процессов, так и увеличением стоимости конечных товаров и сервисов для европейских потребителей. Но, несмотря на ресурсную зависимость Европы от России и возможные риски на всех этапах энергетического кризиса, европейские политики приняли решение по отказу от российских ресурсов и товаров, чтобы таким образом не спонсировать российский режим в его действиях в Украине.

Объем экспорта товаров из России в Европу в 2022 году значительно сократился по причине военных действий России в Украине и последующих санкций, наложенных на РФ Евросоюзом.

Доля всех российских товаров в европейском импорте снизилась с 9,5 до 4,3% в период с февраля по сентябрь 2022 года. Интересно посмотреть на **снижение** доли ключевых продуктов: объемы поставки угля

уменьшились с 45% в 2021 году до 21% в 2022 году, газа – с 36 до 21%, железа и стали – с 16 до 10%, удобрений – с 29 до 21%.

Отказ от российских товаров происходил и происходит не одномоментно, а с каждым новым принятым пакетом санкций Евросоюза в отношении России. У Европы все же было немного времени в течение года, чтобы подготовиться к возможному энергетическому кризису, планируя все большее сокращение поставок энергоресурсов из России. В течение 2022 года страны ЕС почти полностью **заполнили** свои газовые хранилища, чтобы как можно более безболезненно снижать закупки газа в России.

Согласно **отчету ЦБ РФ** за IV квартал 2022 года объем поставок энергоснабжителей из России в Европу сокращался с каждым месяцем. Падение поставок нефти составило в годовом исчислении (г/г) 30% в октябре. В III квартале 2022 года оно составляло 23% г/г. Поставки угля прекратились совсем с 10 августа в связи с запретом на его импорт. Падение экспорта природного газа в страны дальнего зарубежья в IV квартале ускорилось по сравнению с III кварталом (61%) до 64% г/г в основном по причине прекращения поставок газа в ЕС по трубопроводу «Северный поток – 1» в августе.

Европа держит уверенный курс на отказ от российских товаров и энергоресурсов. Это можно осуществить тремя способами: найти альтернативу на других рынках, нарастить собственное производство или снизить потребление. Все три пути сейчас прорабатываются. Но есть и четвертый путь, который связан со снижением потребления энергоресурсов в традиционном виде, – это новые зеленые технологии, модернизация инфраструктуры энергосистемы, новые решения для ресурсоемких отраслей. Все то, что меняет существующую модель потребления в тех отраслях, где требуется большое количество ископаемого топлива. Об этом, четвертом, пути мы и поговорим.

Большинство технологий, о которых пойдет речь, уже многие годы изучаются, тестируются и даже применяются, однако энергетический кризис сделал их более видимыми, а также поставил вопрос о необходимости дополнитель-

ных инвестиций в развитие технологий для уменьшения стоимости электроэнергии. Необходимость срочного поиска новых игроков и технологических решений коснулась всех отраслей и уровней – от домохозяйств и небольших компаний до крупнейших предприятий и энергетической инфраструктуры. Новые технологии внедряются и разрабатываются повсеместно. Это переход на чистую электроэнергию и модернизация текущих сетей для интеграции альтернативной энергии в сеть, поиск новых энергоносителей – водород, зеленый аммиак и метанол и переход на электротранспорт, поиск решений для сложных для декарбонизации видов транспорта, повышение энергоэффективности зданий и использование энергии внутри зданий, в первую очередь за счет отопления и кондиционирования, а также уменьшение потерь энергии.

Согласно **отчету** Международного энергетического агентства (МЭА) за 2022 год производство и сбыт товаров для некоторых ключевых технологий, включая аккумуляторы, фотоэлектрические солнечные батареи и электролизеры, осуществляются такими темпами, которые позволяют оптимистично смотреть на развитие альтернативной энергетики в мире. Трансформация транспортной отрасли также идет достаточно быстро. Ожидается, что к 2030 году каждый второй автомобиль, проданный в ЕС, Китае и США, будет электрическим, хотя для этого потребуются меры государственной поддержки. В то же время многие отрасли требуют более пристального внимания к внедрению новых технологий, вливанию инвестиций, а также к вопросам государственной поддержки и поддержки потребителей.

Интеграция альтернативной энергии в сеть

Альтернативные источники энергии **покрывают** 14,8% общей мировой потребности промышленности в энергии. Однако в основном только для низкотемпературных производств. На тяжелую промышленность – производство железа, стали, цемента, химикатов – энергия, производимая из альтернативных источников, составляет



Рейсвейк бйотен — современный устойчивый жилой район в Нидерландах, между Делфтом и Гаагой. Первая свая была забита в 2013 году, к 2026 году планируется построить более 3500 новых экологических домов, разделенных на три района. Уже построены начальная школа, детский сад, спортзал, медицинский центр. Дома отапливаются энергоэффективными тепловыми насосами, электроэнергия вырабатывается солнечными панелями. Озеленение комплекса выполнено из устойчивых материалов и способствует сохранению биоразнообразия.

Фото: Nanda Sluijsmans / www.flickr.com

<https://www.flickr.com/photos/nandasluijsmans/albums/72157688032099305>

менее 1% совокупного потребления. Такие скромные показатели связаны с нестабильностью возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и неопределенностью выходной мощности, что препятствует масштабной интеграции в существующие сети. Проникновение альтернативной энергии в существующие сети более чем на 20% может дестабилизировать энергосистему.

Справиться с вызовами по интеграции альтернативной энергии в сети могут системы накопления энергии (Energy Storage Systems, ESS). Такие системы помогают сбалансировать спрос и предложение, выравнивают нагрузку и сглаживают колебания мощности в сети, а также повышают ее надежность. Спрос на системы накопления энергии растет. По оценкам, к 2026 году мировой доход от систем накопления энергии для интеграции ВЭИ превысит \$23 млрд. Широкое распространение на рынке новых технологий по хранению энергии повлияло на значительное уменьшение затрат на производство, особенно литий-ионных аккумуляторов. Например, в Германии стоимость литиевых батарей **снизилась** на 71%

с 2014 по 2020 год. Согласно данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) к 2030 году затраты на установку могут уменьшиться на 50-60%. Стоимость самих аккумуляторов может упасть еще больше, а срок и производительность повысится благодаря оптимизации производственных мощностей и эффективному использованию материалов. Благодаря этому стоимость литий-ионных аккумуляторов для стационарного использования к 2030 году, по расчетам IRENA, может составить менее \$200 за киловатт-час.

Существуют решения как для промышленных мощностей, так и для домохозяйств и малого бизнеса. Например, LG Energy Solutions **предлагает** батареи для домашнего и коммерческого использования, а также системы для интеграции альтернативной энергии в сеть. Батарея для дома в сочетании с солнечными панелями позволяет генерировать электроэнергию независимо и снижать затраты на электроэнергию. Системы для сети устанавливаются на тепловых, солнечных, ветровых станциях и под-

станциях для снижения и регулирования нагрузки и мощности. Установки для коммерческого использования сочетают обе функции по регулированию нагрузки на сеть и генерации альтернативной энергии и используются в школах, офисах, на небольших предприятиях.

Литий-ионные аккумуляторы наиболее распространены в системах хранения энергии, однако их производство и утилизация **негативно** сказываются на состоянии окружающей среды из-за содержащихся в них токсичных веществ. Стартап Массачусетского технологического университета **Form Energy** представил железо-воздушные аккумуляторы, для которых ученые нашли способ обращать коррозию металла вспять, чтобы можно было перезаряжать батареи. Железо, в отличие от лития, — доступный и распространенный элемент, производство батарей более экологично, а оценочная стоимость железо-воздушных батарей за киловатт-час в 10 раз ниже литиевых. Стартап уже получил \$800 млн инвестиций, из которых \$760 млн пойдет на строительство завода в Западной Вирджинии. Первые

аккумуляторы массового производства компания планирует выпустить уже в 2024 году.

Технологии для преобразования тяжелой промышленности

Преодоление зависимости металлургической отрасли от ископаемого топлива – это то, над чем игроки отрасли работали еще задолго до 2022 года. Это связано в первую очередь с планами стран по достижению углеродной нейтральности, где негативный вклад отрасли в глобальные выбросы значителен. На производство стали приходится 7% мировых выбросов CO₂.

Один из многообещающих проектов по запуску на рынок безуглеродистой стали – шведский HYPRIT. В 2016 году сталелитейная (SSAB), добывающая (LKAB) и энергетическая (Vattenfall) компании объединились для разработки производства стали без выбросов углерода на всей цепочке – от шахты до выпуска продукции и обеспечения всего процесса альтернативной энергией. И на сегодняшний день это проект, который выпустил первую в мире сталь без выбросов CO₂ на всей цепочке производства. Избегать выбросов CO₂ позволяет технология замены угля водородом в процессе восстановления руды, в результате вместо выбросов углекислого газа выделяется вода. В процессе добычи железной руды, ее транспортировки и обеспечения производства альтернативной энергией также не происходит выбросов CO₂. Благодаря этому конечная сталь получается не просто зеленой, с меньшими выбросами, а полностью безуглеродистой. Сейчас HYPRIT приступил к дальнейшему тестированию технологии и планирует массово начать выпускать безуглеродистую сталь к 2026 году.

Технологии для управления энергией в зданиях

На системы отопления и охлаждения приходилась половина энергопотребления ЕС в 2020 году. Однако альтернативные источники энергии в этом секторе **покрывали** только 23% потребляемой энергии. Помимо систем интеграции альтернативной энергии в сеть, о которых было ска-

зано выше, снизить количество потребляемой зданиями энергии можно за счет новых изолирующих материалов, а также с помощью инструментов контроля за температурой. Множество стартапов разрабатывают решения по изолирующим материалам из растительных компонентов. Инженеры из Германии и Китая **представили** материал из нанокристаллов целлюлозы, который за счет своих отражающих свойств может снизить потребность в охлаждении зданий на треть, а швейцарско-бельгийский стартап **Gramiterm** производит изоляционные панели из скошенной травы.

Уменьшить потери энергии в зданиях можно за счет устранения утечек энергии, таких как непрерывно включенные приборы, например в офисах. Постоянно ходить включать и выключать устройства в больших офисах довольно хлопотно, поэтому стартап **Mesurable.energy** придумал специальные умные розетки, которые с помощью машинного обучения измеряют и устраняют потери энергии малой мощности. Розетки отслеживают приборы, которые включены постоянно, предоставляют в реальном времени статистику – мощность и количество энергии, потребляемой подключенными устройствами, а также позволяют отключить их удаленно для уменьшения утечек энергии, которая тратится впустую. Компания заявляет, что их решение окупается в течение двух лет и помогает сократить счета за электроэнергию минимум на 20%.

Не только технологии решают

Отказ от ископаемого топлива сам по себе задача непростая, а в режиме срочности становится в разы сложнее. Несмотря на большое количество стартапов в этой области, технологических решений, знаний и навыков, одних только технологий недостаточно. Технологии были и раньше, но внедрение новых решений откладывалось. Страны **рассматривали** использование для переходного периода трансформации энергетической системы природный газ. Российский природный газ в первую очередь. В том числе это **объяснялось** желанием крупных корпораций лоббировать свои интересы на страновом уровне.

Сейчас риторика изменилась. Вопрос о поиске альтернативных решений встал очень остро в том числе из-за попыток преследовать бизнес-интересы в то время, когда это морально еще можно было делать. В настоящее время ситуация непростая не только в технологическом плане. Для преобразования энергетической сети в устойчивую и независимую требуется определенная смелость и отказ от построения единого решения в пользу разделенных решений, допуск на рынок новых игроков, небольших стартапов, что, безусловно, затронет интересы крупных корпораций.

Кроме политической воли требуется также государственная поддержка и проявление инициативы по привлечению частных инвестиций в энергетический сектор и стратегическое управление процессом. Несмотря на то, что об энергетическом кризисе в первую очередь задумываются страны Европы, которые непосредственно столкнулись с прекращением поставок углеводородов из России, трансформация энергетического рынка сказывается на всех странах мира. Увеличение стоимости электроэнергии обостряет проблему продовольственной безопасности, особенно в развивающихся странах, где основные затраты домохозяйств приходятся на оплату продуктов питания и электроэнергии. Однако у развивающихся стран по сравнению с развитыми гораздо меньше возможностей по трансформации инфраструктуры и инвестициям в новые технологии. Решение энергетического кризиса и переход энергетической системы к более распределенной, устойчивой структуре – сложная, срочная и коллективная задача, с которой мир столкнулся в 2022 году.

Если у правительств хватит решимости проявить политическую волю по перераспределению зон влияния, а также сил на стратегическое управление, то мы сможем увидеть пример построения распределенной энергетической сети с множеством разных решений, но объединенных в одну систему. Здесь может произойти много интересных коллабораций, а также может появиться понимание того, что разнообразие – ключ к устойчивой энергетике. ●



Украинские пожарные ликвидируют пожар на территории ТЭЦ в Киеве, возникший в результате российских ракетных ударов, 18 октября 2022 года.

Фото: State Emergency Service of Ukraine / commons.wikimedia.org

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kyiv_after_Russian_shelling,_2022-10-18_%2824%29.jpg