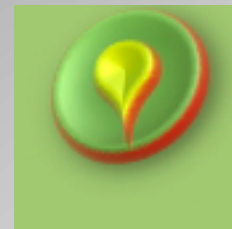


# МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС REENCON XXI



## «Возобновляемая энергетика XXI век: энергетическая и экономическая эффективность»

Г. Москва, Сколково  
13 – 14 октября 2016 года

### Д О К Л А Д

Научно-информационного Центра «АТМОГРАФ», Москва, Россия

### О РЕЗУЛЬТАТАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗРАБОТКИ БЕЗТОПЛИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ (БИЭН)



Докладчик: **Николаев Владимир Геннадьевич**,  
д. т. н., чл.- корр. РИА, директор НИЦ «АТМОГРАФ»



Тел./факс: 8-499-744-41-63, E-mail: [atmograph@gmail.com](mailto:atmograph@gmail.com)

**Использование ветродизельных энергокомплексов (ВДК) на Северах и в изолированных районах России имеет ряд принципиальных ограничений.**

**ВОПРОС: возможно ли создание автономного безтопливного источника энергоснабжения (БИЭН), альтернативного дизелю?**

**ОТВЕТУ** на него посвящена совместная работа НИЦ АТМОГРАФ и ИВТАН РАН (в рамках Программы РАН «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития арктической зоны РФ»)

Предлагается решать этот вопрос на базе ВЭУ (или ФЭУ) и систем пневматической аккумуляции и преобразования энергии.

Идея не нова, восходит к первой половине 20-го века, но обоснованные научно-технические эффективные решения и практический опыт использования источников энергоснабжения типа БИЭН в России и мире отсутствуют.

Но, задача сберегающего топлива автономного энергоснабжения малой мощности (до 5 – 10 МВт) сверх актуальна для России в плане повышения автономности, надежности, экономии топлива, энергетической и экологической безопасности энергоснабжения промышленных, технологических и военных объектов и населения в удаленных изолированных пунктах российского Заполярья и Дальнего Востока и снижения объемов Северного Завоза (согласно оценкам до 1 млн т в год с экономией до 50 млрд рублей).

# Предлагаемая принципиальная схема безтопливного источника энергии малой мощности

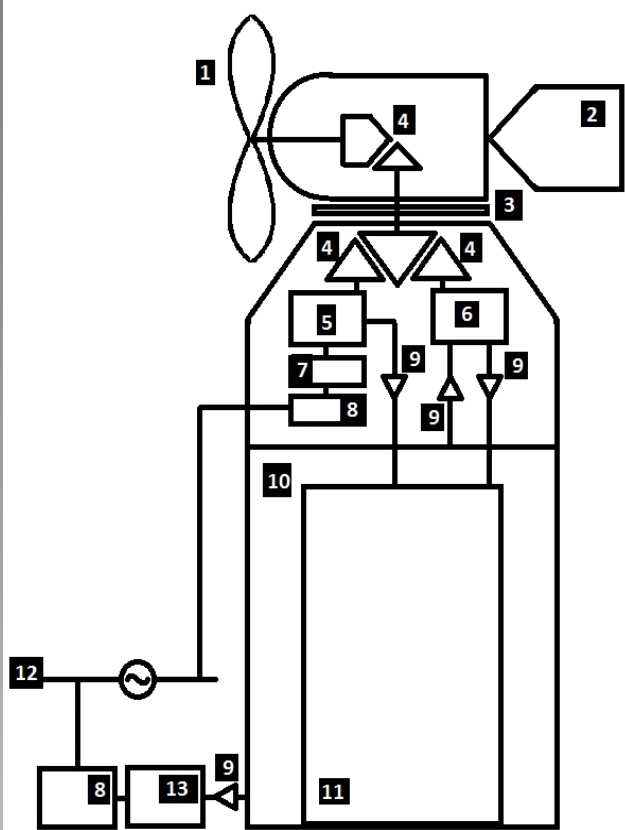
Элемент энергокомплекса	Функциональное назначение
1 <b>Ветроэнергетическая силовая установка достаточной мощности</b>	<i>обеспечивает работу компрессорной системы высокого давления большой производительности</i>
↓ ↓ ↓	
2 <b>Компрессорная система высокого давления (до 5 – 10 Па) большой (до сотен м<sup>3</sup>/мин) производительности сжатого воздуха</b>	<i>обеспечивает наполнение большого (достаточного для энергообеспечения на случай 2–3-суточных ветровых штилей) ресивера сжатым воздухом под высоким давлением (до 10 Па)</i>
↓ ↓ ↓	
3 <b>Система пневматического отвода и распределения тепла</b>	<i>обеспечивает пневмопередачу тепла системе обогрева энергокомплекса, на осушитель воздуха, пневмотурбину и потребителю</i>
↓ ↓ ↓	
4 <b>Осушитель воздуха</b>	<i>обеспечивает осушение воздуха</i>
↓ ↓ ↓	
5 <b>Ресивер-аккумулятор сжатого воздуха большого объема (до сотен м<sup>3</sup>)</b>	<i>содержит сжатый воздух под большим и переменным давлением</i>
↓ ↓ ↓	
6 <b>Дроссельный регулятор</b>	<i>Обеспечивает подачу воздуха на пневмодвигатель с заданным давлением порядка 0.6 – 1.0 Па</i>
↓ ↓ ↓	
7 <b>Пневмодвигатель: вихревая турбина высокой эффективности с системой отвода холода потребителю</b>	<i>Обеспечивает вращение вала электрогенератора с постоянной скоростью и отвод холодного воздуха потребителю</i>
↓ ↓ ↓	
8 <b>Высокоэффективный электрический генератор</b>	<i>Работает с постоянными или переменными оборотами и обеспечивает гарантированную выработку и подачу электроэнергии потребителю</i>

## Для обоснования технической реализуемости БИЭН в 2014 - 2015 г.

- разработаны методики и проведено моделирование пространственной-временной изменчивости ветроэнергетического потенциала в полярных и дальневосточных районах России, определяющей характеристики БИГЭН. Установлены оптимальные объемы аккумуляирования сжатого воздуха на период безветрия  $\approx 48$  часов .
- определены физико-технические и энергетические параметры ВЭУ, систем производства, и аккумуляирования сжатого воздуха, генераторам энергии, и основные требования к ним *(надежность работы при сверхнизких температурах, в условиях вечной мерзлоты, обледенения, повышенной сейсмичности)*
- проведен информационный поиск и анализ аналогов основных элементов БИЭС, выявлено наличие их прототипов, требующих проектной и технической доработки
- намечен план необходимых исследовательских и проектных разработок компонентов БИЭН принципиально новой конструкции и материальной основы: *высокомоментных ВЭУ в северном исполнении (под низкие температуры) со свайными фундаментами, турбин на газодинамических подшипниках, композитных ресиверов высокого давления, саморегулирующихся клапанов с переменными перепадами давления и др.)*
- оценены стоимостные параметры экспериментального и серийных образцов
- оценены примерная емкость отечественного рынка БИЭН общей мощности до 4 - 5 ГВт и суммарный энергетический, экономический и экологический эффекты их внедрения.
- разработан проект экспериментального образца мощностью  $\approx 10$  кВт, допускающего масштабирование, определен его поэлементный состав и стоимостные показатели, разработан план его создания и проведения на нем экспериментальных исследований
- подана патентная заявка на конструкцию БИЭН (№ регистрации 2015155640)

**Полученные в НИР результаты подтверждают и обосновывают техническую и экономическую целесообразность дальнейшей разработки и организации отечественного производства БИЭН**

## Один из перспективных вариантов рабочей схемы разрабатываемого БИЭН с его основными элементами приведен на рисунке



- 1 – высокомоментное ветроколесо
- 2 – хвостовое устройство, либо заменяющий хвост поворотное устройство
- 3 – поворотное колесо
- 4 – механические редукторы
- 5 – компрессор низкого давления 1-1.5 МПа
- 6 – бустер 10-15 МПа
- 7 – высокооборотная турбина (до 100000 об./мин)
- 8 – электрогенераторы
- 9 – саморегулирующиеся пневморедукторы
- 10 – ресивер низкого давления 1 - 1.5 МПа
- 11 – ресивер высокого давления 10 -15 МПа
- 12 – электросеть потребителя
- 13 – пневмодвигатель

## На основе проведенного анализа установлено:

Оценки экономических показателей разработанной схемы БИЭН и их сравнения с альтернативными способами энергоснабжения проведены с учетом экономических показателей современных ВЭС на примере п. Тикси – одного из основных портов Северного Морского Пути и перевалочного пункта авиационных сообщения центра РФ с российским сибирским и дальневосточным Заполярьем

1	<b>ДЭС х 2</b> 2х800 \$/кВт	+	<b>Сист. подачи</b> 200 \$ / кВт					=	<b>Источник ЭлЭн</b> 1800 \$ /кВт
2	<b>ГТУ</b> 650 \$/кВт	+	<b>Сист. подачи</b> 650 \$/кВт					=	<b>Источник ЭлЭн</b> 1300 \$ /кВт
3	<b>ПнТУ</b> 600 \$ / кВт	+	<b>ВЭУ</b> 2400 \$ / кВт	+	<b>Ресивер</b> 600 \$ / кВт	+	<b>Сист. подачи</b> 200 \$ / кВт	=	<b>Источник ЭлЭн</b> 3800 \$ /кВт
4	<b>ВЭУ</b> 2000 \$ / кВт	+	<b>ДЭС х 2</b> 2х800 \$/кВт	+	<b>Эл. Аккумуля.</b> 800 \$ / кВт	+	<b>Сист. Управл.</b> 300 \$ / кВт	=	<b>Источник ЭлЭн</b> 4700 \$ /кВт

**Проведенные оценки экономических показателей разработанной схемы БИЭН и их сравнения с альтернативными способами энергоснабжения показывают:**

- ▶ **Удельные** (на 1 кВт установленной мощности) **капиталы на БИЭН** на базе ВЭУ с механическим приводом и пневматической аккумуляцией и преобразованием энергии **могут оказаться примерно на 20 – 25 % ниже, чем у** наиболее часто рассматриваемых **ветродизельных комплексов с электрическими аккумуляторами.**
- ▶ **Удельные капитальные затраты на БИЭН** предлагаемой авторами схемы **окажутся в два – три раза выше, чем у ВДК** без систем аккумуляции энергии  
**однако,**  
**с учетом топливной составляющей ДЭС** (> 8 – 10 руб./кВт·ч) во многих пунктах российского Севера и Дальнего Востока **себестоимость электроэнергии БИЭН в пересчете на его жизненный цикл может оказаться в полтора – два раза ниже таковой у ДЭС.**

## **Выводы:**

- ▶ **Полученные результаты подтверждают принципиальную техническую возможность и экономическую целесообразность создания безтопливного энергоисточника на базе ВЭУ и систем пневматического аккумулирования и преобразования энергии.**
- ▶ **Для технического подтверждения возможности и практической реализуемости теоретически полученных результатов разработан макетный образец БИЭН эл. мощности  $8 \div 10$  кВт и экспериментальный стенд для его исследования и конструкторской доводки.**
- ▶ **Определены технические требования и разработано техническое задание на создание высокомоментной ВЭУ для БИЭН в северном исполнении**
- ▶ **При финансировании Проекта экспериментальный образец БИЭН может быть создан и начато его испытание в натуральных условиях в 2018 г.**
- ▶ **С учетом постиспытательной доводки и организации отечественного производства ( $\approx 1$  года) серийный выпуск БИЭН может быть начат в 2020 г.**



**Спасибо за внимание.  
Готовы к сотрудничеству.**



**Тел./факс: 8-916-068-85-46**

**E-mail: [atmograph@gmail.com](mailto:atmograph@gmail.com)**

**Site: <https://sites.google.com/site/atmograph/>**