

ОТ ПЛАНА ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ РОССИИ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ ПЕРЕХОДУ И ТРАНСФОРМАЦИИ ПАРАДИГМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Сташко Василий Иванович, diael@mail.ru

Аннотация:

В статье представлена информация, связанная с сущностью, разработкой, и реализацией плана ГОЭЛРО. Также, исследованы вопросы, касающиеся состояния отечественной энергетики в начале XX века, и указаны причины, помешавшие реализовать план электрификации России до 1917 г. Рассмотрены основные этапы становления отечественной энергетики, и причины вызвавшие необходимость проведения реформирования РАО «ЕЭС России». Основной целью исследований является анализ процессов, которые проходили в электроэнергетике России за прошедшее столетие, и определение дальнейших перспектив в связи с началом нового, четвертого энергетического перехода. Актуальность исследований обусловлена тем, что в России принят план по развитию водородной энергетики, который, по сути, является катализатором динамичного перехода отечественной энергетики от ископаемого топлива к «зелёному» водороду.

Ключевые слова: ГОЭЛРО, энергетика, электроэнергетика, электростанция, мощность, энергия, ВИЭ, энергетический переход, водород.

План ГОЭЛРО (Государственная комиссия по электрификации России) – это план электрификации России, который стал основой не только для индустриализации, но и в целом, для более динамичного развития нашей страны во всех сферах социально-экономической деятельности. План ГОЭЛРО был успешно реализован в достаточно короткие сроки, а его значение невозможно переоценить. Так, именно развитие электроэнергетики в 20-30-е годы прошлого столетия, позволило ускорить процесс социально-экономических преобразований в СССР, и быстро перейти к индустриальному этапу развития экономики с более развитыми новыми технологиями в промышленном производстве. В результате, Победа в Великой Отечественной войне была обеспечена, в том числе, и огромному вкладу промышленности, которая фактически с нуля была создана благодаря планам индустриализации и ГОЭЛРО.

Государственный план электрификации России (рисунок 1) был принят 22 декабря 1920 года, и именно в этот день отмечается профессиональный праздник работников энергетической промышленности – День энергетика.

Согласно данным некоторых источников, в основу плана ГОЭЛРО положены наработки энергетической академической Комиссии, которая была создана в 1916 г., для изучения естественных производительных сил в Российской империи (КЕПС). Примечателен тот факт, что в 1930 г. КЕПС была преобразована в Энергетический институт АН СССР.

По другим данным, разработка плана масштабной электрификации России была начата до революции немецкими инженерами, которые были специально для этого наняты Петербургской электрической компанией. Но, так как в 1914 г.

началась Первая мировая война, то все работы по разработке этого грандиозного плана были прекращены.

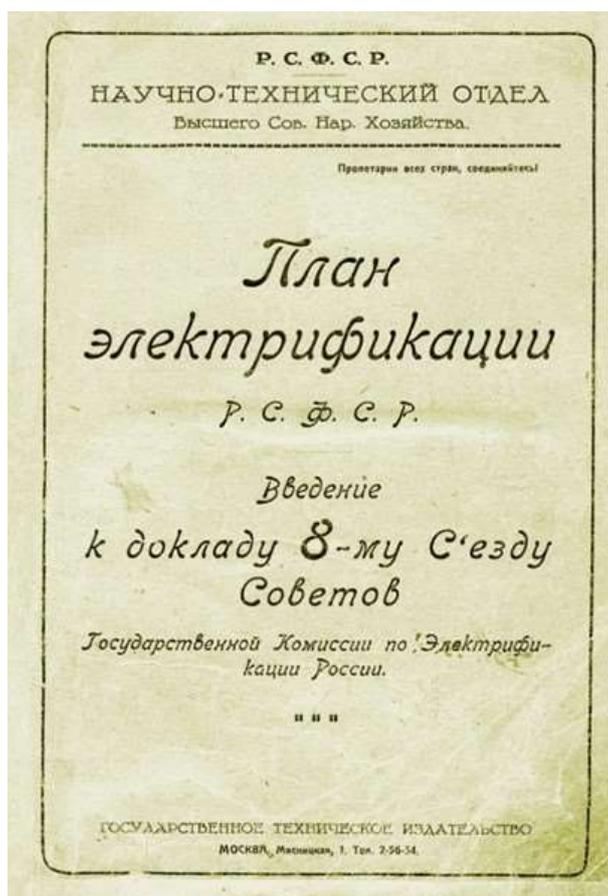


Рисунок 1 - Государственный план электрификации России (ГОЭЛРО)

В России начала XX века власти понимали важность развития экономики, основой которой должна была стать электроэнергетика. Россия уступала многим странам по выработке электроэнергии. Для сравнения в 1913 г. в США было выработано 26,3 млрд. квт·ч в год, что почти в 10 раз больше, чем в России.

Кроме того, нельзя было не учитывать тот факт, что в стране уже давно существовала развитая электротехническая научная школа, проводились Всероссийские электротехнические съезды, разрабатывались проекты электрификации, планы по оптимальному распределению электроэнергии по всей территории страны и т.д. К сожалению, осуществление планов и проектов электрификации России тормозилось существованием множества неразрешимых проблем. Главными из них были следующие проблемы:

- частная собственность на землю;
- отсутствие или несовершенство нормативной и правовой базы;
- отсутствие единой системы управления;
- более 50% энергообъектов принадлежало иностранному капиталу.

Все эти проблемы исчезли сами собой в октябре 1917 г., и уже через три года, в труднейшие для страны времена (шла гражданская война и продолжалась интервенция), в кратчайшие сроки руководством РСФСР был разработан план

электрификации, и для его реализации была создана комиссия под руководством Г. М. Кржижановского (рисунок 2). Здесь особо следует отметить тот факт, что учёный в области энергетики, академик АН СССР, советский государственный деятель Г. М. Кржижановский является основателем научных подходов в развитии отечественных энергетических систем и электрификации всех отраслей экономики. В результате, под руководством Кржижановского, в конце 50-х годов прошлого столетия, был разработан план комплексный научно-исследовательских работ, целью которых являлось создание в СССР единой энергетической системы.

Примечателен также и тот факт, что Г. М. Кржижановский уделял огромное внимание вопросам не только вовлечения в топливный баланс вторичных энергоресурсов и использования комбинированного топлива, но и использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), причем, речь не только гидроэнергетике. Так, после создания Энергетического института (ЭИН) в 1930 г., по инициативе Г. М. Кржижановского, была создана исследовательская группа по использованию солнечной и ветровой энергии. Позже, в ЭИН была создана отдельная научно-исследовательская лаборатория, которая занималась разработками в области использования ВИЭ.



Рисунок 2 - Комиссия по разработке плана ГОЭЛРО. Слева направо:
К. А. Круг, Г. М. Кржижановский, Б. И. Угримов, Р. А. Ферман,
Н. И. Вашков, М. А. Смирнов

План ГОЭЛРО был рассчитан максимум на 15 лет, но, уже через 10 лет после начала его реализации, был фактически перевыполнен. Реализация плана ГОЭЛРО представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Реализация плана ГОЭЛРО (показатели 1913-1927 гг.)

Показатель	1913	1927
Установленная мощность (кВт)	712	18 500
Текущее потребление (тыс. кВт·ч)	427	10 000
Количество электростанций	33	858
Электрифицированные сельские населённые пункты	-	89 739

Наиболее тяжелейшим испытанием для всех жителей нашей страны стала Великая Отечественная война, в ходе которой значение энергетики достаточно сложно переоценить, так как именно она была основой экономического, а следовательно и военного могущества СССР. И именно поэтому, гитлеровская Германия ставила перед собой одну из наиболее важных задач, уничтожение и захватит главных энергетических ресурсов. Поэтому уже в первые месяцы войны, вражеской авиацией в нашей стране было уничтожено более половины хранилищ топлива, в результате чего танки и авиация остались без горючего. Также, начиная с первых дней войны, был нанесен колоссальный ущерб электросетевому комплексу, были нанесены удары и разрушены объекты энергетической инфраструктуры и топливно-энергетического комплекса.

Но, несмотря на то, что почти половину генерирующих мощностей были потеряны, в руководстве страны понимали, что для скорейшей Победы без энергетики, как в тылу, так и на фронте, не обойтись (рисунок 3).



Рисунок 3 – Энергетический плакат времен Великой Отечественной войны

Советские энергетики самоотверженно трудились в тылу, героически сражались на фронте, на передовой, и внесли свой исключительный вклад в Победу.

Восстановление объектов энергетики в СССР начиналось сразу же, после освобождения городов и территорий от немецко-фашистской оккупации.

Основным периодом послевоенного восстановления отечественной энергетики считается период с 1945 по 1959 годы. Некоторые важные этапы этого периода приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Важные этапы восстановления энергетики 1945-1959 гг.

Событие	Дата
Восстановлена Нижне-Свирской ГЭС	1945
Восстановлена Лесогорская ГЭС	1945
Восстановление работы Дубровской ГРЭС	1946
Пуск 2-х гидрогенераторов Кондопожской ГЭС	1947
Запущена Финская и Святогорская ГЭС	1947
Запущена ГЭС на р. Оредеж в Ленинградской области	1948
Строительство Нива ГЭС-3 с подземными турбинами	1949
Введена в эксплуатацию Янискоски ГЭС и реконструирована Василеостровская ТЭЦ	1950
Запущен первый гидроагрегат Верхне-Свирской ГЭС	1951
Электрифицирован Валаам, запущена Нива ГЭС-3	1952
Начала работу Маткожненская ГЭС в Карелии	1953
Запущены Пальеозерская ГЭС, и 1-й турбоагрегат Выборгской ТЭЦ	1954
Заработали в полную силу Каскад Пазских ГЭС в Запольярье, Нарвская ГЭС и Княжегубская ГЭС	1955
Начала работу Ондская ГЭС (Карелия), Автоовская ТЭЦ (Ленинград), создано Карелэнерго	1956
Начала работу Первомайская ТЭЦ в Ленинграде	1957
Введена в эксплуатацию Кайтакоски ГЭС и Апатитская ТЭЦ в Мурманской области	1959

Мощность вновь вводимых в 50-х годах генерирующих мощностей постоянно возрастала. Началось строительство крупнейших Красноярской, Братской и Волжской ГЭС, а также первой дальней линии электропередачи (ЛЭП) 400 кВ. Параллельно с этим развивались работающие отдельно три объединенные электроэнергетические системы Центра, Юга и Урала.

27 июня 1954 г. считается днем, когда энергетика мира вступила в новую эпоху. За день до этого, на первой в мире атомной электростанции - Обнинской АЭС, был запущен турбогенератор, и началась выработка электроэнергии. Первая в мире АЭС мощностью 5 МВт встала под промышленную нагрузку.

В 1964 г. ведены в эксплуатацию энергоблоки Нововоронежской (и 360 МВт) и Белоярской АЭС (200 МВт). Началось дальнейшее, бурное развитие отечественной атомной энергетики, которая и на сегодняшний день по уровню научно-технических разработок является одной из лучших в мире. Так,

например, совсем недавно стало известно, что на предприятиях Росатома и Роскосмоса, начато строительство первого в мире космического атомного буксира «Нуклон» (рисунок 4) [1].



Рисунок 4 - Космический буксир «Нуклон» с ядерным двигателем

В первой половине 60-х годов, все существующие на тот момент времени дальние ЛЭП, были переведены на напряжение 500 кВ, ставшие в последующие годы основными системообразующими сетями единой энергосистемы (ЕЭС) европейской части СССР. Системообразующей сети в объединенной энергосистеме (ОЭС) восточной части страны, также были переведены с 220 кВ на 500 кВ. ОЭС Северного Кавказа и Юга были соединены на параллельную работу по ЛЭП 110-220 кВ, вступила в строй первая опытно-промышленная линии ЛЭП постоянного тока напряжением 800 кВ, соединившая Донбасс и Волгоград.

Следующий этап развития энергетики нашей страны начался в 70-х годах, и связан он был с формированием ЕЭС СССР. Так, в состав ЕЭС, в 1972 г. вошли ОЭС Средней Азии и ОЭС Казахстана, а в 1978 г. завершено строительство транзитной ЛЭП напряжением 500 кВ, соединившей Урал, Казахстан, и Сибирь. В это же время, с ЕЭС СССР начали параллельную работу энергосистемы европейских стран членов СЭВ (Совет экономической взаимопомощи) и энергосистема Монголии.

Экспорт электроэнергии в Турцию от ЕЭС СССР был осуществлен в 70-х годах, а объединение с энергосистемами Скандинавских стран (Финляндия, Норвегия и др.) реализовано посредством вставки постоянного тока (ВПТ) в г. Выборге, эксплуатация которой началась в 1981 году.

Развитие системообразующих сетей в 70-80-е годы происходило поэтапно, путем последовательного перехода на более высокие ступени напряжений. Впервые, вводом в эксплуатацию ЛЭП Конаковская ГРЭС – Москва, было освоено напряжения 750 кВ. Возрастало напряжение, росла протяженность ЛЭП, в результате появлялась возможность объединения крупнейших энергосистем в единую энергосистему.

В начале 1990 г., девять из одиннадцати ОЭС, вошли в состав ЕЭС СССР, охватив почти 2/3 всей территории страны. Но, после распада СССР в 1991 г., некоторые части ЕЭС оказались на территории других государств, в результате чего некоторые связи с энергосистемами были нарушены.

Рассматривать структуру современной электроэнергетики России, необходимо исключительно в контексте преобразований в отрасли, которые произошли в результате реорганизации РАО «ЕЭС России». Данную реорганизацию называют реформой российской энергетики, она была начата в начале 2000-х годов, и завершилась в 2008 году.

С момента завершения этапа реформы электроэнергетики прошло относительно не много времени, поэтому для понимания происходящих в отрасли процессов, важно разобраться в тех причинах, которые и вызвали необходимость проведения реформирования РАО «ЕЭС России».

Основная проблема в процессе реформирования отечественной электроэнергетики заключалась в том, что в развитых странах с рыночной экономикой, монополизация энергетики была начата почти на 20-25 лет раньше, чем в России. У нас же, реформирование электроэнергетики было начато и проходило в достаточно жестких условиях политического и экономического кризиса. На протяжении десятилетия, начиная с 1991 года, рыночные отношения в экономике страны еще не сложились, а вся система государственного регулирования, в том числе и в энергетике, была полностью демонтирована. Износ основных фондов в электроэнергетике, в отдельных регионах достигал 75 % и более, а объем инвестиций, как частных, так и государственных в отрасль, был минимальным. Соответственно, реформирование сопровождалось технологическим отставанием, и происходило на фоне постоянного падения экономических показателей.

До сих пор, между сторонниками и противниками реформирования российской электроэнергетики продолжается спор, суть которого сводится к тому, что для предотвращения деструктивных процессов в электроэнергетике, существовали и другие способы. И действительно, теоретически, существовали как минимум еще два способа избежать уже состоявшегося реформирования РАО «ЕЭС России».

Суть первого из этих способов заключалась в том, что все накопленные в Стабилизационном фонде средства, около 3,5 млрд руб., должны были быть направлены на поддержку отрасли, главным образом, на обновление основных фондов, обновление инфраструктуры, строительство и т.д. Но, при таком варианте развития событий, дефолт для макроэкономики был бы неизбежен. Суть второго способа сводилась к резкому повышению тарифов (в 3-5 раз) в достаточно короткий промежуток времени. Реализация такого варианта привела бы к лавинообразному росту цен, и к дестабилизации социально-политической обстановки в стране [2, 3].

Таким образом, с целью вывода отечественной электроэнергетики из кризиса, привлечения частных и зарубежных инвестиций, снижения темпов роста цен на электроэнергию и т.д., в новые столетия реформирование отрасли продолжилось. При этом основным ориентиром было названо создание современного высокоэффективного рынка электроэнергии на основе конкурентных отношений [4].

В результате изменилась структура отрасли, функции естественно-монопольных (передача электроэнергии и оперативно-диспетчерское управление) и потенциально конкурентных (производство и сбыт электроэнергии) были разделены. Вместо прежних вертикально-интегрированных компаний, выполнявших все эти функции, были созданы компании, которые специализировались на отдельных видах деятельности. В общем виде, с точки зрения функционирования, структура современной российской электроэнергетики представлена на рисунке 5.

Также, одним из главных результатов реформирования электроэнергетической отрасли явилось то, что образовался двухуровневый конкурентный рынок электроэнергии.

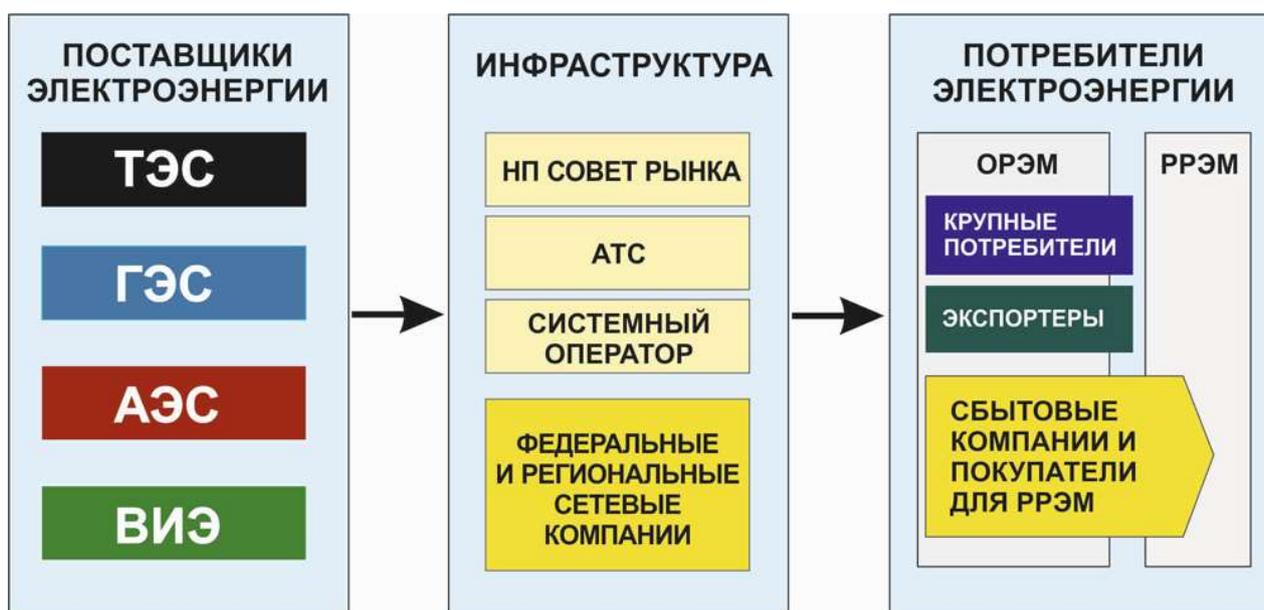


Рисунок 5 – Функциональная схема электроэнергетики России

В 2019 г. вышел подготовленный Институтом энергетических исследований РАН совместно с Московской школой управления «Сколково» очередной «Прогноз развития энергетики мира и России», который подтвердил тот факт, что мировая энергетическая система находится в состоянии очередного периода изменений. При этом, изменения носят фундаментальный характер [5].

Если посмотреть на основные прогнозные показатели (рисунок 6), которые характеризуют будущее мировой энергетики, то нельзя не заметить достаточно существенный разброс экспертных оценок. А это, мягко говоря, создает огромную неопределённость, и при определённых обстоятельствах (политическая, экономическая нестабильность, и др.) может вызвать реальную угрозу энергобезопасности государства.

Таким образом, «Прогноз развития энергетики мира и России 2019» констатирует тот факт, что мир вступает в новый этап 4-го энергетического перехода (далее - Энергопереход), к широкому использованию ВИЭ.

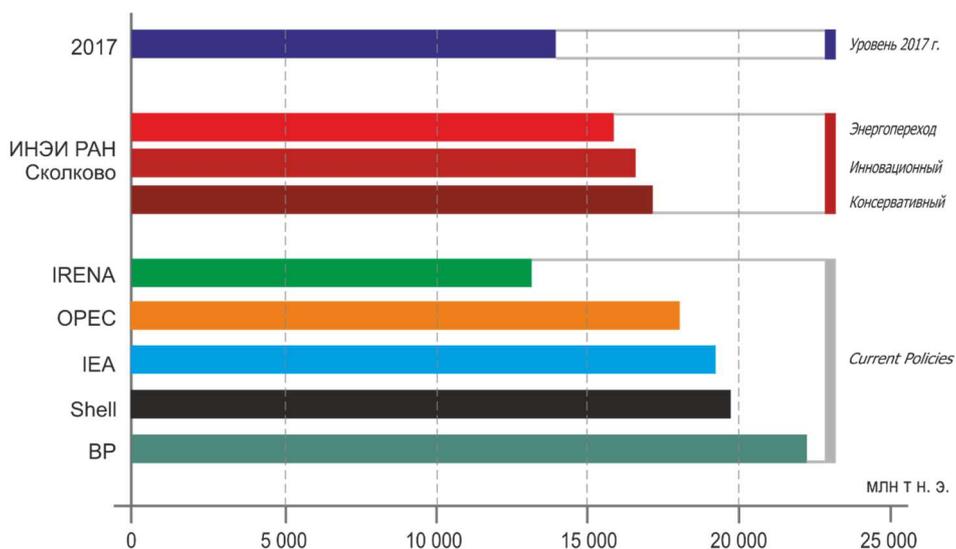


Рисунок 6 - Первичное энергопотребление в мире в 2040 г. млн т н. э.

Текущий, четвертый Энергопереход - это очередное фундаментальное преобразование мирового энергетического сектора. Динамика мирового энергопотребления по видам топлива с 1860 по 2040 годы, представлена на рисунке 7.

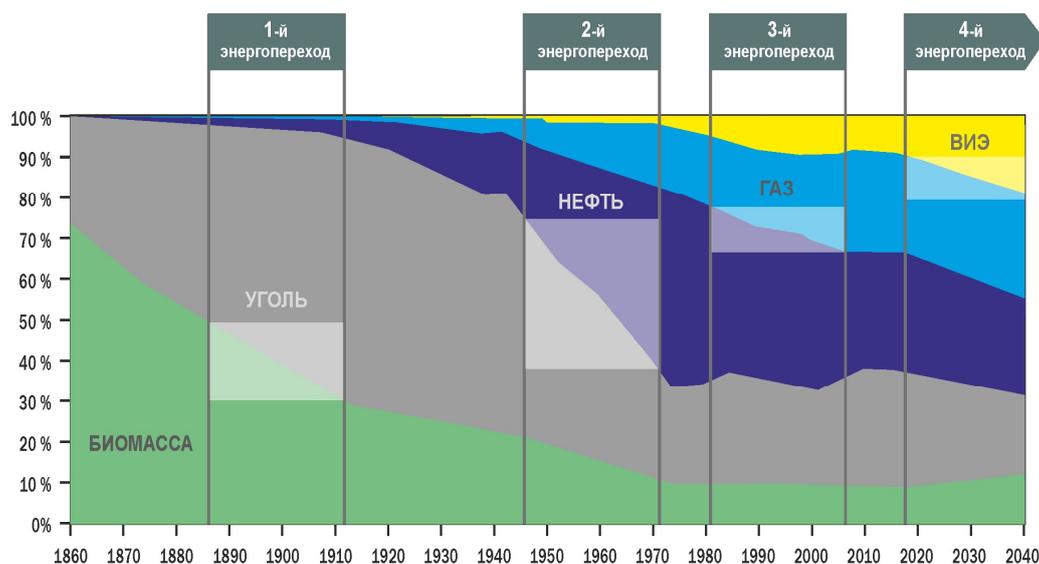


Рисунок 7 – Энергетические переходы и энергопотребление

Каждый последующий энергетический переход – это результат коренных изменений в технологиях, которые позволяют существенно изменить структуру первичного энергопотребления.

Вообще «энергетический переход» – это перевод немецкого термина «Energiewende». И впервые этот термин был использован в 1980 г. в публикации Института прикладной экологии Германии. Называлась публикация так: «Энергетический поворот. Рост и благосостояние без нефти и урана». В данной работе

доказывалась возможность экономического роста и устойчивого энергоснабжения без использования атомной энергии – за счёт возобновляемой энергетики.

С количественной точки зрения Энергопереход можно определить, как 10% сокращение доли рынка определенного энергоресурса за 10 лет.

Первый энергетический переход происходил от биомассы к углю, в ходе него доля угля в общем объеме потребления первичной энергии с 1840 по 1900 гг. увеличилась с 5 % до 50 %. Уголь стал основным источником энергии индустриального мира;

Второй энергетический переход связан с распространением нефти – ее доля выросла с 3 % в 1915 г. до 45 % к 1975 г. Наиболее интенсивный период переключения с угля на нефть пришелся на годы после Второй мировой войны. Начался «век моторов» и доминирования нефти, который завершился в конце 1970-х гг. нефтяным кризисом;

Третий энергетический переход привел к широкому использованию природного газа (его доля выросла с 3 % в 1930 г. до 23 % в 2017 г.) за счет частичного вытеснения как угля, так и нефти [5].

4-й энергетический переход обуславливается не одной конкретной технологической революцией, а целой массой технологических прорывов.

Бурный рост технологических инноваций в энергетике и изменение государственных приоритетов в области энергетической политики в сторону более широкого применения ВИЭ позволяет отказаться от дорогостоящих и невозобновляемых энергоресурсов и открывает путь к диверсификации энергоснабжения. В первую очередь, речь сегодня идет об энергосистемах и системах электроснабжения, получающих электроэнергию от ВИЭ. Но, и здесь, судя по тенденции развития электроэнергетики в мире, традиционная схема «генерация – транспортировка - потребитель» претерпевает существенные изменения.

Декарбонизация является первопричиной трансформации. Декарбонизация – переход к экологически чистой «безуглеродной» экономике и энергетике, не сопровождающейся выбросами парниковых газов (в частности, диоксида углерода)

- увеличение доли ВИЭ в энергетическом балансе стран и их объединений;
- максимальный отказ от применения любых технологий, в которых формируются выбросы парниковых газов (угольной генерации, газового отопления, двигателей внутреннего сгорания);

- увеличение доли электрического транспорта, в первую очередь, частных электромобилей.

С каждым годом, всё больше и больше потребителей электроэнергии отказываются от централизованного энергоснабжения, и, по всему миру, уже около 13 % крупных производств, перешли на собственные источники генерации. Так, например, в Дании, уже более 50 % различных производств, получают электроэнергию от своих собственных источников [6].

Таким образом, можно констатировать тот факт, что системы распределенной энергетики и микрогенерации (производство электроэнергии объектами малой мощности) получают наибольшее развитие, полностью независимы от централизованных систем электроснабжения и предназначены для выработки электроэнергии непосредственно рядом с потребителем. Распределенная энергетика становится важнейшим элементом глобальной трансформации мировой энергосистемы, и динамика этих процессов усиливается с каждым годом.

Одновременно с этим, всё заметнее становятся изменения энергополитики ведущих стран мира, подталкивая энергетику в переходу от углеводородов к «зелёному» водороду. Стремление декарбонизации экономики, неизбежно выводит водород на первый план, который уже давно и по праву считается топливом будущего. Поэтому, транзит к энергии ВИЭ от энергии ископаемого топлива, накопление (аккумуляция и хранение) этой энергии – это те задачи XXI века, решить которые возможно только используя уникальные свойства водорода.

В 2020 г. в России был принят план развития водородной энергетики до 2024 г., и, тем самым, наша страна вступила в глобальную «водородную гонку» [7]. Согласно принятому плану, который по праву можно назвать планом «ГОЭЛРО XXI века», предполагает не просто реализовать несколько крупномасштабных проектов, но и по сути, осуществить водородную революцию, начав широкомасштабный процесс генерации водорода для новой энергетики нашей страны.

Список используемой литературы

1. Нуклон (космический комплекс) [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Нуклон_\(космический_комплекс\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Нуклон_(космический_комплекс)) (дата обращения: 21.12.2020).
2. Бадовская Н. Реформа электроэнергетики в России //Мировое и национальное хозяйство. – 2009. – №. 2. – С. 13-22.
3. Реформа электроэнергетики в новой России // Студми. Учебные материалы для студентов. Режим доступа: https://studme.org/138450/tehnika/reforma_elektro-energetiki_novoy_rossii (дата обращения: 21.12.2020).
4. Уильямсон О. И. Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, «отношенческая» контракция / Научн. ред. и вступительная статья В. С. Каткало; пер. с англ. Ю. Е. Благова, В. С. Каткало, Д. С. Славнова, Ю. В. Федотова, Н. Н. Цытович. СПб.: Лениздат; CEV Press, 1996, 702 с.
5. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина; ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. – 210 с. - ISBN978-5-91438-028-8.
6. Электроэнергетика Дании - Electricity sector in Denmark Электроэнергетика [Электронный ресурс]: Из Википедии, бесплатной энциклопедии. – Режим доступа: https://ru.qaz.wiki/wiki/Electricity_sector_in_Denmark (дата обращения: 21.12.2020).
7. План мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года [Электронный ресурс]: Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/19194> (дата обращения: 21.12.2020).

Информация об авторах

Шашко В. И., кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова, г. Барнаул.