

Альтернативная энергетика в мире сегодня и прогнозы на завтра

Любая долгосрочная стратегия, в рамках компании, отрасли или целого государства, предполагает несколько вариантов развития событий: основной и так называемый "План Б", "Вариант № 2", то есть альтернативный. Для мировой электроэнергетики таким запасным выходом стали альтернативные источники энергии (ветровая, солнечная, геотермальная, и т.п.). Пока что полной заменой нефти, газа, угля и мирного атома они не стали, но динамика генерации на их базе впечатляет. Европа лидирует по показателю генерации с использованием альтернативной энергии. Скудные запасы полезных ископаемых, врожденная бережливость и экономность, а также сильные позиции экологов сделали свое дело. Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью. Производство электроэнергии "на месте" позволяет избежать потерь энергии при ее транспорте и затрат на эксплуатацию сетей.

В западных странах на фоне роста мировых цен на энергоносители развитие энергетики, основанной на использовании возобновляемых источников, называется одним из способов обеспечения стабильности и энергобезопасности государства в будущем. За рубежом альтернативная энергетика уже активно используется, чего нельзя сказать о России. Причин тому несколько; во-первых, производство в отрасли базируется в России преимущественно на использовании находящихся в изобилии ископаемых ресурсов (природный газ, нефть, уголь), во-вторых, отсутствие нормативно-правовой базы для развития альтернативной энергетики отнюдь не способствует её развитию. Неудивительно, что в Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 года, утвержденной Правительством РФ в феврале 2008 года, альтернативной энергетике отведено скромное место. В вышеуказанном документе одной из возможностей перехода к крупным энергообъектам, использующим возобновляемые энергоисточники, обозначено строительство крупных приливных электростанций (Мезенская ПЭС в Архангельской области и Тугурская ПЭС в Хабаровском крае). При этом ввод в эксплуатацию первых агрегатов на указанных приливных электростанциях предусмотрен лишь в период 2016-2020 годов, то есть когда развитие альтернативной энергетики в мире уйдет уже далеко вперед.

В результате пока развитые страны будут стараться диверсифицировать источники энергии, используя с максимальной эффективностью имеющиеся ресурсы, с учетом энергобезопасности и влияния на окружающую среду, в России сохраняется консервативный подход к развитию сектора. В этой связи неудивительно, что доля РФ в производстве электричества на базе альтернативной энергетики в мире составляет **менее 1%**.

Следует отметить, что европейцы и страны ОЭСР практику внедрения и использования альтернативной энергетики поддерживают постоянно. В настоящее время Европейская комиссия признает, что регион не может достичь энергетической независимости. Ежегодный рост энергопотребления составляет 1-2%. К 2030 году спрос на энергию составит чуть больше 1600 млн. тонн условного топлива в пересчете на нефть, тогда как предложение - лишь около 680 млн. В целом к 2020 году Европа планирует довести долю электрогенерации с использованием возобновляемых источников до 20%. Последние прогнозы свидетельствуют о том, что использование возобновляемых источников увеличится в ближайшую четверть века в 1,6 раза.

Треть электроэнергии в мире к середине текущего столетия может производиться за счет энергии ветра. При этом цены на энергию, производимую за счет ветра, падают с ростом объемов её производства.

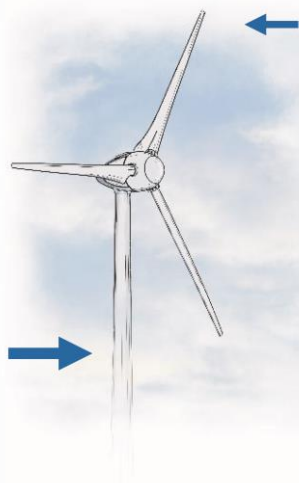
К примеру, в борьбе с глобальным потеплением и стремлении добиться энергетической независимости британские власти приняли ответственное решение - отказаться от потребления электроэнергии, даже вырабатываемой гидроэлектростанциями, заменив их на альтернативные источники энергии. Уже к 2020 г. Великобритания планирует перевести все дома на своей территории на электроснабжение от ветряных станций. Программа по переходу с ГЭС на ВЭС начала реализовываться уже около четырех лет назад, но до сих пор ее масштабы еще не достигли того уровня, который позволил бы говорить о близком завершении энергетической реформы. Британским специалистам предстоит провести еще немало работ, чтобы увеличить объемы генерируемой ветром электроэнергии более чем в 60 раз по сравнению с сегодняшними показателями. В нынешнем году ветряные станции выработали 0,5 ГВт, а к 2020 г. этот показатель планируется довести до 33 гигаватт. Британия поставила цель - перейти на самообеспечение электричеством, а ветроэлектростанции - это самый актуальный способ решить поставленную задачу без привлечения импортных энергоресурсов. С другой стороны, против тотального внедрения новых технологий выработки электричества могут восстать защитники окружающей среды. Дело в том, что строительство энергетических комплексов на побережье, скорее всего, приведет к массовой гибели птиц, рыб и даже животных.

Ветряные мельницы активно эксплуатируются в Германии, Испании, Дании и Италии. С другой стороны, ни одно другое государство, кроме туманного Альбиона, пока не решилось поставить перед собой цель полностью перейти на энергообеспечение от ВЭС, поскольку такая программа требует колоссальных финансовых затрат. Поэтому большинство стран, в которых установлены ветроэнергетические станции, по-прежнему зависят от поставок электроэнергии из-за рубежа. Ветроэнергетические установки в процессе эксплуатации не потребляют ископаемого топлива, а запасы энергии ветра более чем в сто раз превышают запасы гидроэнергии всех рек планеты. Инновационный проект ВЭУ «AeroGreen» использующий турбинные технологии, существенно повышает коэффициент использования воздушного потока и позволяет обеспечить снижение себестоимости вырабатываемой электроэнергии не менее чем в два раза, что соответствует тарифу на электроэнергию, вырабатываемую современной гидроэнергетикой.

Согласно мировой статистике **95%** всех выпускаемых в мире ветроэнергетических установок выполнены по трехлопастной схеме (www.vetrogenerator.ru/), но существующие проблемы в трехлопастной конструкции не позволяют их более широкому применению в экономике мировых держав. Проект новой ветроэнергетической установки «AeroGreen» способен устранить существующие проблемы.

*Сравнение ветроустановки “AeroGreen”
с ветроустановками трехлопастной схемы.*

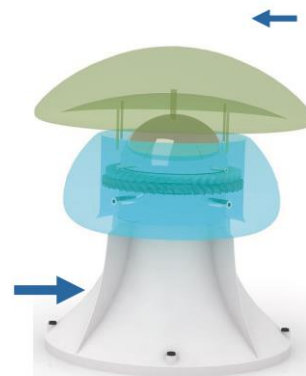
Ветроустановка трехлопастной схемы	Ветроустановка “AeroGreen”
	
<p>1. Ветроэнергетика является нерегулируемым источником энергии. Выработка электроэнергии зависит от силы ветра — фактора, отличающегося большим непостоянством. Известно, что воздух прогревается не равномерно, поэтому направление и сила ветра существенно отличаются по высоте и в диапазоне высот 100 метров ветер может иметь разнонаправленное движение.</p> <p>Как известно (http://foraenergy.ru/vetrovaya-energetika/), для высот до 50...70м характерны так называемые рыскающие воздушные потоки, что затрудняет нормальную эксплуатацию трехлопастных ВЭУ. В связи с этим мировые производители ВЭУ вынуждены выводить трехлопастное ветроколесо за высоты 100м и более, а это существенно усложняет конструкцию, а также монтаж и техническое обслуживание всей установки.</p> <p>Согласно мировой статистике 95% всех выпускаемых в мире ветряков – трехлопастные с горизонтальной осью вращения (www.vetrogenerator.ru/), соответственно, лопасти трехлопастной ветроустановки диаметром 80 метров могут в нижнем положении обдуваться северным ветром и, одновременно, в верхнем положении – южным, что делает работу ветроустановки не эффективной или даже невозможной.</p>	<p>1. Ветроколесо ВЭУ «AeroGreen», в отличие от трехлопастной схемы вращается не в вертикальной плоскости, а в горизонтальной - параллельно земле. Воздушные массы любого направления перемещаются вверх вдоль вертикальных поверхностей симметрично-сужающегося корпуса ВЭУ «AeroGreen» и направляются на короткие лопасти ветроколеса турбинного типа. Над ветроколесом установлен дискообразный обтекатель, на котором при воздействии ветра вне зависимости от его направления, создается область пониженного давления, обеспечивая направленное устойчивое движение воздуха. В результате такой конструктивной организации движения воздушного потока ветроколесо ВЭУ «AeroGreen» вырабатывает электроэнергию при любом направлении ветра.</p> <p>Рыскающие воздушные потоки (http://foraenergy.ru/vetrovaya-energetika/) на любой высоте не составляют трудностей для стабильной работы ветроколеса турбинного типа, обеспечивая его равномерное вращение и выработку электроэнергии. Это позволяет обеспечить эффективную эксплуатацию ВЭУ “AeroGreen” даже на высотах 10-100 метрах, что практически не выполнимо, для ВЭУ трехлопастной схемы. Уменьшение высоты конструкции ВЭУ “AeroGreen” без ущерба технических показателей, значительно упрощает монтаж и техническое обслуживание всей установки.</p>



2. Необходимость ориентации на ветер требует наличия в конструкции ВЭУ механизмов и систем ориентации на ветер для непрерывного слежения за ветровой обстановкой, поиска направления с максимальным ветровым потенциалом, поворота ветроколеса в этом направлении и его удержания в таком положении. Наличие в конструкции ВЭУ трехлопастной схемы системы ориентации на ветер само по себе усложняет ветроагрегат и снижает его надежность (по данным опыта эксплуатации зарубежных ВЭУ этого типа до 13% общего количества отказов приходится на системы ориентации www.vetrogenerator.ru/). Кроме того, практически невозможно эффективно ориентировать ветроколесо при изменении направления ветра из-за запаздывания действия механизмов ориентации. Для ветроустановок средней и большой мощности с диаметром ветроколеса более 30-40 м эффективность его ориентации на ветер значительно снижается вследствие различия в скоростях ветрового потока по длине размаха лопастей, что приводит к невозможности установки ветроколеса в оптимальное направление ориентации. Из-за этого снижаются выработка электроэнергии (вследствие уменьшения используемой энергии ветрового потока) и экономическая эффективность ветроустановки.

[\(http://www.src-vertical.com/information/beginners/vawt-hawt/\)](http://www.src-vertical.com/information/beginners/vawt-hawt/).

3. Движение воздушных масс происходит не только в горизонтальном направлении, но и в вертикальном, по восходящим потокам нагретого воздуха от поверхности земли. При монтаже и эксплуатации ВЭУ в горных районах воздушные потоки также перемещаются по



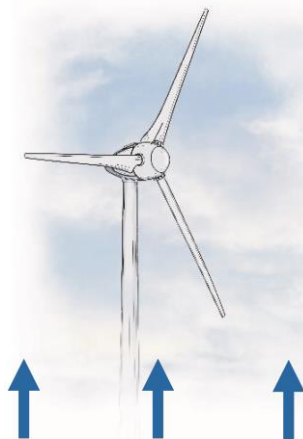
2. ВЭУ «AeroGreen» не нуждается в системах ориентации на ветер, благодаря тому, что воздушные массы имеют свободный доступ к лопаткам ветроколеса с любой стороны. Ось вращения ветроколеса располагается вертикально, что обеспечивает эксплуатацию ветроустановки при любых разнонаправленных движениях воздушных масс, даже если в нижней части ВЭУ «AeroGreen» перед ветроколесом ветер имеет северное направление, а в верхней части, за ветроколесом – южное.

Движение воздушных масс порывами и с разных сторон корпуса выравнивается и стабилизируется в кольцевом обтекателе, имеющем сужающее сечение в котором установлено многолопастное ветроколесо турбинного типа. Лопатки неподвижного направляющего аппарата, установленные перед ветроколесом, направляют под оптимальным углом воздушные массы с любой стороны на лопатки вращающегося ветроколеса, обеспечивая направленное движение воздуха, вне зависимости от направления ветра с любой стороны корпуса установки.

Организация движения воздуха относительно ветроколеса исключает необходимость в какой-либо системе ориентации на ветер, что значительно упрощает эксплуатацию ветроустановки и повышает эффективность использования энергии ветра и соответственно выработку электроэнергии.

3. В связи с тем, что ветроколесо турбинного типа ВЭУ «AeroGreen» располагается горизонтально, а нагретый воздух воздействует на лопатки ветроколеса снизу-вверх, то вертикально-восходящие потоки обеспечивают стабильную работу ветроустановки, даже если полностью отсутствует горизонтальное

восходящему направлению горы. А трехлопастные ветроустановки, ориентированы только на горизонтальный ветер и не в состоянии обеспечить вращение лопасти при взаимодействии её с вертикальным потоком, поднимающегося от земли.

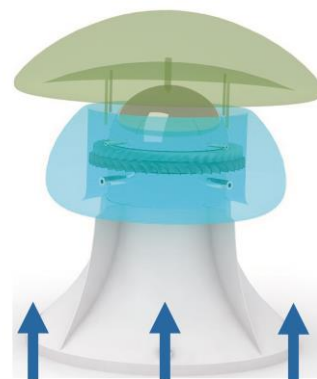


4. При ураганных ветрах (25 м/с и более) повышается вероятность разрушения ветроэнергетических установок трехлопастной схемы, в связи с тем, что лопасти имеют большую длину (удлинение 15-20) и большой прогиб - это существенно увеличивает амплитуду движения конца лопасти и их маховые движения. В связи с этим повышается опасность удара лопастей о мачту установки. Для предотвращения разрушения ветроустановки трехлопастной схемы вращение лопастей ограничивают уже при скоростях ветра 12-15 м/с, хотя именно на высоких скоростях выработка электроэнергии наиболее эффективна, т.к. имеет кубическую зависимость от скорости. (<http://www.vetrogenerator.ru/>).

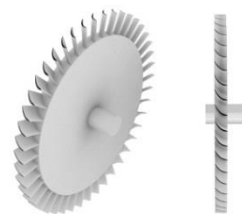


5. Неблагоприятные погодные условия (снег с дождем, обледенение, град, шквалистый ветер, ураган) могут нарушить режим нормальной эксплуатации ветроустановок трехлопастной схемы или разрушить их.

движение воздушных масс. В большей степени вертикальное движение воздушных масс проявляется в горных районах. Эффективная работа ВЭУ «AeroGreen» обеспечивается как от горизонтального ветра, так и от вертикального.



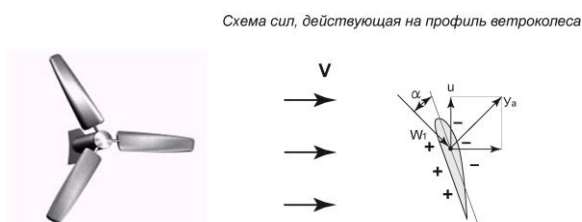
4. При ураганных ветрах (25 м/с и более) конструкция ВЭУ «AeroGreen» обеспечивает стабильную работу за счет использования коротких (удлинение 3-4) жестких монолитных лопаток ветроколеса, выполненных из легких композиционных материалов и не требует никаких ограничений по вращению из-за отсутствия прогиба. Испытания в аэродинамической трубе модели ветроколеса ВЭУ «AeroGreen» показали устойчивую работу при скоростях воздушного потока более 30 м/с, что характерно для турбинных ветроколес авиационных двигателей. Это в свою очередь позволяет снять ограничения по скорости вращения не менее чем в два раза и значительно увеличить выработку электроэнергии не менее чем в восемь раз ($Y=f\{V^3\}=2^3=8$).



5. Неблагоприятные погодные условия (снег с дождем, обледенение, град, шквалистый ветер, ураган) не могут нарушить режим нормальной эксплуатации ВЭУ «AeroGreen», т.к. его ветроколесо закрыто со всех сторон кольцевым и дискообразным обтекателями.

6. Уровень шума достаточно крупной ветроустановки трехлопастной схемы составляет весьма значительную величину (www.vetropark.org/stati) и может достигать 100 дБ (95 дБ – шум отбойного молотка в 7м). Связано это с тем, что при аэродинамическом взаимодействии воздушного потока с лопастями, при прохождении их вблизи мачтовой опоры, создается область повышенного давления, сопровождающаяся образованием вихрей с повышенным уровнем шума и вибраций, что снижает аэродинамические характеристики лопасти и производительность ветроустановки в целом (ru.wikipedia.org/wiki/Ветроэнергетика).

7. При различных скоростях ветра угол подхода воздушных масс к вращающимся лопастям ветроустановки трехлопастной схемы меняется и не всегда имеет оптимальное значение ($\alpha_{\text{опт}} = 12^{\circ} - 18^{\circ}$). В связи с чем, коэффициент использования воздушного потока имеет достаточно низкую величину ($E = 0,3 - 0,4$), что не способствует эффективному преобразованию воздушного потока в электроэнергию.

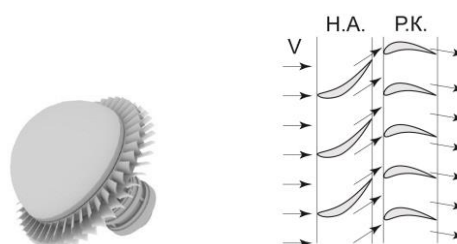


8. Вращающиеся лопасти трехлопастных ветроустановок представляют серьезную опасность для птиц, особенно в периоды их массовых перелетов во время миграций, что вызывает серьезную озабоченность экологических организаций по защите окружающей среды и соответствующие ограничения по размещению ветропарков из ВЭУ трехлопастной схемы по миграционным маршрутам перелетных птиц.

9. Скорость страгивания трехлопастных ветроустановок (3 м/с и более) значительно ограничивает области их территориального применения для производства электроэнергии.

6. Короткие лопасти ветроколеса ВЭУ «АероGreen» не имеют прогиба и создают значительно меньшие аэродинамические шумы при своем вращении, т.к. расположены в горизонтальной плоскости, симметрично относительно корпуса, внутри кольцевого обтекателя, что исключает какие-либо неравномерные пульсирующие колебания, как это имеет место при прохождении длинных лопастей традиционных ветроустановок относительно вертикальной мачтовой опоры.

7. В конструкции ВЭУ «АероGreen» перед вращающимся рабочим колесом (Р.К.) установлен неподвижный направляющий аппарат (Н.А.), аналогично, как и в ступени авиационной турбины в связи, с чем вне зависимости от скорости и направления ветра, воздушный поток всегда поступает на лопасти ветроколеса под оптимальным углом ($\alpha_{\text{опт}} = 12^{\circ} - 18^{\circ}$). Это позволило, как показали испытания в аэродинамической трубе, увеличить коэффициент использования воздушного потока в 2-3 раза, относительно трехлопастной схемы.



8. Вращающиеся лопасти ВЭУ «АероGreen» закрыты по периметру кольцевым обтекателем, а сверху дискообразным обтекателем, что исключает опасность попадания посторонних предметов (во время сильных ветров) и птиц в плоскость вращения ветроколеса.

9. Сужающийся корпус ВЭУ «АероGreen» обеспечивает ускорение воздушных масс перед ветроколесом, а разряжение на верхнем дискообразном обтекателе способствует ускорению потока за ветроколесом. Эти мероприятия позволяют организовать ускорение воздушного потока относительно ветроколеса и как показали испытания демонстрационного образца ВЭУ «АероGreen» в условиях реальной ветровой нагрузки скорость страгивания наступает уже при скорости ветра 2м/с.

ВЭУ трехлопастной схемы относится к ветроустановкам с горизонтальной осью вращения, т.е. плоскость вращения ветроколеса располагается вертикально поверхности земли.

ВЭУ «AeroGreen» относится к ветроустановкам с вертикальной осью вращения, т.е. плоскость вращения ветроколеса располагается горизонтально поверхности земли.

Для более полной объективности целесообразно проанализировать проект ВЭУ «AeroGreen» относительно современных ветроустановок с вертикальной осью вращения, интерес к которым в последнее время значительно возрос.

Основное преимущество вертикальных установок – отсутствие проблемы ориентации на ветер. Вертикальные установки способны с одинаковой эффективностью воспринимать даже небольшие порывы ветра с любой стороны – это объединяет наш проект ВЭУ «AeroGreen» с другими вертикальными установками известными на сегодняшний день.

Сейчас в Европе проявляется большой интерес к ветроустановкам с вертикальной осью вращения, имеющим ветроколеса в форме вертикальных пластин (XLT турбина), у которых и низкая скорость страгивания и независимость от направления ветра (www.CityWindmills.com).



Конструкция XLT турбин действительно подкупает своей простотой, но неблагоприятные погодные условия (дождь со снегом, град, шквалистый ветер, ураган) не позволяют обеспечить нормальные условия для их эксплуатации, вплоть до разрушения самой конструкции из-за высокой парусности открытых плоских ветроколес XLT. Кроме того, не смотря на низкую скорость страгивания, производительность плоского ветроколеса на скоростях более 12 м/с, значительно уменьшается по мере роста вредного сопротивления и низкого аэродинамического качества плоской поверхности ($K=1,5-2$). Эту задачу по повышению производительности генерации электроэнергии проект «City Windmills» уже решает путем замены плоских XLT турбин на аэродинамические профилированные поверхности с высоким аэродинамическим качеством ($K=15-20$, как у самолетного крыла).

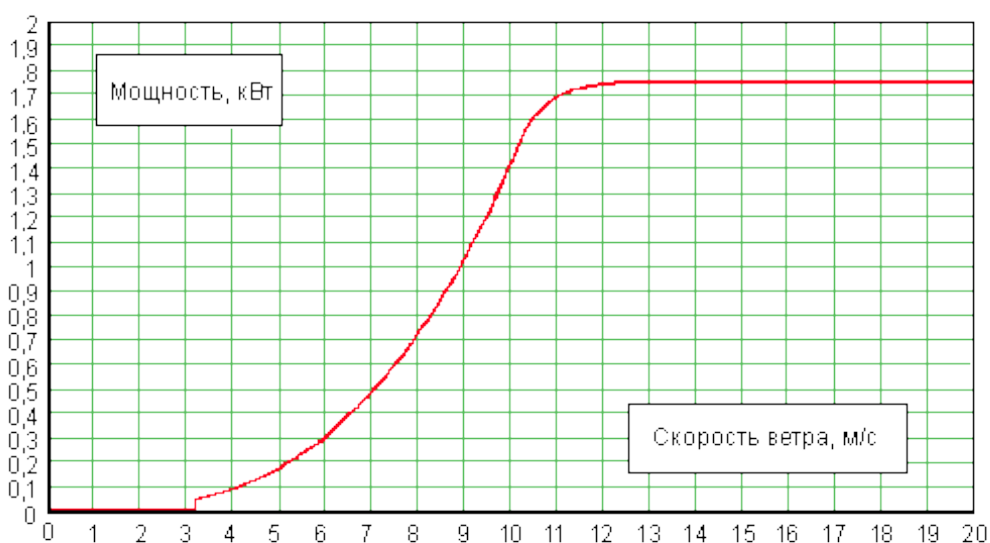


Аналогичные разработки проектируются и уже изготавливаются в России Производственно-Коммерческим Объединением «ГРОСС» г. Ульяновск.

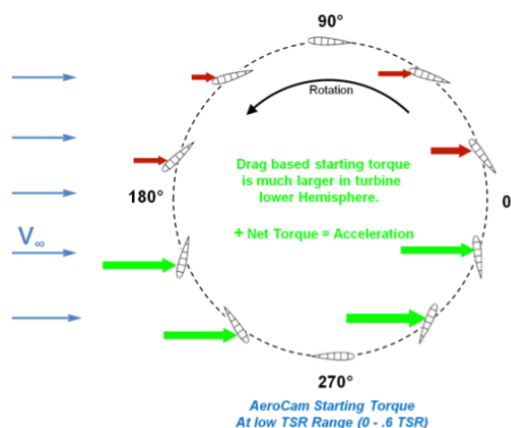
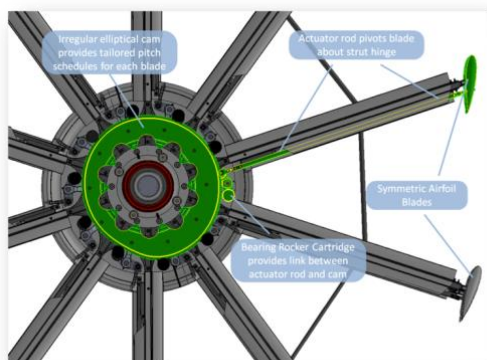
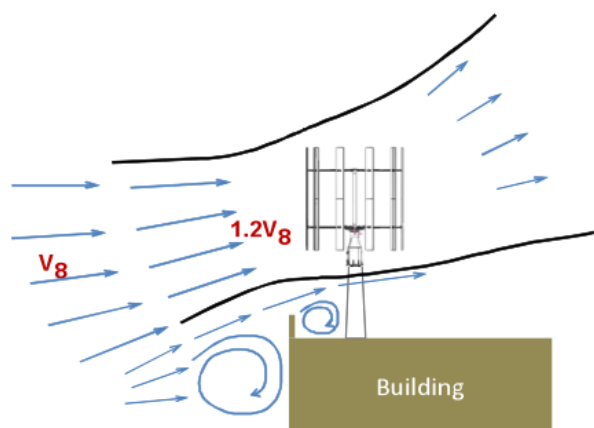
(www.src-vertical.com/markets/world_market_prices/). Представленные на сайте компании вертикально-осевые ветрогенераторные установки ГРЦ Вертикаль, как следует из описания: «являются одними из самых эффективных в мире. Они спроектированы, произведены и испытаны в различных климатических условиях группой Российских и Американских ученых».



Использование аэродинамически-профилированных крыльевых поверхностей в конструкции ветроколеса вертикальной ВЭУ повысило генерацию электричества, но проблема влияния неблагоприятных погодных условий на нормальную эксплуатацию вертикальных ветроэнергетических установок осталась. В то же время при увеличении скорости ветра, соответственно увеличиваются и обороты ветроколеса, что вызывает изменение угла атаки профиля аэродинамической поверхности к вектору набегающего воздушного потока. В связи с чем возникает необходимость корректировки угла установки профиля, путем его поворота, через специальную систему управления, что достаточно сложно и ведет к удорожанию конструкции, либо к ограничению скорости вращения через механический или аэродинамический тормоз, а это не позволяет использовать огромный потенциал кинетической энергии ветра для выработки электроэнергии при скоростях ветра более 12 м/с.



Несмотря на эти недостатки аналогичные вертикальные ВЭУ развивает и компания BroadStar™ Wind Systems. Запатентованное ими ветроколесо AeroCam с вертикальной осью вращения имеет систему управления аэродинамической крыльевой поверхностью при своем вращении в зависимости от оборотов направления и силы ветра.



Компании BroadStar™ Wind Systems удалось повысить эффективность использования воздушного потока и расширить рабочий диапазон скорости ветра для генерации электроэнергии, но механизм управления ветроколеса AeroCam, который обеспечивает поворот аэродинамических поверхностей относительно своих продольных осей при каждом обороте, не только усложняет конструкцию ВЭУ, но и значительно понижает уровень работоспособности ВЭУ при высоких оборотах из-за часто меняющихся знакопеременных нагрузках, а рост инерционных моментов от скорости вращения снижает эффективность преобразования воздушного потока в крутящий момент на валу электрогенератора (запаздывание поворота поверхности к вектору скоростного напора).

В случае знакопеременного ветра механизм поворота становится практически не работоспособным, т.к. не в состоянии одновременно обеспечить поворот всех 10 крыльевых

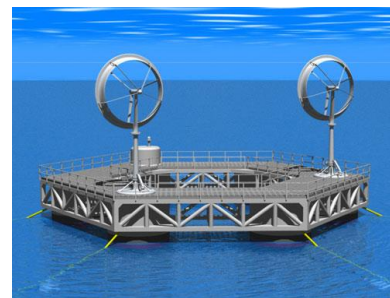
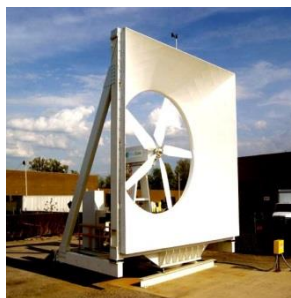
поверхностей на оптимальный угол атаки ($\alpha=12^{\circ}-18^{\circ}$) к знакопеременному вектору, что практически нейтрализует выигрыш от управляемой системы ВЭУ. Восходящие воздушные потоки и рыскающие ветры на высотах до 50-70 метров (<http://foraenergy.ru/vetrovaya-energetika/>) значительно ухудшают аэродинамические характеристики лопастей, что ведет к снижению аэродинамических сил и, соответственно, к уменьшению выработки электроэнергии.

Другие варианты вертикальных ВЭУ имеют аналогичные проблемы, но всех их объединяет общий недостаток – открытое ветроколесо, а это, как отмечалось выше и зависимость от неблагоприятных погодных условий, и повышенный шумовой порог, и травмоопасность для окружающей среды.



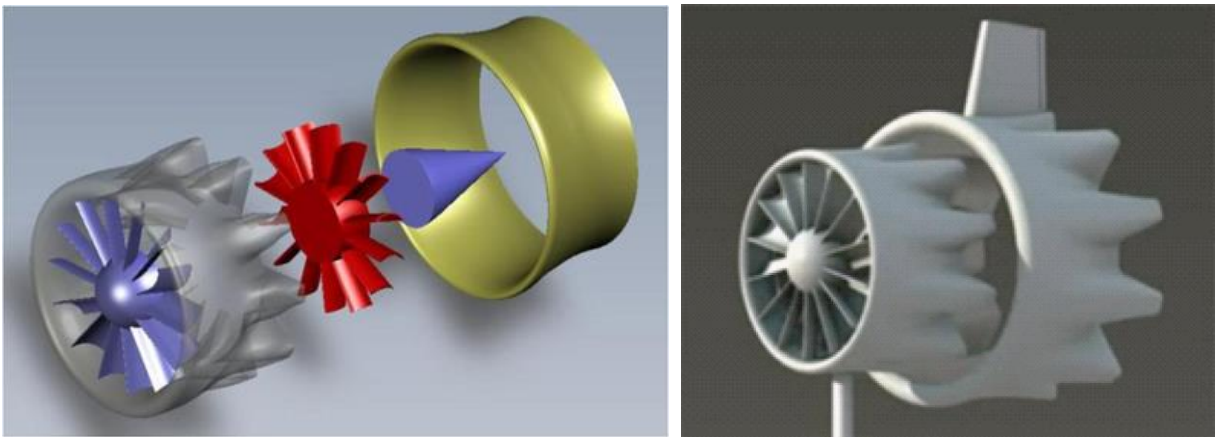
В случае отсутствия ветра или поломки ветроколеса, конструкция ВЭУ "AeroGreen" за счет возможности размещения полимерных гибких солнечных панелей на верхнем обтекателе, может продолжать вырабатывать электроэнергию и передавать её потребителю, что весьма проблематично для современных эксплуатируемых промышленных установок.

Необходимость в повышении эффективности и работоспособности ветроколеса при знакопеременных ветровых нагрузках и разнонаправленности ветровых потоков - одна из основных задач современной ветроэнергетики. Чем больше эффективность, тем меньше стоимость ВЭУ за счет сокращения расхода материалов на её производство. Повышают эффективность - управлением лопастями для работы на оптимальных углах атаки, но системы поворота – это достаточно сложные и дорогостоящие конструкции, ещё применяют конструкцию конфузора (сужения) перед ветроколесом, для получения ускорения воздушного потока, что

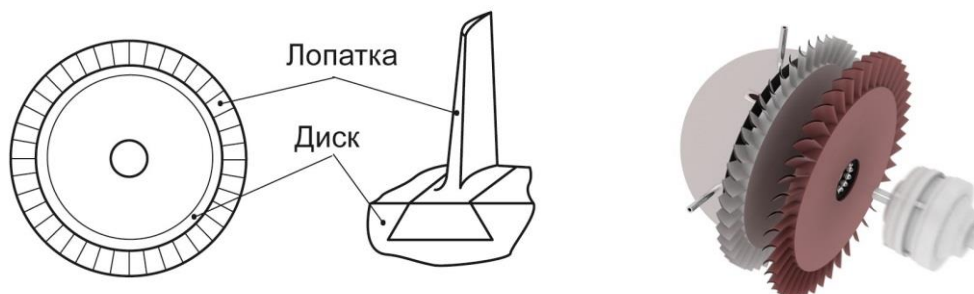


является достаточно простым и перспективным направлением. Например, при ветре 1,5 м/с обычное лопастное ветроколесо ещё не работоспособно, но при использовании конфузорной (сужающейся) поверхности перед ним, скорость может увеличиться в 1,5-2 раза, а 3 м/с это уже достаточный кинетический потенциал для генерации электроэнергии. Но, например, установка дополнительных поверхностей выполненных по форме сужающейся воронки перед лопастями ветроколеса или обода, как предложили японские ученые (<http://www.facepla.net/index.php/the-news/energy-news-mnu/1685-more-wind-power>) помимо ускорения воздушного потока создает еще и большую парусность конструкции, что усложняет в целом конструкцию и механизм ориентации на ветер.

Другое решение по повышению эффективности ветроустановок предложила датская компания по промышленному дизайну FloDesign и взяла в основу повышения эффективности ветроколеса для новой ВЭУ FloDesign Wind Turbine хорошо известную схему газовой турбины авиационного двигателя. Данная технология лежит в конструкции и нашего проекта AeroGreen.



Технология газовой турбины авиационного двигателя, прежде всего, подразумевает для преобразования воздушного потока в крутящий момент использовать не ветроколесо с длинными лопастями, а компактное колесо-диск с короткими турбинными лопатками.



Как известно ветроколесо турбинного типа работает в очень широком диапазоне скоростей и не требует поворота лопаток при увеличении скорости. Достигается это путем установки перед вращающимся ветроколесом неподвижного направляющего аппарата. Благодаря чему, воздух поступает на лопатки турбоколеса всегда под оптимальным углом (в нашем диапазоне скоростей $\alpha=12^\circ-18^\circ$). Выходное устройство ВЭУ FloDesign Wind Turbine создает разрежение за рабочим колесом благодаря эффекту ижекции в специально профилированном канале, что способствует

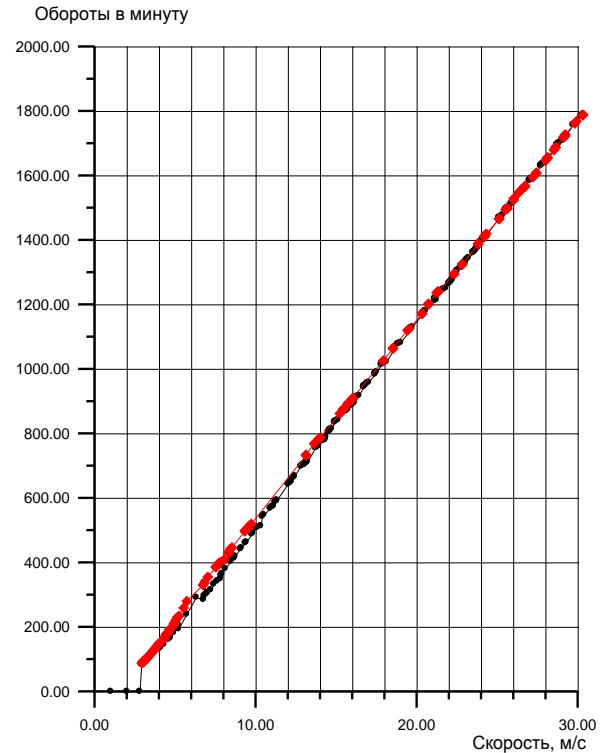
ускорению воздушного потока проходящего через рабочее колесо. Благодаря применению турбинной технологии набегающий воздушный поток (ветер) получает ускорение и увеличивает свою скорость практически в два раза. Соответственно, мощность (N) генерируемая ветроколесом увеличивается в идеальном случае в $N = f \{V^3\} = 2^3 = 8$ раз и это с учетом того, что ветроколесо не замедляет своего вращения вплоть до скоростей воздушного потока $V=30$ м/с, что подтвердили испытания в аэродинамической трубе ЦНИИ им. акад. Крылова А.Н.

Министерство промышленности и торговли РФ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
имени академика А.Н.Крылова»
(ГНЦ РФ ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова»)

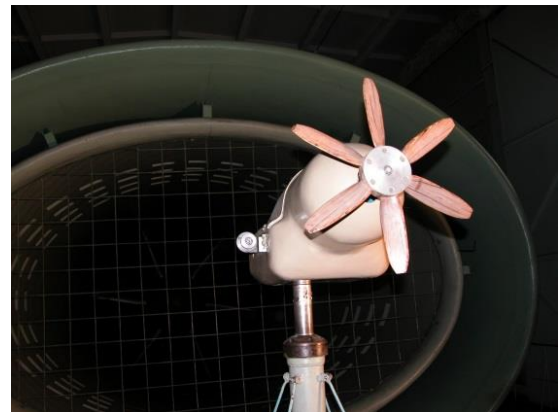
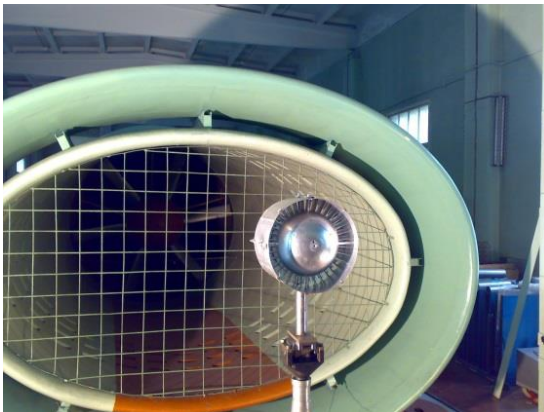
«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник 2-го отделения
заместитель директора,
член-корр. РАН
В.В. Пустынный
14 июля 2011г.

АКТ
по результатам испытаний
новой конструкции ветроэнергетической установки
в большой аэродинамической трубе

2011



Благодаря стабильной работе ветроколеса турбинного типа на высоких (штормовых) скоростях ветра, ветроустановки использующие эту технологию способныкратно увеличить выработку электроэнергии, вырабатываемой одной установкой, что позволит уменьшить себестоимость электроэнергии. Это можно проиллюстрировать на примере стандартного расчета обычного лопастного колеса, при условии его стабильной работы на скоростях 30 м/с, что было изучено нами при проведении НИОКР в большой аэродинамической трубе ЦНИИ им.акад. А.Н.Крылова в июле 2011г. (г.Санкт-Петербург).



Ветроколесо диаметром 1 метр обычной лопастной схемы, по общепринятой в ветроэнергетике формуле (www.wetroenergetika.ru), вырабатывает:

$$N = \frac{V^3 \cdot D^2 E}{2080} \text{ [кВт]} , \text{ где:}$$

V - скорость ветра (м/сек),

D - диаметр ветроколеса (м),

E - коэффициент использования энергии ветра.

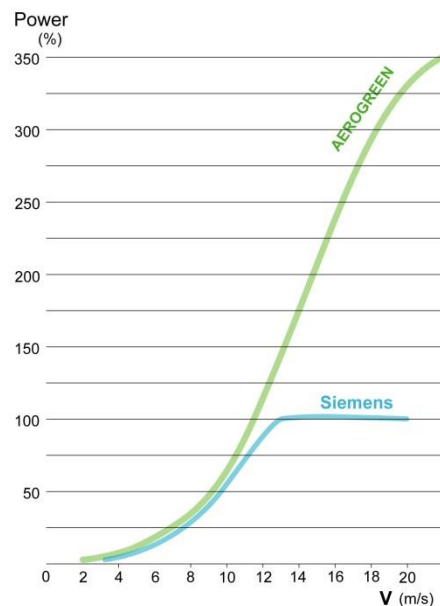
1) при $V = 10 \text{ м/с}$: $N_{10} = 10^3 \cdot 1^2 \cdot 0,35 / 2080 = 0,168 \text{ кВт} = 0,168 \text{ кВт},$

2) при $V = 30 \text{ м/с}$: $N_{30} = 30^3 \cdot 1^2 \cdot 0,35 / 2080 = 0,168 \text{ кВт} = 4,543 \text{ кВт},$

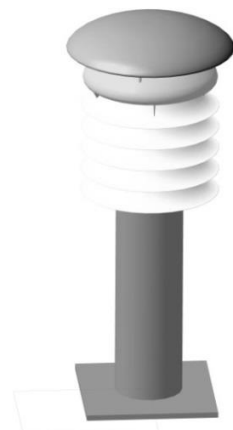
т.е. $N_{30} > N_{10}$ в 27 раз.

На сегодняшний день такой огромный потенциал ветровой энергии современные лопастные ВЭУ (3-х, 6-ти лопастные) не способны реализовать в полной мере, а развитие эффективности ветроустановок по критерию увеличения восприятия ветровой нагрузки с целью уменьшения себестоимости вырабатываемой электроэнергии является весьма перспективным направлением.

Siemens



AeroGreen

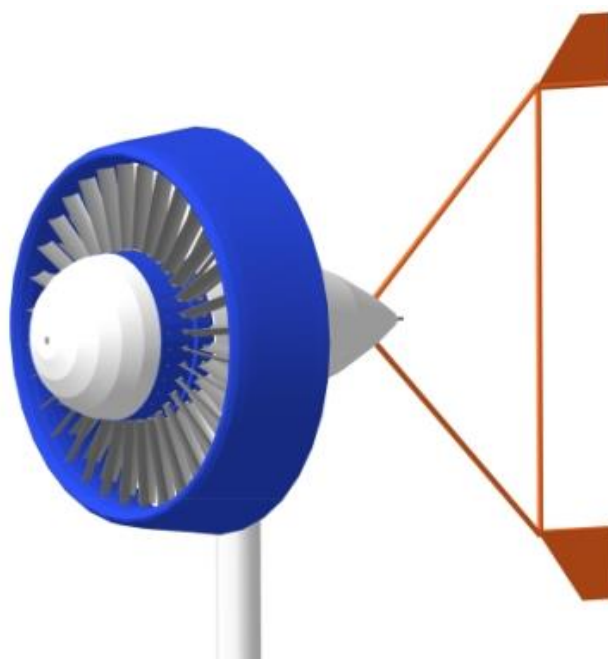


По данному направлению в России работают многие разработчики инновационных технологий в ветроэнергетике - это:

и инновационная фирма «МАГМА» г.Раменское, Московской обл.,

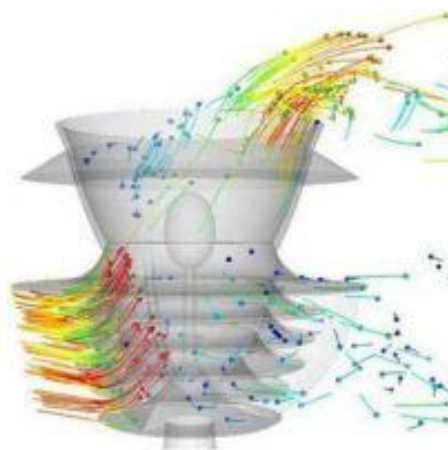


и компания-резидент Сколково - Optiflame Solutions.



Преимущества данного направления очевидны, но зависимость от направления ветра и затруднение эксплуатации от воздействия неблагоприятных погодных условий значительно уменьшают эффективность предложенных вариантов по применению турбинных технологий и не позволяют в полной мере реализовать этот огромный потенциал.

Система ориентации на ветер оригинально решена в конструкции ВЭУ австралийской компании Katru Eco-Energy (www.facepla.net/index.php/component), где предлагается: « ротор “всенаправленной” турбины установить на вертикальной оси в верхней части корпуса IMPLUX.



Но австралийские разработчики не учли весьма существенный фактор о необходимой организации векторно-направленного движения воздушного потока в непосредственной близости от шести-лопастного ветроколеса, что не позволяет обеспечить оптимальный угол обтекания воздушным потоком его лопастей (как это выполнено в конструкциях: FloDesign Wind Turbine, «МАГМА», Optiflame Solutions и др.). Так же не решен вопрос в предлагаемой конструкции по устранению воздействия неблагоприятных погодных условий (дождь со снегом, град) из-за открытой верхней части установки.

Верхняя часть корпуса закрыта, например, в диагональной турбине (<http://www.ecoenergy-russ>),



но здесь опять не решены проблемы и ориентации на ветер, и проблемы по формированию оптимального угла подхода воздушного потока к лопаткам ветроколеса при различных скоростях ветра.

Все вышеперечисленные проблемы, имеющиеся в современной ветроэнергетике, успешно решены в инновационном проекте ВЭУ «AeroGreen» www.aerogreen.info

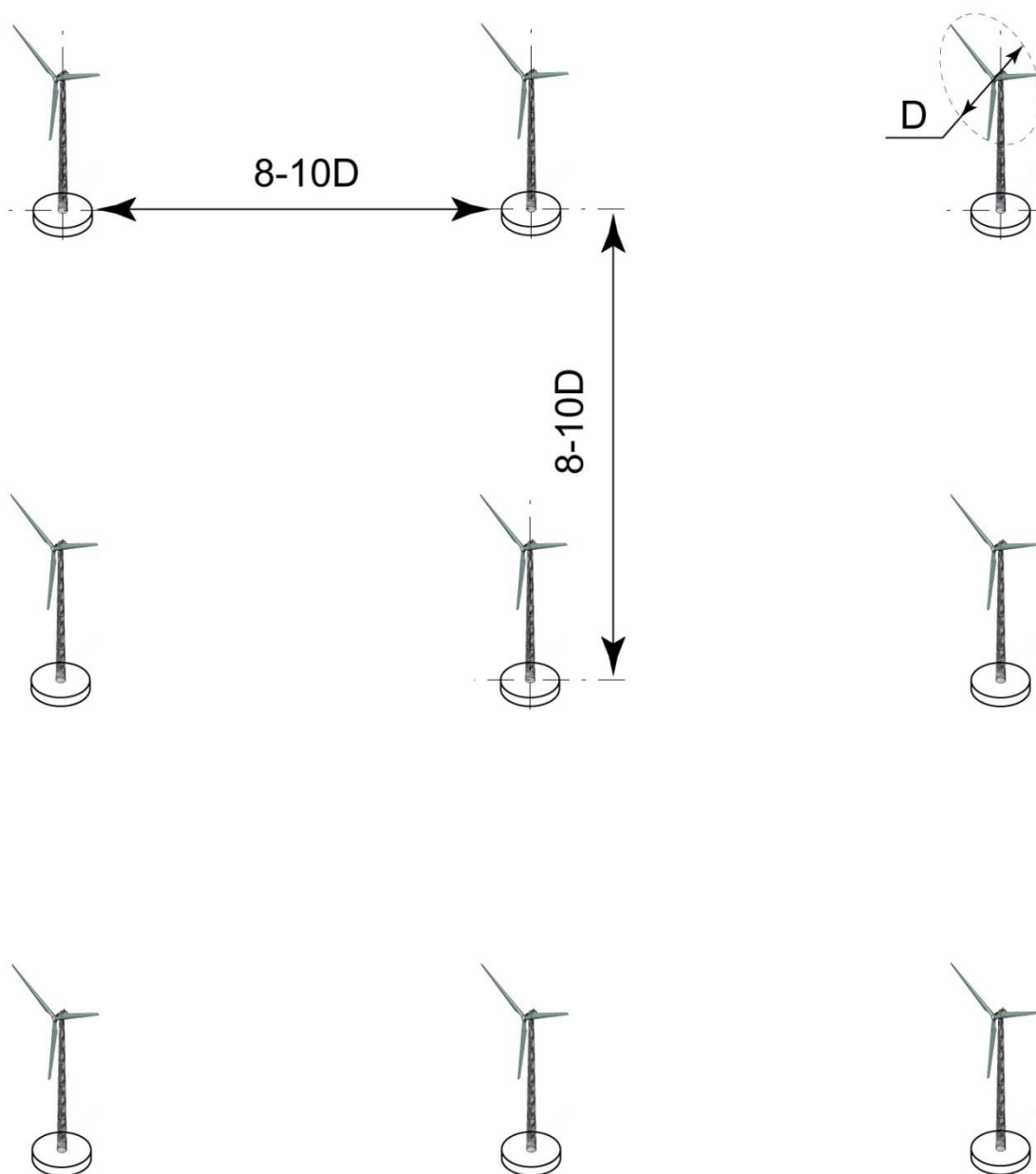


Строительство ветропарков состоящих из нескольких ВЭУ является весьма перспективным направлением в развитии мировой ветроэнергетике. Рекомендуемое расстояние между отдельно стоящими трехлопастными ВЭУ составляет 8-10 диаметров ветроколеса (<http://vetrogeneratorsvoimirukami.ru/montaj.html>). Это необходимо для выравнивания вихревого следа за ветроколесом, но требует отчуждения больших территорий. В конструкции ВЭУ "AeroGreen" воздушный поток выравнивается и ускоряется на 80% в неподвижно установленных направляющих лопатках перед ветроколесом, что значительно позволяет уменьшить расстояние между отдельно стоящими установками, как на суше, так и на прибрежных офшорных территориях. Это позволяет существенно (в 2-3 раза) повысить удельную мощность ветропарка по вырабатываемой электроэнергии и сократить, соответственно, занимаемую территорию.

Ветропарк общей мощностью 9 МВт, состоящий из девяти ветроустановок по 1 МВт каждая, занимает 4 квадратных километра:

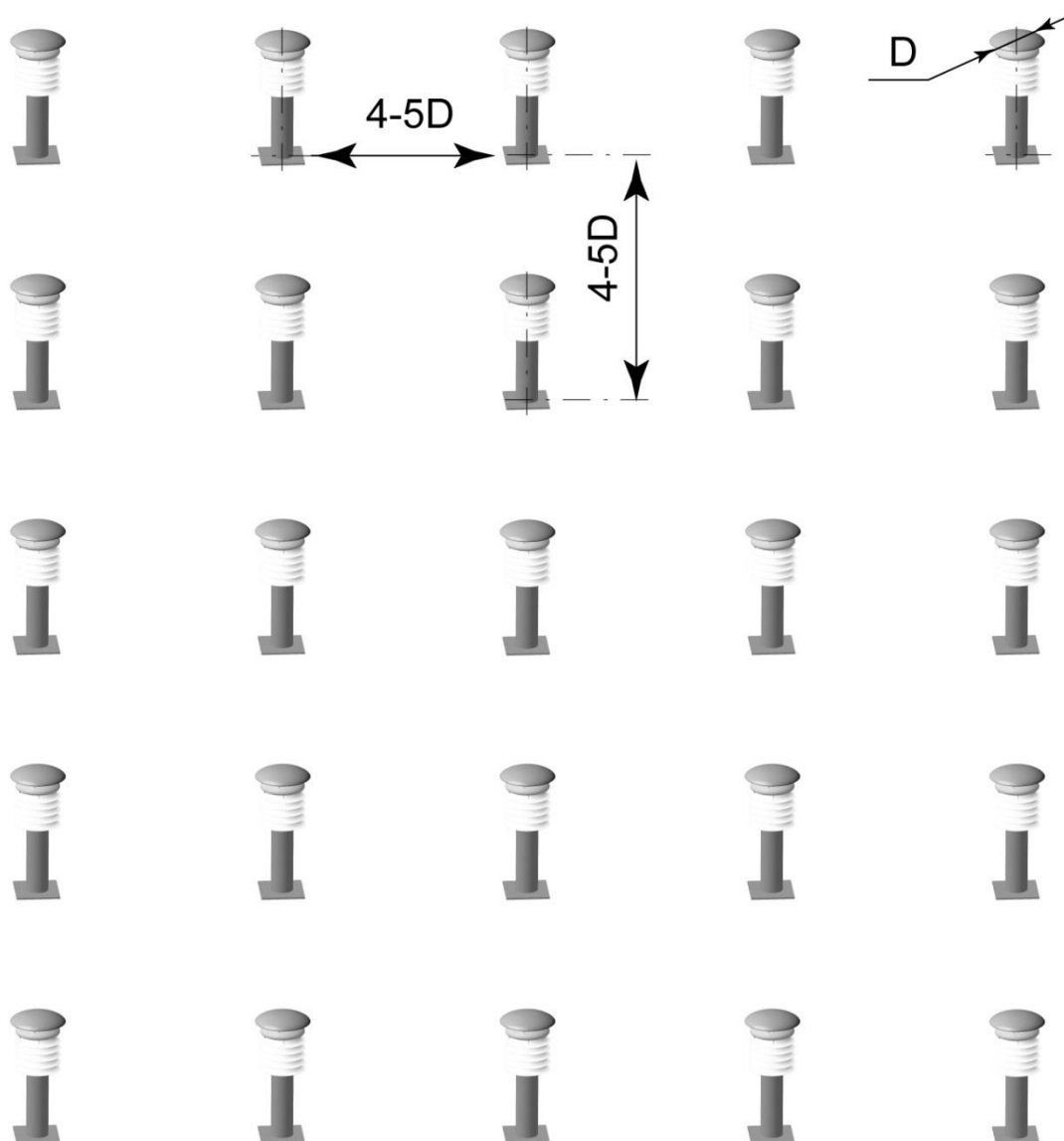
ВЕТРОПАРК ВЭУ ТРЕХЛОПАСТНОЙ СХЕМЫ

Площадь - 4 кв.км. Общая мощность - 9МВт



ВЕТРОПАРК ВЭУ AEROGREEN

Площадь - 4 кв.км. Общая мощность - 25МВт



Ветропарки, состоящие из ВЭУ "AeroGreen" установленной мощностью 1 МВт каждая, способен на такой же территории вырабатывать в 2,7 раза больше электроэнергии, обеспечивая снижение её себестоимости, за счет повышения эффективности работы ветроколеса турбинного типа.

Компании разработчику ЗАО «Аэрогрин», в соответствии, с протоколом Экспертной коллегии г.Москва, присвоен статус резидента Сколково от 07.05.2013г.

Зарегистрирован Минюстом России
распоряжением от « 8 » декабря 201 0 № 10200-р

**Некоммерческая организация Фонд развития Центра разработки и
коммерциализации новых технологий**

СВИДЕТЕЛЬСТВО

**о внесении записи в реестр участников проекта о присвоении статуса
участника проекта создания и обеспечения функционирования
инновационного центра «Сколково»**

Настоящим подтверждается, что в соответствии с Федеральным законом
«Об инновационном центре «Сколково» внесена запись в реестр участников
проекта о присвоении статуса участника проекта создания и обеспечения
функционирования инновационного центра «Сколково»

Закрытое акционерное общество "Аэрогрин"
(полное наименование)

юридического лица с указанием организационно-правовой формы)

ЗАО "Аэрогрин"
(сокращенное наименование юридического лица)

Основной регистрационный номер

1	1	2	0	5	8	8
---	---	---	---	---	---	---

Дата внесения записи в реестр участников проекта « 7 » мая 201 3 г.


В.Ф.Вексельберг
(подпись, Ф.И.О.)

 » мая 201 3 г.

10№0000934

Формы: М170, Москва, 2012, «В»