

# **Предложения по мерам поддержки развития ВИЭ-Э и их интеграции в энергосистему и рынок электроэнергии**

**Тукенов А. А**  
Независимый эксперт

**Семинар**  
**«Итоги пятилетней работы сектора ВИЭ в Казахстане.  
Дальнейшие перспективы развития.»**  
**г. Астана, 14 сентября 2018 г.**

# Предисловие

---

---

- основными целевыми показателями развития ВИЭ-Э в РК сегодня являются обеспечение доли вырабатываемого ими объема э/энергии в общем объеме производства э/энергии: 3% к 2020 г. и 10% к 2030 г.;
- такой относительно невысокий, по сравнению с развитыми странами, темп развития ВИЭ представляется, несмотря на большой, особенно в сфере солнечной и ветровой энергии, потенциал, оправданным, учитывая обеспеченность страны ископаемым топливом для традиционной электроэнергетики и низкие цены на э/энергию;
- однако и при таком темпе развития данного сектора электроэнергетики возникают проблемы, обусловленные:
  - **нестабильностью и неконтролируемостью, а также низкой прогнозируемостью выработки э/энергии СЭС и ВЭС,**
  - **существенно более высокой на сегодня стоимостью вырабатываемой ими электроэнергии по сравнению с существующим уровнем цен, что может привести к заметному удорожанию электроэнергии для потребителей;**
- и если сегодня эти проблемы не столь ощутимы, то в дальнейшем, по мере увеличения доли ВИЭ-Э, они, несмотря на совершенствование и удешевление технологий, станут более острыми, и для их решения требуется своевременное принятие дополнительных к существующим мер, приведенных ниже.

## **Часть 1. Предложения по решению проблем интеграции ВИЭ–Э в энергосистему**

- Актуальность создания ресурсов для балансирования энергосистемы;
- Строительство каскада ГАЭС на канале «Иртыш – Караганда»
- Строительство Кербулакской и Булакской ГЭС
- Строительство Белокатуньской ГЭС
- Эксплуатационные требования к ВИЭ-Э
- Дополнительные ресурсы для балансирования энергосистемы

# Актуальность создания ресурсов для балансирования энергосистемы

---

---

- ✓ в зарубежной практике считается, что при доле ВИЭ-Э в общей генерации в пределах 5 – 10 % они при их интеграции в энергосистему не создают серьезных проблем с балансированием поставок – потребления э/энергии и не требуют дополнительных маневренных ресурсов мощности в общей генерации;
- ✓ однако эта проблема, несмотря на низкую сегодня долю ВИЭ-Э, весьма актуальна для энергосистемы РК, где и без интеграции ВИЭ-Э имеется острый дефицит маневренных генерирующих мощностей, необходимых для компенсации дисбалансов поставок – потребления э/энергии и обеспечения устойчивой работы энергосистемы;
- ✓ поэтому одной из актуальных (и наиболее затратных) мер для дальнейшего развития ВИЭ-Э в РК является своевременное создание ресурсов, необходимых для балансирования спроса и предложения энергосистеме в целом, и надежного ее функционирования с учетом возрастающей доли поставок электроэнергии от ВИЭ-Э.

# Строительство каскада ГАЭС на канале «Иртыш – Караганда» (начало)

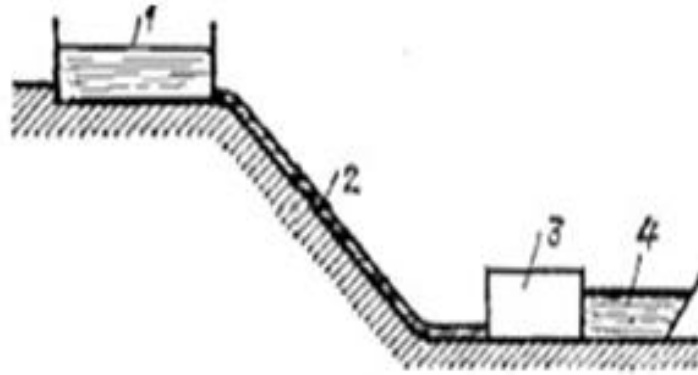


Схема ГАЭС

1 – верхний бассейн, 2 – водовод, 3 – здание ГАЭС, 4 – нижний бассейн

- ✓ на сегодня ГАЭС являются единственным экономичным способом аккумуляции энергии в промышленных масштабах для последующей выработки электроэнергии;
- ✓ ГАЭС закачивают воду в верхний бассейн в ночные часы при избытке генерации в энергосистеме, и используют ее для выработки э/энергии при необходимости балансирования энергосистемы;
- ✓ ГАЭС могут быть не только маневренными поставщиками балансирующей электроэнергии, но и маневренными потребителями – регуляторами электроэнергии.

# Строительство каскада ГАЭС на канале «Иртыш – Караганда» (продолжение 1)



Подекадное строительство ГАЭС в Европе за последние 100 лет

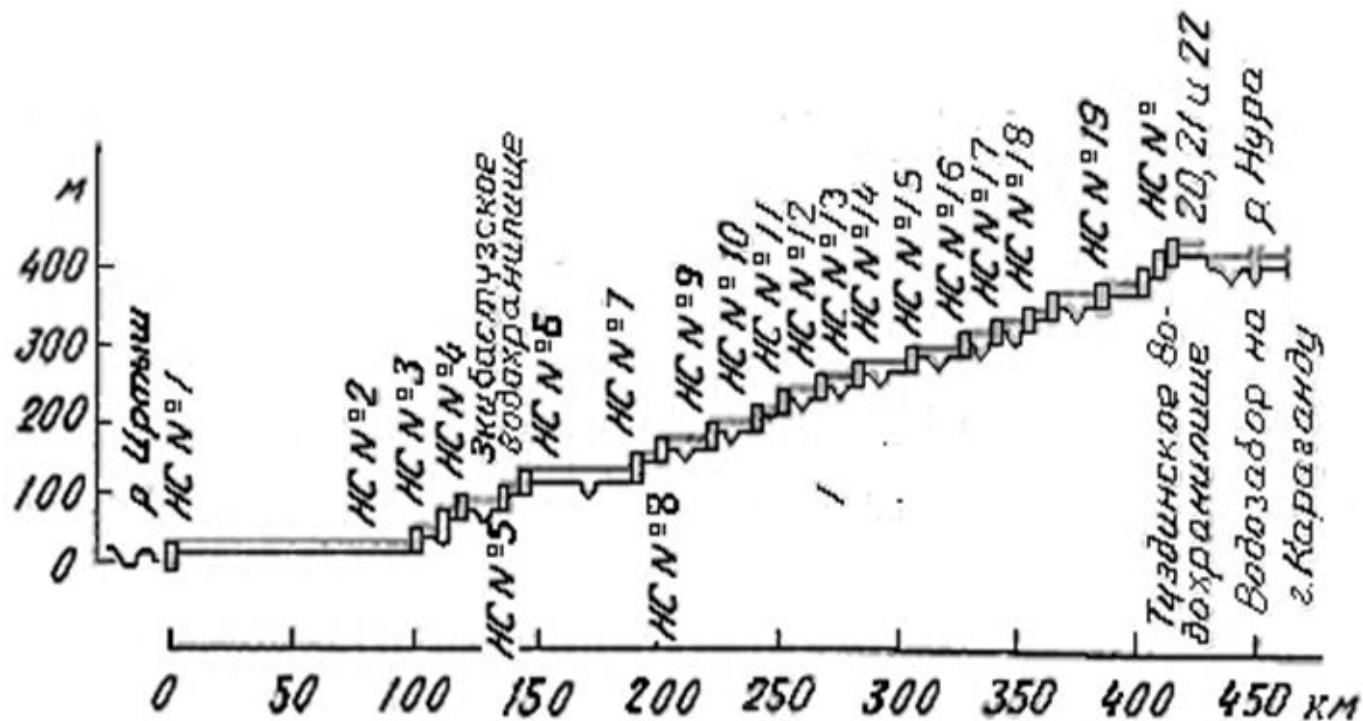
(Источник: <http://www.hydroworld.com/>)

✓ в связи с развитием ВИЭ – Э:

- в Европе в 2011 – 2020 г.г. будут построены ГАЭС с суммарной мощностью  $> 25\ 000$  МВт (*интенсивное строительство ГАЭС в Европе после 1951 г. было обусловлено массовым строительством АЭС, которые работают только в базовом режиме*);
- в мире ожидаемая к 2030 г. мощность ГАЭС составляет 300 000 МВт.

# Строительство каскада ГАЭС на канале «Иртыш – Караганда» (продолжение 2)

- ✓ в РК одним перспективных проектов в этой сфере является строительство каскада ГАЭС на канале им. К. Сатпаева «Иртыш – Караганда».



Продольный профиль канала Иртыш – Караганда  
(Источник: <http://www.alobuild.ru/....php>)

- ✓ на канале 22 насосные станции с суммарным водоподъемом 453 м и суммарной установленной мощностью синхронных электродвигателей 350 МВт;

# Строительство каскада ГАЭС на канале «Иртыш – Караганда» (окончание)

---

---

- ✓ для подъема воды по каналу насосные станции используются несколько часов в сутки; остальное время они, в случае относительно небольшой реконструкции, могут быть использованы для выработки э/э за счет спуска воды из верхних водохранилищ в нижние;
- ✓ суммарная мощность каскада ГАЭС на канале может составить до 250 МВт;
- ✓ окупаемость ГАЭС на конкурентных рынках обеспечивается за счет низкой цены на э/энергию в ночные часы, когда вода закачивается в верхнее водохранилище, и высокой цены в пиковые часы, когда она используется для выработки э/энергии;
- ✓ несмотря на отсутствие часового ценообразования на рынке РК, стр-во ГАЭС на канале «Иртыш – Караганда» может быть целесообразным, т. к. :
  - на канале уже имеются основные объекты и инфраструктура, а также ЛЭП–220, поэтому затраты будут относительно невелики;
  - в рамках реализации проекта может быть увеличена пропускная способность канала за счет решения сегодняшних проблемы, вызванных высоким физическим и моральным износом существующего технологического оборудования;
  - в дальнейшем же, в случае перехода к конкурентному рынку электроэнергии с почасовым ценообразованием, такая целесообразность станет еще более очевидной.



# Строительство контррегуляторов Капшагайской ГЭС и Шульбинской ГЭС

- ✓ перспективным ресурсом для балансирования энергосистемы является строительство контррегуляторов Капшагайской ГЭС и Шульбинской ГЭС.
- ✓ контррегулятор ГЭС — водохранилище в нижнем бьефе ГЭС, служащее для выравнивания во времени поступающих в него расходов воды из верхнего бьефа ГЭС. В состав контррегулятора может входить также ГЭС;
- ✓ строительство
  - **Кербулакской ГЭС, 50 Мвт** (контррегулятор Капшагайской ГЭС) и
  - **Булакской ГЭС, 78 МВт** (контррегулятор Шульбинской ГЭС)позволит Капшагайской ГЭС и Шульбинской ГЭС значительно увеличить объемы сброса воды в нижний бьеф, которые в настоящее время ограничены по гидромелиоративным и экологическими соображениям;
- ✓ в результате, помимо дополнительной выработки электроэнергии на контррегуляторах, увеличатся регулирующие возможности: Капшагайской ГЭС – на 120 МВт, и Шульбинской ГЭС – на 450 МВт.
- ✓ проекты этих ГЭС были разработаны много лет назад, показав хорошую окупаемость, однако не были реализованы по природоохранным соображениям;
- ✓ вместе с тем, ввиду возросшей из-за развития ВИЭ-Э актуальности строительства маневренных энергоисточников, представляется целесообразным вновь серьезно проанализировать возможность реализации этих проектов.

# Строительстве Белокатуньской ГЭС

(начало)

- ✓ заслуживает внимания на перспективу и проект строительства Белокатуньской ГЭС, предложенный учеными – гидротехниками технопарка «Алтай»;
- ✓ в основе проекта лежит идея переброски в бассейн Иртыша реки Тихая (или части ее стока), которая берет начало на территории Казахстана, затем перетекает в Россию и впадает в р. Катунь;



# Строительство Белокатуньской ГЭС

(окончание)

- ✓ для этого предлагается пробить напорный гидротехнический тоннель в 4,5 км длиной и диаметром 3 метра в бассейн реки Бухтарма (через ее приток р. Белая), а на месте создания перепада уровней (605 м) возвести Белокатуньскую ГЭС мощностью 800 МВт, и с водохранилищем емкостью 1,25 млрд. куб;
- ✓ по предварительным подсчетам стоимость проекта – порядка 500 млн. USD;
- ✓ реализация проекта позволила бы:
  - создать мощный маневренный источник э/э с использованием ВИЭ;
  - восстановить водный баланс Иртыша на всем протяжении, а также увеличить возможность подачи воды по каналу «Иртыш – Караганда»;
  - увеличить выработку э/э на существующем каскаде верхнеиртышских ГЭС;
- ✓ проект обсуждался много лет, однако его реализация встречала (и встречает) возражения экологов России, поскольку затрагивает особо охраняемые и заповедные территории в бассейне реки Катунь (Республика Алтай);
- ✓ вместе с тем, учитывая особую и возросшую значимость проекта для РК, а также ее право на использование части водостока протекающей по ее территории р. Тихая, представляется целесообразным вновь привлечь к нему внимание Правительства РК.

# Эксплуатационные требования к ВИЭ–Э

---

---

- ✓ в целях содействия ВИЭ-Э устойчивой работе энергосистемы в нормальном режиме ее работы при отклонении напряжения  $U$  и/или частоты  $f$  от стандартных величин целесообразным представляется устанавливать, как в зарубежной практике, эксплуатационные требования к ВИЭ-Э в отношении:
  - непрерывности электроснабжения при возникновении неустойчивого повреждения
  - контроля генерации реактивной мощности (участие в регулировании напряжения)
  - контроля генерации активной мощности (участие в регулировании частоты)
  - продолжение работы в установленном диапазоне колебаний частоты;
- ✓ эксплуатационные требования устанавливаются в отношении достаточно крупных ВИЭ-Э и их уровень (диапазоны частоты и напряжения, в рамках которых они действуют) является дифференцированным в зависимости от мощности установки, а также напряжения в точке подключения к сети;
- ✓ эксплуатационные требования к ВИЭ-Э, а также ТУ на их подключение желательно прописать в отдельном НПА или в отдельном разделе Электросетевых правил.

# Дополнительные ресурсы для балансирования энергосистемы

---

---

- ✓ в качестве ресурсов для балансирования энергосистемы предлагается также рассмотреть возможность и целесообразность применения следующих, известных из зарубежной практики, подходов:
  - специальная плата существующим традиционным эл. станциям за повышение маневренности (диапазона регулирования, длительности и допустимого числа пусков). Мероприятия по повышению маневренности отработаны на практике и не являются чрезмерно затратными;
  - использование потребителей, способных и согласных за определенную плату менять или прерывать по команде диспетчера потребление э/энергии;
  - участие ВЭС и СЭС в балансировании энергосистемы с компенсацией их финансовых потерь от снижения выработки э/э (современные ВЭС и СЭС могут регулировать свою мощность в диапазоне 5 – 40% от установленной мощности);

## **Часть 2. Предложения по решению проблем интеграции ВИЭ–Э в рынок электроэнергии**

- О необходимости перехода на другую модель рынка э/энергии;
- Повышение точности прогнозирования погодных условий
- Другие возможные рыночные меры

# Необходимость перехода на другую модель рынка э/энергии

✓ существующая в РК модель рынка э/энергии с предельными тарифами (принятая в 2009 г в качестве временной меры для привлечения краткосрочных инвестиций) помимо отсутствия конкуренции и недостаточной привлекательности отрасли для долгосрочных инвестиций, имеет также следующие, в т. ч. с точки зрения дальнейшего развития ВИЭ-Э, недостатки, :

а) преимущественное заключение контрактов на поставку э/энергии по ровному графику и отсутствие почасового ценообразования являются причиной низкой ликвидности спот и внутрисуточной торговли э/энергией, что не позволяет оптимизировать режимы поставки и потребления э/энергии.

Соответственно, участники рынка допускают больше дисбалансов, и требуется больше маневренных ресурсов для их ликвидации, а развитие ВИЭ-Э и их интеграция в энергосистему усугубляют эту проблему;

б) балансирующий рынок, призванный, по идее, быть основным механизмом балансирования, не «сопрягается» с рынком э/энергии с предельными тарифами, и потому уже несколько лет работает только в имитационном режиме;

✓ в связи со сказанным, необходима серьезная проработка вопроса перехода к другой модели рынка электроэнергии, более эффективной как для электроэнергетики в целом, так и для развития ВИЭ-Э.



# Повышение точности прогнозирования погодных условий

---

---

✓недорогими и эффективными инструментами для смягчения неблагоприятных последствий нестабильности СЭС и ВЭС являются комплексный подход к прогнозированию и корректировка графиков выработки в режиме реального времени;

✓комплексный подход к прогнозированию поставок э/энергии от ВИЭ-Э:

- интеграция локального прогноза и прогноза для всей зоны энергосистемы;
- создание автоматизированной системы прогнозирования, использующей как статданные, так и актуальную информацию;
- интеграция прогнозирования в оперативную деятельность СО при диспетчеризации и определении необходимых резервов;

*Например, Дания учитывает прогнозы в системе планирования поставок э/э за 2 часа до операционного часа, и планирует сократить это время до 5 минут.*

✓предоставление и оперативное обновление мощными ВЭС и СЭС информации о текущих погодных условиях и нагрузке оборудования, прогнозируемых погодных условиях и выработке э/э, графиках ремонта;

*Например, в Австралии все ВЭС, подключенные к магистральным сетям, обязаны предоставлять такие прогнозы на периоды от 5 минут до 2 лет.*



## Другие возможные рыночные меры

---

---

- ✓ сокращение, в том числе и для ВИЭ-Э, времени между окончанием приема (корректировки) заявок в диспетчерский график (gate closure) и началом операционного часа для более точного учета изменений в генерации и потреблении (в некоторых странах сокращено до 5 мин.);
- ✓ в этом случае, оплата ВИЭ-Э допускаемых ими дисбалансов;
- ✓ использование Smart Meters и специального ценообразования для стимулирования потребителей увеличивать потребление в часы пиковой генерации ВЭС и СЭС;

Smart Grid Technologies обеспечивают сбор информации об энергосистеме и ее компонентах, анализ ситуации и выработку команд для решения тех или иных задач, например:

- участие нагрузки в рынке вспомогательных услуг, например, для регулирования частоты;
- закупка на рынке вспомогательных услуг автоматически регулируемой нагрузки (СО энергосистемы штата Техас, США за счет этих технологий закупает до 2300 МВт такой нагрузки);
- включение эл. бойлеров и перевод ТЭЦ в тепловой режим в периоды сильного ветра (Дания).

## **Часть 3. Предложения по внесению изменений в существующие НПА**

# Предложения по внесению изменений в существующие НПА (начало)

---

---

1) в связи с дальнейшим ростом доли ВИЭ-Э и увеличением их негативного влияния на энергосистему и цены на э/энергию, в ближайшие годы желателен переход на закупку на аукционах не мощности, а объема э/энергии (как это принято в большинстве стран, покупающих э/энергию из ВИЭ на аукционах).

Это позволит точнее обеспечивать выполнение целевых индикаторов и точнее планировать затраты на покупку э/энергии от ВИЭ-Э и, соответственно, учитывать их влияние на цены для потребителей.

2) целевым показателем развития ВИЭ предлагается определить только объем, а не объем и мощность одновременно, т.к.:

- уровень использования ВИЭ, в т.ч. снижение выбросов парниковых газов, определяет именно объем;
- фактические за какой-либо период показатели по объему производства э/энергии на ВИЭ-Э и по их установленной мощности, в общем случае, не будут одновременно совпадать с установленными для этого же периода целевыми показателями
- формирование плана размещения объектов ВИЭ целесообразно определять на основании не только информации СО о максимально допустимой мощности объектов ВИЭ по зонам ЕЭС, а путем отбора проектов ВИЭ по показателю полной приведенной стоимости производства э/энергии с учетом площадок с наилучшим КИУМ и расходов по интеграции в энергосистему,

*(Отметим, что в РК много площадок для ВЭС с КИУМ значительно выше принятой в Правилах величины 0,25)*

# Предложения по внесению изменений в существующие НПА (окончание)

- ✓ предельные аукционные цены предлагается рассчитывать для конкретного аукциона и конкретной площадки, а не по итогам предыдущих аукционных торгов по максимальной цене победителя, т.к. как разные площадки, в общем случае, могут существенно отличаться потенциальным КИУМ, затратами на подключение к сети и, в итоге, стоимостью производства э/энергии и, следовательно, затратами на ее покупку;
- ✓ предлагается из нормы об оказании адресной помощи индивидуальным потребителям исключить условие, что возмещение государством части их затрат на приобретение установок ВИЭ-Э относится **только к установкам казахстанского производства**, т. к.:
  - незначительность спроса на такие установки вряд ли вызовет интерес к их производству или «достаточной переработке» в РК и потому вряд ли даст ощутимый эффект для увеличения местного содержания;
  - создает существенное препятствие для оказания государством социальной помощи своим гражданам, не имеющим доступа к электроснабжению;  
Вместо этого представляется целесообразным:
    - устанавливать конкретный размер возмещения, определяемый на основании рыночной стоимости приемлемых по техническим характеристикам и стране происхождения установок ВИЭ-Э, с последующей индексацией размера этой помощи;
    - учитывать при этом также возмещение части стоимости аккумуляторов необходимой емкости.

---

**Спасибо за внимание!**