



НОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА, российский проект «Ветро-ядерный ДМЭ»

Авторы: Алексей Потапов, Владимир Коротков

СНЗОН

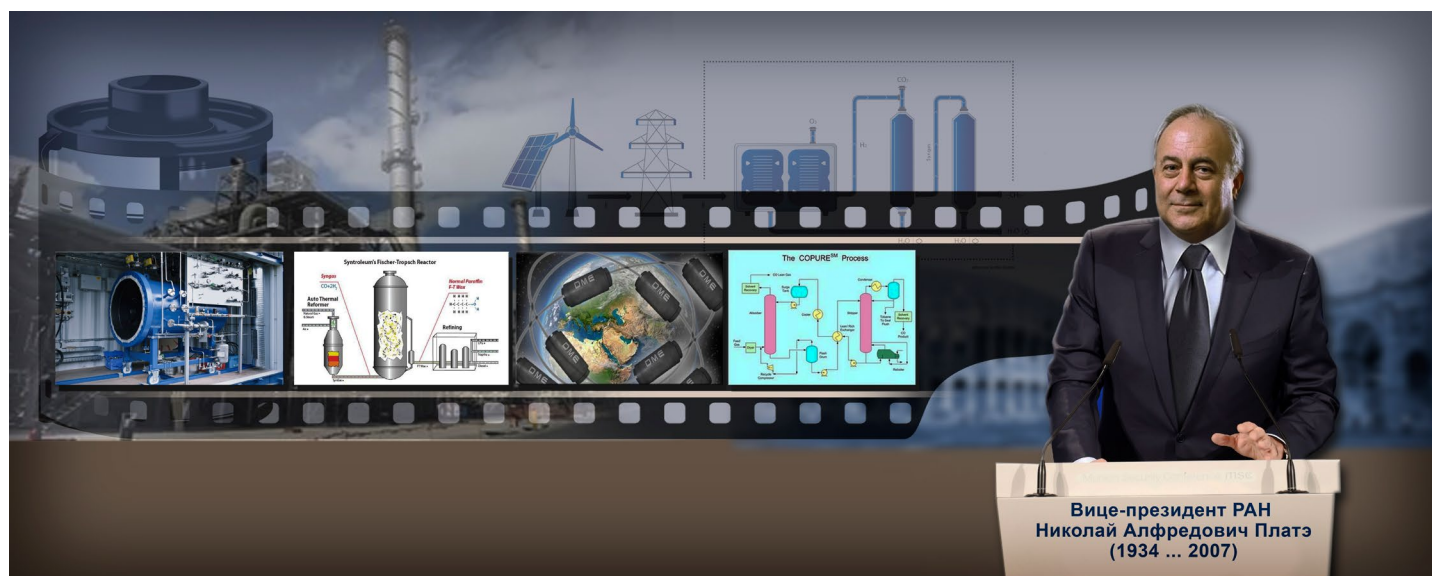


НОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА, РОССИЙСКИЙ ПРОЕКТ «ВЕТРО-ЯДЕРНЫЙ ДМЭ»

Идея газификации углей, получения синтетических углеводородов на основе процесса Фишера-Тропша была впервые реализована в промышленных масштабах в Германии в 30-х годах 20 века. Затем данная технология не выдержала конкуренции с нефтью, запасы которой на начальном этапе её разработки оказались весьма велики. Однако в связи с масштабным выводом на рынки дешёвого природного газа и осознанием проблемы его транспортировки на дальние расстояния идея синтеза жидких углеводородов вновь приобрела заметное влияние на мировую энергетику: доклад вице-президента РАН Н. А. Плате (1934...2007), сделанный им в Италии (2001 год, декабрь), получил большой резонанс. К этому времени были установлены фундаментальные основы катализа метанола и

ДМЭ (диметилового эфира), кинетики парциального окисления метана, что позволило резко удешевить все технологические процессы. Результатом этого направления развития энергетики стал крупнейший в мире завод по производству синтетических углеводородов мощностью 17 млн. т/год, построенный компанией Shell в Катаре в 2012 году (инвестиции 25 млрд. долларов).

Параллельно с этим направлением в энергетике с середины 90-х годов 20 века стала развиваться линия синтеза метанола и ДМЭ на базе углекислого газа промышленных выбросов (угольные ТЭС, металлургические, химические и цементные заводы) и электролитических водорода и кислорода, получаемых электролизом воды от возобновляемых источников энергии и АЭС. Автором этой линии стал нобелевский лау-



Что такое «Экономика метанола»

Нобелевский лауреат Джордж Олах считает, что должны быть решены следующие проблемы:

- эффективный способ улавливания CO₂;
- эффективный способ производства метанола или диметилового эфира;
- приспособление общества к экономике метанола после экономики традиционного ископаемого топлива (технология, экономика, политика и т.д.)

Ископаемые топлива и изменение климата

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE
 [From : (a) IPCC, Fourth Assessment Report, *Climate Change 2007 The Physical Scientific Basis* (b) IPCC, Third Assessment Report, *Climate Change 2001 : The Scientific Basis*]

Джордж Эндрю Олах

реат по химии Джордж Олах (США, род. 1927 г., премия 1994 г.), показавший, что до 90 % всех полимеров и 100 % моторных топлив и масел может быть получено таким путём. Джордж Олах и национальная лаборатория энергетики в Айдахо (США) признали, что данная технология пока уступает в себестоимости производства технологии компании Shell на природном газе и не может конкурировать с нефтью.

В связи с выдвинутой Дж. Олахом новой энергетической стратегией, получившей название «экономики метанола», а также ввиду принятия Киотского протокола о контроле за уровнем выбросов парниковых газов в 2000 году был образован консорциум следующих компаний: British Petroleum, Chevron, ConocoPhillips, Encana, EPRI, Persol, Eni, Petrobras, Shell, StatOilHydro и Suncor. Консорциум сосредоточился на решении в первую очередь задач в области промышленного улавливания углекислого

газа и его транспортировки. Всего за истекший период выполнено более 150 научно-исследовательских и опытно-промышленных проектов.

Параллельно с направлением возобновляемых источников энергии, играющих ключевую роль в стратегии экономики метанола, в мире развивалась новая линия в области ядерной энергетики, способной предоставить недостающие электрические мощности для синтеза метанола и ДМЭ. Эта линия связана с освоением замкнутого по плутонию-239 или урану-233 ядерного цикла. Переход к этой технологии означает доступ к ядерным энергетическим ресурсам в 100 раз превышающим нынешние ресурсы. По этой причине новая ядерная энергетика деления называется «большой ядерной энергетикой» в отличие от «малой ядерной энергетикой», ныне получившей свою реализацию в 440 ядерных блоках по всему миру (17% производства мировой

электроэнергии). Переход к новой ядерной энергетике требует решения большого числа научно-технических задач, в наибольшей степени в области безопасности и утилизации отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Принципиально новый подход реализуется посредством перехода от критических к подкритическим и глубоко подкритическим ядерным реакторам с внешним источником нейтронов. В зависимости от степени подкритичности подходы носят название электро-ядерных технологий и ядерно-релятивистских технологий. Обе эти технологии изучены и отработаны в России, на международном уровне предпочтение отдаётся электро-ядерным технологиям, отстаиваемым нобелевским лауреатом по физике Карло Руббиа (Италия, род. 1934 г., премия 1984 г.). Подкритический ядерный реактор принципиально

безопасен, устойчив, предоставляет возможность остановки цепной ядерной реакции деления на любой её стадии.

В 2012 году на специализированной федеральной конференции в Екатеринбурге представлен энергетический проект, связывающий газохимию метана и газохимию углекислого газа в одном цикле, при этом в качестве ВИЭ предложена ямальская ветроэлектростанция мощностью 250 ГВт, образованная из 25 тысяч 10-мегаваттных ВЭУ, размещённых в северной части полуострова Ямал.

В 2013 году на международной конференции в Екатеринбурге была представлена инфраструктурная часть проекта: схема газопроводов, продуктопроводов (диметилловые и углекислотные), железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта, высоковольтные линии постоянного тока мощ-






Столь амбициозные планы, как снижение эмиссии парниковых газов более чем на 30 млрд. т/год, в принципе невозможно реализовать на базе старых энергетических технологий.

Управляемый ускорителем подкритический реактор (ADSR) на топливе из расплавленной соли (например, фторид урана UF₃)

- ликвидирует запасы отработанного ядерного топлива и обеднённого урана;
- производит безопасную, щадящую природу энергию;
- ADSR ADSR на расплавленной соли функционирует:
 - в безопасной по сути области ниже критики;
 - без случайных выбросов радиоактивных летучих компонентов;
 - без образования парниковых газов;
 - с образованием минимального количества радиоактивных отходов;
 - без побочных продуктов, которые могут быть использованы в террористических и военных целях;
 - использует в качестве топлива и ликвидирует существующие запасы ядерных отходов легководных реакторов и обеднённый уран;
 - и/или эффективно использует обширные запасы природного тория или урана, которые не требуют обогащения.
- Топливо из расплавленной соли позволяет решить проблему усталости твердотопливной композиции, так что краткосрочные выходы из строя ускорителя не имеют значения.
- Значительные объёмы нерадиоактивной соли промежуточного теплоносителя допускают многосменные простои.

Ядерный концепт лауреата Нобелевской премии Карла Руббиа «Сравнительные альтернативы»: для непрерывной генерации электроэнергии в 1 ГВт потребуются в год:

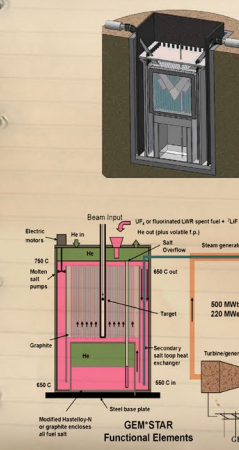
 3 500 000 тонн угля	 200 тонн урана	 1 тонна тория
---	--	---

Значительный уклон по окружающей среде, особенно за счёт выбросов CO₂.

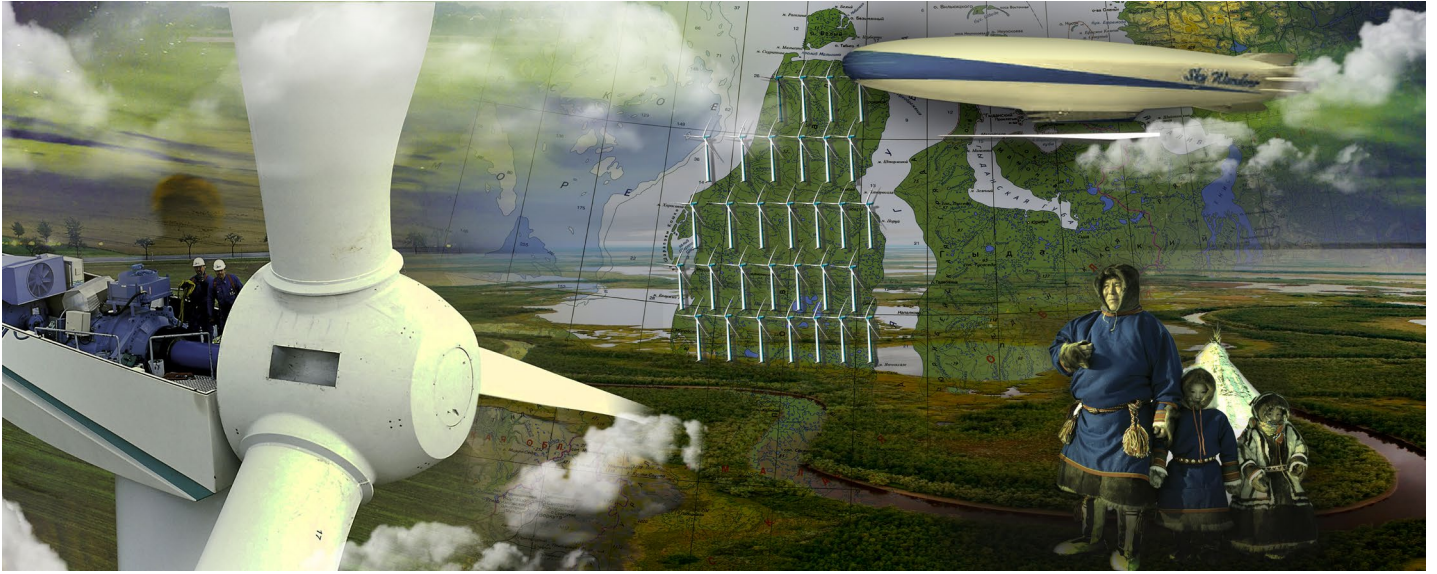
Низкий ущерб от CO₂, но трудности с переработкой и продолжительное хранение опасных радиоактивных отходов. Опасность распространения ядерного оружия.

Может ликвидировать плутоний и радиоактивные отходы. Повышенное количество и меньшая продолжительность хранения опасных радиоактивных отходов. Отсутствие опасности распространения ядерного оружия.

Например, конструкции ADNA и GEM STAR (Los Alamos, USA)

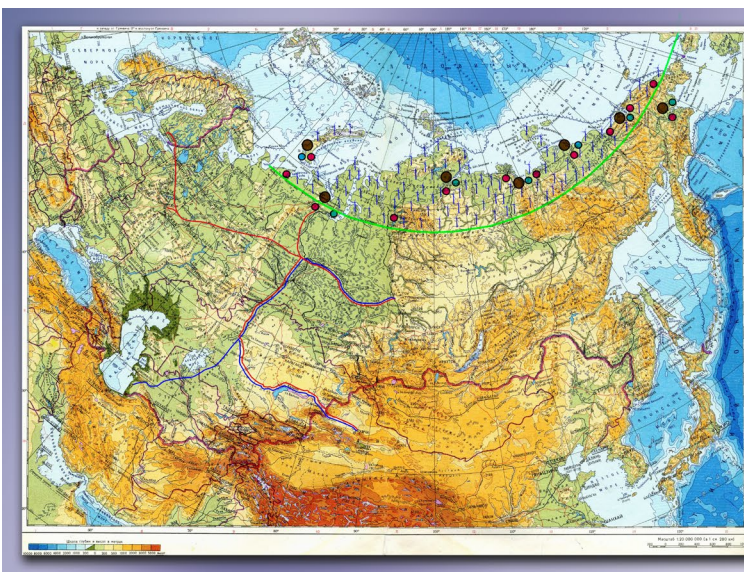


GEMSTAR Functional Elements



ностью 5 ГВт, порт отгрузки в Салехарде. Показано, что электросетевая сборка ВЭУ и вывод столь больших мощностей электроэнергии к энерго-технологическому комплексу представляет собой принципиально новую задачу в области электроэнергетики. В качестве транспортного средства для перевозки 82-метровых лопастей ВЭУ представлен универсальный грузовой дирижабль полужёсткой конструкции грузоподъёмностью 32 т (длина 165 м, диаметр

30 м). Наличие в технологии цикла добычи и сжижения метана позволяет удовлетворять потребности в гелии, а топливо, полученное в процессе газохимии, оказывается весьма дешёвым, что значительно удешевляет строительство ВЭС-250 ГВт. В 2015 году на международном нефтегазовом энергетическом съезде в Тюмени была представлена подкритическая ядерная технология, интегрированная в проект в виде жидкосолевой АЭС мощностью 60 ГВт.



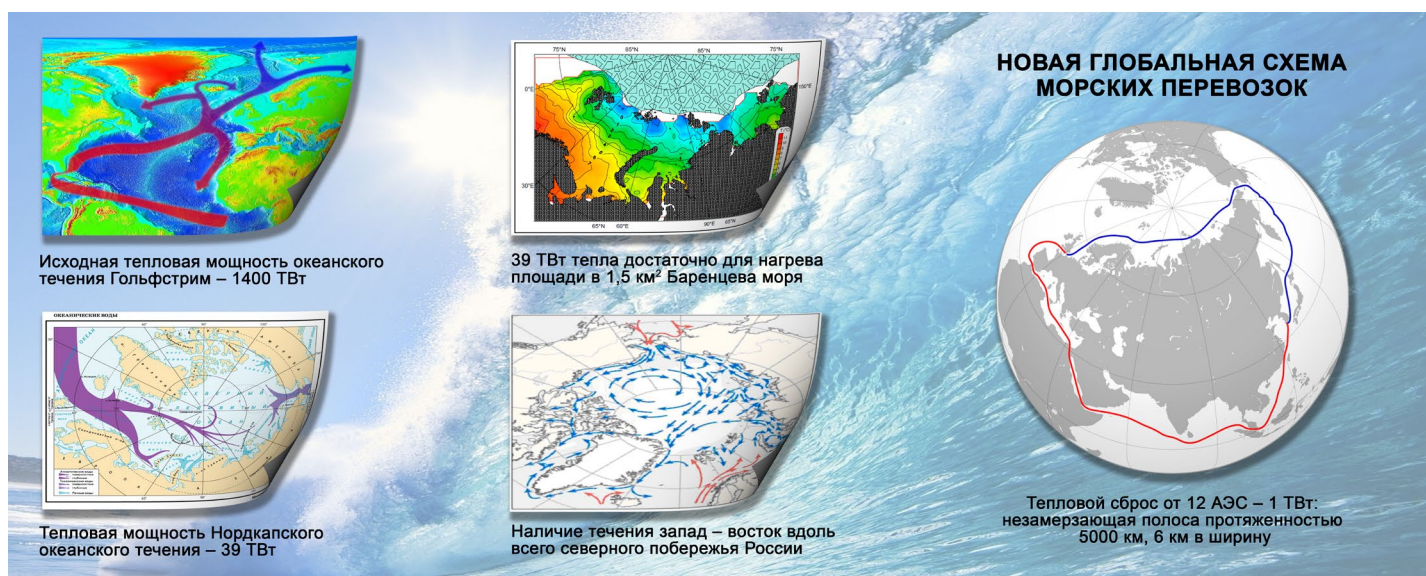
ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Атомная электростанция (подкритический реактор с внешним источником нейтронов) мощностью 60 ГВт
- Газо-химический завод
- Морской порт
- ЛЭП постоянного тока высокого напряжения
- Трансконтинентальный водный канал
- ✶ Ветряные электростанции общей мощностью 12 000 ГВт
- Граница Северной ВЭС (ветроэлектростанции)



Показано, что новая АЭС с внешним источником нейтронов может открыть новую страницу в ядерной энергетике лишь в составе новой комбинированной технологии «газохимия – ВИЭ – АЭС», так как предоставляет практически неограниченный рынок сбыта электроэнергии, что позволяет серийно строить большое число ядерных блоков большой единичной мощности (1...1,2 ГВт) в составе единого ядерного комплекса, включающего заводы радио-

химический, изотопный, топливный. АЭС нового типа при этом оказывается тесно связана с ВЭС по термодинамике, а также в циклах производства материалов. Глубокая термодинамическая связь между газохимией, ВЭС и АЭС, сопряжённость и взаимное дополнение по целому ряду технических показателей, высочайший ветропотенциал полуострова Ямал (1200 Вт/м^2), наличие освоенных месторождений природного газа и попутного нефтяного газа позволяют



преодолеть вывод лаборатории в Айдахо о текущей неконкурентоспособности экономики метанола (76 долл./баррель нефтяного эквивалента). В нынешних условиях при локализации в России всего комплекса производств оборудования для новой технологии себестоимость барреля составит 8...15 долларов.

В 2015 году состоялась международная конференция по парниковым газам в Париже, по результатам которой были приняты беспрецедентные обязательства в области утилизации выбросов углекислого газа в целях недопущения перегрева планеты более чем на 2 °С. Амбициозные планы по сокращению выбросов на более чем 30 млрд. т/год в принципе невозможно реализовать на базе старых энергетических технологий. Однако в рам-

ках предлагаемого российского проекта эта задача может быть решена. При этом универсальные морские танкеры будут привозить в Салехард со всего мира жидкую

углекислоту, а после её выгрузки будут наполняться диметиловым эфиром, который в каждой отдельной стране будет использоваться в соответствии с внутренними потребностями (переработка его в моторные топлива, синтетические материалы или использование в качестве энергоносителя). В проекте принята цена приёма углекислого газа 35...50 долл./т (глобальный рынок 1...2 трлн. долл./год). В целях обеспечения долгосрочных взаимоотношений цена может формулироваться в физических соотношениях по обмену углекислого газа на диметиловый эфир (бензин, дизельное топливо). Столь прив-



Окончательный результат (для Германии) классической ВИЭ экономики следующий: объём инвестиций 2 трлн. долл., уменьшение численности населения с 80 до 40 млн. человек, падение ВВП в два раза с 3,4 до 1,7 трлн. долл./год, конфликт с природой из-за ВЭС, СЭС и биомассы.

отношений цена может формулироваться в физических соотношениях по обмену углекислого газа на диметиловый эфир (бензин, дизельное топливо). Столь прив-





Окончательный результат (для Германии) экономики метанола следующий: увеличение численности населения с 80 до 160 млн. человек, объём инвестиций 4,6 трлн. долл. (ввиду роста населения), увеличение ВВП в два раза с 3,4 до 6,8 трлн. долл./год, гармония с природой.

лекательная цена на углекислый газ позволит компаниям приступить не только к сборке его из промышленных труб, но и даст возможность попутно вести утилизацию оксидов азота и серы, диоксинов, фуранов, бензапиренов, золы и пыли. Столь масштабная очистка воздуха является вторым по важности рынком публичного спроса после рынка энергоресурсов, так как обеспечивает возможность самой жизни в городах, особенно это касается Китая.

Новая энергетическая технология обеспечивает переход к следующему технологическому укладу в экономике, в перспективе позволяет реализовать замкнутый по углероду цикл в масштабах Земли, при этом углекислый газ будет добываться из атмосферы, куда он будет неизбежно выбрасываться автомобилями, самолётами и

частично кораблями ввиду нерентабельности сборки его в баки транспортного средства. На промежуточных этапах нового пути развития человечества все прежние промышленные предприятия, включая угольные ТЭС, останутся на своих местах, но их функционирование станет безвредным с экологической точки зрения. Это позволит сэкономить огромные финансовые ресурсы, сохранить рабочие места и привычный для людей уклад жизни.

Растапливание льда Гренландии ввиду выбросов углекислого газа способно поднять уровень мирового океана на 7 метров, а растапливание Антарктиды – на 70 м. Такая перспектива означает затопление значительной части Европы и Китая. Превращение выбросов углекислого газа в атмосферу можно осуществить лишь,

СРАВНЕНИЕ ДВУХ НОВЫХ ЭНЕРГЕТИК. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

1 ВАРИАНТ "ТРАДИЦИОННАЯ ВИЭ ЭКОНОМИКА"

- Головое производство электроэнергии в Германии 615 ТВт*ч = $2,21 \cdot 10^{12}$ Дж (эл.);
- потребление нефти (2014 г., BritishPetroleum) = 2,371 млн. бр/день = 118 млн. т (допущение, что вся она идет для производства моторного топлива);
- выход бензина и дизельного топлива с НПЗ = 0,78, т.е. $0,78 \cdot 118$ млн. т = 92 млн. т, что соответствует $3,86 \cdot 10^{12}$ Дж (тепл.);
- средний КПД автомобиля 0,35, тогда общая энергия "на колесе" $1,25 \cdot 10^{12}$ Дж (мех);
- необходимая суммарная сетевая электрическая генерация для электромобилей должна учитывать потери в аккумуляторной батарее (0,25), в моторе (0,08) и электрических сетях (0,09), т.е. общие потери составляют 0,38, а потребная генерация $2,18 \cdot 10^{12}$ Дж (эл.). Она почти совпадает с суммарной сетевой генерацией сегодня.
- Для замены существующей генерации на ВИЭ используем графики КИУМ в США и опыт китайской модели в провинции Хэбэй (State Grid Corporation of China (SGCC) и BYD):

- мощность ВИЭ = 140 МВт;
- КИУМ = 0,27 (оптимистичский);
- емкость батарей для покрытия 1-часового потребления 36 МВт * ч, цена комплекса 300 млн. долларов;
- запас мощности ВИЭ для прохождения 2-х месячных провалов – 1,25;
- интервал запуска газовых турбин на биотопливе для покрытия полного провала выработки на ВИЭ – 3 часа;
- установленная мощность электростанций (для информации) 200 ГВт;
- максимальная нагрузка существующей энергосистемы 100 ГВт (взято с запасом). Тогда параметры новой энергетики Германии, не зависящей от внешних поставок топлива, должны быть следующими (млн):
- установленная мощность ВИЭ 585 ГВт (325 + 260), прием цен 1,5 млн. долл./МВт;
- трехчасовой запас энергии в литиевых аккумуляторах 200 ГВт*ч, прием цен 13,8 млн. долл./МВт*ч;
- установленная мощность газовых турбин 200 ГВт, прием цен 1 млн. долл./МВт;
- реконструкция сетей (увеличение мощности в 2 раза), инвестиции в промышленность и инфраструктуру не учитываем.

Прямые затраты генерации на переход к новой энергетике составят: $877 + 2760 + 200 = 3,84$ трлн. долл. С учетом перестройки всей экономики и инфраструктуры они возрастут до 6 трлн. долл. Но разместив на территории Германии можно лишь не более 300 ГВт ВЭС при нынешних 40 ГВт.

Окончательный результат – объём инвестиций 2 трлн. долл., уменьшение численности населения с 80 до 40 млн. человек, падение ВВП в два раза с 3,4 до 1,7 трлн. долл./год, конфликт с природой из-за ВЭС, СЭС и биомассы.

Результат может быть в 1,6 раз хуже, так как в соответствии с текущей статистикой Германии, КИУМ = 0,16 (в расчётах принят 0,27).

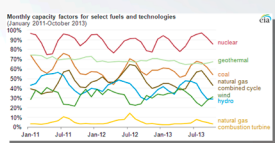
2 ВАРИАНТ "ЭКОНОМИКА МЕТАНОЛА"

- Коэффициент перехода электроэнергетики в ДМЭ 0,75;
- установленная мощность ВЭС 250 ГВт, прием цен 3,0 млн. долл./МВт, затраты 750 млрд. долл.;
- КИУМ (ВЭС, Яма) = 0,45;
- АЭС 60 ГВт, прием цен 4,0 млн. долл./МВт, затраты 240 млрд. долл.;
- КИУМ (АЭС) = 0,85;
- резерв запаса энергии: 0, не нужен, так как стоимость подземных хранилищ ДМЭ возле ТЭС незначительна;
- газовые турбины 0, не нужны, остаются старые паровые установки;
- завод ДМЭ 135 млн. т/год = 70 млрд. долл.;
- электрическое производство мощностью 310 ГВт = 50 млрд. долл.;
- общее годовое производство энергии в ДМЭ 1075 ТВт*ч ($3,87 \cdot 10^{12}$ Дж);
- общие производств электроэнергетики из ДМЭ почти 600 ТВт*ч (парогазовый цикл).
- Затраты $750 + 240 + 70 + 50 = 1,11$ трлн. долл.;
- Запасы цикла ДМЭ – моторное топливо (92 млн. т/год), 20 млрд. долл.;
- коэффициент перехода энергии ДМЭ в моторное топливо 0,95;
- требуемое количество энергии (см. выше) $3,86 \cdot 10^{12}$ Дж = 1072 ТВт * ч;
- потребность в ДМЭ = 1128 ТВт*ч (143 млн. т/год)
- Затраты $1,11 \cdot 1,06 = 1,18$ трлн. долл.

Общие затраты 1,11 + 1,18 = 2,29 трлн. долл. Экономика и инфраструктуру перестраивать не нужно. Население остается прежним 80 млн. человек. Однако его можно увеличить до 160 млн. человек при инвестировании дополнительно 2,3 трлн. долл.

Окончательный результат: увеличение численности населения с 80 до 160 млн. человек, объём инвестиций 4,6 трлн. долл. (ввиду роста населения), увеличение ВВП в два раза с 3,4 до 6,8 трлн. долл./год, гармония с природой.

Север России – место для новой энергетики и экономики в интересах всего человечества. В этом случае решения Парижской климатической конференции могут быть выполнены на коммерческой основе, а углекислый газ станет не вредным, а полезным продуктом. Каждая страна сможет получить 1 тонну ДМЭ или бензина в обмен на примерно 13 или 22 тонны углекислого газа соответственно. Цены в долларах в этом случае не имеют значения, однако их использование допустимо в текущих операциях. Твердые товарные соотношения могут служить основой для международного сотрудничества при осуществлении российского проекта "Ветро-ядерный ДМЭ".



постепенно отказываясь от использования нефти, газа и угля, переходя к «экономике метанола», На этой конференции предлагается сделать первый практический шаг

в этом направлении – приступить к международной реализации российского проекта «Ветро-ядерный ДМЭ».

БИБЛИОГРАФИЯ

1. “Beyond oil and gas: The Methanol Economy”, George A. Olah, Alain Goeppert, G.K. Surya Prakash. Angew. Chem. Int. Ed. 2005, 44, 2636-2639.
2. C. Rubbia et al., “Conceptual Design of a Fast Neutron Operated High Power Energy Amplifier”, CERN/AT/95-44 (ET), Sept. 29, 1995.

2016 год – 1000-летие первой русской Конституции Ярослава Мудрого

2016 год – 880-летие основания русской демократии – Новгородской республики площадью свыше 2 млн. км²

2016 год – российская инициатива построения новой международной энергетики, экономики и права





International House for Scientific and Technological Cooperation - Palazzo Borghese
Largo Della Fontanella Di Borghese, 19 - Roma, 00186, Italia
Tel.: +39 0668300856; E-mail: pr@international-house.global