



Технические и коммерческие аспекты разработки ветроэнергетических проектов (сокращенная версия)

Маркус Шуллер
Fichtner GmbH & Co. KG



CONSULTING & IT



ENERGY



ENVIRONMENT



WATER & INFRASTRUCTURE

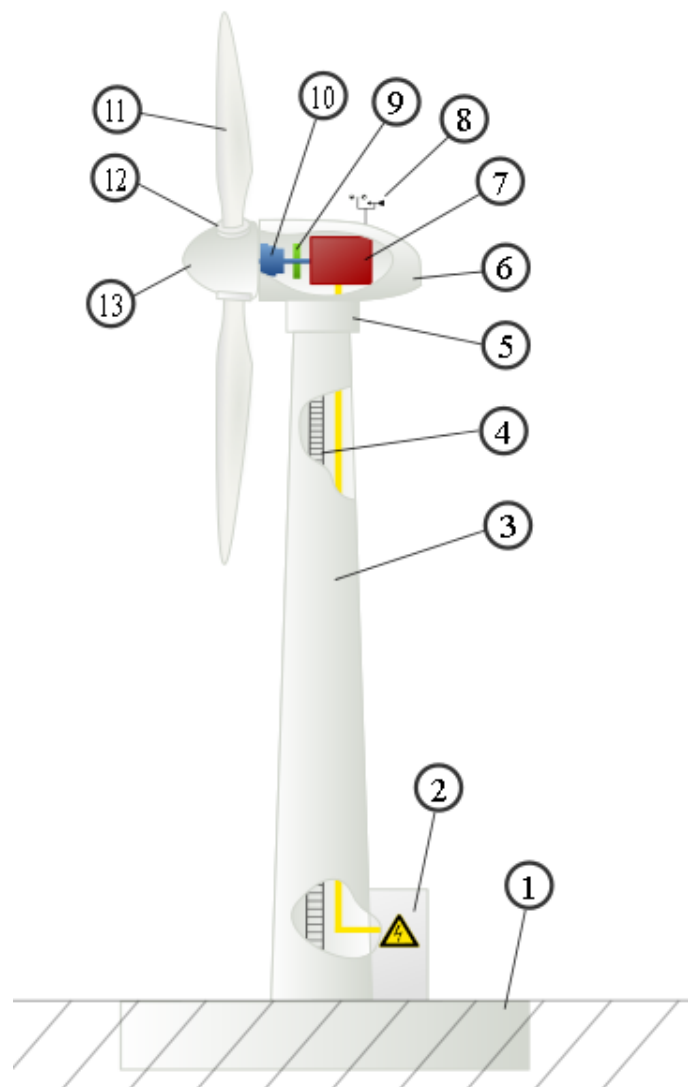
Содержание презентации

- 1. О ветровой энергии**
 - Технология ветровых турбин
- 2. Разработка проекта**
 - Размещение
 - Оценка ветрового потенциала
 - Выбор ветровой турбины
 - Компоновка ветровой электростанции
 - Общая, электрическая и строительная части
- 3. Управление проектом**
 - Концепция закупок
 - Организация проекта
 - Контракты
 - Рыночные условия
- 4. Отбор проектов и экспертное заключение**

Технология ветровых турбин

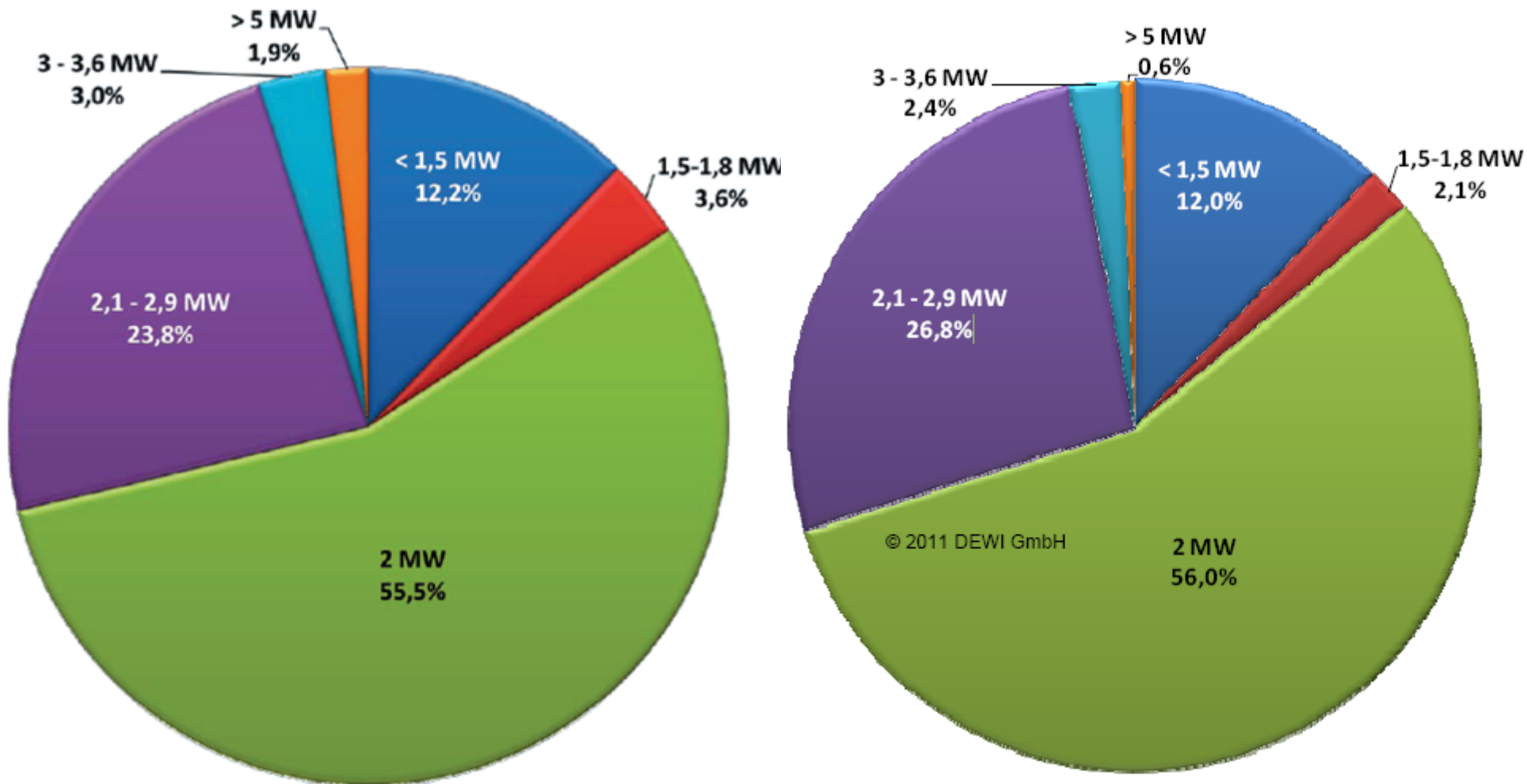
Ветровая турбина преобразовывает кинетическую энергию ветра в механическую энергию, а затем в электрическую энергию.

1. **Фундамент**
2. **Присоединение к электрической сети**
3. **Башня**
4. **Лестница для обеспечения доступа**
5. **Управление ориентацией ветроагрегата**
6. **Гондола**
7. **Генератор**
8. **Анемометр**
9. **Тормоз**
10. **Редуктор**
11. **Лопасть ротора**
12. **Управление шагом лопастей**
13. **Втулка ротора**



Графика: А. Нордманн

Доля отдельных классов ветроагрегатов соответственно их размеру в числе вновь установленных ветроагрегатов

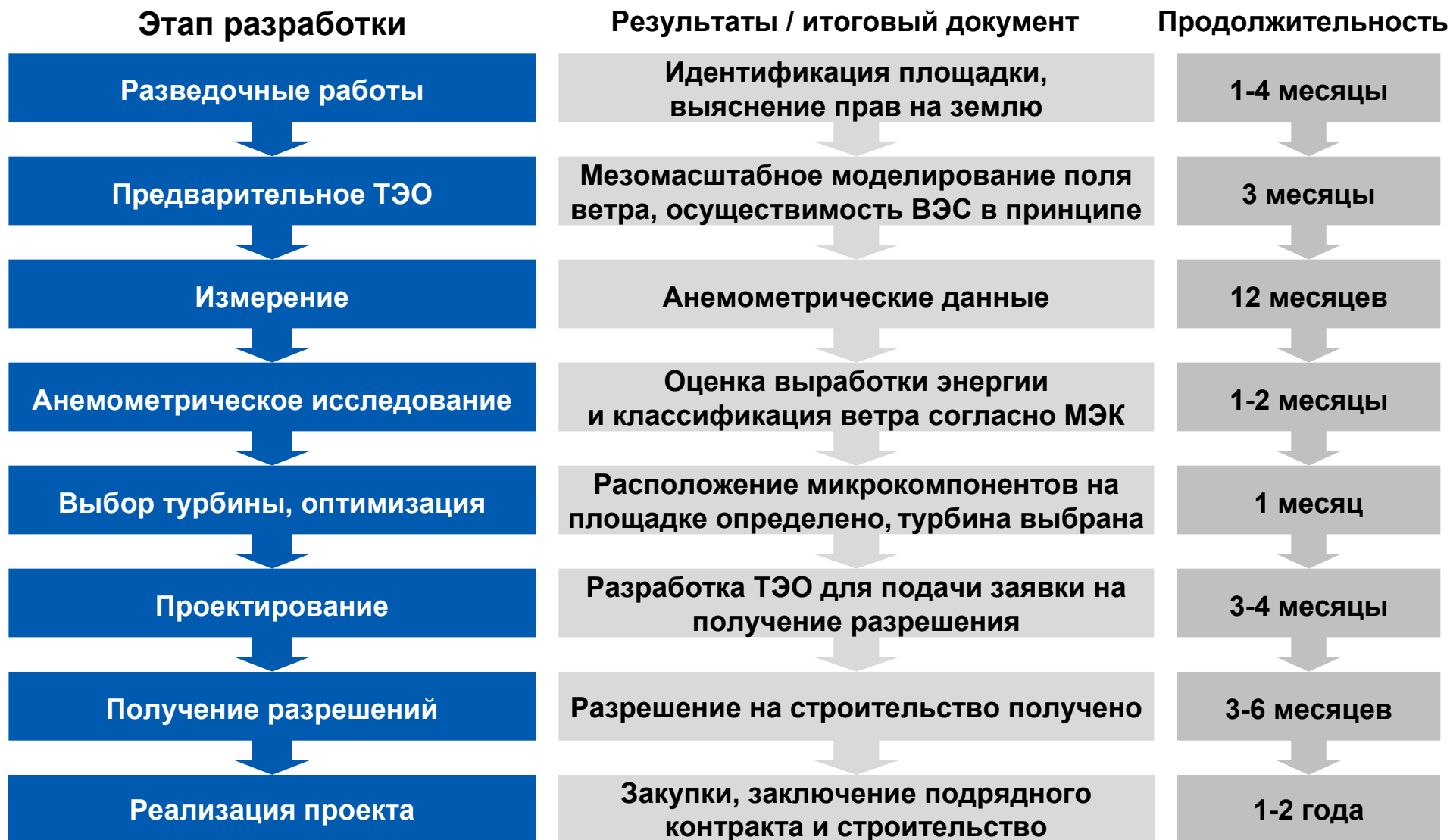


Разработка проекта

На этапе разработки ветроэнергетического проекта будут разработаны и намечены концепции по следующим сферам / компонентам ветровой электростанции:

- **Размещение и связанные с ним ограничения, вытекающие из**
 - **права собственности на земельные участки,**
 - **доступности площадки,**
 - **вопросов охраны окружающей среды (шум, затенение, воздействия при строительстве);**
- **Ветровой потенциал и перспективная выработка электроэнергии;**
- **Выбор и пригодность ветровой турбины;**
- **Компоновка ветроэнергетического центра, расположение микрокомпонентов на площадке (размещение турбин);**
- **Подъездные дороги;**
- **Присоединение к сети и электрическая часть проекта ветроэнергетического центра;**
- **Монтаж ветровой турбины (наличие оборудования).**

Процесс разработки ветроэнергетического проекта



Разработка проекта – Размещение

Определить потенциальные месторасположения для ветроэнергетического проекта на макро-уровне:

- На карте ветрового потенциала страны определить зоны с высокими средними скоростями ветра;
- Проверить наличие сети в данном регионе и ее пропускную способность для поступления дополнительной электроэнергии;
- Проверить области ограничений, такие как заповедные зоны и национальные парки, аэропорты и их окружение, жилые районы и туристические зоны и т.п.;
- Проверить ситуацию с собственностью на землю и готовность владельца сдать ее в аренду;
- Проверить наличие дорог;
- Перенести планирование на микро-уровень.

Разработка проекта – Оценка ветрового потенциала

Стандартная оценка ветрового потенциала для ветроэнергетики:

1. Измерение в близлежащих районах или данные мезомасштабного моделирования для предварительного технико-экономического обоснования
2. Измерение скорости ветра на площадке в течение, по меньшей мере, 12 месяцев на разных высотах, измерение температуры
3. Долгосрочное сравнение с данными близлежащих метеорологических станций
4. Расчеты предельных ветровых условий
5. Оценка турбулентности **Измерение и исследование ветровых режимов**

Исследование с соблюдением отраслевых стандартов должно осуществляться консультантом, имеющим хорошую репутацию во всех вышеперечисленных областях.

Стандарты: - IEC 61400-12 согласно МЭК
- рекомендации MEASNET

Разработка проекта – Мезомасштабное моделирование

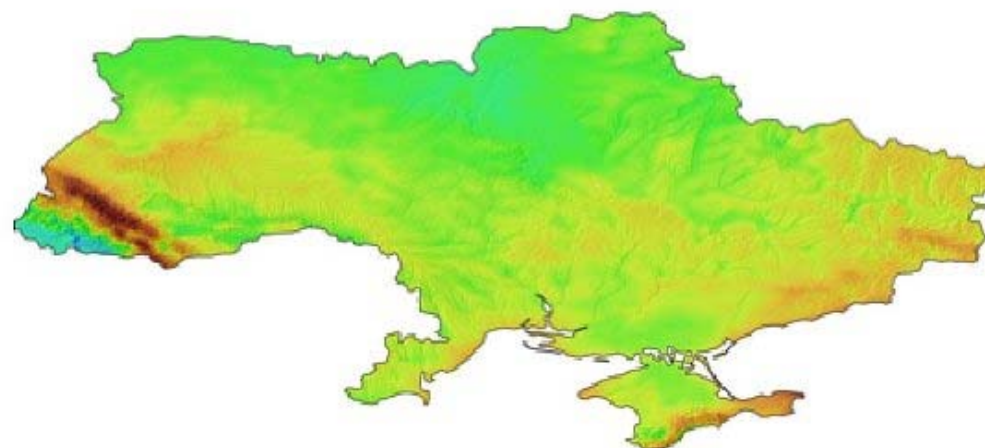
Мезомасштабное моделирование использует данные со спутников, описывающие геострофический ветер (верхний ветер) и моделирует ветровые условия около поверхности земли для применения в ветроэнергетике.

Модель учитывает покров поверхности земли и использует уравнения преобразования массы и энергии и гидродинамические уравнения.

Специализированными компаниями для большинства стран изготовлены карты ветрового потенциала, на которых могут воспроизводиться подробные ветровые условия для конкретных размещений.

Мезомасштабные данные не заменяют анемометрии, но представляют собой хорошую основу для предварительного технико-экономического обоснования.

Ветровая карта Украины на высоте 80 м



Copyright © 2008 3TIER Inc.

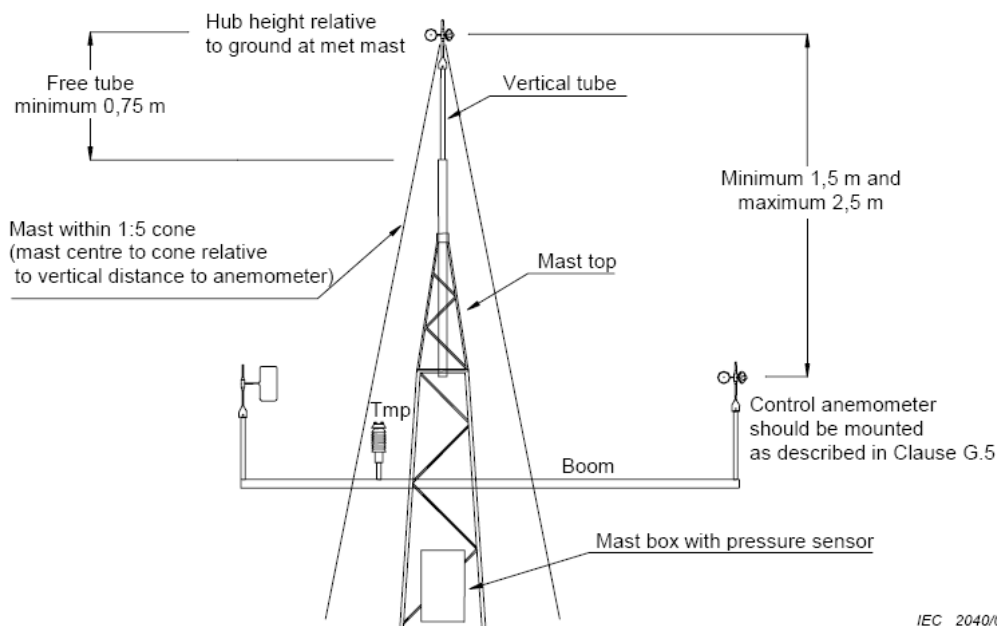


Источник: 3 Tier / ЕБПП

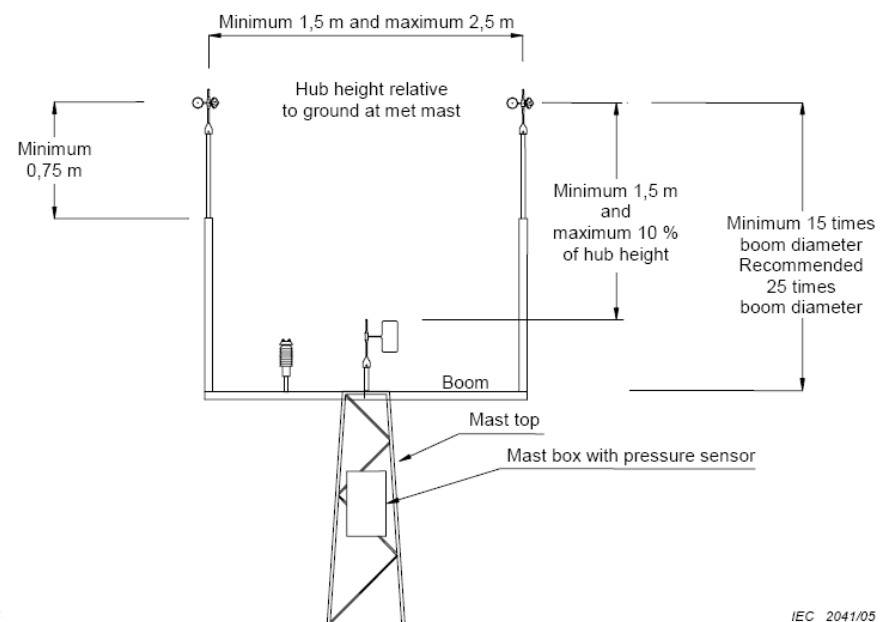
Разработка проекта – Анемометрия

Измерение параметров ветра на площадке необходимо осуществлять, по меньшей мере, в течение 12 месяцев

- Калиброванные датчики на разных высотах
- Без препятствий
- Измерение согласно по стандарту IEC 61400-12



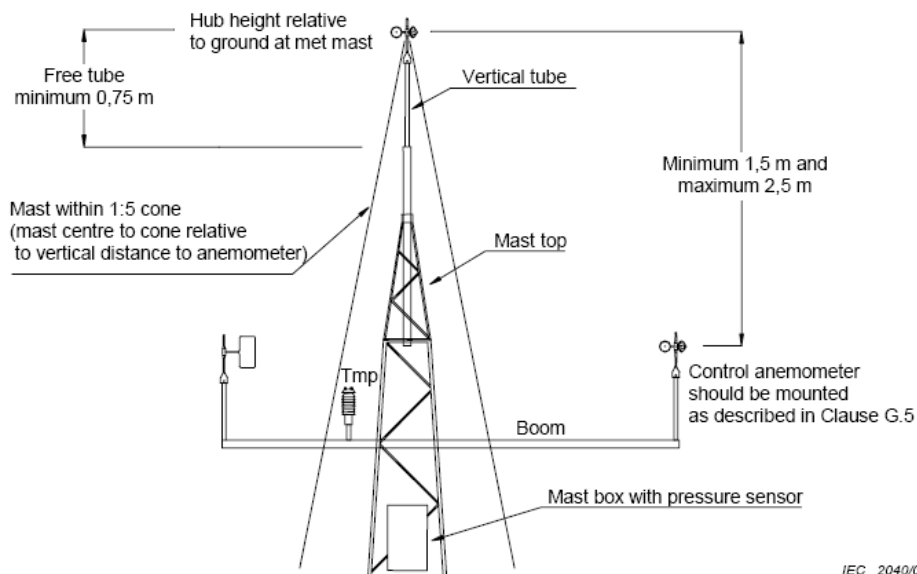
Предпочтительный измерительный комплект – IEC 61400-12



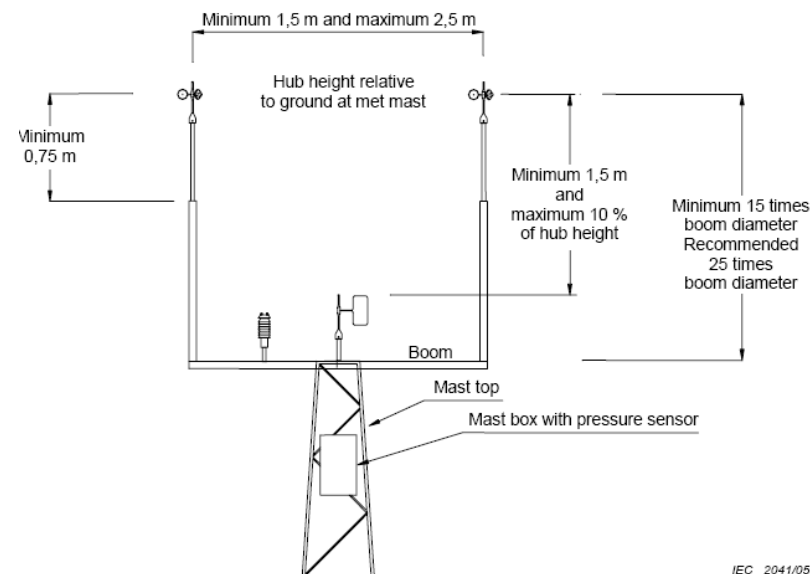
Альтернативный измерительный комплект – IEC 61400-12

Разработка проекта – Анемометрия

Монтаж других метеорологических приборов



Пример смонтированного наверху анемометра и монтаж контрольного анемометра, флюгарки и других датчиков на штанге – IEC 61400-12

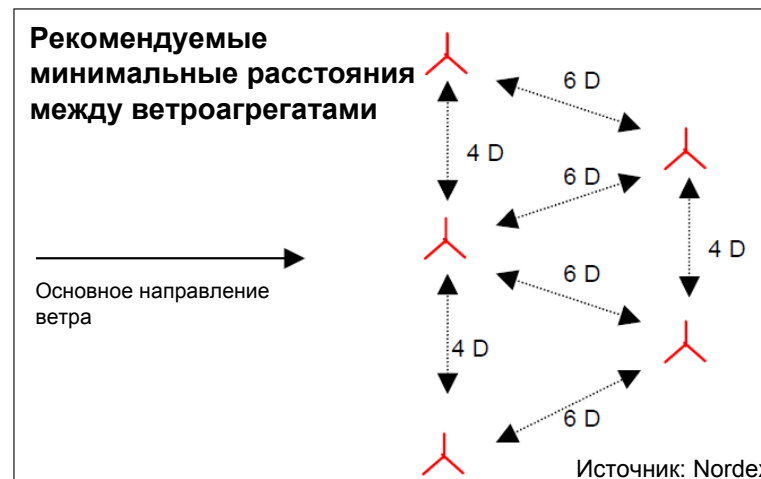


Пример смонтированных наверху основного и контрольного анемометров, расположенных бок о бок, флюгарки и других датчиков на штанге – IEC 61400-12

Разработка проекта – Компоновка ветроэлектростанции

Компоновка ветровой электростанции проектируется и оптимизируется с учетом следующих соображений:

- **Минимальное расстояние между турбинами (с учетом турбулентности)** - общеприменяемое эмпирическое правило предполагает минимальное расстояние, равное 5 диаметрам ротора в основном направлении ветра и 3 диаметрам ротора в направлении, перпендикулярном основному направлению ветра;
- **Максимизация выработки энергии;**
- **Дороги и доступность;**
- **Соображения электрических соединений и присоединения к сети;**
- **Минимизация затенения и шума в чувствительных районах;**
- **Наличие земли и разрешений.**



Разработка проекта – Выбор турбины

Исследование ветровых режимов

Ограничения (макс. высота, границы) определяют первоначальную компоновку

Классификация МЭК

- Средняя скорость ветра
- Предельная скорость ветра
- Турбулентность

Коммерческие условия

- Наличие на рынке
- Время доставки
- Условия контракта
- Цена

- Максимизация производства
- Минимизация затрат
- Ограничения: аспекты охраны окружающей среды и наличие земли
- Затенение и шум

Выбор ветровой турбины (~2-4 модели)

Для выбранных ветровых турбин – расположение микрокомпонентов на площадке, включающее:

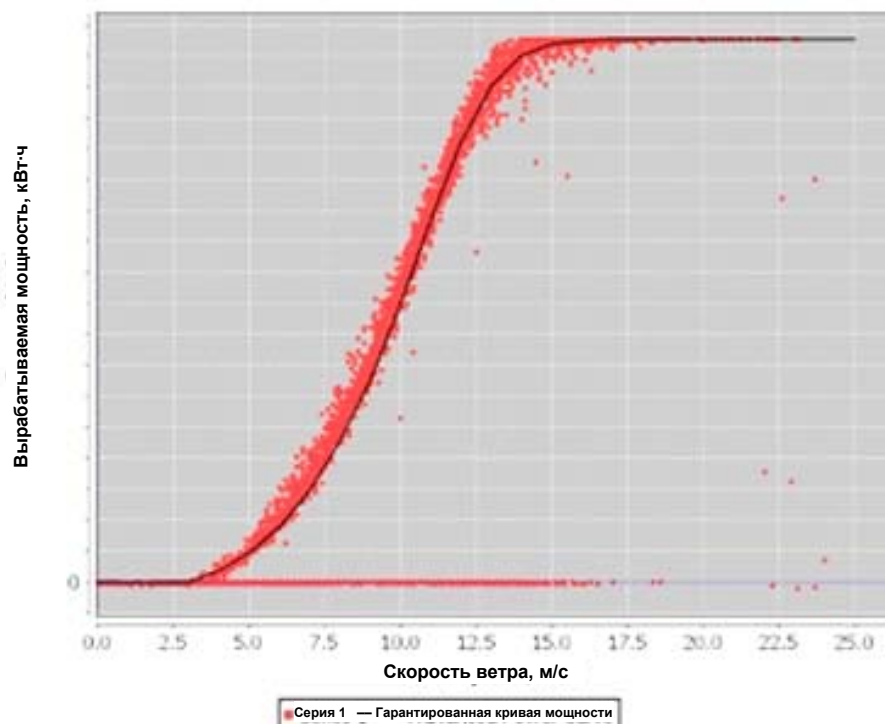
- Оптимизацию компоновки
- Уточнение расчета выработки энергии (полная оценка выработки энергии)

Кривая мощности

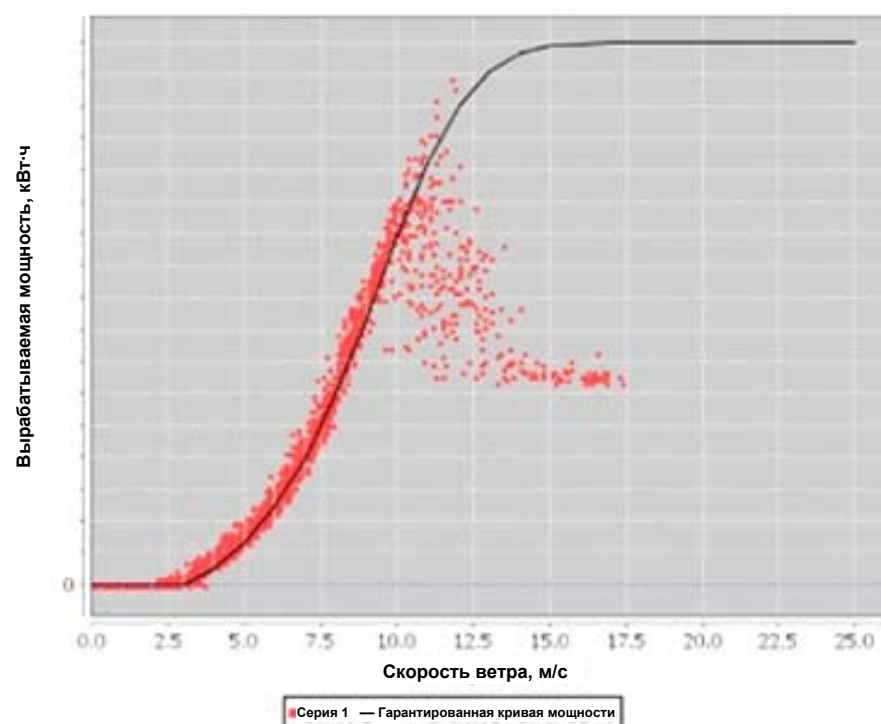
Кривая мощности ветровой турбины соотносит скорость ветра с энергией, вырабатываемой генератором ветровой турбины

- Измеряется согласно МЭК по стандарту IEC 61400-1
- Расчетная кривая мощности для новых моделей, прототипов

Кривая мощности для турбины ветроагрегата №1



Кривая мощности для турбины ветроагрегата №2



Источник: www.renewableenergyworld.com

Оценка выработки энергии – Неопределенности

Современная оценка выработки энергии должна содержать полный анализ неопределенностей – см. ISO Guide 98 (Руководство Международной организации по стандартизации), IEC 61400-12 (Стандарт Международной электротехнической комиссии), Рекомендации FGW (Немецкого общества содействия ветроэнергетике)

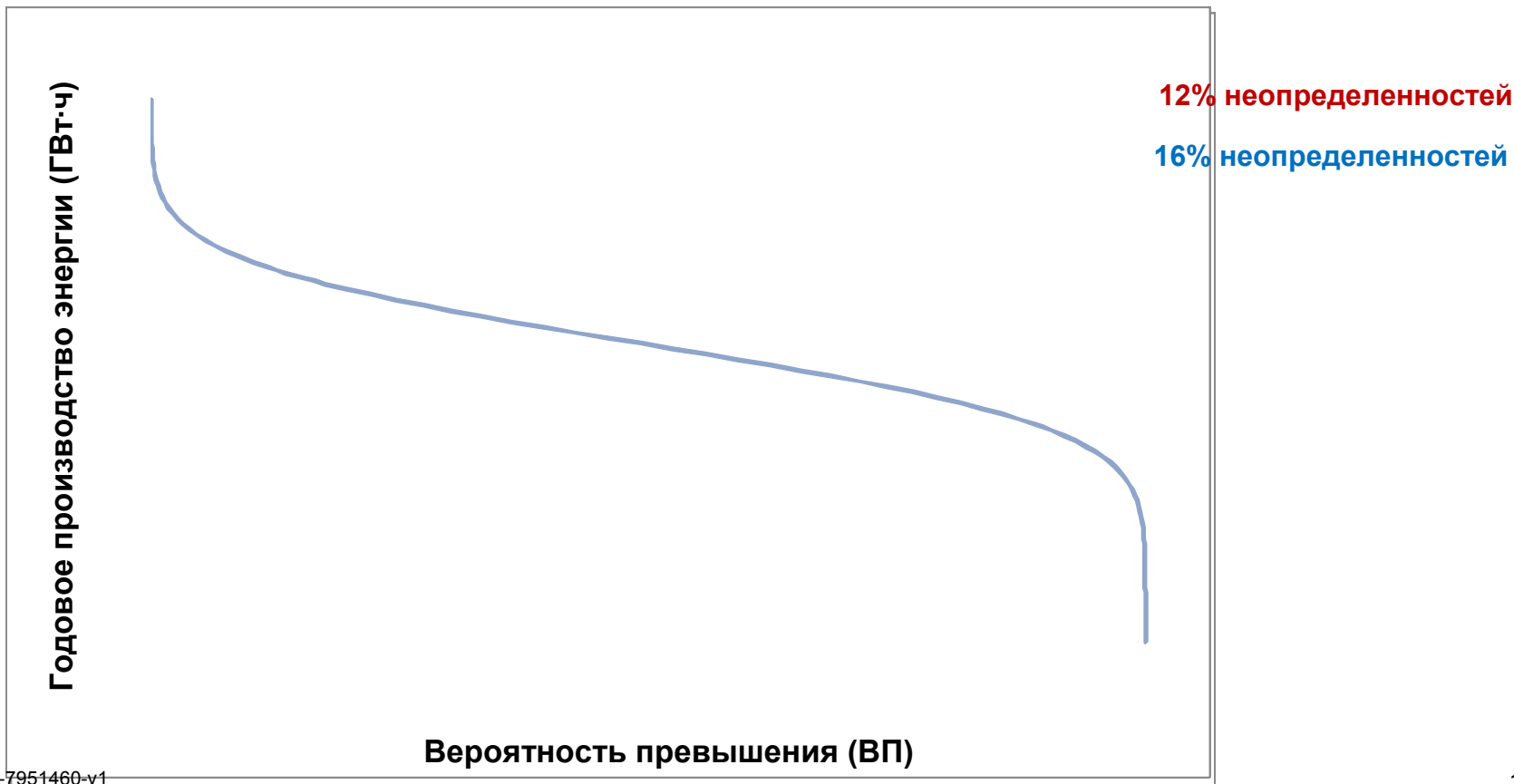
Примерные результаты оценки неопределенностей

Вопрос	Неопределенность (%)
Измерение параметров ветра, калибровка анемометра и сбор данных	4
Долгосрочная стабильность и репрезентативность данных метеостанции	3
В долгосрочном отнесении – сезонное смещение	0
В долгосрочном отнесении – метод, разброс, ветровая статистика и дискретизация / накопление	4
Перенос с высот измерения на высоты втулки ротора	6
Перенос на планированное месторасположение турбин (модель местности, модель ветра и преобразование координат)	6-8
Кривые мощностей	3-5
Потери попутной струи	2
Плотность воздуха	1
Коэффициент готовности	1,5-3
Обледенение	0,5
Потери линий электропередачи, простои из-за аварий сети и подстанции	1,5
Всего	12,4-13,1

Оценка выработки энергии – Вероятность превышения

Функция плотности распределения вероятности используется для расчета вероятности превышения (ВП)

- Всего неопределенностей × годовая выработка энергии = Стандартное отклонение
- Обычными случаями являются ВП50 (50% вероятности), ВП75 и ВП90 (90% вероятности – случай с понижением, используемый большинством банков)



Классификация МЭК

Определение класса ветра согласно МЭК по стандарту IEC 61400-12:

Класс ветроагрегата	I	II	III	IV
Опорная скорость ветра $v_{оп}$ [м/с]	50	42,5	37,5	30
Среднегодовая скорость ветра $v_{ср}$ [м/с]	10	8,5	7,5	6
Скорость порыва 50-летней периодичности	70	59,5	52,5	42
Скорость порыва 1-летней периодичности	52,5	44,6	39,4	31,5
Интенсивность турбулентности I_{15} , класс А	18%			
Интенсивность турбулентности I_{15} , класс Б	16%			

Разработка проекта – Подъездные дороги

Минимальные требования к дорогам обычно указываются изготовителями ветровых турбин, в отношении:

- Минимальной ширины на прямых дорогах и на поворотах;
- Минимальных внутреннего и внешнего радиусов поворотов;
- Дорожного просвета на всем пути;
- Нагрузки на ось;
- Необходимой площади для кранов и для складирования.

Фото: Пол Андерсон



Разработка проекта – Электрическая часть

Ветровые турбины обычно соединяются между собой на уровне среднего напряжения, а затем присоединяются к центральной подстанции ветровой электростанции.

Большинство ветровых турбин производит электроэнергию с напряжением 690 В, которое поднимается до среднего напряжения с помощью повышающего трансформатора.

Затем подстанция может повышать напряжение до уровня высокого напряжения в соответствии с его уровнем в точке присоединения к сети.

Кабельные линии оптимизируются таким образом, чтобы минимизировать потери энергии – с одной стороны, и не допустить повышения затрат – с другой.

Ветровые турбины обычно соединяются цепочками, до 6 турбин в каждой.



Основа турбины и трансформатор (Фото: Пол Андерсон)

Текущие рыночные условия

• **Время поставки и монтажа**

- 5-8 месяцев только для ветроагрегата в зависимости от конкретного изготовителя ветровых турбин и генераторов;
- 4 недели на каждый фундамент + 4 недели на выдержку бетона;
- 1 неделя на монтаж каждого ветроагрегата.

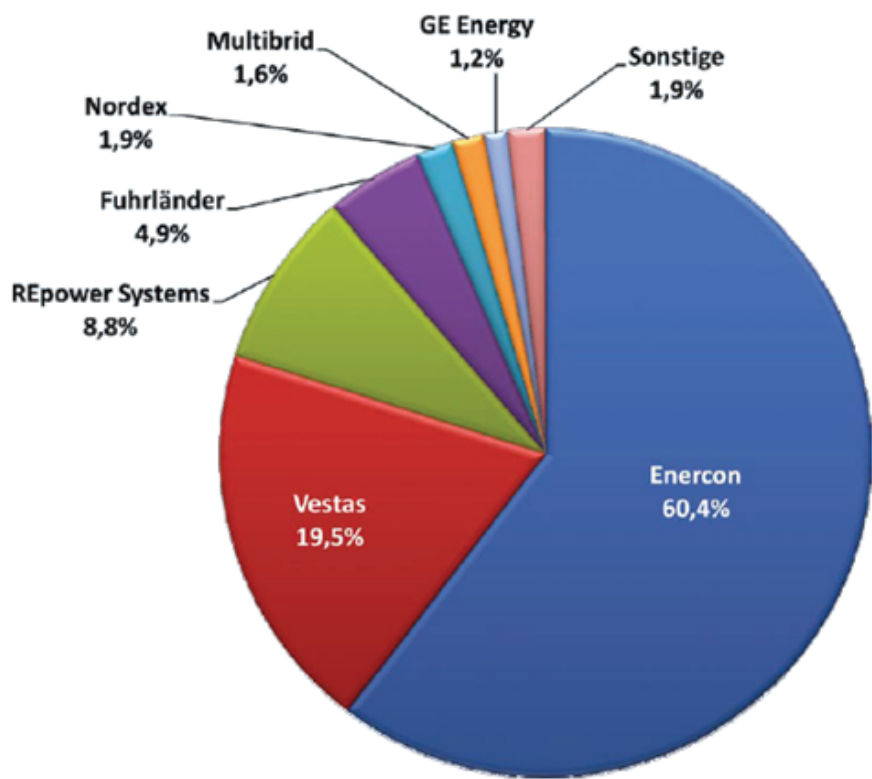
• **Коммерческие условия**

- Авансовый платеж обычно принимается в размере 10-15%;
- Гарантийный период ответственности за дефекты турбины составляет 18-30 месяцев (может пролонгироваться по Договору на обслуживание);
- Ответственность по Контракту на поставку составляет 20-30% от общей стоимости контракта;
- Ответственность за коэффициент готовности по Договору на обслуживание не может превышать ~5-10% от общей величины годового дохода.

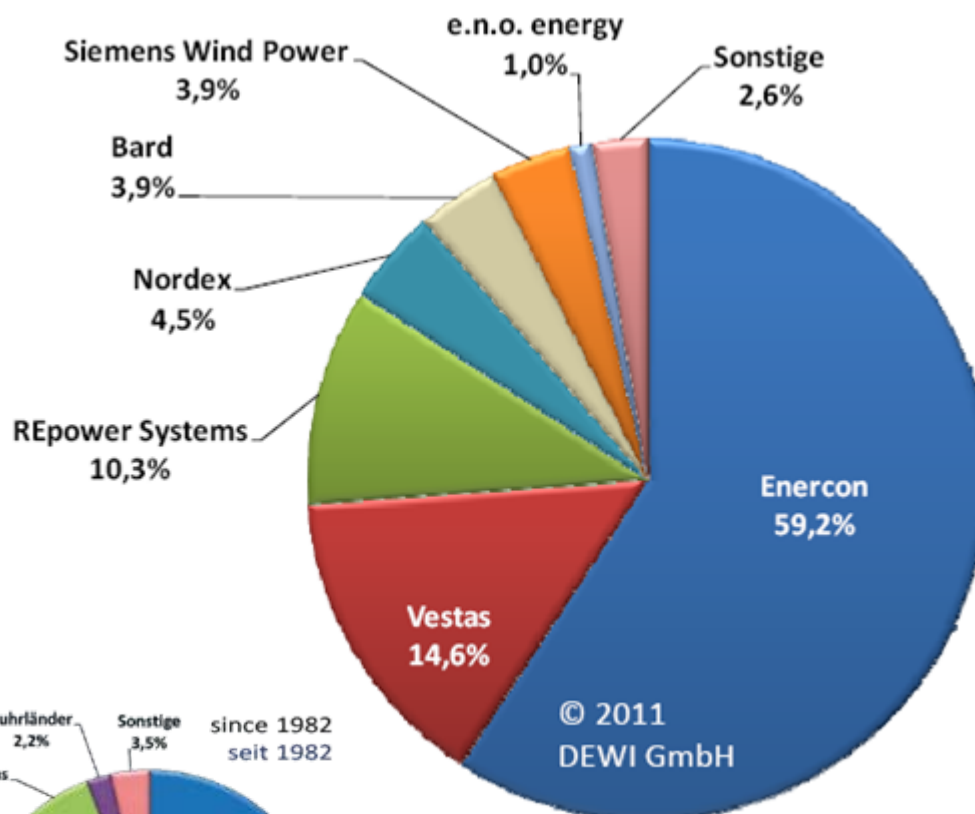
• **Ценообразование**

- Контрактные цены колеблются в диапазоне 1000-1100 €/кВт только за преобразователь ветровой энергии;
- +10-20% за транспортировку и монтаж.

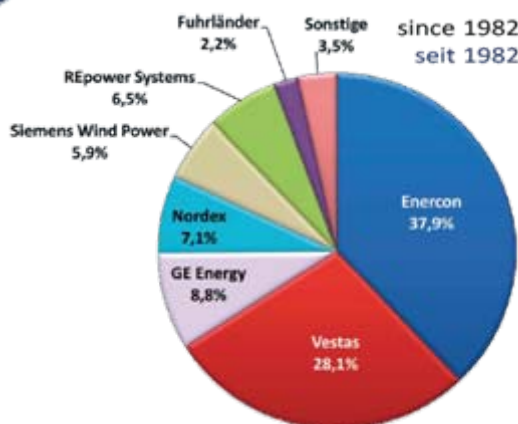
Поставщики на рынке установленной номинальной мощности в Германии



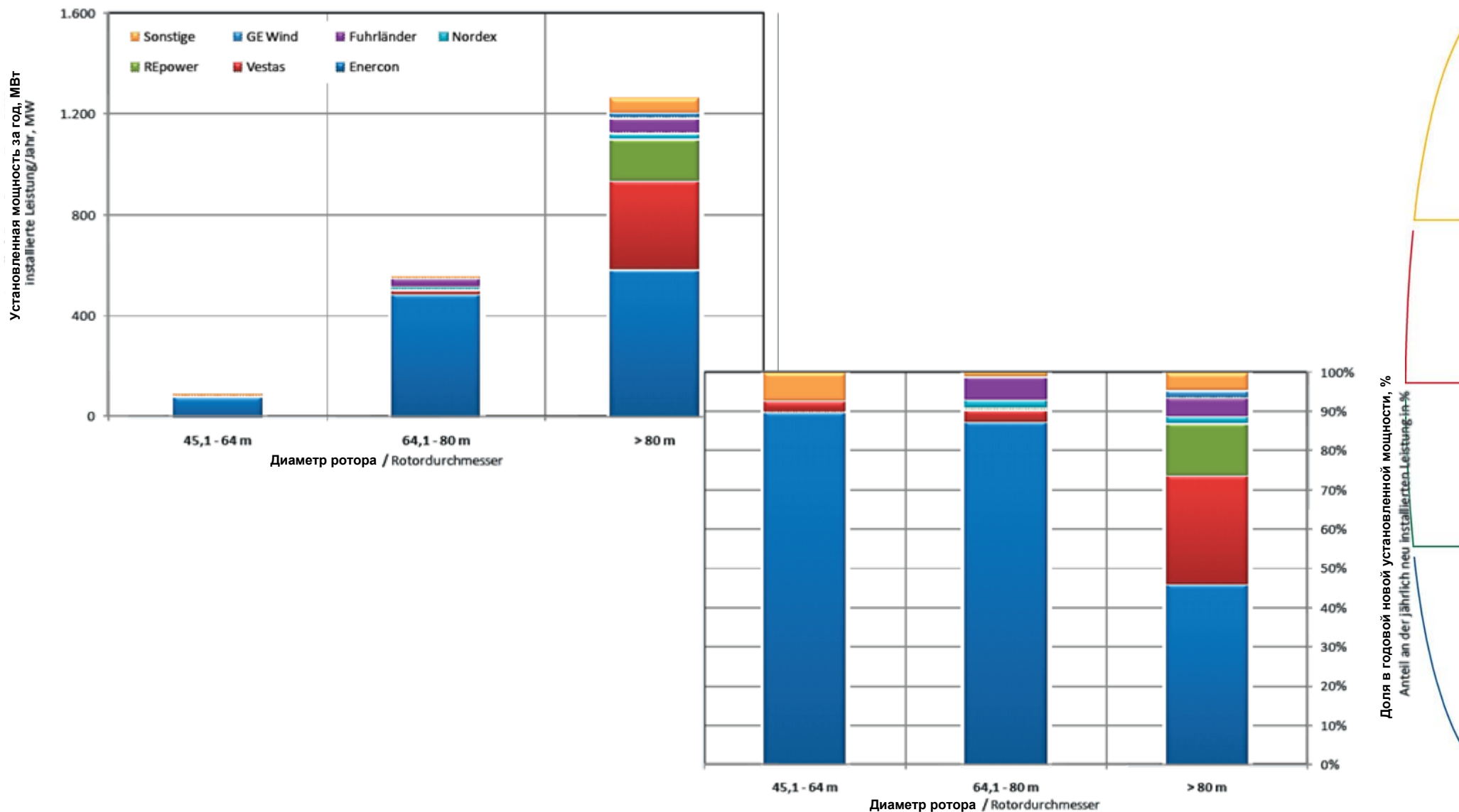
2009



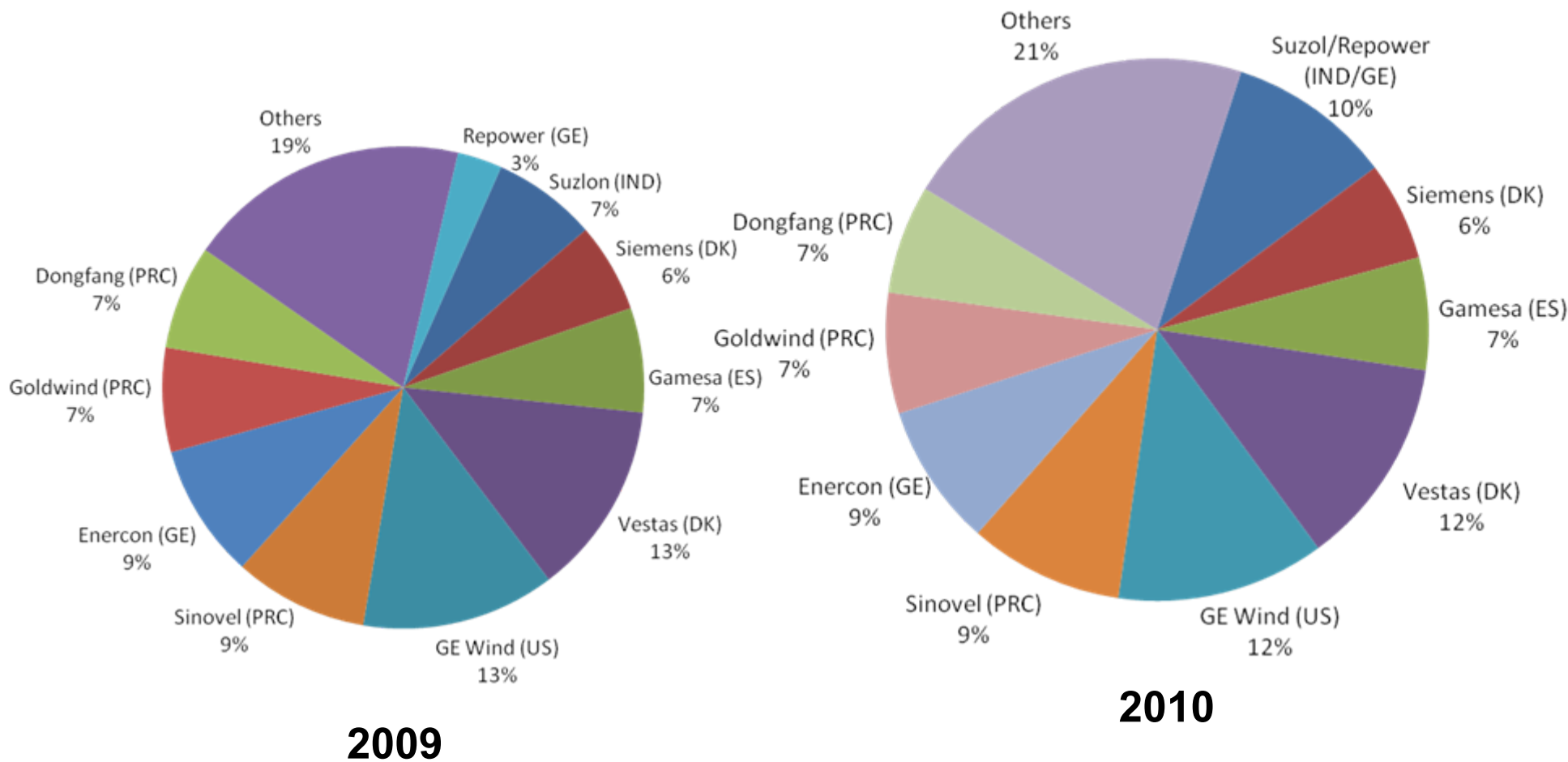
2010



Установленная мощность по поставщикам в Германии за 2009 г. в МВт



Доли поставщиков ветроагрегатов на мировом рынке в 2009 и 2010 гг.

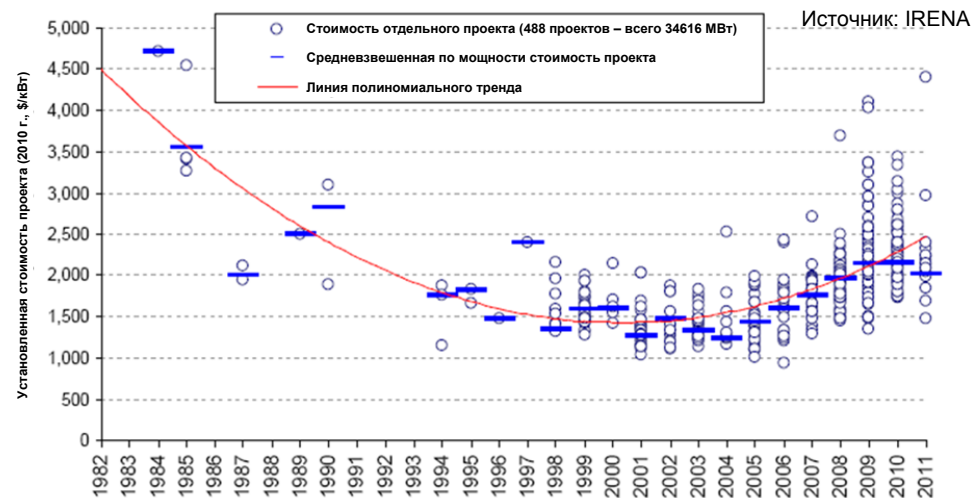


Собственное представление, основанное на DEWI (2011)

Затраты в ветроэнергетике – Затраты по проекту

Экономика проекта с преобразователем ветровой энергии зависит от многих факторов, включая скорости ветра, размер и стоимость преобразователя ветровой энергии, процентные ставки, налоги и цены на электроэнергию.

Инвестиционные затраты играют основную роль в определении экономики проекта и, в большинстве своем, исходят из цены ветровой турбины.



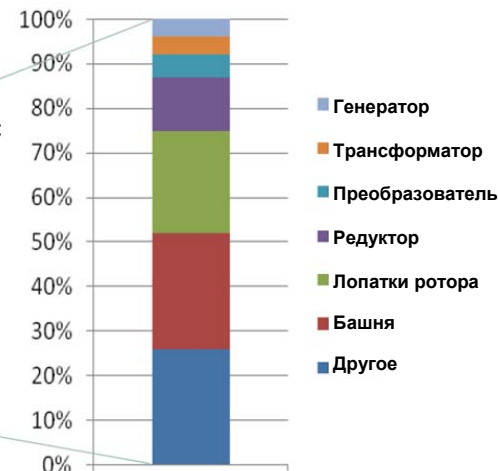
Структура затрат типичного ветроэнергетического проекта

Турбина – 65% затрат
Башня и лопатки – ключевые компоненты затрат

Распределение затрат наземной ВЭС



Инвестиционные затраты по проекту на 2010 г.:
Наземная ВЭС – 2000 дол.США/кВт
Прибрежная ВЭС – 4000 дол.США/кВт

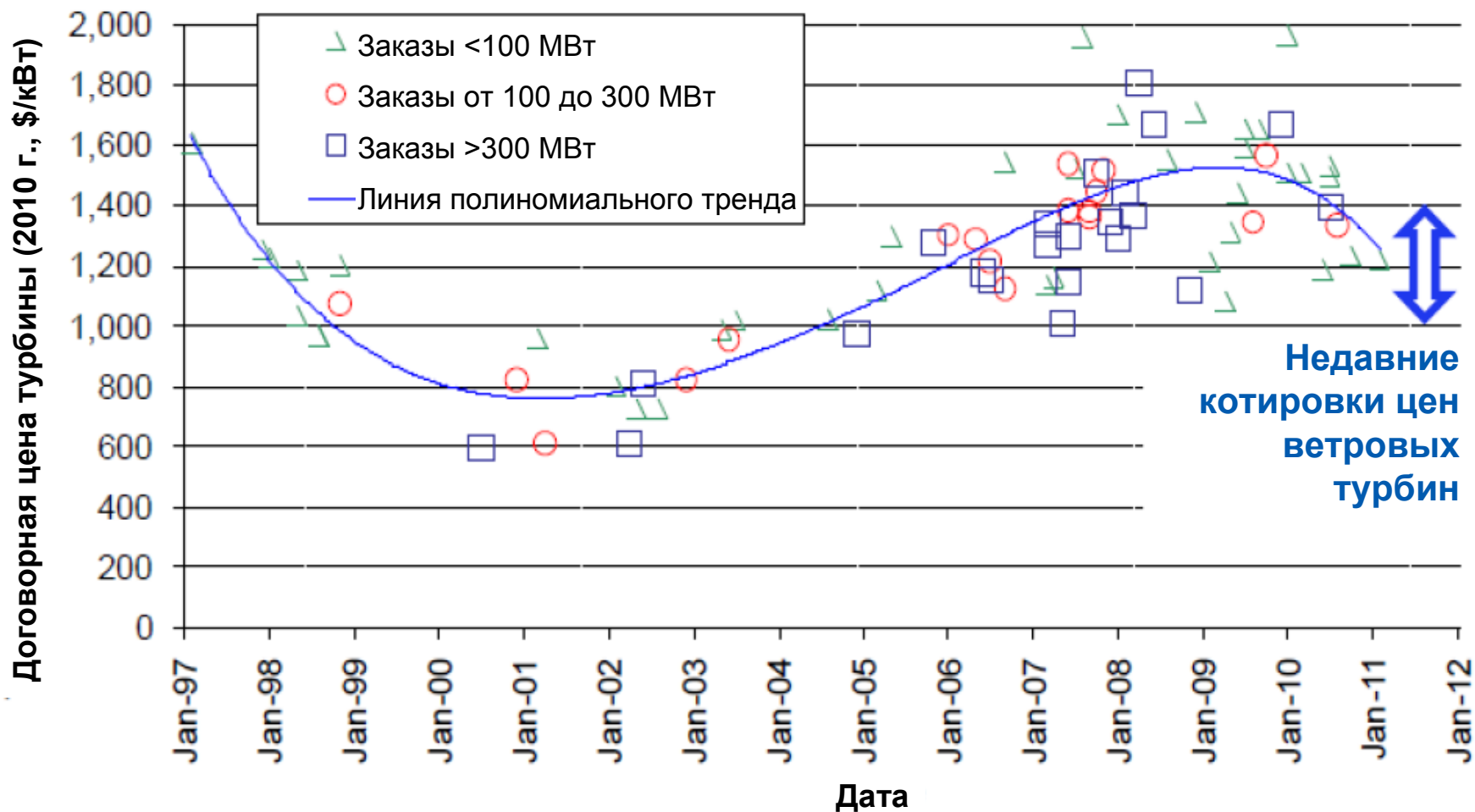


Распределение стоимости турбины

Источник: Минэнерго США, от лаборатории Беркли 24

Затраты в ветроэнергетике – Затраты на турбину

Затраты на ветровые турбины в США



Источник: Минэнерго США, от
лаборатории Беркли

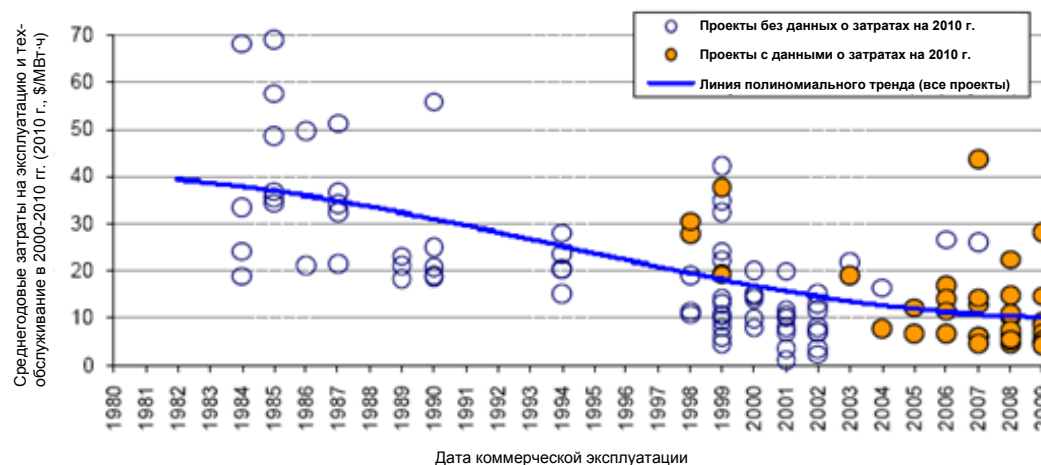
Затраты в ветроэнергетике – Эксплуатация и техобслуживание

Затраты на эксплуатацию и техобслуживание составляют основную долю затрат по ветроэнергетическому проекту (после инвестиционных затрат). Они могут иметь критичное значение для экономической жизнеспособности проекта.

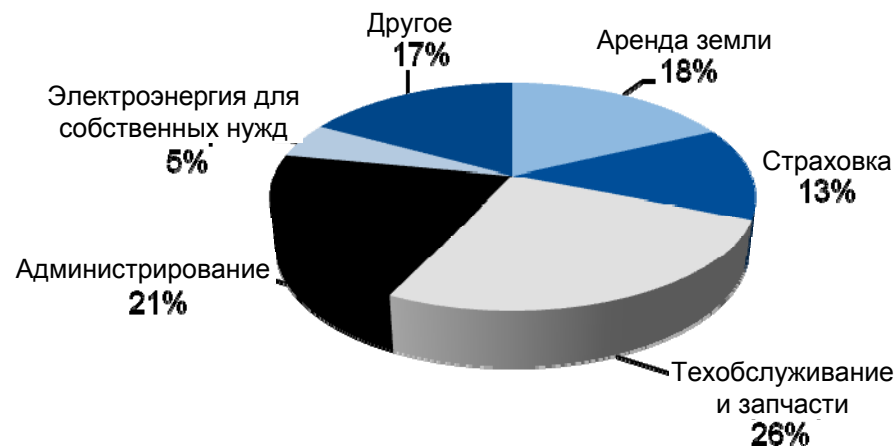
С изготовителями ветровых турбин могут подписываться договоры на обслуживание по predetermined цене и на продолжительные периоды для минимизации рисков, связанных с проектом.

Кроме стандартного обслуживания, добавляются затраты на страховку, администрирование и аренду земли.

Затраты на ремонт могут сводиться к минимуму благодаря тщательному проектированию и выбору турбины по проекту.



Источник: Минэнерго США, от лаборатории Беркли

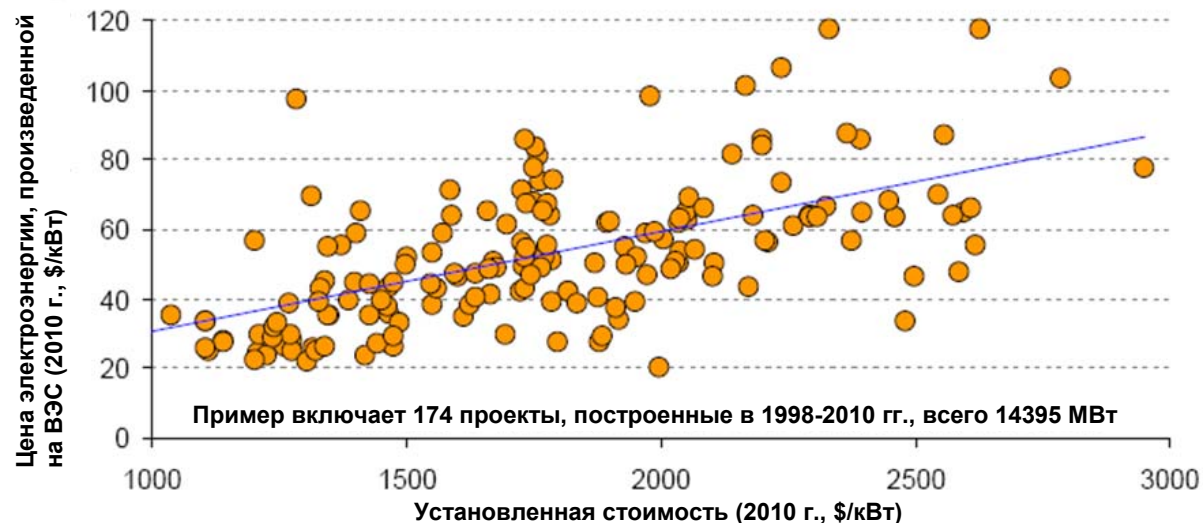
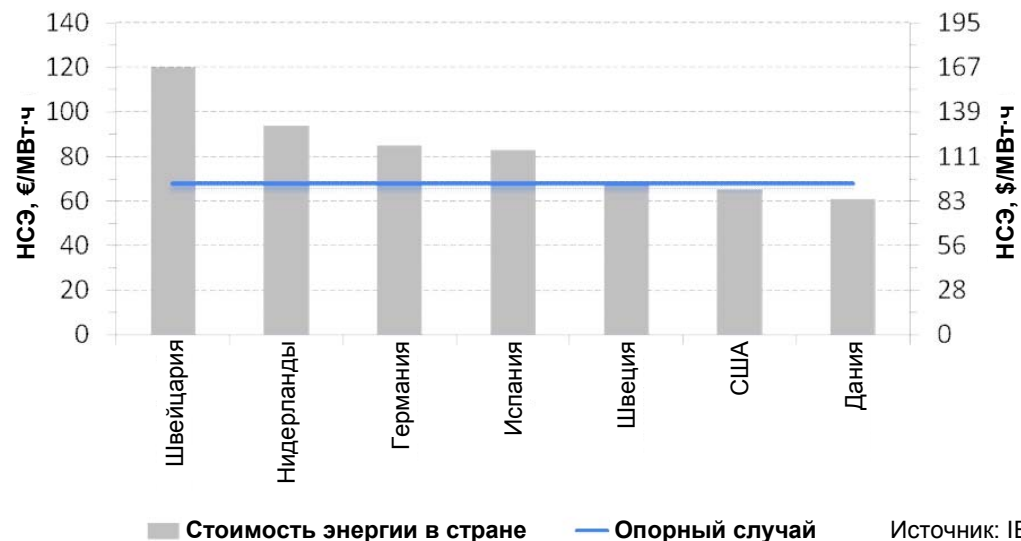


Источник: DEWI

Затраты в ветроэнергетике – Стоимость энергии

Нормированная стоимость энергии (НСЭ) рассчитывается с учетом инвестиционных и эксплуатационных затрат, а также производства энергии по проекту.

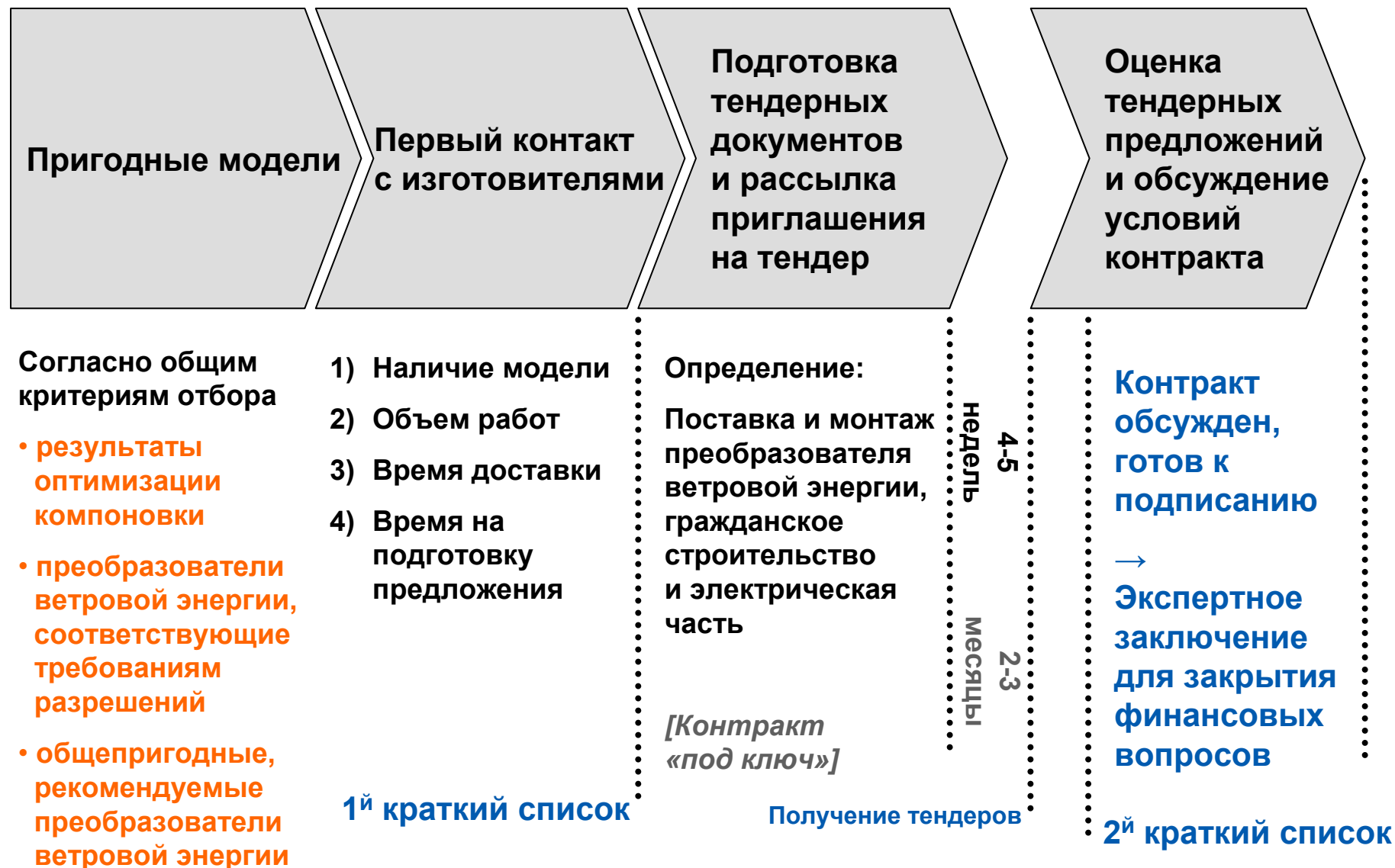
Она может сравниваться с продажной ценой за кВт·ч для целей оценки жизнеспособности проекта.



Контракт на закупки «под ключ» или Многолотовый контракт?

- **Контракт на закупки «под ключ»:**
 - Изготовитель ветровой турбины берет на себя ответственность за работы по общему строительству и электрической части;
 - Этот вариант зависит от желания изготовителей, однако обычно он не является для них предпочтительным, и решение о заключении контракта на закупки «под ключ» сократит выбор наличествующих поставщиков;
 - В такой контракт включаются высокие накладные расходы;
 - Банки отдадут ему предпочтение, поскольку он предполагает меньше сопряжений и четкое распределение рисков.
- **Многолотовый подход охватывает 2-3 лоты и, следовательно, контракты:**
 - По поставке ветровой турбины, общему строительству и электрической части;
 - Как альтернатива – лоты по поставке ветровой турбины и по всем остальным частям станции;
 - Предлагается проверить и обсудить сопряжения между лотами во время совещаний с продавцами;
 - Не существует значительной разницы между моделями ветровых турбин по границам установки;
 - Девелопер имеет возможность оптимизации качества и стоимости оборудования.

Процедура закупок



Соображения по стратегии закупок

- **Предварительный отбор модели ветровой турбины**
 - Ветровые турбины должны быть современными моделями на основе испытанной технологии и иметь хорошие отзывы, оптимально также в данном регионе (приемлемые для банков модель и изготовитель ветроагрегатов).
 - В наличии должны быть типовое свидетельство, а также расчетные и измеренные кривые мощностей.
- **Объем работ / Структура контракта**
 - Изготовители ветровой турбины должны быть готовы заключить контракт на “поставку и монтаж”.
 - Поставка ветровой турбины на условиях “франко-завод” в принципе не рекомендуется.
- **График времени**
 - На “поставку и монтаж” ветровой турбины, в качестве опорной точки отсчета времени для предложения следует рассматривать около 4-5 недель.
 - Как ожидается, время на подготовку предложения в случае контракта на закупки “под ключ” может быть порядка 2-3 месяцев, с типичным сроком действия предложения около 4-5 недель, при этом разумно будет предусмотреть определенное продление срока на время обсуждения условий контракта.
- **Контракт на обслуживание**
 - Изготовитель ветровой турбины должен быть готов к долгосрочной концепции (т.е. на 5-9 лет) обслуживания и технической поддержки, а также гарантирования коэффициента готовности (особенно для проектов, финансируемых по программе).

Критерии оценки

Для сравнения изготовителей ветровой турбины и ее моделей предлагаются следующие основные критерии:

- **Оценка ветровой электростанции и пригодность для площадки;**
- **Список осуществленных поставок – в мире, Европе и Украине;**
- **Ключевые технические параметры ветровой турбины, классификация согласно МЭК и статус освидетельствования;**
- **Текущее время доставки и условия для предварительного бронирования;**
- **Текущие цены – стандартная и с доставкой – ветровой турбины;**
- **Желание заключать контракты разного типа (под ключ / поставка и монтаж / франко-завод);**
- **Стандартные коммерческие / контрактные условия;**
- **Стандартный график строительства и сдачи в эксплуатацию (перевозка, монтаж и т.п.);**
- **Структура обслуживания в данном регионе;**
- **Концепция эксплуатации, обслуживания и технической поддержки, ценообразование, гарантирование коэффициента готовности и продолжительности службы.**

Совокупность проекта и риски



Экспертное заключение – риски, связанные с типичным ветроэнергетическим проектом, с точки зрения Кредитора

- **Среднегодовая выработка энергии ниже, чем прогнозировалась:**
 - Пересмотр измерений параметров ветра и долгосрочных предположений по анемометрическим данным;
 - Пересмотр оценки выработки энергии касательно надежности входных данных, методов и результатов;
 - Рассмотрение потерь;
 - Эффекты попутной струи, модели попутной струи;
 - Междугодовая изменчивость, долгосрочное соотношение.
- **Техническое проектирование:**
 - Оценка технической концепции, такой как компоновка, присоединение к сети, гражданские строительные работы;
 - Пересмотр пригодности ветровых турбин для площадки (напр. турбулентность, макс. скорость ветра, сложность площадки, грунтовые условия).
- **Риски, связанные с разрешениями:**
 - График времени, продолжительность действия разрешений;
 - Специальные условия и их выполнение;
 - Договоры на аренду земли, преимущественное право движения, конкурирующие проекты.
- **Воздействия на окружающую среду:**
 - Специальные условия и их выполнение;
 - Предусмотренные зоны “Natura 2000”;
 - Шумовые излучения;
 - Мерцание затенения.

Экспертное заключение – риски, связанные с типичным ветроэнергетическим проектом, с точки зрения Кредитора

- **Перерасход средств (на строительство, эксплуатацию и техобслуживание):**
 - Пересмотр сметной стоимости;
 - Рассмотрение непредвиденных расходов;
 - Мониторинг бюджета и графика времени, управление проектом.
- **Отклонение от обусловленных контрактом технических показателей работы:**
 - Снижение коэффициента готовности;
 - Кривая мощности / показатели работы.
- **Составление графика времени.**
- **Контракты / договоры по проекту, в основном, включают: Контракт на закупки «под ключ», договор на присоединение к сети, договор на покупку электроэнергии, на эксплуатацию, обслуживание, техническую поддержку, а также распределение рисков между Сторонами / Контрактами по проекту:**
 - Проверка адекватности и правомерности, а также обсуждение технической гарантии и процедур ее проверки (напр., проверка показателей работы, коэффициента готовности, технических характеристик);
 - Ликвидные убытки, штрафные санкции;
 - Пересмотр страховок проекта.
- **Концепция эксплуатации, обслуживания и технической поддержки:**
 - Поставка с запчастями, продолжительность службы;
 - Опытность подрядчика;
 - Местное представительство;
 - Внеплановые ремонты.

Экспертное заключение – риски, связанные с типичным ветроэнергетическим проектом, с точки зрения Кредитора

- **Структура проекта:**

- Оценка структуры проекта и обязательств сторон по проекту, структуры операций;
- Администрирование;
- Оценка квалификации привлеченных сторон, концепция контроля / обеспечения качества.

- **Финансовое состояние:**

- Пересмотр входных данных финансовой модели, включая:
 - затраты и непредвиденные расходы по проекту,
 - доходы,
 - технические входные данные;
- Оценка применимости проекта в рамках CDM / JI;
- Анализ чувствительностей проекта / оценка рисков;
- Ценовые риски, льготные тарифы, продолжительность действия льготного тарифа.

- **Оценка рисков:**

- Краткое изложение рисков;
- Мониторинг развития событий;
- Рекомендации и мероприятия по смягчению последствий от овеществления рисков.

→ **Подготовка Отчета об экспертном заключении.**

Отбор проектов и экспертное заключение (Программа “USELF”)

1. Технический отбор:

- Первая оценка проекта;
- Оценка измерений и ресурсов;
- Оценка первых стадий планирования;
- Первая экономическая оценка.

2. Экспертное заключение по проекту:

- Подробная оценка анемометрии, оценка ветрового потенциала;
- Оценка выбора турбины, компоновки электростанции и технического проектирования;
- Оценка стратегии закупок;
- Оценка подписанных контрактов:
 - контракт на закупки «под ключ» / контракты с субподрядчиками,
 - контракт на поставку турбины,
 - контракт на эксплуатацию и техобслуживание;
- Оценка графика времени;
- Подробная экономическая оценка.

Требуемые технические документы для экспертного заключения 1/5

1. **Подробные организационные схемы**, показывающие задуманную организацию проекта в головном офисе подрядчика и на площадке, включая привлечение субподрядчиков.

2. **График времени и программа работ**, отображающие, в основном, проектирование / планирование, закупки, изготовление, перевозку, включая время на таможенную очистку, транспортировку внутри страны, гражданские строительные работы, монтажные работы, сдачу в эксплуатацию, пробный пуск, обучение и дату окончательного завершения.

3. **Субподрядчики / поставщики, предлагаемые подрядчиками:**

Подрядчик должен включать подробности по всем основным позициям поставок или услуг, которые он предлагает приобретать или передавать на субподряд, предоставляя подробные сведения о предлагаемых субподрядчиках / поставщиках, включая продавцов, по каждой из этих позиций.

4. **Оборудование и машины:**

Список, предоставляющий информацию о оборудовании и машинах, задуманных Подрядчиком к использованию для производства работ. Отдельные списки должны предоставляться по предлагаемым субподрядчикам.

Требуемые технические документы для экспертного заключения 2/5

5. Техническая документация и чертежи:

- **Подробное описание оборудования и компонентов, существенные технические и рабочие характеристики;**
- **Протоколы типовых испытаний / Свидетельства на основное оборудование (добавляются только соответствующие страницы, напр. листы с кратким изложением звуковых параметров)**
Следует использовать только оборудование, прошедшее типовые испытания. Если свидетельств о прохождении типовых испытаний нет в наличии, то соответствующие типовые испытания выполняются за счет подрядчика.
- **По всем основным видам деятельности, таким как, напр. монтаж и установка преобразователей ветровой энергии, работы по укладке кабелей и сооружение подстанции (включая привязку), должно быть предоставлено изложение методов, описывающее задуманный способ выполнения работ, предусматриваемые мероприятия по технике безопасности, используемое при этом оборудование и т.п.**

Требуемые технические документы для экспертного заключения 3/5

5. Техническая документация и чертежи (продолжение):

- **Концепция и компоновка ветровой электростанции:**
 - компоновочные чертежи ветровой электростанции (включая компоновочный чертеж, фундамент, транспортные средства, дороги, временные установки, укладка кабелей среднего напряжения, подстанция и т.п.);
 - общие сборочные чертежи, показывающие в масштабе все компоненты оборудования, идентифицируемые с помощью условных обозначений; в этот пункт следует включить накладную по точным объемам работ;
 - чертежи с размерами и видами в разрезе на главные компоненты станции;
 - контурные чертежи оборудования, указывающие габаритные размеры с минимальными требуемыми расстояниями до соседнего оборудования, массы, подробности анкеровки и присоединения, а также рабочее пространство для монтажа;
 - схематика главных систем станции;
 - общие описания отдельных систем и описания эксплуатации;
 - все другие документы, необходимые для понимания предлагаемых станций и оборудования;
 - требуемое пространство для строительной площадки и оборудования;
 - электрические однолинейные схемы, включая схему полной защиты подстанции;
 - общая схема обустройства электрического оборудования.

Требуемые технические документы для экспертного заключения 4/5

5. Техническая документация и чертежи (продолжение):

- **Преобразователи ветровой энергии (ПВЭ):**
 - **контрактные документы** (контракты на поставку, монтаж и техобслуживание);
 - предварительные результаты пересмотра компоновки ветровой электростанции работодателя, подтверждение, что предлагаемые тип и модель ПВЭ и его класс согласно МЭК рассматриваются как пригодные для метеорологических условий на площадке ветровой электростанции и ее компоновки, в частности по отношению к турбулентностям и предельно допустимой скорости ветра;
 - подтверждение пригодности проектирования по лоту №2 (подъездные дороги, опорные подушки кранов);
 - предварительный прогноз шумового излучения на основе гарантированного уровня шума своих ветровых турбин;
 - измеренная кривая мощности согласно МЭК по стандарту IEC 61400-12;
 - измерение акустического шума согласно МЭК по стандарту IEC 61400-11;
 - характеристики качества электроэнергии согласно МЭК по стандарту IEC 61400-21;
 - составление допустимых/приемлемых условий (метеорологических и т.п.) и каких-либо других дальнейших ограничений для использования/эксплуатации ПВЭ;
 - описание эксплуатационных характеристик ПВЭ при специальном рассмотрении ветровых условий Бора;
 - описание системы мониторинга текущего состояния, включая перечень контролируемых компонентов, тип и положение датчиков;
 - рекомендуемые запчасти, оборудование, инструменты и проборы.

Требуемые технические документы для экспертного заключения 5/5

5. Техническая документация и чертежи (продолжение):

- **Контрольно-измерительные приборы и система управления:**
 - описание системы управления ветровой турбины;
 - архитектура системы управления, показывающая все компоненты, предоставляемые по этому проекту, в фактической структурной схеме их обустройства;
 - описание аппаратного обеспечения, программного обеспечения и конструктивных характеристик системы управления;
 - описание полевого оборудования;
 - список сигналов, передаваемых системой “SCADA”, и предварительная спецификация требуемых оптоволоконных кабелей.
- **Подстанция и укладка кабелей среднего напряжения:**
 - описание основного оборудования, коммутационной аппаратуры понижающего трансформатора, автоматического выключателя, вспомогательной системы;
 - описание защитного оборудования и общей концепции подстанции и воздушных линий электропередачи;
 - расчет размеров кабелей, эксплуатационная схема для случаев нормальной эксплуатации и выхода кабеля из строя (наихудший случай).

Спасибо за внимание!

FICHTNER GmbH & Co. KG

Sarweystraße 3
70191 Stuttgart
www.fichtner.de

Markus Schüller

Telefon +49 (0)711 8995-663
Telefax +49 (0)711 8995-495
E-Mail Markus.Schueller@fichtner.de