

# Миссионно ориентированная инновационная политика в отношении возобновляемой энергетики

Mission-oriented innovation policies for renewable energy

doi 10.26310/2071-3010.2023.294.4.011



**А. А. Мальчук,**

аспирант, экономический факультет, МГУ им. М. В. Ломоносова  
✉ malchukaa@econ.msu.ru

**A. A. Malchuk,**

postgraduate, department of world economy, faculty of economics, Moscow state university

В статье представлены результаты исследования развития возобновляемой энергетики в целях решения проблем дефицита традиционных источников энергии и антропогенного изменения климата. Показано, со ссылкой на многолетние наблюдения за температурой атмосферного воздуха, что проблема антропогенного изменения климата существует, также многие промышленно развитые страны зависимы от поставок сырья и энергоносителей из-за границы. Распространение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) способно решить эти проблемы, для чего правительства проводят миссионно ориентированную инновационную политику (МОИП). В разных странах и регионах — например, в Китае и в Евросоюзе она имеет разный характер: экстенсивный или интенсивный. Автором даны рекомендации относительно возможного проведения МОИП в России, в текущих условиях предпочтительнее опора именно на европейский опыт.

This article is a research of the development of renewable energy industry, targeted at countering the problems of conventional energy shortage and human-induced climate change. Referencing decades-long monitoring of air temperature, it is clear that human-induced climate change is real, moreover, many industrially developed countries depend on imports of raw materials and fuel. Renewable energy could potentially help these challenges, which enabled national governments to introduce Mission-Oriented Innovation Policies as a mean of support. Around the world, like in China and in Europe, MOIP differs: it's either extensive or intensive. The author provides a recap of various national policies for the possible introduction of a similar policy in Russia, and, as of now, European experience could fit Russia better.

**Ключевые слова:** экономика, возобновляемая энергетика, углеродная нейтральность, миссионно ориентированная инновационная политика (МОИП), энергетический баланс.

**Keywords:** economics, renewable energy, carbon neutrality, mission-oriented innovation policy (MOIP), energy balance.

## Введение

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в настоящее время все страны мира, как развивающиеся, так и развитые, эксплуатируют тематику возобновляемой энергетики в целях решения проблем дефицита традиционных источников энергии и антропогенного изменения климата. На международном уровне заключаются соглашения об ограничении или нейтрализации выбросов углекислого газа. Так, в рамках Европейского союза принята директива о возобновляемых источниках энергии.

Представляется релевантным оценить те методы, с помощью которых правительства стран мира — для примера будут взяты ЕС, а также Китай — предполагают стимулировать развитие возобновляемой энергетики. Одним из таких методов является миссионно ориентированная инновационная политика, или МОИП. Работа опирается, в основном, на эмпирические и статистические данные открытых источников, таких как международные климатические и энергетические организации и статистические службы стран, поскольку аспект использования МОИП для распространения ВИЭ сравнительно нов и малоизучен.

Цель работы: сделать обзор политики МОИП, которую проводят разные страны с целью развития ВИЭ, и оценить возможности по их применению в энергетике России.

Задачи работы: рассмотреть предпосылки для ужесточения климатической политики, такие как дефицит традиционных источников энергии и загрязнение окружающей среды; проанализировать рынок возобновляемых источников энергии как одного из способов выполнения целей климатической политики; раскрыть понятие МОИП и то, как эта политика способствует развитию сферы ВИЭ; основываясь на опыте зарубежных стран, составить рекомендации по применению мер МОИП для энергосектора России.

## 1. Климатическая политика стран мира и причины ее ужесточения

Климат Земли постоянно менялся под воздействием естественных причин — например, изменений земной орбиты, вулканической активности, движения континентов. Однако исследования, проводимые с середины XX века, в частности работа Ревелля и Сюсса [12], показывают, что доминирующий фактор в глобальном потеплении — именно антропогенный, связанный с выбросами углекислого и других газов — метана и диоксида азота от промышленных предприятий и транспорта, работающего на ДВС (рис. 1).

В 1980-е гг. при ООН была основана Межправительственная группа по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), а в 2015 г. был опубликован международный договор по

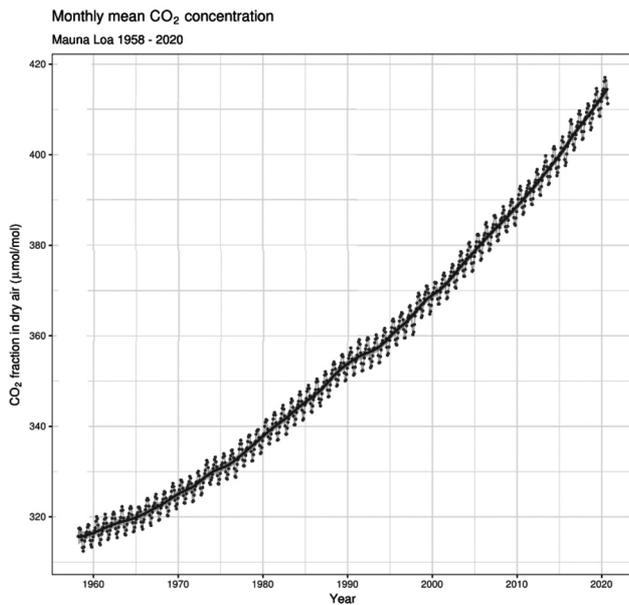


Рис. 1. История ежемесячных наблюдений атмосферного воздуха по методике Килинга (кривая Килинга) с 1950-х гг. по наши дни, показывающая увеличение концентрации углекислого газа (в частицах на 1 моль воздуха)

Источник: [12]

изменению климата — Парижское соглашение (Paris Agreement), большинство стран мира присоединились к нему и взяли на себя обязательства по борьбе с глобальным потеплением: многие европейские страны обязались достичь полной углеродной нейтральности — компенсации произведенного углекислого газа — к 2050 г., а к 2030 г. сократить углеродный след вдвое к уровню 1990 г. Углеродный след — это количество углекислого газа (CO<sub>2</sub>), которое выбрасывается в атмосферу в процессе деятельности домохозяйства, предприятия или целой страны. Включает как прямые выбросы — например, автомобильные выхлопы, так и косвенные, например — от тепловых электростанций [36]. Понятие «углеродного следа» возникло в 2000-е гг. как развитие темы «экологического следа», одним из первых, кто его использовал, была нефтегазовая компания BP — в рекламной кампании. Впоследствии термин получил широкое распространение и сейчас рассчитывается, например, Евростатом — по его данным в 2019 г. он составлял 6,8 т CO<sub>2</sub> на одного жителя ЕС [22].

Но углеродный след и глобальное потепление — не единственная причина для сокращения потребления традиционных источников энергии. На сегодняшний день развитые индустриальные и постиндустриальные страны, не считая США и Канады, богатых собственными запасами ископаемого топлива, являются энергодое-

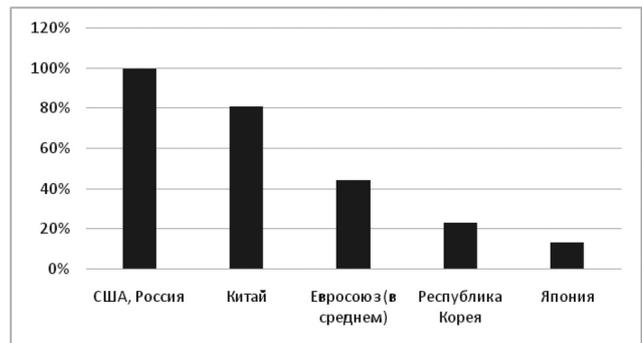


Рис. 2. Уровень энергетической безопасности промышленно развитых стран мира в 2021 г.

Источник: составлено автором по [17, 41]

фицитными: в частности, Европейский союз, Япония и Южная Корея, Китай имеют низкий уровень энергетической безопасности и зависимы от внешних поставок сырья, что можно увидеть на рис. 2. Все перечисленные страны способны обеспечить за счет собственных ресурсов только от 13 до 81% энергопотребления.

## 2. ВИЭ как решение проблем энергобезопасности и загрязнения окружающей среды

Принимая во внимание вышеизложенные проблемы, представляется любопытным такой вариант их решения, как переход от традиционных источников энергии к возобновляемым. Согласно определению Вацлава Смита, энергетический переход — это изменение в структуре баланса первичной энергии страны, постепенная трансформация одной устоявшейся системы обеспечения энергией экономики страны — в другую [2].

В истории человечества выделяется минимум три энергетических перехода, а массовое распространение ВИЭ должно ознаменовать собой четвертый: все они показаны в табл. 1.

Индустрия ВИЭ это индустрия источников энергии, которые непрерывно самовосполняются в силу природных процессов, в отличие от традиционных источников, запас которых ограничен. Устаревший синонимичный термин — альтернативная энергетика. ВИЭ не требуют топлива для работы и не связаны с выбросами вредных веществ в атмосферу, поэтому развитие индустрии таких источников — хорошее подспорье для сокращения углеродного следа и достижения углеродной нейтральности, не говоря уже о сокращении зависимости от импорта топлива и волатильности цен на него. Один из самых серьезных недостатков ВИЭ, присущий всем видам источников — неравномерная генерация, что даже породило

Таблица 1

### Хронология энергетических переходов

Энергетический переход	Временной период	Главные источники до	Главные источники после
Первый	Начало XIX в.	Древесина	Каменный уголь
Второй	1910-е-1930-е гг.	Каменный уголь	Нефть
Третий	1950-е-1970-е гг.	Нефть	Нефть, природный газ, атомная энергия
Четвертый	В будущем	Ископаемое топливо	ВИЭ

Источник: составлено автором по [39]

Типы электростанций, работающих на возобновляемой энергии

Тип ЭС	Принцип работы	Лидеры уст. мощности и доли в балансе	Примечания
Ветряные	Преобразование кинетической энергии ветра	Китай: 282,1 ГВт Дания: 41%	
Солнечные	Преобразование солнечной радиации	Китай: 307 ГВт Австралия: 15%	
Гидро и приливные	Преобразование кинетической энергии течения рек или морских приливов	Китай: 370 ГВт Норвегия: 86,43%	
Атомные	Преобразование энергии распада ядер химических элементов в тепловую	США: 809 ГВт Франция: 70,6%	Не относятся к «возобновляемым», так как требуют ядерного топлива, однако считаются «чистыми»
Био	Сжигание возобновляемого топлива (биомассы)	Китай: 23,6 ГВт Бразилия: 8,5%	Биомассой может замещаться топливо на ТЭС
Геотермальные	Преобразование тепловой энергии горячих подземных источников	США: 3,7 ГВт Новая Зеландия: 11%	Мало распространены, поскольку требуют специфических природных условий для работы

Источник: составлено автором по [11, 26, 38, 40]

альтернативное название — переменные источники энергии (Variable Energy).

Возобновляемые источники довольно разнообразны, но их распространение по миру неоднородно: самая большая доля у гидроэлектростанций (ГЭС), активно развиваются также солнечная и ветроэнергетика — прочие источники, такие как геотермальная и биоэнергия или энергия приливов, намного менее популярны. Отдельно стоит выделить атомную энергию: она не является возобновляемой *per se*, но часто рассматривается в комплексе с ВИЭ как «чистая» в

сравнении с традиционными источниками [7]. Типы электростанций, работающих на возобновляемой энергии, представлены в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2, наибольших успехов в развитии возобновляемых источников энергии на сегодняшний день достигли Китай и отдельные страны Европы — например, Дания (41%), Норвегия (86%), Франция (70%). Это объясняется отчасти тем, что потребление первичной энергии в Европе неоднородно от страны к стране и высокую долю ВИЭ могут иметь страны, находящиеся в рейтинге

Таблица 3

Рейтинг стран Евросоюза по потреблению первичной энергии и доле ВИЭ

Страна	Потребление первичной энергии (тыс. ТУЭ)	Доля ВИЭ в первичном потреблении, %	Доля ВИЭ в электрогенерации, %
Германия	295584	19	44
Франция	2412	19	25
Италия	156179	19	36
Испания	125937	21	46
Польша	109944	16	17
Нидерланды	85698	12	30
Бельгия	64369	13	26
Швеция	50086	63	76
Чехия	42791	18	15
Румыния	34331	24	42
Австрия	34134	36	76
Финляндия	33963	43	40
Венгрия	27381	14	14
Греция	23321	22	36
Португалия	22201	34	58
Болгария	19381	17	19
Словакия	17652	17	22
Дания	17340	35	63
Ирландия	14475	13	36
Хорватия	8719	31	53
Литва	8136	28	21
Словения	6631	25	35
Эстония	4910	38	29
Латвия	4788	42	51
Люксембург	4226	12	14
Мальта	2738	12	10
Кипр	2662	18	15

Источник: составлено автором по [17, 32]

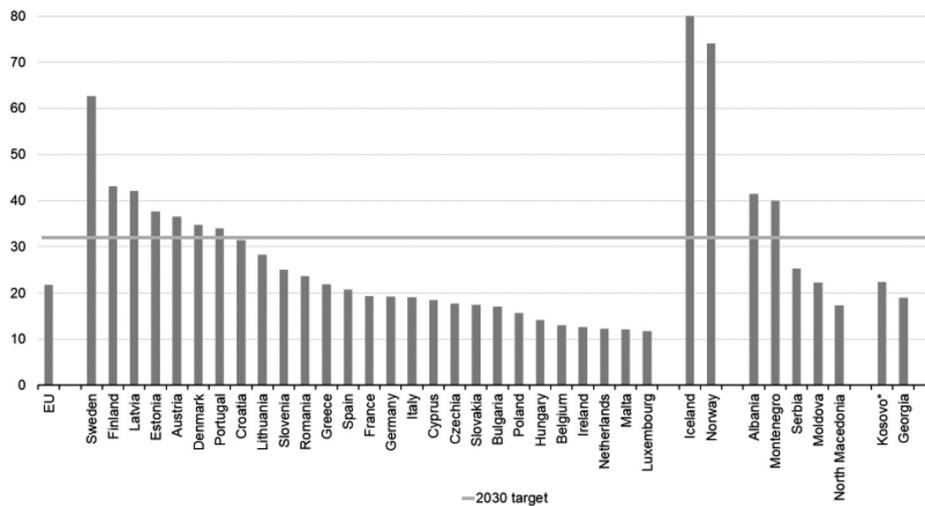


Рис. 3. Рейтинг стран Евросоюза и партнеров по доле ВИЭ в энергопотреблении (включая целевое значение к 2030 г.)

Источник: [31]

потребления ближе к концу списка, что показывают данные табл. 3.

Евростат не включает в статистику по ВИЭ атомную энергию, что искажает данные для той же Франции. Не все страны Европы в принципе связывают четвертый энергетический переход с развитием атомной энергии: если во Франции АЭС дает значительную, до 80%, долю потребляемой энергии, а Венгрия строит АЭС прямо сейчас, то, например, атомные станции в Германии выводятся из эксплуатации — срок службы последних трех был продлен до апреля 2023 г. из-за энергодефицита [34] — а в Италии АЭС были выведены из эксплуатации и запрещены еще в 1990 г., после Чернобыльской катастрофы.

В настоящий момент доля ВИЭ в энергопотреблении ЕС в целом составляет около 20%, и к 2030 г. ее планируется довести до 32% (рис. 3).

Китай, наряду с ЕС, является одним из пионеров и мировых лидеров в сфере возобновляемой энергетики: развитие этой сферы началось в стране еще в 1980-е гг. По прошествии сорока лет Китай достиг больших успехов в возобновляемой энергетике: с 2009 г. ежегодно вводится более 1000 МВт мощности, в 2010 г. уровень локализации достиг 90%, а в 2014 г. — 98% [1]. Более того, китайские производители турбин начали выходить на международный рынок благодаря отмене налога на экспорт. В отличие от ЕС, возобновляемая энергия интересует Китай не столько с точки зрения замещения традиционных источников, сколько как дополнение к ним, хотя за счет ВИЭ, например, замещается угольная генерация: по данным ВР в 2021 г. уголь составлял 55% потребления [10], а энергетический департамент США сообщает, что еще в 2001 г. этот показатель составлял 70% (рис. 4) [16].

### 3. Миссионно ориентированная инновационная политика стран мира

Одним из инструментов государственного стимулирования глубокой технологической модернизации национальной экономики выступает инновационная

политика, ориентированная на миссии (англ. mission-oriented innovation policy, MOIP). В настоящее время данный инструмент активно используется странами Европейского союза и США, но и не только — пятилетние планы Китая тоже можно отнести к миссионно ориентированной политике.

«Миссия» представляет собой государственное поручение экономическим агентам. Правительство страны утверждает ряд целей и создает для предприятий условия, в рамках которых они могли бы сделать выполнение этих целей своей основной задачей. Миссии предполагают, помимо прочего, прежде всего существенное активное прямое участие государства в создании технологий. Такой инструмент получил название государственно-частного партнерства (ГЧП).

По определению ОЭСР, МОИП — это государственная политика, направленная на решение некой общественной проблемы и включающая как законодательные меры, так и научные исследования [34]. Более краткая характеристика от Марианы Маццукато звучит как «серьезные исследования для решения серьезных проблем» (Big science to meet big problems) [28]. Изначально термин относился не к проводимой политике, а к странам и звучал как «страны с миссионно ориентированными технологиями». Он был

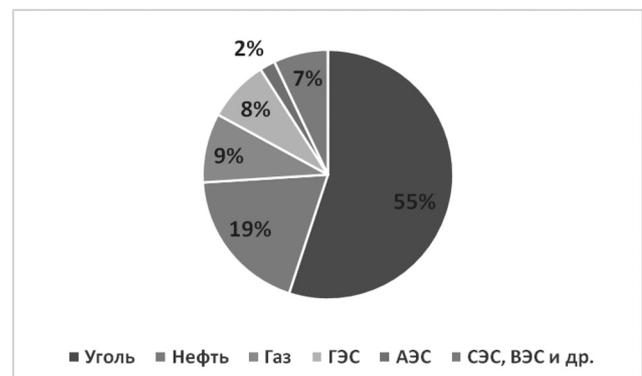


Рис. 4. Потребление первичной энергии в Китае по видам, 2021 г.

Источник: [10]

впервые использован Генри Эргасом (Henry Ergas) в 1987 г. и означал страны, стремящиеся к стратегическому лидерству на международной арене, при этом оборонные исследования занимали значительную долю в расходах на НИОКР [3]. Современное определение сложилось в 2010-е гг. в ходе обсуждения Еврокомиссией программы Horizon Europe, направленной на стимулирование научных исследований и инноваций. Главные цели МОИП — это обеспечение национального суверенитета и технологического лидерства. Также МОИП иногда проводится с целью удовлетворения спроса на технологии на потребительском рынке [8].

Для анализа автором были отобраны экономики Европейского союза и Китая — по нескольким причинам. С одной стороны, Евросоюз и его наиболее развитые страны-члены стабильно лидируют в рейтинге Глобального инновационного индекса (Global Innovation Index) [4], поэтому логично ожидать, что именно в ЕС миссионно ориентированная политика будет наиболее развита. С другой стороны, Китай, как было показано ранее, за несколько десятилетий достиг лидерства в абсолютном значении по производству энергии из некоторых возобновляемых источников, и будет интересно проанализировать причины такого стремительного роста.

### 3.1. МОИП и ВИЭ в Евросоюзе

Для Европы МОИП, как утверждает Мащукато, подходит лучше всего в силу характера экономики: если США или Китай могут позволить более централизованную инновационную политику, то ЕС — это сочетание национальных экономик очень разного уровня развития, поэтому миссионно ориентированный подход позволяет максимально раскрыть потенциал каждой экономики в ЕС в отдельности для достижения поставленных целей — например, в рамках «зеленой сделки» [19]. В свою очередь, европейская многоуровневая система государственного управления удобна для проведения МОИП: страны или группы стран вправе экспериментировать и работать над достижением глобальных «всеевропейских» миссий своими методами.

Примеры МОИП, воплощенной на практике, это проекты под эгидой Рамочной программы по исследованию и инновациям (European Framework Programme for Research and Innovation, FPRI) и программы Horizon Europe. FPRI изначально носила название Intelligent Energy — Europe (IEE), она стартовала в 2003 г. с целью помощи предприятиям и организациям, стремящимся к энергетической устойчивости, и соотносилась с целями ЕС по декарбонизации, энергоэффективности и увеличению доли ВИЭ в потреблении [23]. Программа прекратила свое действие в 2013 г., а на смену ей пришла Horizon 2020, сегодня известная как Horizon Europe. Это главная европейская программа для финансирования исследований и инноваций с бюджетом в 95 млрд евро. Одной из заявленных целей программы является борьба с изменением климата и выполнение целей устойчивого

развития ООН. Одним из нововведений «Горизонта Европы» является то, что отныне миссии предполагают мультидисциплинарность исследований, а также активное вовлечение населения в определение их тематик. Также программа предполагает открытие Объединенного научно-исследовательского центра (Joint Research Center, JRC) [5, 23].

Стратегический план по программе Horizon Europe [24] приводит примечательную статистику: несмотря на ограниченность бюджета и то, что большинство инициатив по программе встречают отказ, процент успешно воплощенных проектов возрос по сравнению с Horizon 2020 и составил 15,9% против 11,9%. По словам авторов плана, на воплощение всех предложенных инициатив за 2021-2022 гг. потребовалось бы дополнительно 34 млрд евро. Также поставлена цель по увеличению доли финансирования климатических проектов — до 35% от всего бюджета. При этом заявлено, что в ЕС существует проблема с воплощением успешных НИОКР в коммерческие продукты и решение этой проблемы — один из приоритетов Horizon Europe.

В рамках Horizon Europe наибольший интерес представляют несколько проектов — например, Европейская масштабируемая морская возобновляемая энергия (European Scalable Offshore Renewable Energy Sources, EU-SCORES). Этот проект, воплощаемый Нидерландским центром морской энергии, включает как морские ветроэлектростанции (ВЭС), так и морские солнечные электростанции (СЭС) общей мощностью 3 МВт, также приливные станции (ПЭС) мощностью 1,2 МВт. EU-SCORES должен стать первым в Европе морским энергопарком с несколькими источниками энергии из тех, что планируют построить до 2025 г. [35].

Другой интересный проект, который воплощался в 2019-2022 гг. — это проект по использованию дешевого биотоплива ячеек без выбросов (Biomass Low cost Advanced Zero Emission, BLAZE). В рамках BLAZE была разработана инновационная, высокоэффективная, многотопливная технология по производству тепловой и электроэнергии из биомассы: построен кластер из газификатора и теплоэлектроцентрали Combined heat and power plant, CHP). ТЭЦ типа BLAZE могут иметь мощность от 25 кВт до 5 МВт, эффективно работают с частичной загрузкой. Газификатор BLAZE работает по принципу пузырькового кипящего слоя, что и обеспечивает универсальность топлива — от отходов лесной промышленности до сельскохозяйственных, а твердые окислительные топливные элементы позволят снизить капитальные затраты на производство и возведение по сравнению с другими ТЭС похожей мощности, работающими на биомассе. BLAZE должна помочь сбалансировать сети местного значения и повысить гибкость всей энергосистемы [33].

На рис. 5 и 6 можно видеть, что в последние 8-10 лет расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР, R&D) в мире растут, но в Европе остается примерно на том же уровне [21], что и всегда, в то же время доля ВИЭ в энерго-

потреблении растет. По мнению автора, это говорит о грамотности проводимой политики, обеспечивающей интенсивный, а не экстенсивный рост.

### 3.2. МОИП и ВИЭ в Китае

Сегодня Китай является одним из мировых лидеров в области возобновляемой энергетики, но этому предшествовал долгий путь развития. Условно историю ВИЭ в Китае можно разбить на четыре этапа (табл. 4).

Первый этап начался с задачи по проведению исследований в области ветроэнергетики, поставленной в Плане 7 пятилетки (1986-1990). Начинается импорт турбин из-за границы, главным образом из Германии и Дании, опыт этих стран в ветроэнергетике также используется Китаем. Строятся первые ветрогенераторные парки, но они были экспериментальными и маломощными, поскольку технологии ВИЭ сами по себе еще находились на начальном этапе развития. Стоит отметить, что в течение многих лет Китай в рамках ВИЭ делал упор исключительно на ветряную энергетику, а развитие индустрии СЭС стартует только в конце 2000-х гг.

Начиная со второго этапа политику Китая в отношении ВИЭ можно считать по-настоящему миссионерно ориентированной. Была поставлена цель создания конкурентной индустрии, с 1990-х гг. начинаются независимые НИОКР, в регионах страны со значительными ветровыми ресурсами строится множество станций. Одновременно с этим правительство начало политику принудительного выкупа частных земель, распределения издержек и поддержки уровня цен на электроэнергию, достаточных для обслуживания долга (debt servicing electrical price), расширив кредитную поддержку строительства ВЭС. Благодаря этому к концу 2002 г. установленная мощность ветряных станций составила 468 МВт, но локализация оставалась низкой — чуть выше 11%. В 2000-е гг. правительство ставит своей целью локализацию современных ветроэнергетических технологий, впервые публикуются национальные стандарты, порядок испытаний и аккредитации для новой отрасли [1]. Лишь на этом этапе правительство уделяет внимание развитию

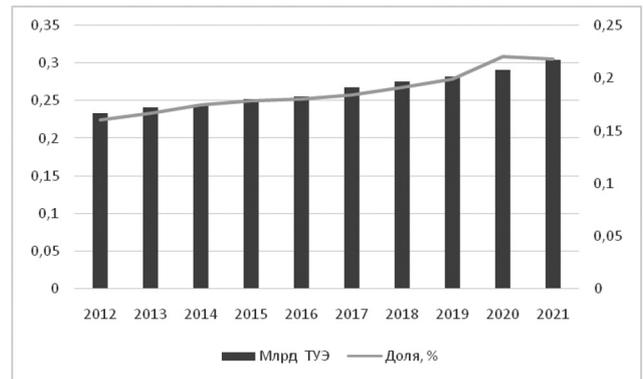


Рис. 5. Изменение доли энергопотребления из возобновляемых источников в ЕС в абсолютном и процентном значении (2012-2021 гг.).

Источник: [32]

солнечной энергетики, однако за прошедшее время в Китае СЭС развились до такой степени, что имеют в энергобалансе долю всего вдвое меньшую, чем ВЭС, которые развивались на двадцать лет дольше.

Современная политика Китая в отношении возобновляемой энергии основана, как и раньше, на пятилетних планах, в 2022 г. впервые был опубликован план, посвященный исключительно «современной энергосистеме» (Modern Energy System). В нем Партия отходит от целей углеродной нейтральности и снижения загрязнения воздуха, делая акцент на поддержании баланса между углеродной нейтральностью и энергетической безопасностью — с другой. Планируется довести долю возобновляемых источников (без ГЭС) в потреблении электроэнергии до 18% к 2025 г., что составит 3,3 ТВт против 11,4% и 2,21 ТВт в 2020 г. [14].

В отличие от Евросоюза, Китай делает ставку на экстенсивный рост (рис. 7): так, в 2022 г., по данным Bloomberg, китайские вложения в отрасль ВИЭ (включая НИОКР) составили \$546 млрд [20], больше половины от общемировых. Это заметно и в результатах по внедрению ВИЭ: с 2012 г. энергопотребление из этих источников увеличилось вдвое, а доля — в полтора раза [15, 18]: для сравнения, в ЕС доля увеличилась на 30%, а абсолютное значение — на четверть (рис. 5).

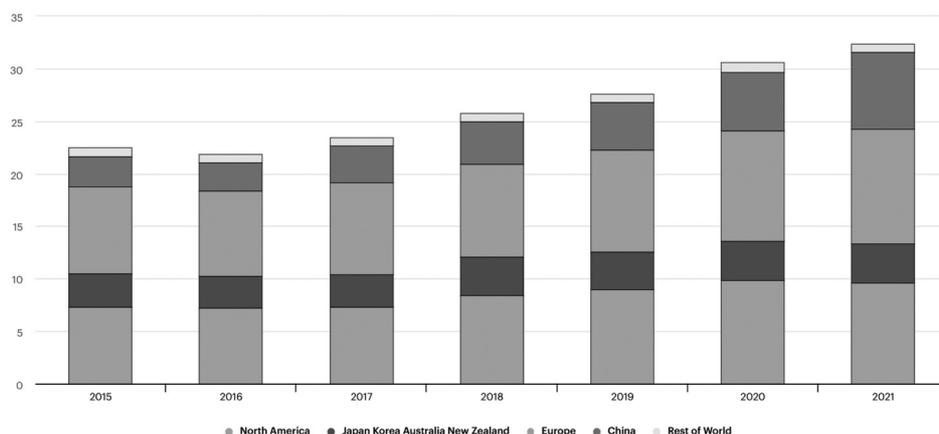


Рис. 6. Динамика расходов на НИОКР в области ВИЭ по регионам мира

Источник: [42]

Этапы развития МОИП в Китае в отношении ВИЭ

	Демонстрация (1986-1994)	Исследования (1995-2002)	Развитие (2003-2007)	Бурное развитие (2008 – н. в.)
Условия	Технология на Западе развивается, в Китае — в зачаточном состоянии	Технология на Западе переживает развитие, в Китае — все еще отстаёт	Бурное развитие на Западе, Китай сокращает отставание	Глобальное распространение ВЭС. Китай овладел технологиями турбин 1 МВт
Цели политики	Способствовать НИОКР	Создать отрасль ВИЭ, осуществлять тех. прорывы	Локализация технологий и оборудования ВИЭ	Бурное развитие отрасли. Конкуренция на внешних рынках
Меры политики	Субсидии на НИОКР. Кредиты на строительство станций ВИЭ и импорт турбин для ВЭС	Субсидии, кредиты. Принудительный выкуп земель, регуляция цен	Тендеры. Регул. цен. Создание нац. стандартов	Пятилетка для ВИЭ. Стандарты безопасности. Снят эксп. налог
Результаты	Аккумуляция знаний	Создание первой китайской турбины средней мощности	Выс. уровень локализации. Выс. общая мощность	Лидерство на мировом рынке. 98% уровень локализации

Источник: [1]

Заслуживает упоминания и другой пример миссионно ориентированной политики в Китае, призванной перевести автомобильный транспорт на электричество. Хотя электромобили (а также гибридные автомобили) не касаются напрямую сферы возобновляемых источников энергии, они помогают снизить потребление ископаемого топлива. Зависимость от импортных ископаемых источников (газа и нефти), наряду с ухудшающимся состоянием атмосферы в крупных агломерациях, и были той причиной, по которой китайское правительство с начала XXI века активно финансирует переход на новые энергетические транспортные средства (NEV), или электромобили и гибриды. Согласно программе общее число таких транспортных средств к началу 2020 г. должно было составить 5 млн, а к 2025 г. — 20% от ежегодно выпускаемых новых машин. Основными инициаторами проекта были такие государственные учреждения, как Министерство науки и технологий, Национальная комиссия по развитию и реформам (NDRC), Министерство промышленности и информационных технологий и Министерство финансов.

Программа выполнялась в течение 20 лет, что делает затруднительным подсчет ее конечной стоимости, однако ОЭСР сообщает, что конечный бюджет составляет несколько сот млрд евро. В частности, между 2015

и 2020 гг. центральное и региональные правительства Китая выделили больше 50 млн евро на субсидии электромобилей и гибридов, а на создание зарядных станций — 3,2 млн евро. Также Китай осуществлял R&D в области NEV, что стоило около 2 млн евро. Выполнение миссии осуществлялось «сверху вниз»: центральное правительство создало инициативу, в дальнейшем оно осуществляло поддержку развития NEV на всех уровнях — начиная НИОКР и заканчивая продвижением, продажами и созданием специальной инфраструктуры. На уровне региональных и местных властей также оказывалось содействие производству и продажам NEV, возводилась инфраструктура, электрический транспорт закупался для использования в госучреждениях. При этом роль рынка в развитии индустрии осталась невелика в сравнении с госучастием. Именно политика субсидирования правительства была основным фактором, побуждающим предприятия производить электромобили, а потребителей покупать их.

Цель программы была успешно достигнута в 2020 г. Также стоит отметить, что, благодаря программе, на сегодняшний день Китай является мировым лидером по числу электромобилей [25].

#### 4. Международный опыт МОИП для России

В отличие от рассмотренных экономик ЕС и Китая, Россия обладает полной энергобезопасностью (рис. 1), что при анализе возможностей применения ВИЭ сразу делает неактуальной проблему дефицита энергии и импорта ресурсов. Тем не менее, российская энергосистема неоднородна: в регионах Сибири и Дальнего Востока, начиная с Красноярского края, нет централизованного газоснабжения кроме районов пролегания газопроводов Сила Сибири и Сахалин – Хабаровск – Владивосток. Соответственно, ТЭС в негазифицированных районах работают в основном на угле. На Дальнем Востоке, однако, большую долю в энергобалансе имеет гидроэнергетика. Отсюда проистекает две проблемы — загрязнения воздуха и сезонности выработки: в силу естественной нестабильности годового стока рек Ангаро-Енисейского каскада и непостоянства водности рек ГЭС не могут полностью

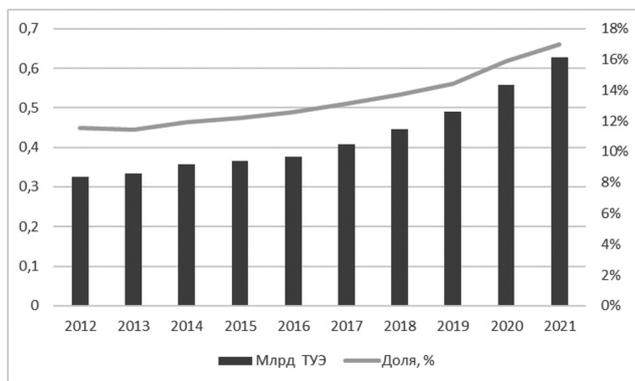


Рис. 7. Изменение доли энергопотребления из возобновляемых источников в Китае в абсолютном и процентном значении (2012-2021 гг.)

Источник: [15, 18]



Рис. 8. Карта распространения ВЭС и СЭС по регионам России

Источник: [6, 7]

обеспечивать потребности региона в электроэнергии и тогда приходится полагаться на переток энергии из центральных регионов страны. В этих условиях использование возобновляемых источников энергии могло бы оказаться полезным. Красноярский Край к тому же обладает значительным потенциалом для использования ветряной и солнечной энергии — юг региона пригоден для установки СЭС, а крайний север и безлюдные районы вокруг Норильска с обширными гидроресурсами подойдут для ВЭС и маломощных ГЭС. Резервные мощности ВИЭ также могли бы быть использованы для покрытия дефицита энергобаланса в те периоды, когда ГЭС не могут обеспечить потребление в регионе.

Что касается лучшей миссионно ориентированной политики для России, то, по мнению автора, опыт по «интенсивной МОИП» Европы был бы более релевантным: по ряду причин. Россия — федерация, входящие в нее регионы, как и страны — члены ЕС, имеют неодинаковый уровень развития и возможности по внедрению ВИЭ, тем более что необходимости во вводе больших мощностей, как это делает Китай, просто нет, о чем говорит российская Энергостратегия-2035: в качестве возможных задач, которые можно было бы решить с помощью возобновляемой энергетики, в ней называется исключительно повышение эффективности энергоснабжения удаленных и изолированных территорий (например, Красноярского края). При анализе карт распространения солнечной, ветряной энергетики — а также единой энергосистемы России — становится очевидно, что эта задача уже выполняется (рис. 8).

Тем не менее, количество объектов ВИЭ в восточных регионах страны, где существуют изолированные энергосистемы и где энергия в дефиците, все еще невелико в сравнении с югом России, где намного проще получить энергию с помощью СЭС и ВЭС в силу климатических условий.

Помимо этого, возможность массивных инвестиций в исследование и строительство станций ВИЭ осложняется тем, что с началом санкционной борьбы в 2022 г. все ВИЭ-проекты, осуществлявшиеся совместно с иностранными партнерами, были прекращены, профинансировать ввод больших мощностей без привлечения внешнего источника либо сокращения финансирования других отраслей будет затруднительно. Здесь показателен пример Horizon Europe, делающей ставку на частную инициативу в исследованиях.

### Заключение

Миссионно ориентированная инновационная политика сегодня — один из важных инструментов развития возобновляемой энергетики, при этом подходы и цели в рамках МОИП отличаются в странах и регионах мира. Если Евросоюз воплощает программу Horizon Europe с целью выполнения международных обязательств — Парижских соглашений, и выбрал интенсивный путь развития, то Китай, напротив, отошел от безоговорочного следования цели «достижения углеродной нейтральности» и продолжает внедрять ВИЭ как дополнение к основным источникам, но, в отличие от ЕС, сделал упор на экстенсивное развитие, год от года наращивая установленную мощность и инвестируя в НИОКР. Для России, по мнению автора, опыт ЕС представляется более релевантным в силу схожести региональной структуры экономики, а также того, что ввод больших мощностей ВИЭ в ближайшее время будет избыточным, к тому же осложнен отсутствием иностранных инвестиций. Тем не менее, создание программы, близкой к Horizon Europe могло бы привлечь к исследованиям частный капитал и помочь решить те задачи, для которых ВИЭ пригодны лучше всего — устранить дефицит в отдельных районах и стабилизировать экологическую обстановку.

## Список использованных источников

1. A. A. Мальчук. Вызовы и перспективы развития возобновляемой энергетики в Китае. ВКР магистра: 08.00.05, текст дисс. М.: НИУ ВШЭ, 2021.
2. V. Smil. Energy and Civilization: A History. The MIT Press, 2017.
3. P. Kopacek. Improving Stability in Developing Nations through Automation 2006//IFAC Conference on Supplemental Ways for Improving International Stability through Automation. International Federation of Accountants. January 2006. DOI: 10.1016/B978-0-08-045406-1.X5000-9.
4. Глобальный инновационный индекс 2022. Центр экспертизы ВТО. <https://wto.ru/our-blog/globalnyy-innovatsionnyy-indeks-2022>.
5. Девятая рамочная программа ЕС «Горизонт Европа». Национальная контактная точка «Здравоохранение». <http://www.h2020-health.ru/ru/europe-horizon>.
6. Каталог солнечных электростанций (ЭС) России. Energybase.ru. <https://energybase.ru/power-plant/solar>.
7. Каталог ветряных электростанций (ВЭС) России. Energybase.ru. <https://energybase.ru/power-plant/wind>.
8. Проект ОЭСР по разработке и реализации целенаправленной политики для решения социальных проблем. Transformative Innovation Policy Consortium. <https://www.tipconsortium.net/ru/poster/oeed-project-on-the-design-and-implementation-of-mission-oriented-policies-to-address-societal-challenges>.
9. 3 Reasons Why Nuclear is Clean and Sustainable. US Department of Energy. <https://www.energy.gov/ne/articles/3-reasons-why-nuclear-clean-and-sustainable>.
10. BP Statistical Review of World Energy 2022. BP. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.
11. Capacity and Generation. Country Rankings. International Energy Agency. <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>.
12. Carbon Dioxide Measurements. Scripps CO2 Program. <https://scrippsco2.ucsd.edu>.
13. Carbon Footprint. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/carbon-footprint>.
14. China's 14th Five-Year Plans on Renewable Energy Development and Modern Energy System/Energy Foundation China. <https://www.efchina.org/Blog-en/blog-20220905-en#:~:text=The%20plan%20targets%20a%2050,China%27s%20incremental%20electricity%20and%20energy>.
15. China Energy Information. Enerdata. <https://www.enerdata.net/estore/energy-market/china>.
16. China. US Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/international/analysis/country/CHN>.
17. Complete Energy Balances. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_BAL\\_C\\_\\_custom\\_4170050/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_C__custom_4170050/default/table).
18. Electricity Production. World Energy & Climate Statistics Yearbook 2022. <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>.
19. European Green Deal. European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-revision-of-the-renewable-energy-directive>.
20. Global Low-Carbon Energy Technology Investment Surges Past \$1 Trillion for the First Time. BloombergNEF. <https://about.bnef.com/blog/global-low-carbon-energy-technology-investment-surges-past-1-trillion-for-the-first-time>.
21. Global public low-carbon energy RD&D budget, 2015-2021. US Energy Information Administration. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-public-low-carbon-energy-rd-and-d-budget-2015-2021>.
22. Greenhouse gas emission statistics — carbon footprints. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics\\_-\\_carbon\\_footprints](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_carbon_footprints).
23. Horizon Europe/Research and Innovation. European Commission. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en).
24. Horizon Europe Strategic Plan 2025-2027 Analysis. Research and Innovation. European Commission. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/horizon-europe-strategic-plan-2025-2027-analysis-now-public-2023-05-25\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/horizon-europe-strategic-plan-2025-2027-analysis-now-public-2023-05-25_en).
25. How China put nearly 5 million Nev Energy Vehicles on the road in one decade. The International Council on Clean Transportation. <https://theicct.org/how-china-put-nearly-5-million-new-energy-vehicles-on-the-road-in-one-decade>.
26. Hydropower Status Report. International Hydropower Association. <https://www.hydropower.org/publications/2022-hydropower-status-report>.
27. Intelligent Energy Europe Project Database/European Commission. <https://data.europa.eu/data/datasets/intelligent-energy-europe-project-database?locale=en>.
28. Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union. Mazzucato, Mariana. 2018, European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5b2811d1-16be-11e8-9253-01aa75ed71a1/language-en>.
29. Mission-oriented R&I policies, in-depth case studies. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d016c645-2cbb-11e8-b5fe-01aa75ed71a1/language-en>.
30. Renewable Energy Consumption, China (% of total energy consumption). World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS?locations=CN>.
31. Share of energy from renewable sources, 2021 (% of gross final energy consumption). Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share\\_of\\_energy\\_from\\_renewable\\_sources,2021\\_\(%25\\_of\\_gross\\_final\\_energy\\_consumption\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share_of_energy_from_renewable_sources,2021_(%25_of_gross_final_energy_consumption).png).
32. Share of energy from renewable sources. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_ind\\_ren/default/table?lang=en&category=nrg.nrg\\_quant.nrg\\_quanta.nrg\\_ind\\_share](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren/default/table?lang=en&category=nrg.nrg_quant.nrg_quanta.nrg_ind_share).
33. The BLAZE Project. <https://www.blazeproject.eu>.
34. The Definition of MOIP. Organization for Economic Cooperation and Development. <https://stip.oecd.org/moip/the-definition-of-moips>.
35. The EU-scores Project. Enlit. <https://www.enlit.world/projects/euscores>.
36. The evolution of carbon footprint measurement. Climate Trade. <https://climatetrade.com/the-evolution-of-carbon-footprint-umeasurement/#:~:text=The%20concept%20of%20carbon%20footprint,what%20their%20carbon%20footprint%20was>.
37. The nuclear phase-out in Germany. Federal Office for the Safety of Nuclear Waste Management. [https://www.base.bund.de/EN/ns/nuclear-phase-out/nuclear-phase-out\\_node.html#:~:text=The%20Gronde%2C%20Gundremmingen%20C%20and,down%20on%2031%20December%202022](https://www.base.bund.de/EN/ns/nuclear-phase-out/nuclear-phase-out_node.html#:~:text=The%20Gronde%2C%20Gundremmingen%20C%20and,down%20on%2031%20December%202022).
38. Top 10 Geothermal Countries. Think geoenergy. <https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2021-installed-power-generation-capacity-mwe>.
39. Visualising the history of Energy Transitions. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/04/visualizing-the-history-of-energy-transitions>.
40. Wind Power by Country 2023. World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/wind-power-by-country>.
41. World Energy Information. Enerdata. <https://www.enerdata.net/estore/energy-market>.
42. Record global clean energy spending, but it's still not enough and costs are rising. Energy Post. July 8, 2022. <https://energypost.eu/record-global-clean-energy-spending-but-its-still-not-enough-and-costs-are-rising>.

## References

1. A. A. Malchuk. The Challenges and the Prospects of Renewable Energy Development in China, master's Thesis. Moscow: Higher School of Economics, 2021.
2. V. Smil. Energy and Civilization: A History. The MIT Press, 2017.
3. P. Kopacek. Improving Stability in Developing Nations through Automation 2006//IFAC Conference on Supplemental Ways for Improving International Stability through Automation. International Federation of Accountants. January 2006. DOI: 10.1016/B978-0-08-045406-1.X5000-9.
4. Global Innovation Index. World Trade Organization's Expertise Centre. <https://wto.ru/our-blog/globalnyy-innovatsionnyy-indeks-2022>.
5. 9th framework programme «Horizon Europe». Health Programme. <http://www.h2020-health.ru/ru/europe-horizon>.
6. The List of Photovoltaic Power Plants of Russia. Energybase.ru. <https://energybase.ru/power-plant/solar>.
7. The List of Wind Farms of Russia. Energybase.ru. <https://energybase.ru/power-plant/wind>.
8. OECD's project on developing and implementing a target policy to resolve social problems. Transformative Innovation Policy Consortium. <https://www.tipconsortium.net/ru/poster/oeed-project-on-the-design-and-implementation-of-mission-oriented-policies-to-address-societal-challenges>.
9. 3 Reasons Why Nuclear is Clean and Sustainable. US Department of Energy. <https://www.energy.gov/ne/articles/3-reasons-why-nuclear-clean-and-sustainable>.
10. BP Statistical Review of World Energy 2022. BP. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.
11. Capacity and Generation. Country Rankings. International Energy Agency. <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>.
12. Carbon Dioxide Measurements. Scripps CO2 Program. <https://scrippsco2.ucsd.edu>.
13. Carbon Footprint. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/carbon-footprint>.
14. China's 14th Five-Year Plans on Renewable Energy Development and Modern Energy System/Energy Foundation China. <https://www.efchina.org/Blog-en/blog-20220905-en#:~:text=The%20plan%20targets%20a%2050,China%27s%20incremental%20electricity%20and%20energy>.

15. China Energy Information. Enerdata. <https://www.enerdata.net/estore/energy-market/china>.
16. China. US Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/international/analysis/country/CHN>.
17. Complete Energy Balances. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_BAL\\_C\\_\\_custom\\_4170050/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_C__custom_4170050/default/table).
18. Electricity Production. World Energy & Climate Statistics Yearbook 2022. <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>.
19. European Green Deal. European Parliament. <https://www.europa.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-revision-of-the-renewable-energy-directive>.
20. Global Low-Carbon Energy Technology Investment Surges Past \$1 Trillion for the First Time. BloombergNEF. <https://about.bnef.com/blog/global-low-carbon-energy-technology-investment-surges-past-1-trillion-for-the-first-time>.
21. Global public low-carbon energy RD&D budget, 2015-2021. US Energy Information Administration. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-public-low-carbon-energy-rd-and-d-budget-2015-2021>.
22. Greenhouse gas emission statistics — carbon footprints. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics\\_-\\_carbon\\_footprints](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_carbon_footprints).
23. Horizon Europe/Research and Innovation. European Commission. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en).
24. Horizon Europe Strategic Plan 2025-2027 Analysis. Research and Innovation. European Commission. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/horizon-europe-strategic-plan-2025-2027-analysis-now-public-2023-05-25\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/horizon-europe-strategic-plan-2025-2027-analysis-now-public-2023-05-25_en).
25. How China put nearly 5 million Nev Energy Vehicles on the road in one decade. The International Council on Clean Transportation. <https://theicct.org/how-china-put-nearly-5-million-new-energy-vehicles-on-the-road-in-one-decade>.
26. Hydropower Status Report. International Hydropower Association. <https://www.hydropower.org/publications/2022-hydropower-status-report>.
27. Intelligent Energy Europe Project Database/European Commission. <https://data.europa.eu/data/datasets/intelligent-energy-europe-project-database?locale=en>.
28. Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union. Mazzucato, Mariana. 2018, European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5b2811d1-16be-11e8-9253-01aa75ed71a1/language-en>.
29. Mission-oriented R&I policies, in-depth case studies. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d016c645-2cbb-11e8-b5fe-01aa75ed71a1/language-en>.
30. Renewable Energy Consumption, China (% of total energy consumption). World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS?locations=CN>.
31. Share of energy from renewable sources, 2021 (% of gross final energy consumption). Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share\\_of\\_energy\\_from\\_renewable\\_sources,2021\\_\(%25\\_of\\_gross\\_final\\_energy\\_consumption\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share_of_energy_from_renewable_sources,2021_(%25_of_gross_final_energy_consumption).png).
32. Share of energy from renewable sources. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_ind\\_ren/default/table?lang=en&category=nrg.nrg\\_quant.nrg\\_quanta.nrg\\_ind\\_share](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren/default/table?lang=en&category=nrg.nrg_quant.nrg_quanta.nrg_ind_share).
33. The BLAZE Project. <https://www.blazeproject.eu>.
34. The Definition of MOIP. Organization for Economic Cooperation and Development. <https://stip.oecd.org/moip/the-definition-of-moips>.
35. The EU-scores Project. Enlit. <https://www.enlit.world/projects/euscores>.
36. The evolution of carbon footprint measurement. Climate Trade. <https://climatetrade.com/the-evolution-of-carbon-footprint-umeasurement/#:~:text=The%20concept%20of%20carbon%20footprint,what%20their%20carbon%20footprint%20was>.
37. The nuclear phase-out in Germany. Federal Office for the Safety of Nuclear Waste Management. [https://www.base.bund.de/EN/ns/nuclear-phase-out/nuclear-phase-out\\_node.html#:~:text=The%20Grohnde%2C%20Gundremmingen%20C%20and,down%20on%2031%20December%202022](https://www.base.bund.de/EN/ns/nuclear-phase-out/nuclear-phase-out_node.html#:~:text=The%20Grohnde%2C%20Gundremmingen%20C%20and,down%20on%2031%20December%202022).
38. Top 10 Geothermal Countries. Think geoenergy. <https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2021-installed-power-generation-capacity-mwe>.
39. Visualising the history of Energy Transitions. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/04/visualizing-the-history-of-energy-transitions>.
40. Wind Power by Country 2023. World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/wind-power-by-country>.
41. World Energy Information. Enerdata. <https://www.enerdata.net/estore/energy-market>.
42. Record global clean energy spending, but it's still not enough and costs are rising. Energy Post. July 8, 2022. <https://energypost.eu/record-global-clean-energy-spending-but-its-still-not-enough-and-costs-are-rising>.