

№14
2023

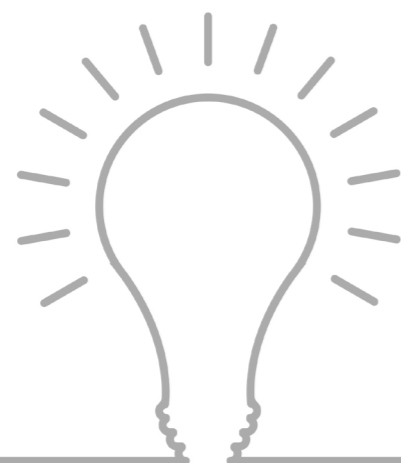
АТОМНЫЕ
ГОРОДА

Энергопереход. Новая формула

электронное пособие
часть 2

Содержание:

«ЗС»-энергетика	4
Ставка на водород	9
Водородная энергетика России	14
Интернет энергии	20
Существующие проекты в области Интернета энергии	24
Флагманские проекты НТИ по направлению EnergyNet	26
Глоссарий	28
Союз организаций атомной отрасли «Атомные города» рекомендует	30



«3С»-энергетика

В последние годы тема «энергетического перехода» стала одной из наиболее популярных и растиражированных тем в энергетической и экологической повестках.

История насчитывает уже четыре глобальных энергетических перехода, последний из которых происходит сейчас.

Предпосылками каждого энергетического перехода является необходимость обеспечения доступной и дешевой энергией все возрастающие потребности человечества, которые неразрывно связаны с технологическим прогрессом и увеличением численности населения.

Нужно отметить, что стремительный технический прогресс вместе с новыми видами энергии приводил не только к расширению человеческой деятельности, появлению новых технологий, товаров и услуг, но и к такому же стремительному росту загрязнения окружающей среды, сокращению природных ресурсов и глобальному изменению климата.

Именно поэтому в настоящее время ученые, инженеры, экологи находятся в постоянном поиске таких технологий и решений, которые будут не только обеспечивать человечество всеми необходимыми ресурсами и энергией, но и даже улучшать экологию окружающей среды.

К примеру, в 2021 году российскими и зарубежными экспертами в рамках «Форсайта столетия» была сформулирована новая формула энергетического перехода. Эксперты пришли к выводу, что в XXI веке энергетические системы будут развиваться на основе принципов «3С» (Со-обеспечение, Со-организация и Со-развитие).

Принцип «Со-обеспечение» предусматривает получение всей необходимой энергии из окружающей среды, её хранение и превращение в удобные для использования

формы.

Эксперты считают, что принципиальный прорыв ближайшего десятилетия будет связан с масштабным переходом на водород, который является экологически чистым энергоносителем и сырьем для транспорта, промышленности, энергетики и жилищно-коммунального хозяйства. Таким образом, водородные технологии замкнут полноценный переход на использование рассеянной энергии окружающей среды. А в более отдаленной перспективе ожидается появление и новых технологий сбора этой рассеянной в окружающей среде энергии.

Принцип «Со-организация» предполагает

распределенное роботизированное управление источниками энергии и гибкости, а также инфраструктурой для скоординированной оптимизации энергообеспечения. Здесь основная ставка делается на интернет энергии.

И принцип «Со-развитие» представляет настройку экономических отношений, обеспечивающую расширенное воспроизводство энергетики с учетом актуальных задач общества и природных ограничений.

Данная концепция предполагает:

- вместо полного «отказа от углерода» — экономически приемлемое управление низкоуглеродными и безуглеродными энергетическими ресурсами местности;
- вместо механической фрагментации энергосистемы — создание сети внутренне сбалансированных энергетических ячеек, сотрудничающих друг с дру-

гом и с «большими» энергосистемами предыдущего уклада;

- вместо цифровизации бизнес-процессов энергетических компаний предыдущего уклада — переход к новым практикам самоорганизации людей и сообществ на базе цифровых технологий.

Нужно сказать, что за этими принципами стоит системное представление о формировании энергосистем с фрактальными свойствами, в рамках которого энергетика на различных уровнях своей организации — от электромобиля или домохозяйства до большого города или энергетического района — представляет собой энергетическую ячейку, обладающую такими свойствами как:

- природосообразность (неразрушающее использование потенциала природных



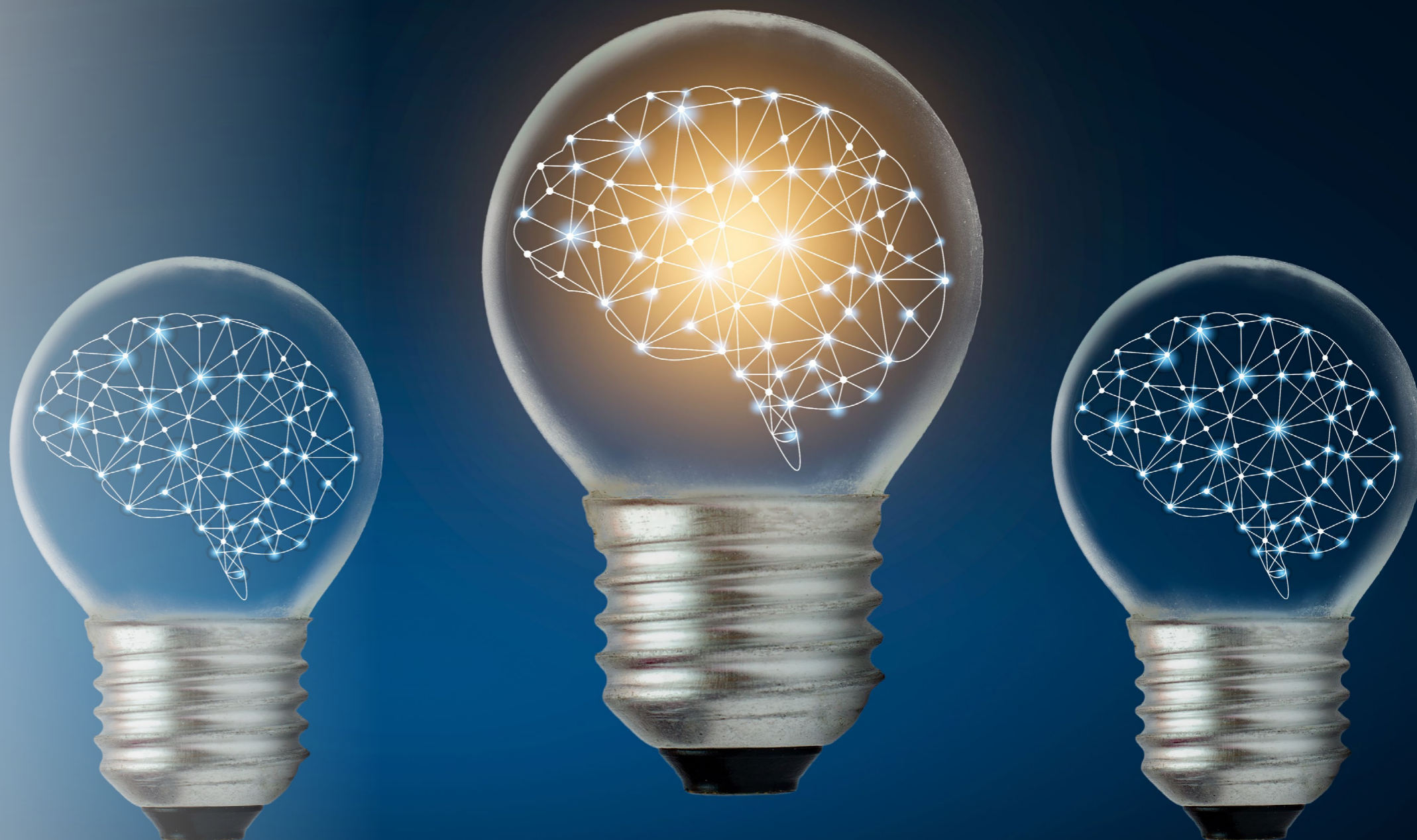
Источник: Самоопределение энергетического перехода. Холкин Д.В. НТИ

циклов энергии и вещества),

- полная или частичная ресурсная автономность (внутренняя сбалансированность),
- мультиинфраструктурность (взаимное превращение разных форм энергии и типов материальных ресурсов в связанных инженерных системах),
- быстрая возводимость и масштабируемость (включая возможность роста сети ячеек из многих центров одновременно),
- надежность (устойчивость энергоснабжения к внешним возмущениям),
- экономическая доступность (эффективность использования мощностей и энергетических ресурсов).

Согласно концепции «ЗС» каждая такая ячейка должна иметь возможность вступить в физическое, информационное и экономическое взаимодействие с другими ячейками, тем самым образуя сложные сети и реализуя разнообразные варианты энергообмена, сотрудничества и расширенного воспроизводства своих мощностей.¹

Таким образом «ЗС»-энергетика базируется на достижениях первой фазы энергетического перехода и предлагает направление для дальнейшего движения, где новый класс технологий и социальных практик приводит к развитию человеческого общества, а не только решает тактическую задачу декарбонизации хозяйственной деятельности.²



¹ Презентация «Самоопределение у энергетического перехода» Холкин.Д.В. <https://fcongress.ru/assets/images/files/eczjvh.pdf>

² «Маятник энергетического перехода». Информационно-аналитический обзор АНО «Центр энергетических систем будущего «Энерджинет». 2022. <https://drive.google.com/file/d/1c2QeOCEyкОН4bypR1S1xtppsIHBV2Mc8/view>

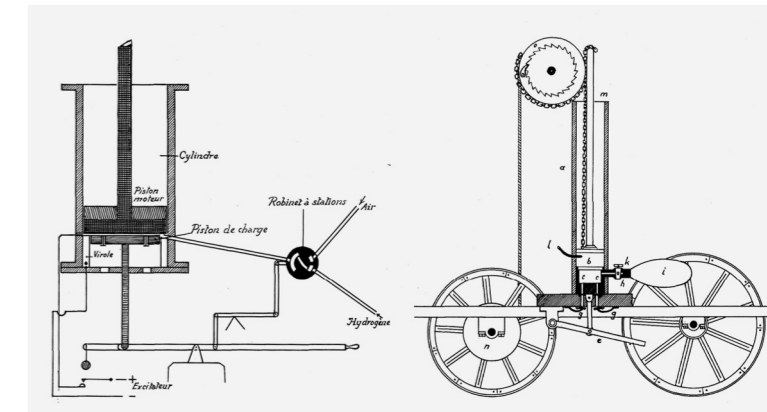


Ставка на водород

Водород обладает максимальной теплотой сгорания и минимальным количеством выбросов в атмосферу, поскольку продуктом окисления является вода. Это делает его оптимальным для использования в энергетике газом.

Впервые в качестве топлива водород попробовал использовать еще в начале XIX века изобретатель двигателя внутреннего сгорания Франсуа Исаак де Риваз, но дальше экспериментов у него дело не пошло.

В XX веке применение водорода стало более массовым. В блокадном Ленинграде водородом заправляли автомобили и аэростаты заграждения. В 1950–1960-х годах в США водородные топливные элементы устанавливали на сельскохозяйственной технике и транспортных средствах. А в 1980-е годы в СССР попробовали разработать самолет, летающий на водороде. Но техника на водородных двигателях ока-



Двигатель де Риваза

залась слишком дорогой и небезопасной, поэтому большого распространения в прошлом веке водород не получил.

Ситуация изменилась в начале XXI века, когда крупные промышленные компании США, Германии и Японии начали создавать и продвигать малые энергетические установки и автомобили на топливных элементах. Благодаря появлению новых водо-

ТОП-5 конкурентных преимуществ зеленого водорода

- В 1 килограмме водорода содержится столько же энергии, сколько в 2,1 кг природного газа или 2,8 кг бензина (в зависимости от теплотворной способности).
- Зеленый водород позволяет использовать электроэнергию, полученную путем электролиза воды, в самых разных областях (от теплоснабжения до заправки транспорта).
- В криогенном сжиженном виде можно хранить и транспортировать большие объемы энергоносителя на значительные расстояния.
- Отсутствие выбросов загрязняющих веществ в низкотемпературных топливных элементах (производится только вода).
- Водородные топливные элементы не нуждаются в перезарядке и не разрядятся, если в них есть водородное топливо.



Toyota Mirai
водородный гибридный автомобиль на топливных элементах

фото: toyota.com

родных технологий и увеличению спроса и предложения, водород стал включаться в бизнес-стратегии, а уже к концу второго десятилетия XXI века водород стал частью государственной энергетической политики многих стран.¹ На сегодняшний день водородные стратегии утверждены уже в 26 странах мира.

В начале XXI века начал формироваться и глобальный водородный рынок. Так, по итогам 2022 года портфель водородных

¹ Вестник Атомпрома. Безуглеродная энергетика. Вызовы и возможности. №2, март 2021 г.

проектов в мире превысил 71 млн тонн в год, что уже сопоставимо с текущим годовым потреблением водорода в мире.

Согласно консолидированным оценкам уже в 2030 году на глобальном рынке низкоуглеродного водорода будет торговаться десятки миллионов тонн водорода, а его объем достигнет \$500–800 млрд.

Активно формируется и глобальный рынок энергетического оборудования для водородной энергетики, в первую очередь, электролизеров и топливных элементов,

объем которого уже сегодня составляет \$5–7 млрд, а к 2050 году может достичь \$200–225 млрд.²

Нужно сказать, что основные процессы формирования рынка низкоуглеродного водорода в мире связаны в первую очередь с замещением кэптивного водорода с высоким углеродным следом на низкоуглеродный водород, а также с формированием инфраструктуры водородного транспорта и с началом применения низкоуглеродно-

² Водород: отдаляющиеся перспективы? Информационно-аналитический обзор / Д.В. Холкин [и др.]. - 2023.

го водорода в отраслях, где этот газ ранее массово не использовался.

К примеру, в апреле 2023 года индийский производитель стали Tata Steel заявил, что начал испытание использования газообразного водорода в доменной печи на своем флагманском заводе на востоке Индии в целях сокращения использования металлургического кокса и выбросов углерода. Предполагается, что непрерывное использование в технологическом процессе водорода приведет к сокращению выбросов углекислого газа до 10% на тонну произве-

денной нерафинированной стали.

Водород как энергоноситель является оптимальным решением для снижения выбросов в целом ряде секторов экономики. Так, по мнению главы Национального водородного союза России Дениса Дерюшкина, потенциал сокращения выбросов за счет применения водорода в дорожном транспорте оценивается в 57%, в металлургии — в 63%, а в энергетике — в 20%.

Сейчас на рынке уже появились компании, предлагающие те или иные решения для эффективного использования водорода.

Так, в Баварии в предстоящем отопительном сезоне 2023/24 года будет проведен

эксперимент по водородному отоплению жилых домов.

В рамках исследовательского проекта «H2Direkt» десять домохозяйств в муниципалитете Хоэнварт подписали контракты на отопление исключительно водородом в течение 18 месяцев.

Для участников проекта производитель отопительного оборудования Vaillant предоставит конденсационные водородные котлы, которыми будут заменены котлы газовые. Водород для участка сети будет производиться климатически нейтральным способом и поставляться в цистернах до муниципалитета, где он будет закачиваться в газовую сеть.

В рамках реализации проекта планируется провести оценку эффективности использования существующей газовой инфраструктуры для организации теплоснабжения с помощью водорода и возможности энергетического перехода в теплоснабжении муниципалитетов для всей Германии.

Но все же драйвером развития водородных технологий во всем мире в ближайшее время будет оставаться водородный транспорт.

Так, уже сейчас многие мировые автомобильные концерны создали ряд моделей автомобилей на топливных элементах, двигатели которых преобразуют химическую энергию водорода в электрическую энергию прямым методом. Автомобили с сило-

выми установками на водородных топливных элементах производят и испытывают: Ford, Hyundai, Nissan, Toyota, Volkswagen, Mercedes-Benz и другие.

Кроме того, во многих странах обсуждаются идеи использования водорода для общественного транспорта. Водородные автобусы уже перевозят пассажиров в США, Великобритании, Шотландии, Японии, Китае.

В то же время следует понимать, что в развитии водородного транспорта в любой стране главную роль играет инфраструктура. В этом отношении Китай опередил всех на планете. По данным аналитиков, сегодня треть из всех водородных заправочных станций, а их всего около 1000 единиц, развернуты в Китае.

Водородом можно заправлять не только автобусы. Первый водородный поезд был запущен во Франции в сентябре 2021 года. Он мог разогнаться до 140 км/ч и проезжать почти тысячу километров без дозаправки. На сегодняшний день водородные поезда уже курсируют во Франции, Германии, Дании и планируется к запуску еще в нескольких странах.

Весной 2023 года в Китае был представлен первый в мире городской электропоезд на топливных элементах. Он стал самым быстрым водородным поездом в мире, развивающим максимальную скорость до 160 км/ч. Предполагается, что этот транспорт выступит аналогом метро, только на поверхности.

В марте 2023 года состоялся полет крупнейшего пассажирского самолета на водородных топливных элементах. Самолет Dash 8-300 компании Universal Hydrogen, рассчитанный на 40 пассажиров, совершил 15 минутный полет на максимальной высоте 3,5 тыс. футов над озером Moses Lake, недалеко от Вашингтона. По результатам испытаний ожидается ввод в эксплуатацию регионального самолета ATR 72, переоборудованного для работы на водороде.



Пассажирский поезд на водородных топливных элементах (Китай)

фото: trashbox.ru

Водородная энергетика России

Для России в текущих геополитических условиях, породивших политически мотивированный отказ от российских традиционных энергоресурсов и затяжной энергетический кризис в западных странах, развитие водородного направления приобретает особую значимость.

В этих условиях Россия просто не может позволить себе отказаться от создания водородной энергетике из соображений технологической безопасности страны. Ведь если в мире сформируется новая отрасль энергетике с ее совершенно новым технологическим пакетом, основанная на водородных технологиях, любое технологическое отставание в будущем приведет к неизбежной

«В текущей ситуации мы ощутили влияние санкций в том числе на проекты в области водородной энергетике, тем не менее считаем, что направление развития водородных технологий по-прежнему является одним из самых приоритетных. При этом нужно скорректировать целевые показатели программы в пользу увеличения доли отечественных технологий и сокращения экспортных планов».

А.В.Новак,
заместитель председателя
правительства Российской Федерации

зависимости от лидеров этой отрасли.¹

На сегодняшний день наша страна имеет огромный задел в области реализации проектов развития водородной энергетике, а также имеет все предпосылки для развития конкурентоспособного производства водорода. Россия обладает не только значительной ресурсной и хорошей научно-исследовательской базой, свободными генерирующими мощностями, невысокой себестоимостью энергоресурсов, но и географической близостью к потенциальным рынкам сбыта.

Первые цели и задачи по развитию производства и потребления, экспорта водорода из России и вхождению нашей страны в число мировых лидеров в этой отрасли были зафиксированы в июне 2020 года в Энергетической стратегии Российской Федерации. Согласно данной стратегии, водород, используемый сегодня в основном в химической и нефтехимической промышленности, в перспективе способен стать новым универсальным энергоносителем и сформировать «водородную экономику».

В октябре 2020 года была утверждена «дорожная карта» развития водородной энергетике до 2024 года, а в августе 2021 года Правительство утвердило Концепцию развития водородной энергетике. Совместно с «дорожной картой» эти два документа определяют цели и задачи развития новой индустрии на различных горизонтах планирования.²

Уже сейчас доля России на мировом рынке производства водорода составляет

¹ Водород: отдаляющиеся перспективы? Информационно-аналитический обзор / Д.В. Холкин [и др.]. - 2023.

² Водородная энергетике: ключевые направления развития, пересмотр планов, инвестиции - аналитические материалы «Деловой профиль». 18.01.2023 г. <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/vodorodnaya-energetika-klyuchevye-napravleniya-razvitiya-pere-smotr-planov-investitsii/>

«К 2024 году мы разработаем девять отечественных технологий, шесть образцов оборудования

для производства и в целом для водородной энергетике. Также будет создан полигон для апробации оборудования и начата реализация ряда водородных экспортных проектов, в том числе это проекты производства водорода на Кольском полуострове и на Сахалине».

А.В.Новак,
заместитель председателя
правительства Российской Федерации

около 7%, это примерно 5млн тонн в год. А к 2030 году Россия намерена занять до 20% мирового рынка водорода.

В рамках реализации этих планов до конца 2024 года российские научно-практические центры должны будут разработать исключительно отечественные технологии производства водорода и создать собственные полигоны для их апробации.

Среди ключевых приоритетов развития водородной отрасли России эксперты выделяют:

- необходимость развития отечественных технологий производства, хранения и транспортировки водорода для внутреннего и международного рынков;
- создание национальной системы квалификации и сертификации водорода;
- организацию серийного производства



Источник: IEA. Архитектура водородной энергетике как кросс-секторальной интеграции отраслей

линейки промышленной продукции с использованием водорода и создание испытательных полигонов;

- развитие международного сотрудничества в области водородных проектов.

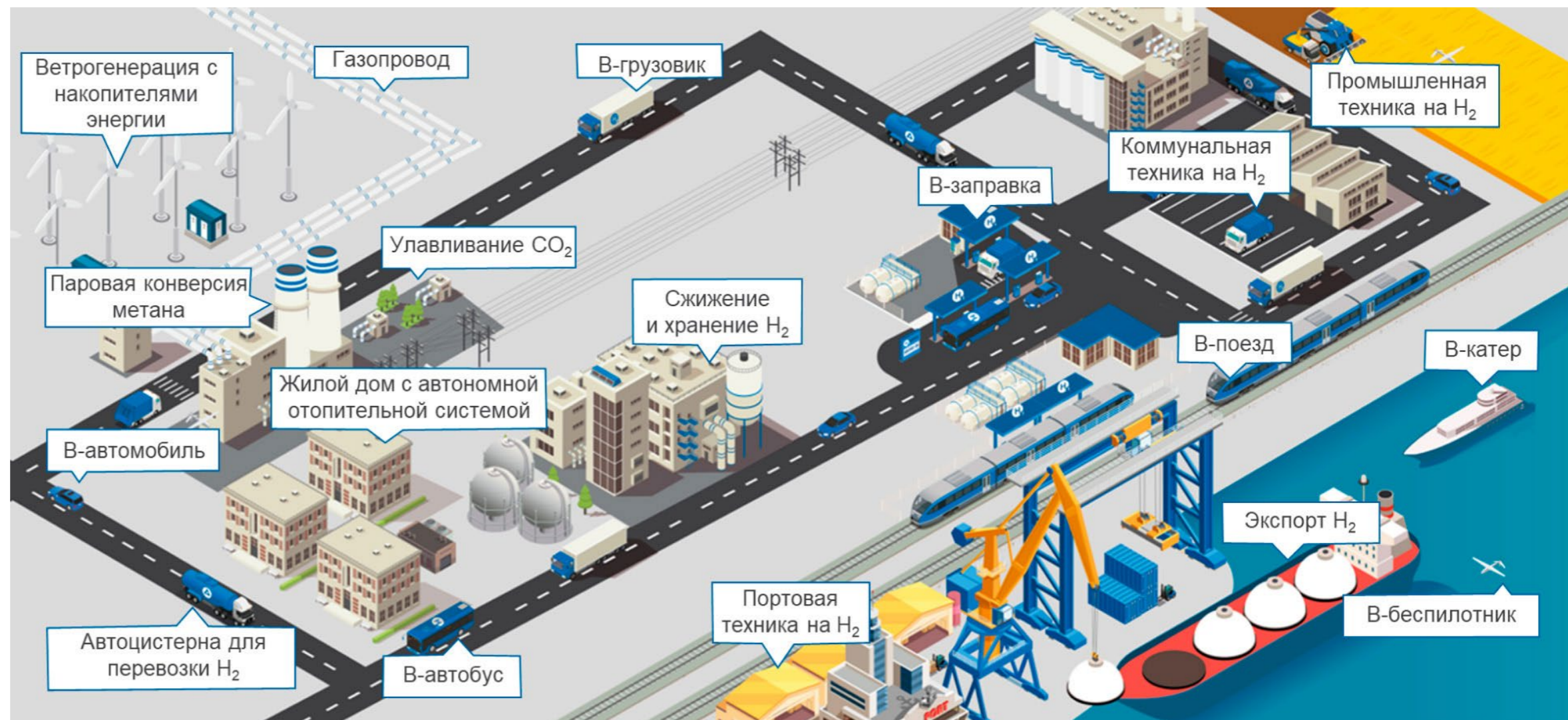
Вместе с этим, с точки зрения АНО «Центр энергетических систем будущего «Энерджинет» и экспертов сообщества НТИ (Национальной технологической инициативы) Энерджинет, архитектура водородной энергетике в России с самого начала должна иметь более сложную «органическую» форму, которая позволит эффективно сосуществовать крупным производствам водорода из газа и на базе ВИЭ с множеством мелких производителей «зеленого» водорода, а магистральным потокам водорода, обеспечиваемым морскими перевозками и трубопроводами, работать наравне с распределенной и локальной логистикой водорода в рамках системы, объединенной стандартами и инфраструктурными интерфейсами.

Идея такой архитектуры водородной энергетики состоит в достижении большого разнообразия сосуществующих и конкурирующих производителей водорода, которые могут иметь принципиально разный масштаб — от крупнотоннажных промышленных мощностей, использующих электролиз на базе оффшорных ветропарков или пиролиз природного газа, до небольших заправочных станций или магазинов, производящих водород с использованием электролиза и солнечных панелей для собственных нужд, заправки автомобилей и продажи соседним домохозяйствам. Реализация такой архитектуры потребует достаточно сложной и многоплановой инфраструктуры и системы хранения и транспортировки водорода, которая становится ключевым звеном водородной энергетики.³

В настоящее время водородными технологиями в России занимается несколько десятков компаний, в их числе «Газпром», «Росатом», «Роснано», «Новатэк», «Н2 Чистая энергетика» и другие. Эти компании не только инвестируют в разработку технологий производства, хранения и транспортировки водорода, утилизации углекислого газа, но и работают над использованием водорода в различных областях промышленности, а также в энергетике и на транспорте. С их участием создаются крупнейшие кластеры по производству водорода на Сахалине (проект «Росатома» по транспортировке «голубого» водорода морем в Китай), в Якутии (проект Северо-Восточного альянса по транспортировке «голубого» водорода в Китай по железной дороге), на Ямале (проект НОВАТЭКа по экспорту «голубого» водорода морем в Германию), в Восточной Сибири (поставки H₂ «зеленого» водорода в Китай по железной дороге) и на Северо-Западе (проекты «зеленого» водорода «Росатома», «Роснано», «Н2 Чистая энергетика»).

Кроме того, в январе 2023 года Правительство Российской Федерации, Госкорпорация «Росатом» и ПАО «Газпром» подписали

³ Водород: отдаляющиеся перспективы? Информационно-аналитический обзор / Д.В. Холкин [и др.]. - 2023.



соглашение о сотрудничестве в области развития водородной энергетики.

В рамках соглашения Госкорпорацией «Росатом» до 2030 года будет реализована программа по созданию отечественных технологий в области производства и обращения с водородом, организовано серийное производство российских электролизных установок различной мощности, а также будут вестись работы по проекту создания атомной энерготехнологической станции с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами и химико-технологической частью (АЭТС с ВТГР и ХТЧ).

В свою очередь Правительство Российской Федерации намерено обеспечить комплексную поддержку по всем этапам жизненного цикла новых продуктов отрасли водородной энергетики, задействовав как финансовые, так и регуляторные механизмы, в то время как Росатом продолжит НИ-

ОКР в этой сфере и реализацию проектов по производству водорода с низким углеродным следом.⁴

Также в марте 2023 года АО «Русатом Оверсиз» (РАОС, входит в Госкорпорацию «Росатом») и компания «Поликом», ведущий поставщик промышленных генераторов водорода, заключили соглашение о консорциуме для развития и продвижения оборудования в сфере водородной энергетики.

Стороны планируют объединить усилия для продвижения электролизеров российского производства на внутренние и внешние рынки, а также для организации поставок высокотехнологичного оборудования и услуг потребителям в различных секторах

⁴ Правительство РФ, Росатом и «Газпром» подписали соглашение о сотрудничестве в сфере водородной энергетики. 17.01.2023 г. https://rosatom.ru/journalist/news/pravitelstvo-rf-rosatom-i-gazprom-podpisali-soglashenie-o-sotrudnichestve-v-sfere-vodorodnoy-energet/?sphrase_id=4098166

Источник: АО «Русатом Оверсиз»
Водородный кластер

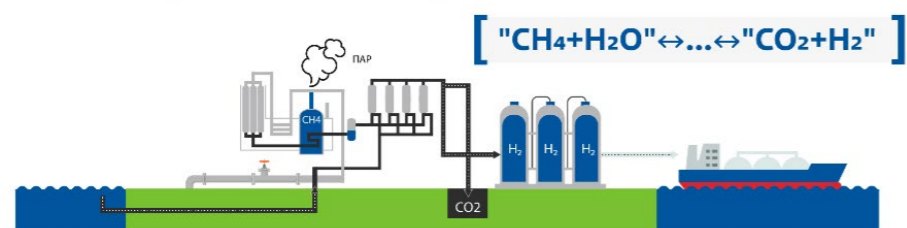
экономики.⁵

Нужно отметить, что с помощью электролизной установки отечественного производства компании «Поликом» на Кольской АЭС в декабре 2022 года уже был произведен первый водород, который необходим для охлаждения турбогенераторов, вырабатывающих электроэнергию на атомной станции. Этот опыт по обращению с водородом позволил Кольской АЭС стать пилотной площадкой для производства водорода в России.⁶

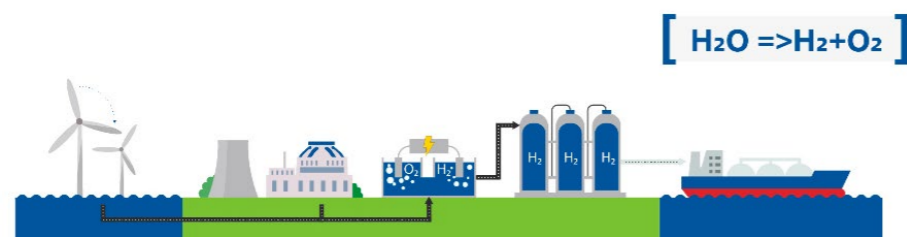
⁵ Русатом Оверсиз и «Поликом» создают консорциум для развития и продвижения оборудования в сфере водородной энергетики. 06.03.2023 г. <https://www.rosatom.ru/journalist/news/rusatom-oversiz-i-polikom-sozdajut-konsortsium-dlya-razvitiya-i-prodvizheniya-oborudovaniya-v-sfere-/>

⁶ На Кольской АЭС произвели первый водород на новом отечественном электролизере 29.12.2022 г. https://rosatom.ru/journalist/news/na-kolskoy-aes-proizveli-pervyy-vodorod-na-novom-otechestvennom-elektrolizere/?sphrase_id=4098166

1) Паровая конверсия метана с технологиями улавливания CO₂



2) Электролиз



3) Технология паровой конверсии метана в симбиозе с атомной генерацией

Источник: АО «Русатом Оверсиз»
Перспективные технологии производства H₂

В сентябре 2022 года АО «Русатом Оверсиз» и ГКНПЦ им. Хруничева (входит в госкорпорацию «Роскосмос») подписали соглашение о намерениях, которое предусматривает сотрудничество в разработке отечественных технологий по хранению и транспортировке водорода, которые будут востребованы вк осмической отрасли.

Нужно сказать, что использование водорода в космической сфере является довольно перспективным. Еще в 2005 году ГКНПЦ им. Хруничева было поручено разработать в рамках опытно-конструкторских работ и представить техническое предложение по вариантам кислородно-водородного блока для ракетносителя «Ангара-А5». Такой кислородно-водородный разгонный блок сейчас находится в стадии разработки. По информации на сайте ГКНПЦ им. Хруничева, он позволит «существенно расширить возможности ракеты космического назначения тяжелого класса «Ангара-А5» по одиночному и групповому выведению космических аппаратов на высокоэнергетические орбиты».⁷

⁷ Занять свою нишу. Коммерсантъ. 18.04.2023 г. <https://www.kommersant.ru/doc/5928520>

Наряду с этим, топливная компания «ТВЭЛ» реализует масштабный инвестиционный проект по созданию в Новоуральске опытно-промышленного производства электролизного оборудования. Так по заказу АО «Концерн Росэнергоатом» специалистами ООО «НПО «Центротех» была разработана электролизная установка производительностью 50 Нм³/ч (нормальных кубических метров водорода в час).

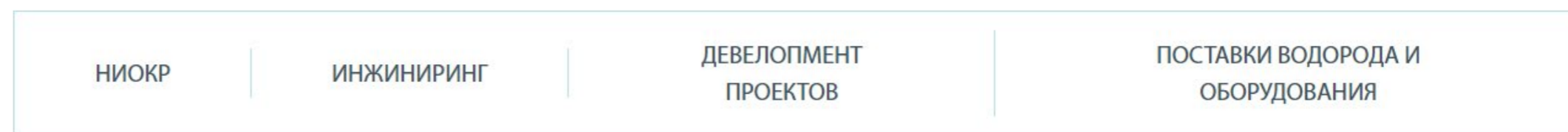
Оборудование Росатома по производству водорода основано на экологичной технологии электролиза воды с применением уникальной анионопроводящей матрицы. Использование матрицы и выбранные инженерно-конструкторские и технологические решения позволяют обеспечить ком-

пактность всей установки, низкое удельное энергопотребление электролизной батареи (не более 4 кВт/ч на один нормальный кубометр производимого водорода), высокие динамические характеристики, безопасную эксплуатацию электролизной установки от нулевого уровня до 115% номинальной производительности, а также требуемую чистоту получаемого водорода.

И это только малая часть проектов, реализуемых отечественными корпорациями и учреждениями в целях развития водородной энергетики и масштабирования новых технологий и продуктов отечественного происхождения.



*CCUS — технология улавливания, утилизации и хранения CO₂



Источник: АО «Русатом Оверсиз»
Производственно-сбытовая цепочка поставок водорода

Интернет энергии

Энергетика сегодня претерпевает глобальное преобразование. Согласно докладу «Цифровой переход в электроэнергетике России», современные энергосистемы достигли предела эффективности. Если они продолжат развиваться при существующем технологическом укладе, сделать их качественнее, доступнее и экологичнее уже не получится. Из-за неравномерных нагрузок энергосистемы изнашиваются, растут издержки. Обеспечивать электричеством отдаленные территории становится все более невыгодно.

Кроме того, спрос на энергетическом рынке также становится специфическим: одним нужен постоянный ток, другим — более низкое напряжение, да и график потре-

бления в разных домохозяйствах начинает сильно отличаться. Все это снижает эффективность централизованной сети и электроэнергетики в привычном нам виде.¹

Поэтому уже сейчас требуется глубокая трансформация устаревших технологий и переход к новым практикам планирования развития энергетических инфраструктур, в том числе с помощью нового подхода — Интернет энергии.

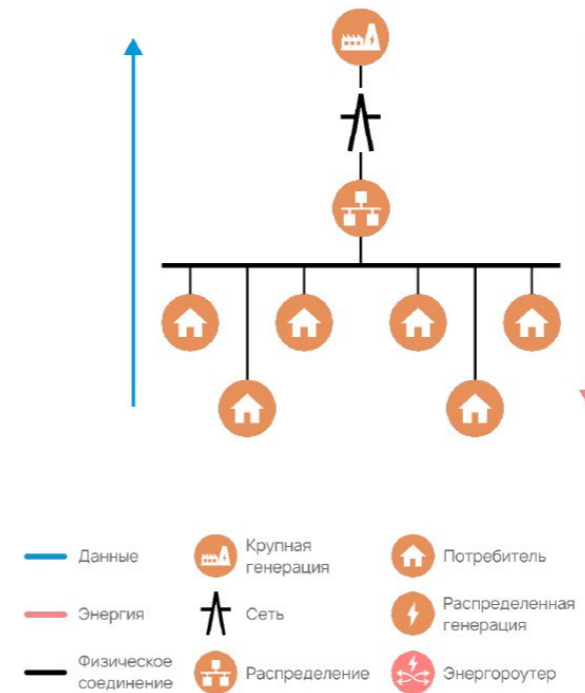
Идею о передаче энергии по воздуху с помощью электромагнитных волн впервые высказал в конце XIX века Никола Тесла. Он предлагал создать по всему миру сеть приемопередающих станций, состоящих из вы-

¹ «Сегодня энергетики должны стать IT-компаниями». <https://inscience.news/ru/article/nti/5944>

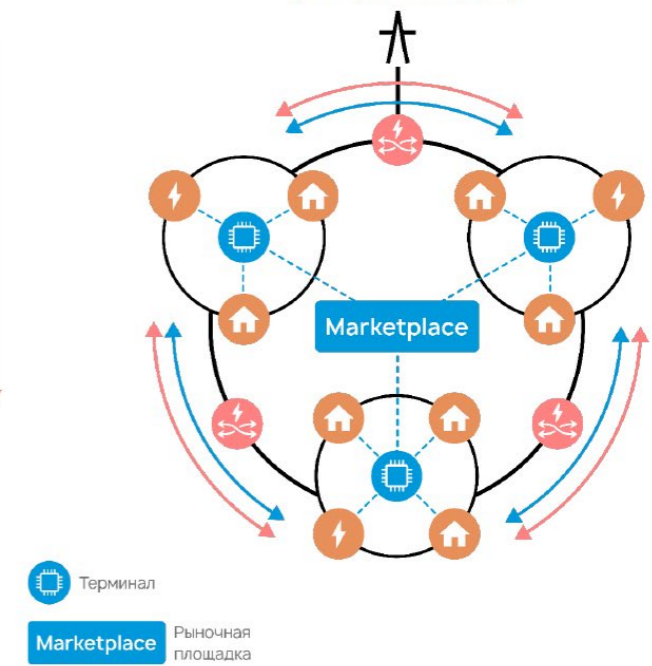


Башня Ворденклиф — первая беспроводная телекоммуникационная башня, созданная Н. Тесла и предназначенная для некоммерческой трансатлантической телефонии, радиовещания, и демонстрации беспроводной передачи электроэнергии.

Традиционная энергосистема



Децентрализованная энергосистема (Интернет энергии)



Источник: НТИ. Основные итоги реализации проекта "Архитектура IoEN"

сокочастотных генераторов, электрических осцилляторов и резонансных приемников с высоким выходным током. Изобретатель считал, что такая система избавит человечество от дорогостоящих высоковольтных линий и объединит все мировые источники энергии.²

Интернет энергии — это новый термин, который описывает концепцию объединения различных энергетических систем и устройств в единое целое через интернет-технологии.

Используя опыт развития цифровых практик, а также возможности технологий машинного обучения и создания цифровых двойников, сегодня уже можно говорить о переходе к новой парадигме планирования электрификации, которая включает в себя следующие аспекты:

- использование моделей планирования;

- переход к планированию в почти реальном времени;
- обеспечение легкого масштабирования;
- выработка рекомендаций в условиях неопределенности;
- формирование новых онлайн-рынков;
- сопровождение развития систем энергоснабжения.³

Говоря простым языком, Интернет энергии основан на сборе информации от устройств, которые не просто выполняют свои функции, но и способны обмениваться данными друг с другом. Эти устройства могут быть самыми разными, от датчиков до бытовых приборов. Так, вместо традиционной системы «производство – распределение – сбыт – потребление» появляется принципиально новая модель, где участники рынка свободно обмениваются энергоресурсами и

³ Планирование энергосистем будущего. Общественно-деловой научный журнал «Энергетическая политика». 04.05.2022 г. <https://energypolicy.ru/planirovanie-energositsem-budushhego/energoperehod/2022/22/04/>

² «Энергетический вайфай. Когда заработают беспроводные электросети». В. Стрекопытов. РИА-новости. 08.01.2023 г. <https://ria.ru/20230108/elektroenergija-1840773413.html>

услугами. Примерно также как мы обмениваемся информацией в интернете.

Таким образом, применив данный подход, цифровые системы планирования смогут брать исходные данные о существующей сети, профилях спроса отдельных потребителей и каталогах оборудования, чтобы предоставить рекомендации по оптимальным с точки зрения затрат проектам развития сетевой инфраструктуры, создания микрогридов и автономных систем. Кроме того, цифровые системы планирования смогут включать новые данные и обратную связь от специалистов практически в режиме реального времени. Непредвиденные изменения в графиках разворачивания электрификации, тенденциях урбанизации, потребительском спросе и стоимости топлива и оборудования сделают традиционные планы неработоспособными. Цифровые системы для непрерывного планирования могут легко адаптироваться и своевременно предлагать новые планы.

Кроме того, цифровые системы планирования электрификации могут стать естественной плат-



Источник: Интернет энергии. НТИ. Основные итоги реализации проекта "Архитектура IoEN"

формой для проведения тендеров на заключение проектных контрактов.⁴

У Интернета энергии есть ряд преимуществ и самым главным является повышение энергоэффективности. С помощью системы учета и управления потреблением энергии можно оптимизировать расход энергоресурсов и снизить затраты на электроэнергию.

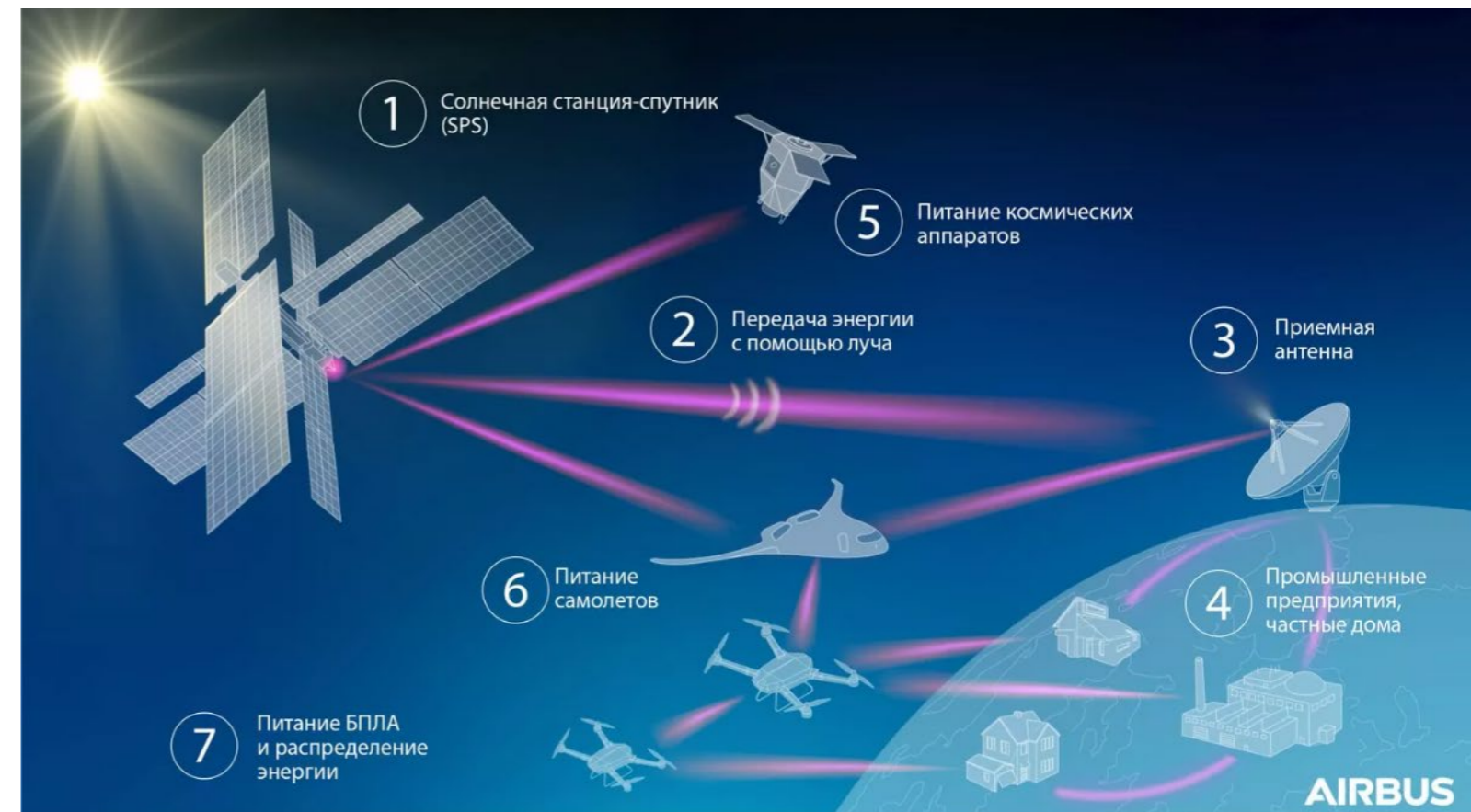
Интернет энергии также позволяет снизить количество аварий и отключений электроэнергии благодаря системам мониторинга и диагностики электрических сетей. Благодаря этому улучшается качество обслуживания и увеличивается надежность энергоснабжения для конечных пользователей.

Интернет энергии может существенно повысить энергетическую безопасность и снизить зависимость от импортных источников энергии. Это достигается путем максимальной интеграции и оптимизации возобновляемых источников энергии.

Еще одним преимуществом использования Интернет энергии является возможность управления энергопотреблением удаленно. Пользователи могут контролировать и изменять настройки оборудования для минимизации потребления энергии, что в свою очередь позволяет сэкономить деньги на счетах за электроэнергию.

Таким образом, Интернет энергии предоставляет значительные преимущества для конечных пользователей и организаций, способствуя снижению затрат на энергопотребление, увеличению надежности энергоснабжения и повышению

⁴ Планирование энергосистем будущего. Общественно-деловой научный журнал «Энергетическая политика». 04.05.2022 г. <https://energypolicy.ru/planirovanie-energosisistem-budushhego/energoperehod/2022/22/04/>



энергетической безопасности.⁵

Не стоит думать, что до сих пор Интернет энергии существует только на словах. Первый в России модельный испытательный комплекс «Testbed Энерджинет» для разработки и тестирования архитектурно-технических решений в этой области был запущен еще в 2019 году. В основе полигона — четырехквadrантные усилители мощности, которые могут не только выдавать мощность, но и потреблять ее. Благодаря этому удастся симулировать обмен энергией между цифровой и физической частями модели по технологии Power Hardware in Loop.

В сентябре 2022 года компания Airbus продемонстрировала новую технологию передачи энергии из космоса с помощью микроволнового излучения. Для эксперимента на специальном полигоне была построена мини-модель города, где вся энергия передавалась беспроводным способом. Беспроводную энергию использовали для город-

⁵ Интернет энергии (IoE): что это такое и как оно меняет нашу жизнь? 21.05.2023 г. <https://fsnslr.ru/finansy/internet-energii-ioecto-eto-takoe-i-kak-ono-menyaet-nasu-zizn>

ского освещения и выработки водорода из воды.

Технология, представленная на заводе Airbus, — одна из составляющих обширной программы Solaris Европейского космического агентства. Ее главный элемент — огромная солнечная панель, которую разместят на геостационарной орбите, на высоте около 36 тысяч километров над Землей. Собранную энергию направят вниз — и она будет использована для питания межпланетных станций и космических телескопов.⁶

Нужно отметить, что с появлением концепции Интернета энергии многие компании и научные организации стремятся к созданию умных электросетей, экономично использующих электроэнергию и не загрязняющих окружающую среду. Интернет энергии представляет собой инновационное направление, которое объединяет технологии, бизнес и общество, достигая наивысшей точки синергии.

⁶ «Энергетический вайфай. Когда заработают беспроводные электросети». В. Стрекопытов. РИА-новости. 08.01.2023 г. <https://ria.ru/20230108/elektroenergiya-1840773413.html>

Существующие проекты в области Интернета энергии

Smart Grid

Одним из наиболее известных проектов в области Интернета энергии является Smart Grid. Это сеть, которая использует современные технологии для эффективной передачи, хранения и потребления энергии. Она позволяет мониторить и управлять энергетическими системами на уровне дома или даже района. В результате удастся сократить расходы на энергию и снизить нагрузку на сеть в пиковые часы.

Энергетические дома

В некоторых странах активно развивается концепция энергетических домов. Это здания, которые оснащены современными системами управления энергоснабжением, включая системы сбора и хранения солнечной энергии и системы отопления и охлаждения с использованием геотермальной энергии. Такие дома позволяют значительно сократить затраты на энергию и снизить нагрузку на электросеть.

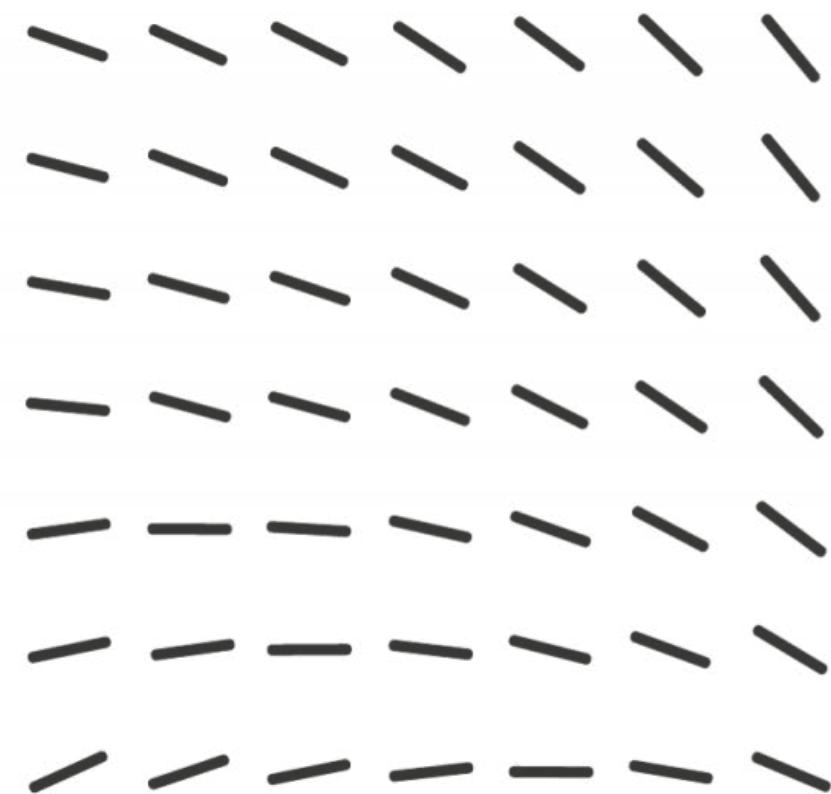
Проекты по утилизации отходов

Многие города и страны активно работают над проектами по утилизации отходов для получения энергии. Например, использование биомассы, твердых бытовых отходов или сжигание мусора. Такие проекты позволяют не только получить дополнительную энергию, но и уменьшить количество отходов на свалках.

Проекты по оптимизации транспортных средств

Одним из перспективных направлений в области Интернета энергии является оптимизация транспортных средств. Например, создание электрических автомобилей, которые можно зарядить с помощью солнечной энергии, или использование технологий, позволяющих сократить расходы топлива.¹

¹ Интернет энергии (IoE): что это такое и как оно меняет нашу жизнь? 21.05.2023 г. <https://fsnslr.su/finansy/internet-energii-ioe-cto-eto-takoe-i-kak-ono-menyaet-nasu-zizn>



Энерджинет

Национальная
Технологическая
Инициатива

Флагманские проекты НТИ по направлению EnergyNet

Цифровой РЭС

Целями проекта являются разработка прототипов базовых коммерческих технологий для целевой модели «Цифровой РЭС» (масштабируемой бизнес-модели распределительной сетевой компании превосходящей по совокупным технико-экономическим показателям аналогичные компании в США), отработке технологий на базе выделенных пилотных зон. Кроме этого, проектом предусматривается верификация возможного технико-экономического эффекта и целевых показателей модели сетевой компании, а также создание инициатив по корректировке действующей нормативно-технической документации и нормативных

правовых актов для последующего тиражирования результатов проекта.

Архитектура Интернета энергии

Архитектура Интернета энергии — тип децентрализованной электроэнергетической системы, в которой реализовано интеллектуальное распределенное управление, осуществляемое за счет энергетических транзакций между ее пользователями.

Энергозапас

Твердотельные аккумулирующие электростанции (ТАЭС) для промышленного накопления энергии. Принцип работы ТАЭС основан на потреблении электроэнергии

для поднятия грузов на высоту нескольких сотен метров и ее выработке при опускании грузов под действием силы тяжести. В отличие от гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), ТАЭС не требуется источника воды и перепада высот.

Топаз

Первый в мире портативный источник электроэнергии — генератор под названием «Топаз» — по своим характеристикам будет значительно превосходить аккумуляторные батареи. Он способен непрерывно вырабатывать электричество из органического топлива (например, природного газа), при температуре воздуха от -40 до +50 градусов. Создан прототип, который обладает меньшим удельным весом и огромной энергоемкостью. Самый мощный аккумулятор сегодня способен дать около 200 ватт-часов на килограмм веса, «Топаз» же — 3 тыс. ватт-часов.

Сайт <http://topaz.center>

АПлатформа

«АПлатформа» — цифровая инструментальная платформа для разработки, внедрения и предоставления среды исполнения прикладных систем управления для интеллектуальной распределенной энергетики. «АПлатформа» призвана обеспечить потребителей высококачественными малозатратными механизмами доступа к полному спектру возможностей и функций субъектов энергетики: от производства и хранения энергоресурсов до комплексного управления жизненным циклом активов.

Сайт <http://a-platform.ru>

Одним из важнейших инструментов развития экосистемы EnergyNet являются «посевные инвестиции» среди технологических компаний, реализующих проекты, направленные на преодоление технологических барьеров дорожной карты EnergyNet. Кроме того, среди технологических проектов есть ряд проектов, направленных на снижение экологической нагрузки на окружающую среду. Среди них: «Разработка напольного покрытия, генерирующего электроэнергию от ходьбы пешеходов, на основе высокопористой пьезокерамики» компании ООО «Сойминтех» и «Создание криогенного накопителя энергии» Самарского университета.

Отмечается, что новый криогенный двигатель будет использовать в качестве топлива жидкий азот или сжиженный природный газ. Его планируют применять на экологичном автотранспорте для особо охраняемых природных зон, а также на беспилотных летательных аппаратах специального назначения. Подобные БПЛА смогут оставаться невидимыми для средств инфракрасного слежения: они не оставляют в небе тепловых следов.¹

¹ Флагманские проекты. <https://energynet.ru/projects>

Глоссарий

Атомная энергетика (ядерная энергетика) — вид энергетики, занимающийся производством двух видов энергии: электрической и тепловой. Атомная энергия генерируется путём расщепления атомов с целью высвобождения энергии, удерживаемой в ядре.

Возобновляемая энергия — энергия, получаемая из природных источников, которые пополняются со скоростью, превышающей скорость ее потребления.

Возобновляемые источники энергии — это возобновляемые энергетические ресурсы, которые получают благодаря использованию гидроэнергии, энергии ветра, солнечной энергии, геотермальной энергии, биомассы и энергии приливов и отливов.

Декарбонизация — процесс удаления углерода из сплава или иного материала.

Диверсификация — распределение капитала между различными группами активов с целью минимизации рисков.

Диджитализация — перевод всех видов информации (текстовой, аудиовизуальной) в цифровую форму.

Зарядная станция (ЭЗС, электрозаправочная станция) — элемент городской инфраструктуры, предоставляющий электроэнергию для зарядки аккумуляторного электротранспорта, такого как электромобили, электробусы, электроскутеры, электросамокаты, гироскутеры, сигвеи, электровелосипеды и т. п.

Изменение климата — колебания климата Земли в целом или отдельных её регионов с течением времени, выражающиеся в статистически достоверных отклонениях параметров погоды от многолетних значений за период времени от десятилетий

до миллионов лет.

Интернет энергии — концепция, предполагающая создание локальной энергетической инфраструктуры (микросистема или микрогрид), в которую интегрируются производители и потребители энергии и в рамках которой они могут свободно обмениваться энергией.

Климат — многолетний (порядка нескольких десятилетий) режим погоды.

Кэптивный водород — водород, поставляемый внутри производственных цепочек.

Микрогрид — система, которая включает собственные источники генерации энергии и в кризисные ситуации способна взять на себя задачу удовлетворения спроса потребителей. Это своего рода уменьшенная версия централизованной системы электроснабжения.

Накопители энергии — системы, способные одновременно и синхронно производить и потреблять ресурс, а также хранить энергию в различных формах с использованием топливных элементов, аккумуляторов, конденсаторов, маховиков, сжатого воздуха, гидроаккумуляторов, супермагнитов, водорода и т. д.

НТИ (Национальная Технологическая Инициатива) — это объединение представителей бизнеса и экспертных сообществ для развития в России перспективных технологических рынков и отраслей, которые могут стать основой мировой экономики.

Окружающая среда — это комплекс окружающих человека или другой живой организм физических, географических, биологических, социальных, культурных и политических условий, который определяет форму и характер его существования.

Парниковые газы — газы, которые поглощают и излучают лучистую энергию в тепловом инфракрасном диапазоне, вызывая парниковый эффект. Основными

парниковыми газами в атмосфере Земли являются водяной пар (H_2O), углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O) и озон (O_3).

Распределенная энергетика — концепция развития энергетики, подразумевающая строительство потребителями электрической энергии источников энергии компактных размеров или мобильной конструкции и распределительных сетей, производящих тепловую и электрическую энергию для собственных нужд, а также направляющих излишки в общую сеть (электрическую или тепловую).

Солнечная энергетика — направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует Солнце, возобновляемый источник энергии, и является «экологически чистой», то есть не производящей вредных отходов во время активной фазы использования.

Углеродная нейтральность — сокращение выбросов до нуля или компенсирование выбросов за счет климатических проектов. Термин применим к государствам, компаниям, услугам и продуктам.

«Форсайт Столетия» — проект по созданию образа будущего с горизонтом в сто лет. Состоялся в июле 2021 года в Великом Новгороде на площадке образовательного интенсива «Архипелаг 2121». В работе приняли участие более 50 российских и более 10 международных экспертов в области долгосрочного прогнозирования и стратегирования.

Электромобиль — автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от независимого источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов, конденсаторов и т. п.), а не двигателем внутреннего сгорания. Электромобиль следует отличать от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и электриче-

ской передачей, а также от троллейбусов и трамваев.

Электротопливо — один из видов синтетического топлива, новый класс углеводородно-нейтральных заменяющих видов топлива, которые производятся с помощью электроэнергии из возобновляемых источников.

Электрофикация — процесс получения энергии от электричества.

Энергетическая безопасность — совокупность условий, при которых отсутствует дефицит энергии.

Энергетическая система — это совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединённых между собой и связанных общностью режимов в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом.

Энергетический кризис — явление, возникающее, когда спрос на энергоносители значительно выше их предложения. Его причины могут находиться в области логистики, политики или физического дефицита.

Энергетический переход — значительное изменение структуры первичного энергопотребления и постепенный переход от существующей схемы энергообеспечения к новому состоянию энергетической системы. С количественной точки зрения энергопереход можно охарактеризовать как сокращение доли определенного вида топлива на 10% за 10 лет.

Энергопотребление — это физическая величина, отражающая количество энергии, потребляемой бытовым прибором для работы.

Энерджинет (EnergyNet) — это рынок оборудования, программного обеспечения, инженеринговых и сервисных услуг для разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетике.

Союз организаций атомной отрасли «Атомные города» рекомендует

«Новая карта мира. Энергетические ресурсы, меняющийся климат и столкновение наций»



Автор: Даниел Ергин
Издательство: Альпина
Год: 2021

Описание:

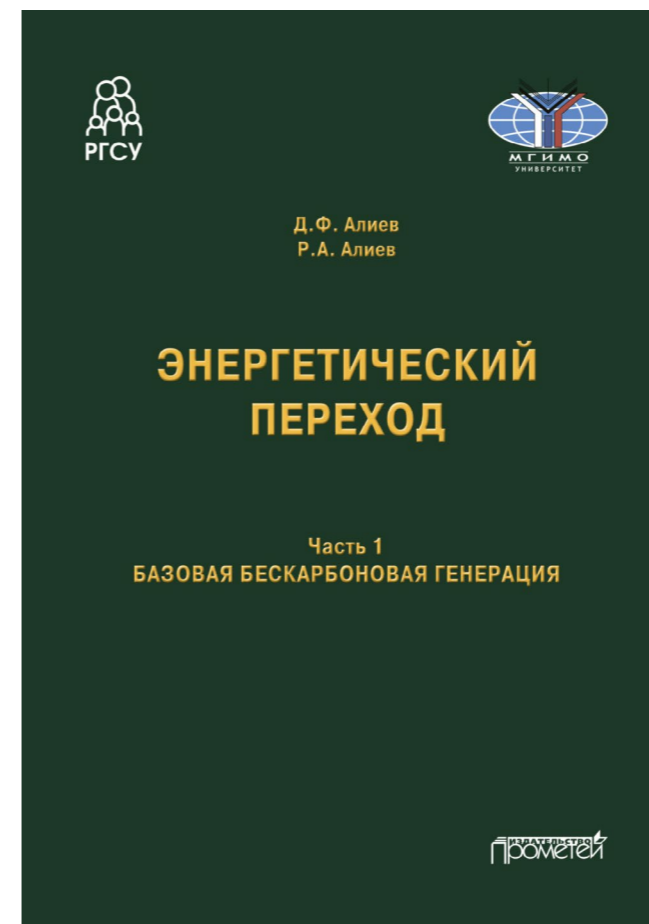
Книга Даниела Ергина — это откровенный рассказ о том, как энергетические революции, климатические войны и геополитика отразятся на нашем будущем. Книга приглашает читателя в захватывающее путешествие по «новой карте» мира, которая уже складывается в результате кардинальных изменений в сферах политических интересов некоторых государств и энергетике.

Автор показывает и подробно объясняет, как рождается новое будущее нашей планеты, и описывает те неизбежные проблемы, с которыми нам придется столкнуться в ближайшее время.

В центре его внимания — неожиданно начавшаяся сланцевая революция, которая меняет место Америки в мире, и роль энергетики в новой «холодной войне» между США с одной стороны и Россией и Китаем — с другой.

Эта трансформация глобальных энергетических рынков и мирового геополитического баланса ведет нас к «энергетическому повороту»: переходу от мира сегодняшнего — где основными являются ископаемые источники энергии — к миру, который все чаще использует возобновляемые энергоносители.

«Энергетический переход. Часть 1. Базовая бескарбоновая генерация»



Авторы: Д.Ф. Алиев, Р.А. Алиев
Издательство: Прометей
Год: 2022

Описание:

Монография представляет собой первую часть комплексного исследования, посвящённого аспектам операционализации целевых климатических ориентиров, взятых на себя мировым сообществом. Авторами сделана попытка отделить «политическую составляющую» процесса энергоперехода и беспристрастно оценить реальные перспективы процессов декарбонизации на основе развития ВИЭ. Предложенная модель безуглеродной энергетики будущего

— бескарбоновой генерации (Carbon Free Generation, CFG – англ.) — предполагает два ключевых сегмента: базовую генерацию (bCFG) на основе атомных электростанций и пиковую генерацию (pCFG) за счёт использования возобновляемой ветровой и солнечной энергии, что в итоге позволит достичь Большой климатической цели к 2050 г. и ограничить прирост глобальной температуры до 1,5°C в соответствии с задачами Парижского соглашения. На пути в «прохладное завтра» авторами рассматривается сценарий ядерного ренессанса, в рамках которого ожидается четырёхкратное увеличение объёмов bCFG-генерации. Для воплощения таких амбициозных планов в книге подробно анализируются все основные аспекты жизненного цикла атомных электростанций и приводятся рекомендации по комплексному реформатированию мировой атомной энергетической отрасли, включая привлечение независимых игроков, создание новых подходов, контрактных схем, технических решений и стандартов, организацию текущей эксплуатации и ремонтов, обращению с отработанным ядерным топливом и многое другое...

Несмотря на сложность рассматриваемых вопросов, книга написана доступным языком, содержит большое количество наглядного иллюстративного материала, практических кейсов, приложений и рассчитана на широкий круг читателей. Прежде всего данное издание может заинтересовать представителей научных кругов и государственных структур, занимающихся вопросами устойчивого развития топливно-энергетического комплекса, специалистов в сфере атомной энергетики и электроэнергетической отрасли в целом, а также преподавателей, аспирантов и студентов вузов.



Москва
2023

eco.atomgoroda.ru