

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



Обзор рынка ветроэлектрических установок (ВЭУ) в СНГ

Москва
сентябрь, 2017

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/41/528>

Общее количество страниц: 206 стр.
Стоимость отчета – 48 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИГ Инфомайн, являются надежными, однако ИГ Инфомайн не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИГ Инфомайн не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИГ Инфомайн либо тиражироваться любыми способами.

Содержание

Аннотация.....	8
Введение	10
1. Обзор рынка ветроэлектрических установок в России в 2010-2017 гг..	14
1.1. Производство ветроэлектрических установок в России в 2010-2017 гг.	17
1.2. Экспорт и импорт ветроэлектрических установок в России в 2010-2017 гг.	19
1.2.1. <i>Импорт ветроэлектрических установок большой мощности в 2010-2017 гг.</i>	22
1.2.2. <i>Импорт ветроэлектрических установок средней мощности в 2010-2017 гг.</i>	23
1.2.3. <i>Импорт ветроэлектрических установок малой мощности в 2010-2017 гг.</i>	26
1.2.4. <i>Импорт ветроэлектрических установок очень малой мощности в 2010-2017 гг.</i>	32
1.3. Прогноз потребления ветроэлектрических установок в России на 2018-2025 гг.	37
2. Обзор рынка ветроэлектрических установок на Украине в 2010-2016 гг.	39
2.1. Производство ветроэлектрических установок на Украине в 2010-2017 гг.	40
2.2. Экспорт и импорт ветроэлектрических установок на Украине в 2010-2017 гг.	45
2.2.1. <i>Экспорт ветроэлектрических установок Украиной в 2010-2017 гг.</i>	45
2.2.1.1. Экспорт ветроэлектрических установок большой мощности Украиной в 2010 - 1-м полугодии 2017 гг.	47
2.2.1.2. Экспорт ветроэлектрических установок малой мощности Украиной в 2010 - 1-м полугодии 2017 гг.	47
2.2.1.3. Экспорт ветроэлектрических установок очень малой мощности Украиной в 2010 - 1-м полугодии 2017 гг.	48
2.2.2. <i>Импорт ветроэлектрических установок на Украину в 2010 - 1-м полугодии 2017 гг.</i>	51
2.2.2.1. Импорт ветроэлектрических установок большой мощности Украиной в 2010 – 1-м полугодии 2017 гг.	52
2.2.2.2. Импорт ветроэлектрических установок средней мощности Украиной в 2010 – 1-м полугодии 2017 гг.	54
2.2.2.3. Импорт ветроэлектрических установок малой мощности Украиной в 2010 - 1-м полугодии 2017 гг.	54
2.2.2.4. Импорт ветроэлектрических установок очень малой мощности Украиной в 2010 – 1-м полугодии 2017 гг.	56

2.3. Прогноз потребления ветроэлектрических установок на Украине на 2018-2025 гг.	63
3. Обзор рынка ветроэлектрических установок в других странах СНГ в 2010-2016 гг.	64
3.1. Азербайджан	65
3.2. Казахстан.....	67
3.3. Белоруссия	69
3.4. Грузия.....	70
3.5. Прогноз потребления ветроэлектрических установок в странах СНГ на 2018-2025 гг.	72
4. Ценовой анализ ветроэлектрических установок в странах СНГ	73
Приложение 1. Правовые основы стимулирования ветроэнергетики в России	74
Приложение 2. Российские разработчики и производители опытно-промышленных образцов ВЭУ в 2010-2017 гг.	78
Приложение 3. Основные российские импортёры ВЭУ очень малой мощности в 2010-2016 гг., единиц	80

Список таблиц

- Таблица 1: Целевые показатели ветроэнергетики в 2014-2020 гг., МВт, ГВт·ч
- Таблица 2: Целевые показатели степени локализации производства ВЭУ в 2014-2020 гг., %
- Таблица 3: Предельные величины капитальных затрат на возведение 1 кВт установленной мощности ВЭУ на 2014-2020 гг., руб./кВт
- Таблица 4: Характеристики ВЭУ малой мощности, производимых в РФ в 2000-2010 гг.
- Таблица 5: Российский импорт ВЭУ средней, малой и очень малой мощности в 2010-2017 гг., единиц, кВт
- Таблица 6: Иностранные производители импортных ВЭУ средней мощности в 2010-2015 гг., единиц
- Таблица 7: Российские импортёры ВЭУ малой мощности в 2010-2017 гг., единиц
- Таблица 8: Топ-10 иностранных изготовителей импортных ВЭУ малой мощности для России в 2010-2017 гг., единиц
- Таблица 9: Топ-10 иностранных изготовителей импортных ВЭУ очень малой мощности для России в 2010-2017 гг., единиц
- Таблица 10: Прогноз потребления ВЭУ в России в 2018-2025 гг., единиц, МВт
- Таблица 11: Уровень производства разных типов ВЭУ на основных предприятиях Украины в 2010-2017 гг., единиц
- Таблица 12: Основные характеристики ВЭУ малой и очень малой мощности производства ТОВ «Компанія «Вінделектрик» (Киев)
- Таблица 13: Основные характеристики ВЭУ малой и очень малой мощности производства ООО «НВП КБ «Верано-Ко» Одесса
- Таблица 14: Основные характеристики ВЭУ очень малой мощности производства ЧП «Світ Вітру» (Харьков)
- Таблица 15: Экспорт ВЭУ Украиной в 2010-2017 гг., единиц, кВт
- Таблица 16: Экспортёры ВЭУ малой мощности с Украины в 2010-2012 гг., единиц
- Таблица 17: Экспортёры ВЭУ очень малой мощности с Украины в 2010-2017 гг., единиц
- Таблица 18: Импорт ВЭУ на Украину в 2010-2017 гг., единиц, кВт
- Таблица 19: Импорт ВЭУ большой мощности на Украину в 2010-2017 гг., единиц, МВт
- Таблица 20: Импорт ВЭУ малой мощности на Украину в 2010-2017 гг., единиц, кВт
- Таблица 21: Основные импортеры ВЭУ очень малой мощности на Украину в 2010-2017 гг., единиц, кВт
- Таблица 22: Показатели импорта ВЭУ в Азербайджан, Белоруссию, Грузию и Казахстан в 2010-2016 гг. и основные страны-поставщики
- Таблица 23: Показатели импорта ВЭУ в Азербайджане и основные страны-поставщики в 2010-2016 гг., млн \$, т

Таблица 24: Показатели импорта ВЭУ в Казахстан и основные страны-поставщики в 2010-2016 гг., млн \$, т

Таблица 25: Показатели импорта ВЭУ в Белоруссию и основные страны-поставщики в 2010-2016 гг., млн \$, т

Таблица 26: Показатели импорта ВЭУ в Грузию и основные страны-поставщики в 2010-2016 гг., тыс. \$, т

Список рисунков

- Рисунок 1: Структура импорта ВЭУ Россией в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 2: Структура импорта по мощности ВЭУ Россией в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 3: Средняя мощность импортных ВЭУ средней мощности в РФ в 2010-2017 гг., кВт
- Рисунок 4: Региональное распределение российского импорта ВЭУ средней мощности в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 5: Рейтинг российских импортёров ВЭУ средней мощности в 2010-2017 гг., единиц
- Рисунок 6: Средняя мощность импортных ВЭУ малой мощности в РФ в 2010-2017 гг., кВт
- Рисунок 7: Региональное распределение российского импорта ВЭУ малой мощности в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 8: Ведущие российские импортёры ВЭУ малой мощности в 2010-2017 гг., единиц
- Рисунок 9: Региональная структура импорта ВЭУ малой мощности в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 10: Средняя мощность импортных ВЭУ очень малой мощности в РФ в 2010-2017 гг., кВт
- Рисунок 11: Региональное распределение российского импорта ВЭУ очень малой мощности в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 12: Ведущие российские импортёры ВЭУ очень малой мощности в 2010-2017 гг., единиц
- Рисунок 13: Региональная структура импорта ВЭУ очень малой мощности в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 14: Структура экспорта ВЭУ Украиной в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 15: Средняя мощность экспортируемых Украиной ВЭУ очень малой мощности в 2010-2017 гг., кВт
- Рисунок 16: Региональное распределение экспорта Украиной ВЭУ очень малой мощности в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 17: Структура импорта ВЭУ Украиной в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 18: Средняя мощность импортных ВЭУ очень малой мощности на Украине в 2010-2017 гг., кВт
- Рисунок 19: Региональное распределение импорта на Украину ВЭУ очень малой мощности в 2010-2017 гг., %
- Рисунок 20: Ведущие импортёры ВЭУ очень малой мощности на Украину в 2010-2017 гг., единиц
- Рисунок 21: Региональная структура импорта на Украину ВЭУ очень малой мощности в 2010-2017 гг., единиц
- Рисунок 22: Топ-10 иностранных поставщиков импортных ВЭУ очень малой мощности для Украины в 2010-2017 гг., единиц
- Рисунок 23: Базовый и умеренно-оптимистичный сценарии установленной мощности ВЭУ в странах СНГ в 2018-2025 гг., МВт

Аннотация

Настоящий отчет является **первым изданием** исследования рынка ветроэлектрических установок в России и странах СНГ.

Цель исследования – анализ рынка ветроэлектрических установок в России и странах СНГ.

Объектом исследования являются ветроэлектрические установки малой, средней и большой мощности от 0,1 кВт до 3,3 МВт.

Данная работа представляет собой **кабинетное исследование**. В качестве **источников информации** использовались данные научной, отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов разработчиков и производителей ветроэлектрических установок, опрос отечественных и зарубежных специалистов.

Хронологические рамки исследования: 2010-2017 гг., прогноз на 2018-2025 гг.

География исследования: Российская Федерация, Украина и другие страны СНГ.

Отчет состоит из **4** глав, содержит **83** страницы, в том числе **26** таблиц, **23** рисунка и **3** приложения.

В **первой главе** дана информация о ветроэлектрических установках в РФ, в частности о государственной поддержке ветроэнергетики, о разработке и производстве ветроэлектрических установок, об экспортно-импортных операциях, а также дан прогноз потребления на 2018-2025 гг.

Во **второй главе** приведена информация о ветроэлектрических установках на Украине, в частности о государственной поддержке ветроэнергетики, о разработке и производстве ветроэлектрических установок, об экспортно-импортных операциях, а также дан прогноз потребления на 2018-2025 гг.

В **третьей главе** дана информация о ветроэлектрических установках в других странах СНГ, в частности в Азербайджане, Белоруссии, Грузии и Казахстане; сообщается об экспортно-импортных операциях, а также дан прогноз потребления на 2018-2025 гг.

В **четвёртой главе** проведен ценовой анализ ветроэлектрических установок и указаны интервалы сметной стоимости ветроэлектрических станций.

В **приложениях** приведены законодательные основы государственной поддержки ветроэнергетики в РФ, указаны разработчики и производители

опытно-промышленных установок в России, дан перечень российских импортеров ветроэлектрических установок очень малой мощности.

Целевая аудитория исследования:

- участники ветроэнергетического рынка в России и странах СНГ – исследователи, разработчики, производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на данном рынке.

Введение

Первопричиной образования ветра, так же как и многих других динамических явлений, происходящих на поверхности земли и в ее атмосфере, является энергия солнца. Циркуляционные изменения направления движения воздушных масс обусловлены влиянием океанских течений – холодных и теплых, рельефом местности и множеством других циклических и случайных факторов. Ветер характеризуется скоростью, направлением и силой. Характерной особенностью ветра является то, что его энергия присутствует в природе постоянно и не требует специальных средств, в том числе целенаправленной деятельности человека для своего высвобождения.

Применять силу ветра человечество научилось давно. Сначала это были паруса первых кораблей, затем ветряные мельницы. Наиболее древний документ, дошедший до нашего времени, в котором упоминается устройство по использованию энергии ветра, относится к периоду 500-900 годов н.э. В исторических документах описывается персидский механизм, применявшийся для подъема воды и помола зерна. Позже такой ветродвигатель получил латинское название *raemone*, что означает: вращается при любом направлении ветра.

Во времена СССР ветроэнергетика развивалась в едином ключе. В 1925 г. в ЦАГИ профессором Николаем Егоровичем Жуковским был открыт отдел ветряных двигателей, где велась разработка ветрогенераторов и роторов для них. Постоянная нехватка источников электроэнергии в СССР требовала поиска любых доступных способов ее генерации, и в рамках этого проекта создавались предприятия по серийному выпуску ветровых турбин мощностью в 3-4 кВт. Первая в Советском Союзе ветроэлектрическая станция (ВЭС) мощностью 8 кВт начала работу в 1930 г. в Курске. В следующем году завершилось строительство 100 кВт ВЭС в Крыму.

В середине 20-го века Советские ветрогенераторы выпускались в объеме 9000 единиц за год. В ходе освоения казахской целины были построены ВЭС мощностью 400 кВт, сочетавшие в себе несколько ветроэлектрических установок и дизель-генераторы.

Интерес к ветроэнергетике в СССР сошел на нет к началу 1960-х годов. Себестоимость ветрового киловатта, с учетом затрат на производство ветряка, его установку и обслуживание, составляла в те годы около 40 центов, тогда как атомно-углеводородный киловатт стоил куда дешевле – около 1 цента.

После распада СССР в 1990-е гг. страны СНГ выбрали разные концепции ветроэлектроэнергетики – от государственного приоритета по образцу Евросоюза (Украина), через весьма ограниченные меры господдержки (Россия) до затянувшегося обсуждения перспектив ветряной энергии (Туркмения, Узбекистан).

Согласно ГОСТ Р 51237-98 ветроэнергетические установки (ВЭУ) предназначены для преобразования кинетической энергии ветра в энергию других видов. ВЭУ классифицируют:

- по виду вырабатываемой энергии;
- по мощности;
- по областям применения;
- по назначению;
- по признаку работы с постоянной или переменной частотой вращения ветроколеса (ВК);
- по способам управления;
- по структуре системы генерирования.

Преобладающее значение в промышленной ветроэнергетике имеют электрические установки ВЭУ, которые и будут рассмотрены в данном исследовании. Прочие ветроэнергетические установки рассматриваться не будут из-за отсутствия к ним практического интереса в 2010-2017 гг. и на перспективу до 2025 г.

ВЭУ в зависимости от мощности подразделяют на 4 группы:

- а) большой мощности – свыше 1 МВт;
- б) средней мощности – от 100 кВт до 1 МВт;
- в) малой мощности – от 5 до 100 кВт
- г) очень малой мощности – менее 5 до 100 кВт.

Ветроэлектрическая станция (ВЭС) включает несколько ВЭУ, а также распределительное устройство, объединенные территориально и управляемые с единого диспетчерского пункта.

Большинство ВЭУ имеет ось вращения либо совпадающую с направлением ветрового потока, либо перпендикулярную ей. В связи с этим по конструктивному исполнению ВЭУ классифицируют на коллинеарные (горизонтально или вертикально-осевые) и ортогональные (также горизонтально или вертикально-осевые).

По режиму работы ВЭУ разделяют на три основных класса: сетевые, гибридные и автономные.

Сетевые ВЭУ – это, как правило, установки большой мощности от 1 МВт и выше, работающие параллельно с мощной энергосистемой. По назначению являются источниками получения и выдачи в электрическую сеть максимально возможной выработанной электроэнергии. Рекордный по мощности агрегат Enercon E-126 был смонтирован в г. Эмдем (Германия). Его мощность составляет 7 МВт, высота башни 124 м и диаметр ротора 126 м.

Гибридные установки работают параллельно с независимыми электростанциями соизмеримой мощности (дизель-генераторы, малые ГЭС и др.). По назначению эти ВЭУ являются источниками электропитания для бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией номинальной мощности.

Автономные же агрегаты служат источниками электропитания потребителей, не связанных с электрической сетью. ВЭУ имеют маленькую номинальную мощность и работают, как правило, на небольшое число потребителей.

Наиболее широкое распространение в современной большой энергетике получили сетевые ВЭУ мегаваттного класса с горизонтальным расположением оси ветроколеса с тремя неподвижными или поворотными лопастями. Основными элементами ветроустановки горизонтально-осевого типа являются: ветроколесо (ротор), оборудованное, как правило, тремя лопастями аэродинамического профиля, поворотная гондола (или обтекатель), в которой размещены генератор, редуктор, автоматические системы контроля параметров ВЭУ и ориентации на ветер. Все это оборудование устанавливается на металлической башне. В ряде конструкций ВЭУ для регулирования мощностью лопасти делают поворотными, а для торможения агрегата концы лопастей поворачиваются на 90°. Компонентные решения определяются расположением оборудования в гондоле, типом генератора. Различают два основных типа современных ВЭУ: редукторные (соединение ротора с генератором через редуктор) и безредукторные (с прямым соединением генератора и ветроколеса). В последнее время на рынке ветроустановок появились новые конструкции, связанные с устранением главного вала, обычно сделанного из дорогой легированной стали методом штамповки и очень тяжелого. В этом случае все элементы крепятся к единой монолитной основе, обеспечивающей и крепление узлов, и транспорт механической энергии вращения от ветроколеса к генератору.

Одним из важных параметров ВЭУ, существенным образом влияющим на конструкцию, является класс ВЭУ. Условия формирования ветрового потока, его турбулентность определяют размеры, жесткость лопасти ветроколеса для ВЭУ одной и той же номинальной мощности. В настоящее время общепринята классификация ВЭУ, предложенная Международной электротехнической комиссией (IEC), позволяющая унифицировать основные параметры ВЭУ для наиболее распространенных местных условий.

Для характеристики ВЭУ используют коэффициент использования установленной мощности (КИУМ). Согласно ГОСТ 19431-84 «Энергетика и электрификация. Термины и определения», КИУМ – это «отношение среднеарифметической мощности к установленной мощности электроустановки за установленный интервал времени».

Как правило, из-за неравномерности ветра и периодов штиля КИУМ для большинства ВЭУ составляет 5-30% в год (для сравнения КИУМ атомных электростанций колеблется в интервале 92-97% в год). Но поскольку энергия ветра условно бесплатная, сравнительно невысокий КИУМ ветроэнергетики не является препятствием для массового использования ВЭУ и ВЭС во многих странах мира.

Предметом данного исследования является обзор рынка ветряных установок для производства электроэнергии в России и странах СНГ.

В настоящем обзоре не будут браться во внимание аварийные ветрогенераторы, например самолетов МС-21, разнообразных кораблей и судов. Вне анализа останутся и бывшие в употреблении (Б\У) ветроустановки, поскольку, как правило, они используются в учебно-тренировочных и научно-образовательных целях.

1. Обзор рынка ветроэлектрических установок в России в 2010-2017 гг.

Россия имеет самый большой в мире ветропотенциал – порядка 10 ГВт. С 2007 г. в ФЗ 35 «Об электроэнергетике» зафиксировано, что Правительство РФ поддерживает использование возобновляемых источников энергии – ВИЭ (в первую очередь ветряной) и предоставляет из федерального бюджета субсидии на технологическое присоединение генерирующих объектов на основе ВИЭ.

Распоряжение Правительства РФ от 28 мая 2013 г. №861-р сформулировало ориентировочные показатели развития ветряной энергетики до 2020 г. (таблица 1). Для реализации механизма торговли мощностью квалифицированных генерирующих объектов директивно устанавливаются целевые показатели степени локализации на территории России производства основного и вспомогательного генерирующего оборудования, применяемого при производстве электрической энергии (таблица 2). При этом предельные величины капитальных затрат на возведение 1 кВт установленной мощности ветрогенерирующего объекта на 2014-2020 гг. не должны превышать показатели, представленные в таблице 3.

Таблица 1: Целевые показатели ветроэнергетики в 2014-2020 гг., МВт, ГВт·ч

Показатель	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Всего
Мощность, МВт	100							
Производство, ГВт·ч	219,0							

Источник: Распоряжение Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 861-р

Таблица 2: Целевые показатели степени локализации производства ВЭУ в 2014-2020 гг., %

Год ввода в эксплуатацию	Целевой показатель степени локализации, %
2014	
2015	
с 2016 по 2017	
с 2018 по 2020	

Источник: Распоряжение Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 861-р

Таблица 3: Предельные величины капитальных затрат на возведение 1 кВт установленной мощности ВЭУ на 2014-2020 гг., руб./кВт

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Кап. затраты	65762						

Источник: Распоряжение Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 861-р

23.01.2015 г. премьер-министр России Дмитрий Медведев подписал постановление Правительства РФ № 47, касающееся вопросов стимулирования использования ВИЭ на розничных рынках электроэнергии. Указанное постановление предусматривает внедрение механизмов поддержки генерации на основе ВИЭ на розничных рынках электроэнергии, в том числе в изолированных и удаленных энергосистемах (территориях), где использование ВИЭ зачастую является экономически целесообразным главным образом за счет замещения или дополнения дизельной генерации.

Эти решения Правительства РФ простимулировали развитие ветроэнергетики, но в существенно меньших масштабах, чем планировалось. Главная цель виделась в продуктивности децентрализованных изолированных и удаленных энергосистем. К ним относят в основном районы, расположенные в зоне Крайнего Севера и приравненных к нему территорий, а также отдельные районы Республики Саха (Якутия), Республики Карелия, Мурманской, Магаданской, Амурской и Сахалинской областей, Камчатского края, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов. Они характеризуются отсутствием или недостаточным развитием энергетической и транспортной инфраструктуры, недостаточной обеспеченностью местными видами топлива. Энергообеспечение осуществляется главным образом автономными электростанциями небольшой мощности, работающими на дизельном топливе. Менее распространены установки, работающие на природном газе или угле, встречаются редкие случаи использования энергоустановок на основе ветра и солнца. Основной проблемой энергоснабжения потребителей выступает высокая себестоимость электроэнергии, производимой дизельными генераторами, обусловленная сложной транспортной логистикой. Однако это делает привлекательными ветряные и ветро-дизельные электростанции. При составлении бизнес-планов ВЭС важно использовать правдоподобные КИУМ (по российскому опыту 1992-2010 гг. старых ветропарков 5-15%) и здраво оценивать себестоимость ветрогенерации с учётом расходов на утилизацию отработанных ветряков и рекультивации промплощадки до зелёной лужайки (порядка 50 руб./кВт·ч).

По данным СО ЕЭС, суммарная установленная электрическая мощность ветряных электростанций России на 01 апреля 2017 г. составила 99,9 МВт (в 50 раз меньше распоряжения № 861, да и то с учётом внепланово доставшихся 85 МВт мощностей в Крыму после его добровольного присоединения к России). Это всего 0,04% от установленной мощности электростанций ЕЭС России. В отставании есть и объективные причины, и субъективные обстоятельства (отсутствие научной школы ветрогенерации, недостаток специалистов по ветроэнергетике, непрофессионализм эффективных менеджеров и т.д.).

Главных объективных причин две: 1) низкое качество ветряных ресурсов РФ (частые случаи шквалистых, ураганных и штормовых ударов по ветроустановкам); 2) проблема оледенения лопастей ветрогенераторов при