



ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ, НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Выпуск **• 3 •** 2016

Издается с 1995 года

## Редакционная коллегия:

- В.В. Бушуев** – д.т.н., профессор, генеральный директор ИЭС, главный редактор
- А.М. Мастепанов** – д.э.н., профессор, зам. директора ИППГ РАН, зам. главного редактора
- А.М. Белогорьев** – отв. секретарь, зам. директора по энергетическому направлению, Фонд «Институт энергетики и финансов»
- Н.И. Воронай** – д.т.н. чл.-корр. РАН, директор ИСЭМ СО РАН
- А.И. Громов** – к.э.н., Фонд «Институт энергетики и финансов», директор по энергетическому направлению
- А.Н. Дмитриевский** – д.г.-м.н., академик РАН, директор ИППГ РАН
- В.А. Крюков** – д.э.н., чл.-корр. РАН, зам. директора ИЭОПП СО РАН
- Ю.Н. Кучеров** – д.т.н., начальник департамента технического регулирования ОАО «СО ЕЭС»
- А.А. Макаров** – д.э.н., академик РАН, советник РАН
- О.С. Попель** – д.т.н., зам. директора ОИВТ РАН
- В.В. Саенко** – к.э.н., зам. генерального директора ИЭС
- Ю.А. Станкевич** – зам. председателя Комитета РСПП по энергетической политике и энергоэффективности
- Ю.К. Шафраник** – д.э.н., председатель Совета директоров ЗАО «МНК «СоюзНефтеГаз»

Учредитель журнала «Энергетическая политика»: ЗАО «Глобализация и Устойчивое развитие. Институт энергетической стратегии»

Адрес редакции: 111116, Москва, ул. Лапина, д. 17а, оф. 408.  
 Телефон ред.: (495) 229-42-41 (доб. 230)  
 E-mail: ies2@umail.ru; krilov@guies.ru  
 Web-site: http://www.energystrategy.ru  
 Выходит 6 раз в год  
 Ведущий редактор *С.И. Крылов*  
 Компьютерная верстка *В.М. Шербаков*  
 Отпечатано в типографии Onebook  
 Подписано в печать 23.06.2016  
 Формат 60x84/8  
 Бумага офсетная. Печать офсетная  
 Усл. печ. л. 12,78. Уч. изд. л. 13,75  
 Тираж 500 экз.  
 Заказ № 29 (67/02-99) ИЭС № 366

© ЗАО «Глобализация и Устойчивое развитие. Институт энергетической стратегии», 2016  
Журнал «Энергетическая политика» входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК.  
При перепечатке материалов ссылка на издание обязательна.

ПОБЕДИТЕЛЬ VII ВСЕРОССИЙСКОГО  
ЖУРНАЛИСТСКОГО КОНКУРСА  
«ЛУЧШАЯ ПУБЛИКАЦИЯ  
ПО ПРОБЛЕМАМ ТЭК РОССИИ 2001 года»



## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

### ТЭК XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

### FEC XXI CENTURY: TRENDS AND FORECASTS

- Ю.К. Шафраник.** Глобальные энергетические изменения и Россия. Новая карта мирового энергетического пространства.....3
- Y. Shafranik.** Global energy changes and Russia. New map of the world energy space
- А.И. Кулапин.** Энергетика будущего – стратегический и инновационный императив развития российского ТЭК.....13
- A. Kulapin.** Energy of the future: strategic innovation imperative of the russian fuel and energy complex development
- В.В. Бушуев.** Энергоинформационные системы как основа неоиндустриальной и социогуманитарной цивилизации.....17
- V. Bushuev.** Energy-information systems as a base for the neo-industrial and socio-humanitarian civilization
- Н.Д. Роголев.** Человеческий капитал – основа инновационного развития российской энергетики.....25
- N. Rogalev.** Human capital as a basis for innovative development of the russian energy industry

<b>Ю.В. Синяк.</b> Влияние климатических рисков на темпы и структуру развития российского ТЭК в первой половине XXI века.....	<b>31</b>
<i>Yu. Sinyak.</i> Impact of climate risks on the development rate and pattern of the russian fuel and energy complex in the first half of the XXI century	
<b>С.И. Мельникова, Н.В. Трошина.</b> Среднесрочные перспективы вхождения новых СПГ-производств на ключевые рынки в условиях низкой ценовой конъюнктуры.....	<b>43</b>
<i>S. Melnikova, N. Troshina.</i> Mediumterm prospects of new LNG production access to the key markets in a low price environment	
<b>К.С. Дегтярев, А.М. Залиханов, А.А. Соловьев, Д.А. Соловьев.</b> План ГОЭЛРО и возобновляемые источники энергии.....	<b>55</b>
<i>K. Degtyarev, A. Zalikhanov, A. Solovyev, D. Solovyev.</i> The plan of GOELRO and renewable energy sources	
<b>Б.Г. Санеев, И.Ю. Иванова, Т.Ф. Тугузова.</b> Развитие возобновляемой энергетики на востоке России в первой половине XXI века на фоне общероссийских тенденций.....	<b>66</b>
<i>B. Saneev, I. Ivanova, T. Tuguzova.</i> Development of renewable energy sector in the Russian east over the first half of the XXI century amidst national trends	
<b>Е.П. Грабчак, Е.А. Медведева, К.П. Голованов.</b> Импортозамещение – драйвер развития или вынужденная мера?.....	<b>74</b>
<i>E. Grabchak, E. Medvedeva, K. Golovanov.</i> Import replacement – driver for evolution or forced measure	
<b>В.В. Тиматков.</b> Электромобиль – предвестник грядущего электрического мира.....	<b>86</b>
<i>V. Timatkov.</i> Electric vehicle as a herald of the new electrical world	
<b>С.З. Жизнин, В.М. Тимохов.</b> Перспективы международного сотрудничества в развитии термоядерной энергетики. Экономические и экологические аспекты.....	<b>98</b>
<i>S. Zhiznin, V. Timokhov.</i> Perspectives international cooperation in the development of fusion energy. Economic and environmental aspects	

УДК 620.9 (470+571)

К.С. Дегтярев, А.М. Залиханов, А.А. Соловьев, Д.А. Соловьев<sup>1</sup>

## **ПЛАН ГОЭЛРО И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

Статья посвящена истории использования возобновляемых источников энергии в России с выделением ключевых моментов, связанных с планом ГОЭЛРО и местом ВИЭ в его осуществлении, а также идеями использования ВИЭ, выдвинутыми в 1920-е – 1930-е годы. Выделены основные этапы развития энергетики на основе ВИЭ в России с учетом перспектив отечественной возобновляемой энергетики в XXI веке. Рассматривается и оценивается актуальность и возможность использования подходов ГОЭЛРО применительно к развитию энергетики на основе ВИЭ в России в наше время с учетом нынешней экономико-технологической и геополитической специфики.

*Ключевые слова:* ГОЭЛРО, ВИЭ, стратегическое планирование, экономическое районирование, энергетика, энергосистема, экономика, геополитика, экономические циклы.

### **Использование ВИЭ в России до революции 1917 года**

История использования ВИЭ в России в современном понимании отсчитывается примерно с конца XIX – начала XX в., когда началось строительство первых гидроэлектростанций (причем, по современным критериям, все они попадают под определение малых ГЭС) и электростанций на торфе. К 1913 г. в России действовало 78 ГЭС [11].

Из крупных торфяных электростанций следует отметить Богородскую станцию (в настоящее время – Ногинский район Московской области), запущенную в эксплуатацию в 1913 г., мощностью 5 МВт. В проектировании станции принимал участие Г.М. Кржижановский.

В целом установленные перед Первой мировой войной в России электроэнергетические мощности оставались небольшими – чуть более 1 ГВт [6], а выработка электроэнергии в 1913 г. составила 1,9 млрд кВтч, или 14 кВтч на душу населения (для сравнения: в США на тот момент душевое производство электроэнергии составляло 236 кВтч [5], в современной РФ – около 6 700 кВтч, в современных США – более 12 000 кВтч).

В России в 1866 г. было основано Императорское русское техническое общество, в котором в 1877 г. был создан электротехнический отдел (VI отдел). Российские профессионалы еще тогда неоднократно поднимали вопросы стратегического развития электроэнергетики страны. В значительной степени идеи, высказанные в тот период, в том числе Г.М. Кржижановским, легли позже в основу плана ГОЭЛРО.

В частности, выступая 21 ноября 1915 г. на совещании по подмосковному углю и торфу под эгидой Бюро объединенных технических организаций с докладом «Областные электрические станции на торфе и их значение для Центрального промышленного района России», Кржижановский настаивал на необходимости активного использования местных энергетических ресурсов.

Расчеты, приведенные им, показывали достаточность торфяных ресурсов для обеспечения развития промышленности района в течение многих десятилетий, а также более высокую экономическую эффективность производства электроэнергии на торфяных станциях с ее транспортировкой по линиям электропередач к месту потребления по сравнению с перевозкой непосредственно торфа. Один из примеров такого расчета приводится в докладе [13]:

---

<sup>1</sup> Кирилл Станиславович Дегтярев – аспирант МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, e-mail: kirl111@rambler.ru;  
Алим Михайлович Залиханов – старший научный сотрудник МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, к.г.н., e-mail: rsemsu@mail.ru;  
Александр Алексеевич Соловьев – профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, д.ф.-м.н., академик РИА, e-mail: asolovev@geogr.msu.ru;  
Дмитрий Александрович Соловьев – старший научный сотрудник Объединенного института высоких температур (ОИВТ) РАН, к.ф.-м.н., e-mail: solovev@guies.ru.

## ТЭК XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

---

*«Сооружение высоковольтной электропередачи на 100-верстное расстояние и трансформаторных устройств обошлось бы по ценам, имевшим место до войны, в круглых цифрах в 1 млн рублей. По линии вышеуказанной стоимости возможно передать в течение года с небольшими потерями 40 млн кВт·ч, что соответствует, как мы видели выше, расходу 6 млн пудов торфа в год. Перевозка же этого количества торфа с операциями взвешивания, нагрузки и выгрузки обойдется, по действующему железнодорожному тарифу, в круглых цифрах в 140 тыс. руб...»*

### ВИЭ в плане ГОЭЛРО

Возвращение к данной теме произошло уже после 1917 г., в критической для экономики России послереволюционной и послевоенной ситуации.

О необходимости использования местных, в том числе возобновляемых, источников энергии упоминал В.И. Ленин в «Наброске плана научно-технических работ» от апреля 1918 г.:

*«Академии наук, начавшей систематическое изучение и обследование естественных производительных сил России, следует немедленно дать от Высшего совета народного хозяйства поручение образовать ряд комиссий из специалистов для возможно более быстрого составления плана реорганизации промышленности и экономического подъема России. В этот план должно входить:*

*... использование непервоклассных сортов топлива (торф, уголь) для получения электрической энергии с наименьшими затратами на добычу и перевоз горючего. Водные силы и ветряные двигатели вообще и в применении к земледелию» [15].*

При всех различиях того периода и нынешнего времени обращает на себя внимание сходство геополитической ситуации. Ранее, по условиям Брестского мира и в целом вследствие войн и революционных катаклизмов, Россия на тот момент находилась практически в границах современной Российской Федерации, утратив контроль над южными и западными территориями, и в «Наброске...» отдельно оговаривается необходимость поиска собственных ресурсов разви-

тия – «без Украины и без занятых немцами областей».

На содержание «Наброска...» не могли не повлиять состоявшиеся ранее (в ноябре-декабре 1917 г.) встречи Ленина с энергетиками И.И. Радченко и И.В. Винтером [5], на которых поднимался, в том числе, вопрос использования местных энергоресурсов в новых, критических условиях. Кроме того, по итогам встреч было принято постановление о строительстве Шатурской ГРЭС и начата подготовка сметы строительства Волховской ГЭС под руководством Г.О. Графтио, в тот момент возглавлявшего «Электрожелдор».

Ленин активно поддерживал и способствовал продвижению идей и разработок Кржижановского, занимавшего с 1919 г. пост председателя Главэлектро ВСНХ, а с февраля 1920 г. – председателя Государственной комиссии по электрификации России (ГОЭЛРО).

В январе 1920 г. Кржижановский снова выступил на тему использования торфяных ресурсов в докладе «Торф и кризис топлива». Это звучит непривычно для нашего времени, но в тот момент Россия находилась, по сути, в энергетической блокаде. Основная часть довоенных источников энергоснабжения была потеряна – инфраструктура Донбасса разрушена, а уголь Домбровского бассейна (современная Польша) оказался в пределах отдельного и при этом враждебного России государства, контроль над нефтепромыслами Баку также был на тот момент потерян.

Кржижановский характеризует положение дел в Центрально-промышленном районе и России в целом следующим образом:

*«До войны Россия покрывала почти две трети своего промышленного потребления топлива каменным углем: донецким, домбровским и заграничным, а остальную треть – нефтью и дровами. Торф и местные угли играли лишь ничтожную роль. На отопление домов потреблялось больше, чем на промышленность, и здесь преобладающее значение имели дрова. Потеря домбровского и заграничного углей лишила нас сразу 30% всего промышленного топлива... Нам приходится теперь приступить к переоценке топливных ценностей. Мы не можем рассчитывать на быструю поправку в направлении угля и нефти... Надежда на сланцы пока оста-*

## ТЭЖ XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

ется надеждой. Ясно, что следует отнестись с особым вниманием к тем перспективам, которые открывает использование торфа».

В дальнейшем план ГОЭЛРО составлялся с опорой на местные энергоресурсы. С точки зрения ВИЭ можно выделить следующие его составляющие:

- акцент на местные виды топлива в каждом районе;
- торфяные ресурсы;
- гидроэнергетические ресурсы;
- перспективы использования ветроэнергетики.

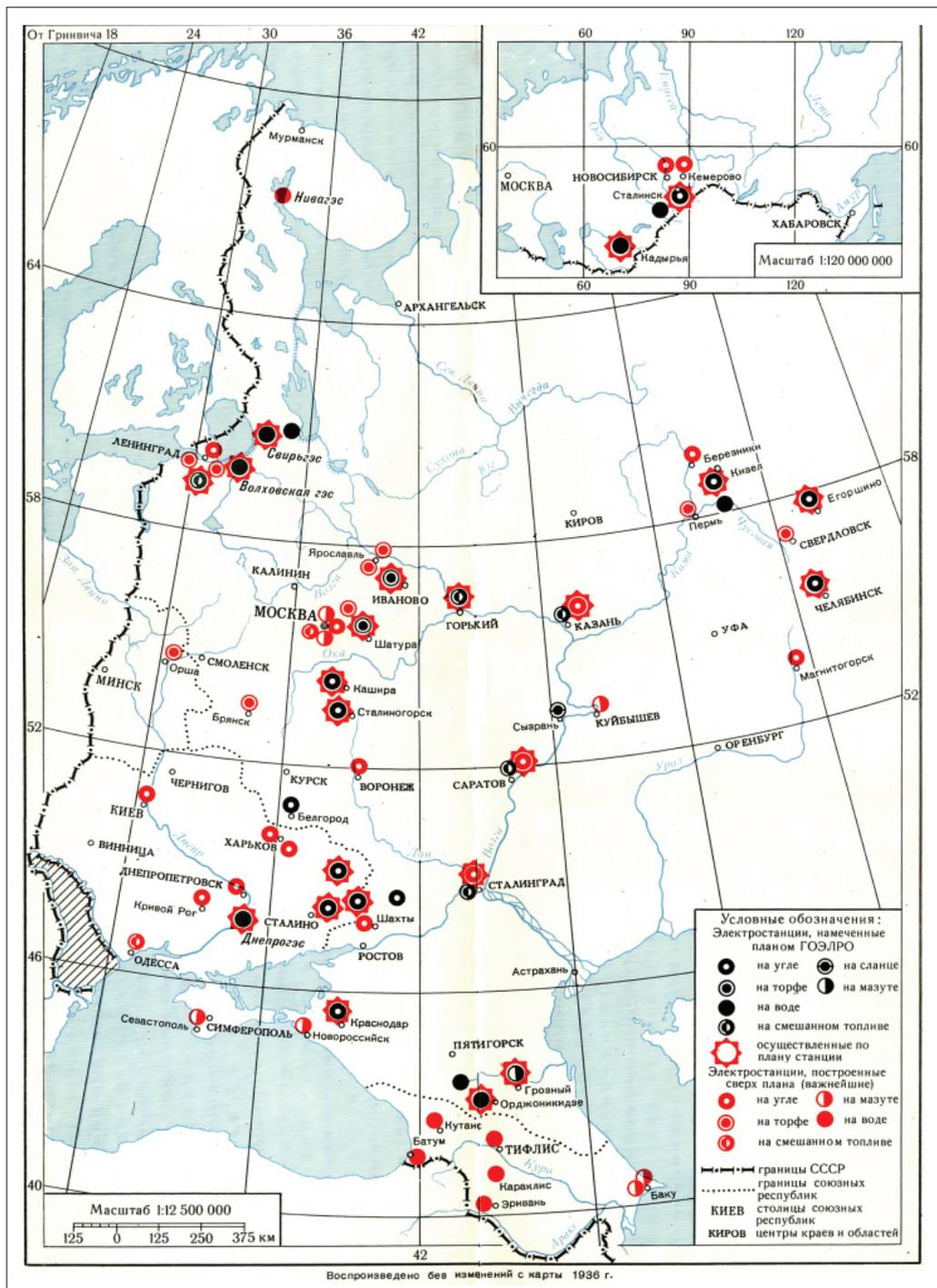


Рис. 1. Выполнение плана ГОЭЛРО к 1936 г. [14]

## ТЭК XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

Положение о Комиссии ГОЭЛРО было утверждено 24 февраля 1920 г. Советом Рабоче-крестьянской обороны и подписано В.И. Лениным. Комиссия ГОЭЛРО была сформирована в составе 19 человек, а всего в работе было задействовано около 240 человек [5].

План государственной электрификации России (план ГОЭЛРО) был одобрен 22 декабря 1920 г. VIII Всероссийским съездом советов и утвержден декретом СНК «Об электрификации РСФСР» на IX Всероссийском съезде советов 23 декабря 1921 года.

ГОЭЛРО был планом не только развития энергетики, но и экономики страны в целом на основе ее электрификации. Более того, районирование страны в соответствии с планом ГОЭЛРО легло в основу принятого Госпланом экономического районирования России и СССР.

Непосредственно электроэнергетическая составляющая плана включала реконструкцию и строительство в течение 10-15 лет 30-ти электростанций во всех основных районах страны установленной мощностью более 1,7 ГВт и рабочей мощностью более 1,4 ГВт, в том числе 0,65 ГВт на базе ВИЭ [17]. За 15 лет план ГОЭЛРО был даже перевыполнен – построено не 30, а 40 современных, по меркам того времени, электростанций (рис. 1), работавших главным образом на местном сырье, при этом почти в половине случаев – на ВИЭ. В качестве возобновляемых источников выступали гидроэнергия и торф.

### Идеи и планы развития энергетики на основе ВИЭ в 1920-е – 1930-е годы

В дальнейшем планировалось еще более активное использование местных возобновляемых источников. В частности, выступая на V съезде Советов 23 мая 1929 г., Г.М. Кржижановский отдельно упомянул потенциал гидро- и ветроэнергетики:

*«Это заставляет думать об использовании и других источников энергии, в первую очередь о водной энергии. Здесь та же знакомая нам картина. Мы не знаем своих собственных водных богатств. В то время как составлялся план ГОЭЛРО, мы считали природную мощность наших водных сил, таких, которые давали бы возможность делать в одном месте гидравличе-*

*ские установки величиной в 10 тыс. л.с. – всего в 20 млн л.с. За эти годы эта оценка поднялась до 40 млн л.с. Теперь есть возможность говорить, что ресурсы нашей водной энергии на самом деле превосходят 60 млн л.с.... У нас сейчас использование водной энергии ничтожно: едва 1,5% имеющихся природных ее запасов...» [13].*

Эти слова до сих пор сохраняют актуальность – потенциал гидроэнергии в России использован далеко не в достаточной степени. Особый интерес представляют оценки Кржижановским перспектив ветроэнергетики:

*«... Пару слов еще об одном источнике энергии, который мы не должны упускать из виду и который в будущем будет играть колоссальнейшую роль, – это энергия ветра... Грубые прикидки наших ученых говорят, что мы можем с поверхности европейской части СССР получить в течение года 3000 млрд кВт·ч энергии, то есть мощность, превосходящую все мыслимые мировые потребности в ней. Предстоит вплотную подойти к этому великому источнику, и пятилетка ВСНХ правильно намечает поднять установленную мощность ветродвигателей до 500 тыс. л.с. Мы должны ветровыми двигателями более совершенной конструкции заменить старые ветряки в деревне, которые, как они ни были плохи, давали общую мощность до 800 тыс. л.с. Эти ветряки могут быть и пионерами сельской электрификации... А со временем мы их включим в сеть электропередач, и они заживут новой жизнью...».*

В 1933 г. в одном из первых номеров журнала «Техника Молодежи» была опубликована статья Б.В. Дюшена «Ветер – вода – солнце» [12], где рассматривались идеи и перспективы использования основных ВИЭ, включая ветроэнергетику, речную гидроэнергетику, использование энергии приливов, солнечную энергетику. Сам обобщающий термин «возобновляемые источники энергии» ни в статье Дюшена, ни в работах и выступлениях Ленина, Кржижановского и других деятелей того периода не используется. В то же время речь идет именно о ВИЭ в современном их понимании. Необходимость их активного вовлечения в энергетику обосновывалось растущим энергопотреблением и риском исчерпания используемых в то время энергоресурсов: «По подсчетам ряда ученых для полной

## ТЭЖ XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

---

*механизации труда необходима мощность в 2 кВт на каждого жителя земного шара. Пока же современное человечество располагает только 0,04 кВт на душу населения, распределяемого следующим образом: энергия, получаемая от сжигания угля, нефти, торфа, дров и других горючих веществ, составляет 0,023 кВт; энергия движущихся вод – 0,016 кВт; энергия ветра – 0,001 кВт. Эти цифры убеждают нас в том, что количество вырабатываемой энергии получается главным образом за счет расходования природных запасов топлива, восстановление которых идет крайне медленно».*

В духе своего времени автор возлагал надежды прежде всего на социалистическую экономику СССР с ее грандиозными проектами развития и централизованным планированием в противовес неорганизованной рыночной стихии капиталистического мира. В то же время отмечаются интересные идеи и достижения в использовании ВИЭ в западных странах. Энергетика на основе новых источников объявляется «энергетикой будущего».

В разделе статьи, посвященном ветроэнергетике («голубому углю»), говорится о наличии в СССР на тот момент около 170 тыс. ветряных мельниц. В то же время автор говорит о необходимости строительства крупных ветропарков (хотя само слово «ветропарк» также не используется): **«Энергетика будущего требует не ветряка для размолва муки или подъема воды в цистерну для нужд небольшого отдельного хозяйства, она требует создания громадных по мощности и устойчивых по режиму работы ветряных установок. Эти установки должны передать свое движение электрогенераторам, которые дадут ток в линии электропередачи и этим током обслужат потребности не только ближайших местностей, но и целых обширных районов».**

В качестве пионерного проекта такого рода упоминается уже построенная ВЭС на 100 кВт близ Севастополя и запроектированная ВЭС в районе Балаклавы. Дюшен отмечает также экономическую сторону дела и принцип работы энергосети, работающей на силе ветра:

*«Ветроэлектростанции должны работать «кустами», обслуживая общую кольцевую электрическую сеть высокого напряжения. При*

*этом условии отпадает вопрос о неравномерности силы ветра и необходимости устраивать сложные и дорогие аккумуляторы энергии».*

В разделе, посвященном гидроэнергии («белому углю») упоминаются огромные гидроэнергетические ресурсы СССР, оцениваемые в величину не менее 50 млн л.с. только для наиболее известных и доступных водотоков. Акцент делается также на необходимости создания большого количества мощных гидротехнических сооружений. Отдельно упоминается возможность использования энергии приливов: **«Принципиально задача использования приливов не представляет больших технических затруднений. С астрономической точностью приливы совершаются два раза в сутки. При этом подъем уровня воды колеблется в разных местах побережья от 4 до 18 м. Во время прилива воду направляют в ограниченную плотинами бухту. При отливе же запасенную воду можно спустить, при этом энергия движущейся воды перерабатывается с помощью гидротурбин в электрический ток...».**

Отдельный интерес представляют воззрения автора на возможности использования солнечной энергии. Прежде всего, он отмечает повсеместно высокий естественный потенциал солнечной энергии: **«Величина энергии солнечных лучей, падающих на 1 м<sup>2</sup> поверхности, определяется примерно в 1 кВт. Можно считать, что общая площадь крыши большого города получает в среднем от 10 до 100 млн кВт солнечной энергии. При использовании только 1-2% можно получить от 100 тыс. до 2 млн кВт·ч полезной энергии».**

В то же время в 1930-е гг. использование солнечной энергии находилось еще на уровне по большей части теоретических изысканий, что отмечается в статье. Автором упоминаются уже реализованные проекты солнечных коллекторов или концентраторов (в терминологии, используемой Дюшеном, парников и тепловиков): **«... Система парников или тепловиков, устроенных впервые Ф. Шуманом в Филадельфии. Действие тепловика основывается на замечательном свойстве стекла и некоторых других материалов пропускать только определенную группу тепловых лучей (инфракрасных) и задерживать все остальные тепловые лучи...».**

Автор упоминает и другие отечественные разработки и достижения и в солнечной энергетике, и в энергосбережении, в том числе, принадлежащие также Б.П. Вейнбергу: *«Проф. Вейнберг с помощью т. Коймана построил легкий домик, являющийся своего рода «аккумулятором» тепла. В этом легком домике применена особая изоляция стен, правильно выбрано распределение и расположение окон, окраска стен и крыши, в результате получилась постройка – прохладная летом и теплая зимой без какого-либо отопления».* В статье упоминается и ряд грандиозных, в том числе фантастических, даже по меркам нашего времени, проектов.

В заключение автор подчеркивает, что страной энергетики будущего является именно Советский Союз благодаря социалистическому хозяйству. Тот период давал основания для подобных надежд – более того, новая энергетика (на основе ВИЭ) активно развивалась в нашей стране в 1930-е – 1960-е гг. и, несмотря на торможение в последующие годы, работы не прекращались.

#### **Этапы развития энергетики на основе ВИЭ в СССР и постсоветской России**

После 1920-х – 1930-х гг. можно выделить четыре этапа развития энергетики на основе ВИЭ в нашей стране:

- 1) этап активного роста в 1930-е – 1960-е гг.;
- 2) замедление роста в 1960-е – 1980-е гг.;
- 3) стагнация в 1990-е – 2000-е гг.;
- 4) возобновление интереса, начиная с 2000-х гг.;
- 5) устойчивый рост использования ВИЭ (после 2020-2030 гг.).

На первом этапе следует отметить прежде всего мощное развитие гидроэнергетики, включая строительство малых ГЭС – к началу 1960-х гг. их число достигло 2,5 тыс., а также рост использования торфа в энергетических целях.

К 1940 г. добыча торфа в СССР превысила 27 млн т в год, к середине 1970-х гг. объем добычи торфа вырос до 90-100 млн т в год в РСФСР и до 130-150 млн т в СССР в целом, что составляло примерно половину мировой добычи торфа в то время [8]. Это можно рассматривать как продолжение политики, заложенной в плане ГОЭЛРО [3].

Кроме того, активизировалось использование других видов ВИЭ, в том числе упоминавшихся в программных документах, статьях и выступлениях в 1920-е – 1930-е годы.

В частности, продолжалось строительство ветроэлектростанций. В 1950-1955 гг. в СССР производилось 9000 ветроустановок в год, а в Казахстане была построена комбинированная электростанция ВЭС в паре с дизельным двигателем общей мощностью 400 кВт, ставшая прообразом современных европейских ветропарков и систем «ветро-дизель» [10].

В целом, по утверждениям специалистов, современные западные разработки в ветроэнергетике в значительной степени базируются на советских. А СССР своими успехами в ветроэнергетике в 1930-е – 1950-е гг. обязан отечественной школе аэродинамики и авиастроения.

В солнечной энергетике также имело место продолжение работ, начатых еще в 1920-е гг. Б.П. Вейнбергом и другими специалистами. В 1958 г. был запущен первый спутник с солнечными батареями («Спутник-3»), экспериментальные солнечные электростанции (СЭС) ставились в 1960-е гг. в Туркмении, в Краснодарском крае в 1989 г. была построена «солнечная деревня» мощностью 40 кВт [18]. Все это базировалось на отечественных идеях и разработках.

В 1968 г. была построена первая в нашей стране приливная электростанция – Кислогубская ПЭС.

Развивалась также биоэнергетика. Разработки в сфере получения биогаза из сельскохозяйственных отходов и современной биоэнергетики в целом начались еще в 1960-х гг. [16]. В конце 1960-х гг. в СССР уже были созданы промышленные производства биотоплив (биогаз, биоводород, биометан, биобутанол, биоацетон, биоэтанол). Более того, СССР оказался в данных разработках в числе мировых лидеров, хотя в дальнейшем развить успех не удалось.

Отдельно следует отметить геотермальную энергетику. История ее развития в России началась как минимум до Великой Отечественной войны, на Северном Кавказе (Краснодарский и Ставропольский края, Чечено-Ингушетия, Дагестан), где теплые термальные воды использовались для отопления. Уже в настоящее время

## ТЭЖ XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

около 500 тыс. человек в регионе обеспечиваются теплом за счет термальных источников, в частности – г. Лабинск в Краснодарском крае с населением 60 тыс. чел. [7].

Другим центром развития геотермальной энергетики стала Камчатка уже в послевоенные годы. Здесь оно связано, прежде всего, со строительством геотермальных электростанций (ГеоЭС). Первые из них были пущены в эксплуатацию также еще в 1960-е годы. Одна из них – Паратунская ГеоЭС мощностью 600 кВт стала первой в мире, работающей на бинарном цикле, являющимся разработкой советских ученых С.С. Кутателадзе и А.М. Розенфельда. Торможение развития энергетики на возобновляемых источниках, начиная с 1960-х гг., было парадоксальным образом связано с общим экономическим развитием и научно-техническим прогрессом. На том этапе, после обнаружения и начала разработок огромных запасов углеводородов Западной Сибири, а также освоения атомной энергии, ВИЭ оказались слишком дорогостоящими и не способными решать масштабные хозяйственные задачи.

Произошло резкое снижение ВИЭ в энергобалансе страны в пользу ископаемых углеводородов и атомной энергии, а выработка энергии на малых ГЭС снизилась и в абсолютных величинах – их общее число сократилось с нескольких тысяч до нескольких сотен.

Следует отметить, что в конце 1980-х – начале 1990-х гг. энергетика на основе ВИЭ (за исключением гидроэнергетики) была слабо развита во всем мире – в частности ее доля в общемировом электроэнергетическом балансе в 1990 г. составляла 1,2% (в 2012 – уже 5%). При этом две трети приходились на биоэнергетику, оставшаяся треть – на геотермальную, а доля Солнца и ветра была исчезающе мала.

Стагнация в течение первых 15-20 постсоветских лет была связана с общим социально-экономическим кризисом в стране. Именно эти годы стали в значительной степени потерянными для развития «новой» энергетики России. Тем не менее время разработки на уровне НИОКР в условиях острого недостатка финансирования и нередко на энтузиазме продолжались и в те годы. Более того, в 1990-е гг. реализовывались и отдельные проекты, в частности, строи-

тельство Куликовской ВЭС в Калининградской области, работающей и в настоящее время, и первого ветропарка в Калмыкии.

Реанимация интереса к ВИЭ в России относится уже к середине – концу 2000-х годов. В значительной степени этот интерес импортируется уже с Запада вместе с технологиями, оборудованием и общими подходами. В то же время в России есть и отечественные научные разработки и научно-производственные коллективы – многие из них были созданы еще в СССР и были для того времени передовыми, пережили тяжелый период 1990-х и начинают активнее действовать сейчас. В настоящее время в России проблематикой возобновляемой энергетики занимается ряд образовательных, научно-исследовательских и научно-производственных организаций, включая НИЛВИЭ географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, ОИВТ РАН, ЦАГИ, МЭИ, ЭНИН, ВИЭСХ, НОЦ «ВИЭ» и ряд других – в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Краснодаре и других городах и регионах. Работа идет по всем направлениям, начиная от исследований потенциала ВИЭ, включая экономический анализ, НИОКР и участие в непосредственной реализации проектов строительства станций.

В вузах создаются учебные подразделения, программы и курсы, связанные с тематикой возобновляемой энергетики. Среди новых предприятий, производящих оборудование и станции для работы на ВИЭ – ООО «Хевел» в солнечной энергетике, корпорация «БиоГазЭнергоСтрой» в биоэнергетике, НТО «ИНСЭТ» в малой гидроэнергетике и ряд других, число которых уже можно оценить в несколько десятков.

Что касается непосредственно строительной и производственной стадии, то этим также занимается целый ряд организаций. Наибольший вклад на данный момент принадлежит крупным корпорациям (в том числе «РусГидро», «РосНано» и др.). Кроме того, для финансирования этих проектов выделяются средства из федерального бюджета.

По ситуации на начало 2000-х гг. действующие энергетические мощности на ВИЭ (кроме большой гидроэнергетики) включали:

- геотермальные станции (ГеоЭС) на Камчатке;

## ТЭК XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

---

- обеспечение теплом из геотермальных источников ряда населенных пунктов на Кавказе;
- ряд малых ГЭС (порядка нескольких сотен) на Кавказе и в других регионах;
- приливная электростанция на Кольском полуострове (Кислогубская ПЭС) мощностью 1,7 МВт;
- ветроэлектростанция в Калининградской области (Куликовская ВЭС) мощностью 600 кВт.

Основной вклад в возобновляемую энергетику России вносили сохранившиеся малые ГЭС и камчатские ГеоЭС, но даже с их учетом суммарная мощность исчислялась величинами порядка сотен МВт, то есть менее 1% всех установленных электроэнергетических мощностей страны. В то же время в последние 10 лет складывается уже несколько иная картина. В частности, резко выросли объемы производства биотоплива и сырья для него. Российские деревообрабатывающие предприятия в последнее десятилетие нарастили производство древесных пеллет до 1-1,5 млн т в год, а производственные мощности – до 3 млн т в год, хотя основная часть продукции идет на экспорт.

Производство рапсового масла – основного сырья для производства биотоплива, только с 2009 по 2012 г. выросло с 200 до 350 тыс. т, экспорт – с 90-95 до 175 тыс. т. В данном случае также наблюдается экспортно-сырьевая ориентация энергетики.

Кроме того, в настоящее время идет реализация целого ряда проектов, и при их успешном осуществлении доля ВИЭ в российском энергобалансе в ближайшее время может существенно вырасти, хотя вряд ли в обозримом будущем превысит несколько процентов. Среди проектов и программ последних лет можно отметить:

- продолжение строительства новых и роста мощностей имеющихся геотермальных электростанций на Камчатке и Курильских островах и геотермальных тепловых станций на Кавказе и в Крыму;
- частичная реанимация торфяной промышленности и рост использования торфа в качестве местного топлива, а также перевод котельных на древесные пеллеты (главным образом во Владимирской, Тверской, Архангельская и др. областях);

- строительство биогазовых станций в Белгородской, Калужской областях и других сельскохозяйственных регионах, котельных на биотопливе и перевод на биотопливо имеющихся энергетических мощностей в ряде регионов Севера европейской части России;
- строительство малых ГЭС на Кавказе, в республиках Алтай и Тыва;
- Северная приливная электростанция (Мурманская область) и ряд других ПЭС;
- строительство солнечных электростанций в Краснодарском и Ставропольском краях, Астраханской и Оренбургской областях, Якутии;
- проекты (в различной степени продвижения) строительства ветроэлектростанций и ветропарков в Калмыкии, Краснодарском крае, Ленинградской и Мурманской областях, на Ямале, в Алтайском крае и Республике Алтай, на Камчатке и в других регионах.

Суммарная мощность всех проектов уже достигает величин порядка гигаватт. Однако приходится отмечать, что Россия существенно отстает от многих стран по всем направлениям развития ВИЭ. Суммарная доля возобновляемой энергетики с нетрадиционными источниками в российском энергетическом балансе находится на уровне 1%. Отсутствуют индикаторы освоения нетрадиционных возобновляемых источников энергии, нет и законодательной базы, определяющей приоритеты и условия их развития. До сих пор не решены многие актуальные задачи, в том числе относящиеся к разработке дорожной карты, имеющей непосредственное отношение к объективному принятию управленческих решений в области возобновляемой энергетики. Сохраняется потребность в принятии обоснованных решений по продвижению технологий использования возобновляемых источников энергии в различных регионах России и в оценке реальных объемов энергопотенциалов, и территориальной доступности возобновляемых энергоресурсов для их преобразования в формы пригодные к практическому употреблению [15].

Что касается дальнейших перспектив развития отечественных нетрадиционных ВИЭ в XXI в., то можно констатировать наметившуюся

## ТЭЖ XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

---

юся устойчивую тенденцию к их систематическому развитию с политической и финансовой поддержкой. Долевой объем участия нетрадиционных источников энергии в общем энергетическом балансе к 2020 г., определен в размере 2,5%. В свете того что внутренний энергетический сектор изобилует традиционными видами топлива, потенциал роста возобновляемой энергетики в России в краткосрочной перспективе ограничен, за исключением отдаленных регионов, не имеющих централизованных систем энергоснабжения, где возобновляемые источники могут заменить дизельные генераторы. Тем не менее к 2030 г. планируется повысить долю нетрадиционных возобновляемых источников энергии в общем объеме вырабатываемой электроэнергии до уровня минимум 80-100 млрд кВт·ч в год.

Таким образом, продолжительность каждого из пяти этапов развития энергетики на ВИЭ в России с начала XX в. можно оценить в 20-30 лет. Период, прошедший с начала развития энергетики на ВИЭ в более или менее современном виде до настоящего времени, составляет около 100 лет; приближается и 100-летие плана ГОЭЛРО, что придает данной теме, помимо экономического, и символический смысл.

Кроме того, несмотря на явные различия ситуации почти 100-летней давности и нашего времени, есть целый ряд существенных сходств, что придает дополнительный вес предположениям о возможности новой фазы роста, связанной с энергетикой на ВИЭ и утверждениям о сохраняющейся актуальности подходов, заложенных в плане ГОЭЛРО.

### **Актуальность подходов плана ГОЭЛРО в XXI веке**

План ГОЭЛРО принимался исходя из существовавших в то время условий экономической блокады страны, геополитической уязвимости и острого энергетического дефицита. Применительно к современной России утверждение об энергетическом дефиците, с одной стороны, выглядит не имеющим оснований [4]. С другой стороны, Россия существенно – в 2-2,5 раза, уступает по душевым показателям энергооборуженности и потребления энергии таким странам,

как Канада и США, сопоставимыми с Россией с точки зрения территориальных, климатических и структурно-экономических параметров. Сравнительно слабая энергооборуженность нашей страны четко коррелирует и с меньшим – примерно в 3 раза, показателем ВВП на душу населения. При этом даже гипотетический отказ от экспорта энергоносителей, составляющего менее половины их общего производства энергоносителей, с полным направлением их на внутренние нужды, не способен устранить данный разрыв [9].

В дополнение к этому специфика размещения населения и хозяйства России в привязке к климатическим условиям требует, при прочих равных условиях, даже более высокого душевого энергообеспечения по сравнению с данными странами. Это требует поиска новых источников энергии, среди которых свою весомую роль в средне- и долгосрочной перспективе могут сыграть возобновляемые источники энергии, учитывая их огромный естественный потенциал на территории России [2].

Сходство нынешней политической ситуации со временем принятия плана ГОЭЛРО проявляется в обострившемся противостоянии с западными странами и попытками экономической изоляции нашей страны. Вероятно, в нынешний период ситуация не столь критична, как была почти 100 лет назад, тем не менее наши геополитические угрозы и риски велики и вряд ли снизятся в обозримом будущем.

Территория России в действующих границах в настоящее время примерно та же, что контролировалась советским правительством в 1920 г., и даже несколько меньше. Политическая ориентация вновь созданных независимых государств – бывших республик СССР может оказаться враждебной России, что было продемонстрировано на Украине, ранее в Грузии и странах Балтии. Это дополнительно усиливает геополитические риски и уязвимость нашей страны. Исходя из данного комплекса экономических и геополитических факторов, вопрос развития с опорой на собственные силы, за счет собственных источников, обретает особую актуальность.

Помимо проблем страны в целом, существуют энергетические проблемы отдельных регионов. Прежде всего речь идет о российских реги-

## ТЭК XXI ВЕКА: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ

---

онах, не имеющих сухопутной границы с основной территорией – таких как Калининградская область, Крым, островные и удаленные территории – Курильские острова, Сахалин, Камчатка, Чукотка, Приморье и другие. При неблагоприятном развитии событий эти территории могут стать первоочередными и наиболее уязвимыми объектами воздействия, в том числе энергетической блокады.

В России есть и ряд других территорий, в высокой степени зависящих от поставок энергоносителей из других регионов, что также делает их повышено уязвимыми при неблагоприятных экономических и геополитических изменениях. Более того, в России практически отсутствует прямая связь по территории страны между европейским и сибирским сегментами энергосистемы страны – связь между ними идет через северную часть Казахстана, с небольшой мощностью энергомоста – 1 ГВт. Также отсутствует прямая связь с энергосистемой Дальнего Востока [1]. Только в 2015 г. был построен энерготранзит между Сибирью и Уралом (Курганская – Тюменская – Омская область) мощностью 500 кВт впервые по российской территории [19].

Эти риски и угрозы требуют роста как связности энергосистемы страны, так и числа точек самостоятельной генерации и энергетической самодостаточности ряда регионов России. Это может быть достигнуто в первую очередь за счет более активного использования местных источников энергии, прежде всего – ВИЭ.

### Выводы

План ГОЭЛРО, 100-летие принятия которого приближается в настоящее время, был первым в нашей стране планом комплексного стратегического экономического развития на национальном и региональном уровнях на основе электрификации страны. Он был принят в крайне

жестких для страны экономических и геополитических условиях и сформировывался именно с данной тяжелой ситуацией, из которой требовалось найти выход. Эта задача была решена.

В качестве ключевой составляющей план ГОЭЛРО включал опору на местные энергетические ресурсы, где огромную роль играли ВИЭ. Прежде всего в план ГОЭЛРО было включено использование местных гидроэнергетических ресурсов и торфяного сырья. Почти 50% энергетических мощностей, созданных в соответствии с планом, использовали возобновляемые энергоресурсы.

В дальнейшем разработчиками плана и другими исследователями рассматривались перспективы использования ветряной энергии, а также других ВИЭ – солнечной, приливной, более полного использования речного гидроэнергетического потенциала.

В период, непосредственно предшествующий принятию плана ГОЭЛРО, во время его реализации и следующие несколько десятилетий в нашей стране шел активный поиск в области ВИЭ и развитие энергетики на их основе, что вывело нашу страну в число мировых лидеров в использовании возобновляемых энергоресурсов.

В настоящее время, несмотря на безусловно более благополучное экономическое положение по сравнению с послереволюционным периодом, и экономическая, и геополитическая ситуация обнаруживает ряд сходных черт.

Необходимость опоры на собственные ресурсы в условиях существенных экономических и геополитических рисков, повышения устойчивости и социально-экономического развития регионов вновь делает актуальной как развитие энергетики на основе местных возобновляемых энергоресурсов, так и стратегические методологические подходы, характерные для плана ГОЭЛРО.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Атаев З.А. Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук. Территориальная организация локальной энергетики Центрального экономического района России. М. 2008.

2. Безруких П.П., Соловьев Д.А. Взгляд на энергетику 2020 г. в свете устойчивого развития России // Малая энергетика. 2014. № 1-2. С. 4-8.

3. Бушурев В.В. От плана ГОЭЛРО – до единой энергосистемы (К 95-летию плана ГОЭЛ-