

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2017 Issue: 07 Volume: 51

Published: 30.07.2017 <http://T-Science.org>

Denis Valentinovich Tyaglin

Student,

Russian Academy of national economy and public
administration under the President of the Russian

Federation

2279708@mail.ru

SECTION 6. Metallurgy and energy.

THE THEORY OF AN IDEAL WIND POWER GENERATOR

Abstract: Wind energy is a method of obtaining various types of energy, based on the use of energy generated by the movement of air masses. For the efficient operation of even the most advanced modern vane-type wind turbines producing electricity, a wind speed of more than six meters per second is required. In this connection, there is a need for new technical solutions that do not have flaws in air-driven vane converters based on aerodynamics of aircraft. Work in small winds, be quiet, reliable, relatively inexpensive. Such a solution can be a vertical (carousel) low-speed sailing wind generator.

Key words: Green energy, wind energy, wind, wind power, aerodynamics, wind turbines, wind energy utilization factor, lobed wind converters.

Language: Russian

Citation: Tyaglin DV (2017) THE THEORY OF AN IDEAL WIND POWER GENERATOR. ISJ Theoretical & Applied Science, 07 (51): 92-102.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-07-51-16> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2017.07.51.16>

УДК 621.548

ТЕОРИЯ ИДЕАЛЬНОГО ВЕТРОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА

Аннотация: Ветроэнергетика - это способ получения различных видов энергии, основанный на использовании энергии, возникающей при движении воздушных масс. Для эффективной работы даже самых совершенных современных лопастных ветряков, вырабатывающих электричество, необходима скорость ветра более шести метров в секунду. В связи с этим имеется необходимость в новых технических решениях, не имеющих недостатков лопастных ветропреобразователей воздушного потока, основанных на аэродинамике летательных аппаратов. Работать на малых ветрах, быть бесшумным, надежным, относительно недорогими. Таким решением может стать вертикальный (карусельный) тихоходный парусный ветроэлектрогенератор.

Ключевые слова: зеленая энергия, энергия ветра, ветер, ветроэнергетика, аэродинамика, ветроустановка, коэффициент использования энергии ветра, лопастные ветропреобразователи.

Introduction

Интенсивное развитие хозяйственной деятельности неизбежно приводит к росту потребления энергии.

Энергетика — область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования, распределения и использования энергетических ресурсов всех видов [1].

Учитывая данные о количестве углерода, ежегодно попадающего в атмосферу (в 2008 году в результате сжигания ископаемого топлива в атмосферу было выделено 8,67 млрд. тонн углерода [2]), важно отнестись к этому

настороженно, т.к. если случится эффект «домино», когда планета начнет разогревать себя сама, кто или что будет способно этот процесс остановить? Например, температура на Венере 467 °С [3], что больше температуры поверхности Меркурия, находящегося вдвое ближе к Солнцу! Причиной столь высокой температуры на Венере является парниковый эффект, создаваемый углекислым газом и густыми кислотными облаками.

Сжигание ископаемых, таких как уголь, нефть и природный газ, является основной причиной эмиссии антропогенного углекислого газа (рис. 1).



Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



Рисунок 1 – Выбросы в атмосферу продуктов ископаемого топлива

Поэтому решение задачи по исключению антропогенного углерода в настоящий момент является наиболее приоритетным для всего мирового сообщества, у негативных последствий хозяйственной деятельности границ между государствами, деление на классы не существует. Будущее поколение, скорее всего, почувствует негативные последствия глобального потепления.

Materials and Methods

Известны два вида источников получения энергии: возобновляемые и невозобновляемые.

К невозобновляемым (традиционным) относят химическую энергию нефти, газа, угля, термоядерную энергию, ядерную энергию, внутреннее тепло земли.

К возобновляемым относят энергию приливов и отливов, энергию волн, энергию солнечного света, геотермальную энергию, гидроэнергию, энергию ветра.

В данной статье, учитывая невозможность восполнить запасы невозобновляемых источников энергии, речь пойдет об устойчивой «зеленой энергии», в частности, об энергии ветра.

Ветроэнергетика – это способ получения различных видов энергии, основанный на использовании энергии, возникающей при движении воздушных масс, т.е. на использовании энергии ветра [4].

Первой лопастной машиной, преобразующей энергию ветра в движение, был парус. Первое упоминание об использовании ветра относится к пятому тысячелетию до н.э.

Глобальные промышленные масштабы ветроэнергетики начала приобретать только последние двадцать лет, об этом свидетельствует десятикратное увеличение полученных объемов электроэнергии. По состоянию на 2016 год объемы ветроэлектронергетики составили порядка 40% от объемов гидроэнергетики (табл. 1).

В настоящий момент в мире насчитывается 89 ГЭС мощностью более 1 ГВт, из них 18 находятся в стадии строительства, суммарная добавленная мощность по окончании строительства составит порядка 51,52 ГВт, порядка это 4,6% от общей произведенной энергии гидроэлектростанциями. Лидером по строительству ГЭС является Китай.

Таблица 1

Глобальные показатели возобновляемой энергии в 2016 году.

Гидроэлектроэнергия (ГВт)	1,096
Ветроэнергетика (ГВт)	487

Учитывая, что возведение ГЭС относительно долгий (до 20 лет) и дорогостоящий (до 22 млрд. долларов) процесс, не приходится ожидать по средствам

гидроэлектроэнергетики достаточной прибавки э/э для удовлетворения потребностей без использования углеводородов (рис. 2).

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Кроме того, такую энергию нельзя назвать «зеленой» в полном смысле этого слова. Возводя плотины, мы достаточно сильно влияем на природный баланс. ГЭС наносят колоссальный ущерб экологии. Затопляются леса, которые

являются средой обитания множества различных организмов, сокращается биологическое разнообразие. ГЭС также является источником техногенного риска. За 50 последних лет было зарегистрировано 300 аварий по всему миру [5].

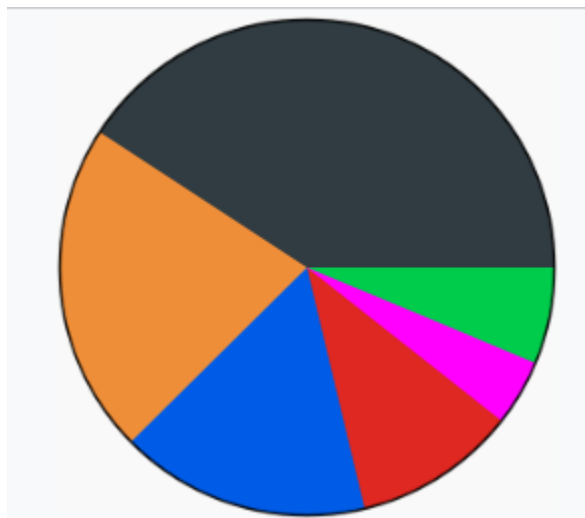


Рисунок 2 – Доли в % различных источников в мировом производстве электроэнергии в 2014 году: Уголь/Торф (40,8 %), Природный газ (21,6 %), Гидро (16,4 %), Ядерная (10,6 %), Нефть (4,3 %), Прочие (Возобн.) 6,3%

Как видно из данной круговой диаграммы, доля полученной электроэнергии с помощью гидросооружений составляет порядка 16,4% в мировом производстве. Однако потенциальная сила ветра почти в 100 раз больше

силы энергии рек. Если человечеству удастся найти способ овладеть 6–7% потенциальной энергии ветра, то мы сможем обеспечить все население планеты устойчивой «зеленой» энергией в полном смысле этого слова (табл. 2).

Таблица 2

Возобновляемые ресурсы энергии и их годовая величина (Дж)^{10*}

Вид ресурса	Запасы
Солнечная энергия	200 000*10 ¹⁹
Энергия морских приливов	25000*10 ¹⁹
Энергия ветра	600*10 ¹⁹
Энергия рек	6,5*10 ¹⁹

Так как же нам овладеть этими заветными 6–7% ветра?

Первая ветровая турбина для производства электроэнергии была построена в Америке в 1888 году Чарльзом Бращем.

В конце 2010 года испанские компании Gamesa, Iberdrola, Acciona Alstom Wind, Técnicas Reunidas, Ingeteam, Ingeciber, Imatia, Tecnitest Ingenieros и DIgSILENT Ibérica создали группу

для совместной разработки ветрогенератора мощностью 15,0 МВт.

Евросоюз создал исследовательский проект UpWind для разработки оффшорного ветрогенератора мощностью 20 МВт.

Все выше перечисленные проекты ведутся (на основании открытых данных) в отношении активных лопастных ветропреобразователей (рис 3).

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



Рисунок 3 – Активные лопастных ветропреобразователи воздушного потока, основанные на аэродинамике летательных аппаратов

Такой горизонтального типа ветроэлектродгенератор имеет ряд недостатков относительно вертикального «карусельного» типа ветроэлектродгенератора т.к.:

1. Способен работать при скорости от 6-ти метров в секунду, а максимального КПД способен достигать лишь при скорости ветра 14-16 метров в секунду.
2. Достаточно высокий уровень шума (до 70 децибел) на расстоянии 350 метров до 35-45 децибел, скорость вращения до 240 км/ч. Вблизи жилых поселений приходится выключать в ночное время.
3. Низкочастотные колебания, передающиеся через почву.
4. Мешают полетам птиц.
5. Требуется длительные (до 3-х лет) исследования скорости и направления ветра для возможной установки.
6. Требуется большие площади для размещения.

7. Обычно большие расстояния до потребителя, что приводит к энергопотерям.

Однако работа горизонтального лопастного ветрогенератора мощностью 1 МВт за 20 лет эксплуатации позволяет экономить примерно 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти. Что, согласитесь, заслуживает уважения к такому техническому решению!

На рисунках 4 и 5 изображено существующее здание с встроенными ветроэлектродгенераторами горизонтально лопастного типа. Такое техническое решение обеспечивает данное здание 15% энергии. На рисунке 6 представлено здание, где конструкторы также встроили ветроэлектродгенераторы горизонтального типа, объем полученной энергии таким способом также не превысил 15% от нужд здания. На рисунке 7 представлен проект здания с встроенными ветроэлектродгенераторами горизонтального лопастного типа.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



Рисунок 4 – Здание с встроенными ветроэлектрогенераторами горизонтально лопастного типа.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



Рисунок 5 – Здание с встроенными ветроэлектрогенераторами горизонтально лопастного типа.



Рисунок 6 – Здание с встроенными ветроэлектрогенераторами горизонтально лопастного типа.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

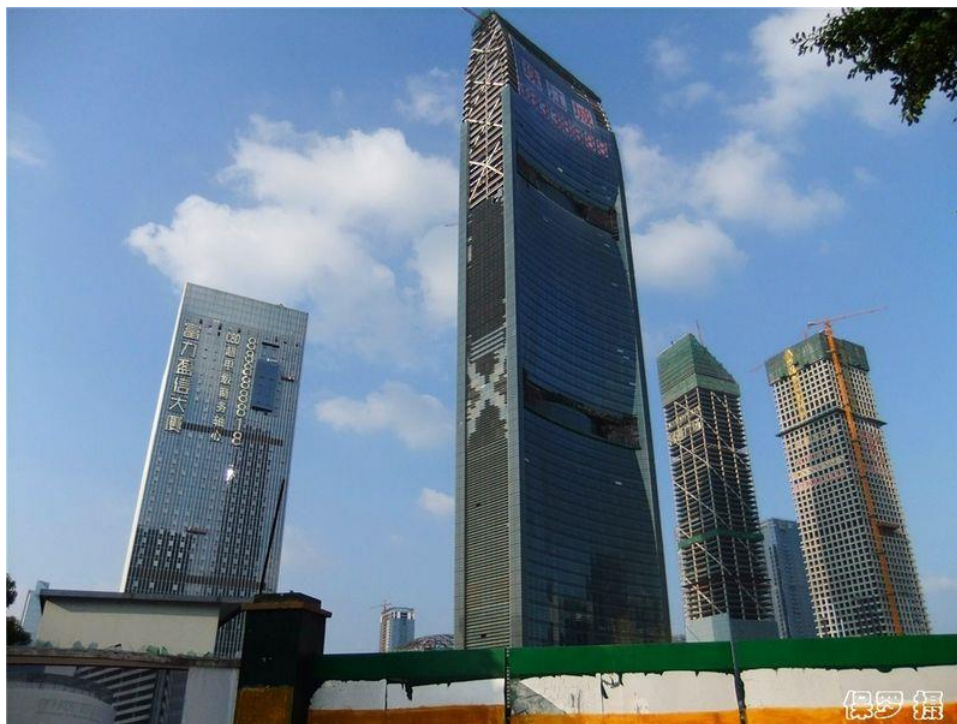


Рисунок 7 – Проект здания с уже встроенными ветроэлектрогенераторами горизонтально лопастного типа.

Конечно, встраивание ветроэлектрогенераторов в здания имеет хорошие перспективы, т.к. такие встроенные ветряки расположены в непосредственной близости от потребителя, появляется возможность сократить энергопотери при транспортировке. Для справки: при транспортировке на расстояние теряется 20%–30% энергии. За счет формы здания можно формировать области высококонцентрированных потоков воздуха в местах, где установлен ветроэлектрогенератор, при этом не требуется сооружение «тяжелых» конструкции для удержания ветряка на необходимой высоте, как на рис. 4. Средняя масса конструкции, удерживающей ветряк, в случае его расположения на море или в поле составляет порядка 5000 тонн, что предполагаем большие затраты на его возведение.

Для России ветроэнергетика не получила широкого распространения ещё и потому, что разработчиками ветроэнергетических установок с самого начала был выбран не самый правильный путь создания горизонтальных активных лопастных ветро преобразователей воздушного потока, основанных на аэродинамике летательных аппаратов. На большей части территории России среднегодовая скорость ветра не превышает 2–4 метра в секунду.

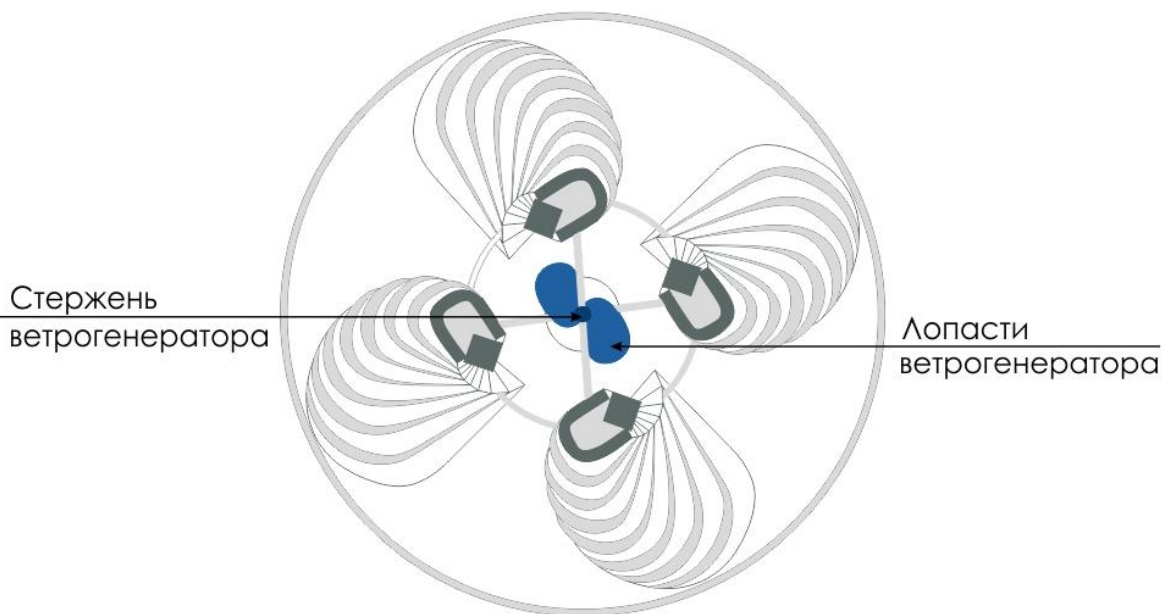
В связи с этим имеется необходимость в новых технических решениях, не имеющих недостатков вышеперечисленных моделей. Работать на малых ветрах, быть бесшумным, надежным, относительно недорогими (недорогими, желательно, в двести раз).

Таким решением может стать вертикальный (карусельный) тихоходный парусный ветроэлектрогенератор (рис. 8, 9, 10), расчетная мощность которого (по предварительным авторским расчетам) может составить порядка 25–30 МВт.

Повысить эффективность использования ветра при среднепериодических скоростях от 2 м/с можно следующим образом: использовать парусный «карусельный» тихоходный ветроэлектрогенератор одновременно с воронкообразным концентратором (за счет административно-жилых башен) низкопотенциальных ветреных потоков (как на рис. 8 (проект)), создавая за ветроколесом некоторое разрежение, что, в свою очередь, будет способствовать увеличению скорости воздушного потока, проходящего через ветроколесо. Все эти меры в достаточной степени позволят увеличить коэффициент использования ветровой энергии.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



План (отм. + 270.000)

Рисунок 8 – Проект ветроэлектростанции.

При высоте башен 300 метров (как на рис. 8, 9, 10) ожидается выработка энергии в объеме 25–30 МВт. Эти мощности планируется получить с 10 000 м² рабочей поверхности ветряка, т.е. общая площадь всех парусов (лопаток) составит порядка 60 000–80 000 м², а рабочая площадь, т.е. та, на которую происходит постоянное воздействие ветра, будет составлять 10 000 м². Конечно же, потребуются мощные конструкции для сдерживания такого объема парусов, так почему бы не использовать для этого высотные сооружения?!

По прогнозам ООН, до 2025 года население городов возрастет на 1,5 миллиарда человек. Получается, будущий строительный объем для расселения такого количества людей равен порядку ста городов, таких как Москва. Предстоят масштабные работы по обустройству растущего населения Земли, а необходимое количество потребляемой энергии в ближайшие 10 лет возрастет по некоторым прогнозам в два раза.

Кроме важного экологического эффекта, данный проект имеет и ряд других совокупных преимуществ в сравнении с аналогичными способами получения электрической энергии, а именно:

1) Такая конструкция имеет возможность быть абсолютно бесшумной (следует вспомнить, много ли шума от танка, спускающегося на парашюте?), вопросы вибрации и прочего также

легко разрешимы (к сожалению, невозможно озвучить их здесь, так как каждое сказанное предложение о тонкостях работы этого устройства имеет потенциал получить патент на изобретение).

2) Такой ветроэлектростанция будет работать в любой климатической зоне, ему безразлично направление ветра, он уже будет работать даже при скорости ветра два метра в секунду – большой крутящий момент.

3) Выгодное расположение парусов (лопаток) генератора от 20 до 300 метров от уровня земли (рис. 9).

4) Близость до потребителя, отсутствие потерь при передаче электроэнергии на расстояние. Экономия на прокладке линий электропередачи и строительстве трансформаторных подстанций.

5) При расположении такого ветроэлектростанция (например, как на рис. 10) между четырьмя жилыми башнями (домами) высотой в 90 этажей на 35000 жителей потребление энергии на собственные нужды и содержание самих зданий не будет превышать 4–6 МВт, а объем произведенной энергии составит порядка 25–30 МВт. Следовательно, излишек порядка 19–24 МВт можно будет передавать соседним зданиям.

6) Сами башни можно расположить подобно «воронке», таким образом, появляется возможность подкапывать воздушные потоки за

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

счет давления создаваемого постоянно движущейся массой воздушного потока, создавая область повышенного давления на рабочую поверхность «паруса» лопатки ветряка (ожидаемый результат повышения КИЭВ порядка $\approx 1,3$ раза) относительно свободного размещения.

7) Малый вес конструкции (в 200–300 раз ниже) в сравнении с горизонтальным ветряком.

Гидроэнергетика – один из примеров использования энергии низкопотенциальных потоков сплошной среды, где КИУМ (Коэффициент использования установленной мощности) достигает 0,9: на медленной реке строится плотина, концентрируется энергия потоков и затем, например с помощью реактивной предельнонапорной турбины, энергия этого потока преобразуется в электроэнергию.

Так и с ветром, такая технология расположения карусельного тихоходного ветроэлектродгенератора позволит в некоторой степени накапливать его энергию, формировать в устойчивые концентрированные массы (потоки) и с максимальным эффектом преобразовывать в электроэнергию, т.е. создавать условия для

резкого повышения коэффициента использования установленной мощности ветрогенератора.

Ветровая энергия является экологически чистым, бесплатным и неиссякаемым источником получения электричества, поэтому мы, обязаны научиться максимально использовать эту энергию!

Следуя требованиям законов аэродинамики к конструкции ветродвигателя, приходим к выводу, что лопастные ветроэнергетические установки, получившие свое развитие в далеком прошлом, с точки зрения теории эффективности ветроэнергетики перспективны только в ограниченных районах с большими среднегодовыми скоростями ветра (Дальний Восток, Сахалин).

Ветроэнергетика на основе вертикальных карусельных предельно напорных ветроэлектродгенераторов, судя по всему, получит свое развитие уже в ближайшее время, т.к. практически не имеет недостатков в сравнении с горизонтальными ветроэлектродгенераторами. При условии его устройства, как показано (концептуально) на рис. 8, 9, 10.

С точки зрения эффективности, как видится, эта идея является принципиально новым решением в развитии ветроэнергетики.

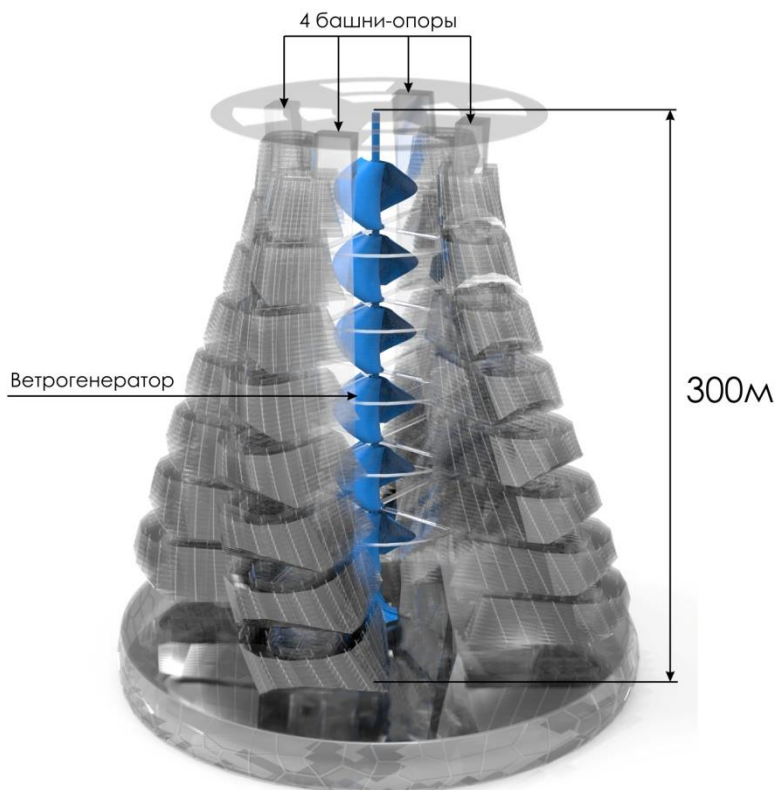


Рисунок 9 – Визуализация ветроэлектродгенератора.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Использование кинетической энергии ветра позволит отчасти отказаться от исчерпаемых ресурсов, не зависеть от тарифов и платежей за подключение к сети. Срок службы ветроэлектростанции при определенных

технических решениях (пока не могу озвучить эти решения, потому как они имеют патентный потенциал) может составить 50 лет и более без затрат на ремонт.



Рисунок 10 – Визуализация ветроэлектрогенератора, установленного между жилыми башнями.

Conclusion

Совместив вертикальный ветроэлектрогенератор с многоэтажным зданием, получаем первое в мире здание полностью автономное в вопросе электроэнергии, а значит,

потенциально автономное во всех аспектах его функционирования.

Собственник квартиры в таком здании в случае, когда установка по производству энергии будет принадлежать всем собственникам здания, уже никогда не будет оплачивать полученную энергию (в пределах общественного лимита).

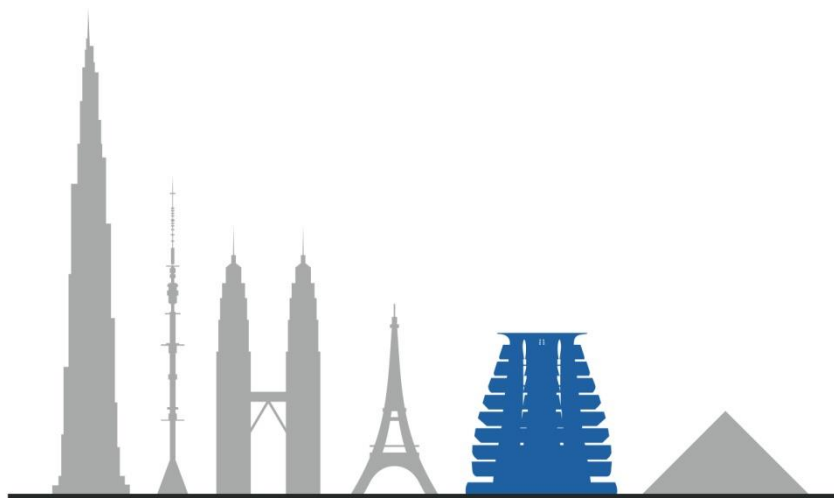


Рисунок 11 – Определение высоты сооружений.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Мы создали проект первого в мире здания, которое полностью обеспечит себя устойчивой «зеленой энергией». *Энергия ветра неиссякаема.*

References:

1. (2010) Al'ternativnaya energetika i ekologiya. – № 1 (81). – p. 93-97.
2. Biryuk V.V., Serebryakov R.A. (2010) Vihrevaya vetroenergeticheskaya ustanovka // Trudy 7-y Mezhdunarodnoy n/t konferentsii «Energoberezhenie i energoobespechenie v sel'skom khozyaystve, chast' 4. – M.: GNU VIESKh, – p. 248-252.
3. Biryuk V.V., Serebryakov R.A., Zazimko V.N., (2013) Vihrevaya vetrosolnechnaya energeticheskaya ustanovka //Al'ternativnaya energetika i ekologiya. – №7. – p. 23-26.
4. (2017) Wikipediya [Elektronnyy resurs] // Internet-entsiklopediya. – Available: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Accessed: 10.07.2017).
5. (2017) Gidroenergetika – byt' ili ne byt'? [Elektronnyy resurs] // LiveJournal. – Available: <http://eco-soviet.livejournal.com/3526.html> (Accessed: 10.07.2017).
6. Medvedev Yu. (2013) Kонтсентратсия uglekislogo gaza v atmosfere Zemli dostigla rekorda [Elektronnyy resurs] // Rossiyskaya gazeta. Available: <https://rg.ru/2013/05/11/gaz-site-anons.html> (Accessed: 10.07.2017).
7. Kirpichnikova I.M., Mart'yanov A.S., Solomin E. V. (2017) Preobrazovanie energii v vetroenergeticheskikh ustanovkakh.
8. Svetlichnyy A. (2017) Yavlyaetsya li energetika prikladnoy fizikoy [Elektronnyy resurs] // thequestion.ru. Available: <https://thequestion.ru/questions/102696/yavlyae-tsya-li-energetika-prikladnoi-fizikoi> (Accessed: 10.07.2017).
9. Serebryakov R.A., Dorzhiev S.S., Bazarova E.G. (2016) Sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya vetroenergetiki // Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. - № 10-1. – p. 95-102.
10. (2017) Transformirovanie Venery [Elektronnyy resurs] // www.walkinspace.ru. –Available: <http://www.walkinspace.ru/publ/31-1-0-272> (Accessed: 10.07.2017).

