



# Экономика возобновляемой энергетики и ветроэнергетики

*Москва, 20 октября, 2011*

# Содержание лекции

---

- Новая энергетическая платформа и ВИЭ
- Причины ускоренного развития энергетики на основе ВИЭ
- Основные экономические результаты развития энергетики на основе ВИЭ
- Схемы поддержки развития энергетики на основе ВИЭ
- Поддержка ВИЭ в России
- Экономика ветроэнергетики

# Новая технологическая платформа в энергетике

- Доля безуглеродных технологий энергетики в энергобалансе может достичь к 2030 г. 60% всего произведенного электричества (МЭА)
- В связи с ускоренным ростом мощности ВЭС в мире WWEA пересмотрела свой прогноз развития на 2020 г., повысив его до 1.900.000 МВт
- Развитие возобновляемой энергетики (более 50% всех вновь вводимых мощностей электроэнергетики) происходит в странах без учёта наличия или отсутствия собственного углеводородного сырья
- Быстрое изменение структуры потребления электрической энергии за счёт почти в два раза более быстрого роста потребления в домохозяйствах, чем в бизнесе.
- Изменение структуры генерации за счёт увеличения доли относительно небольшой генерации и увеличения количества точек генерации в системе.
- Переход к активно-адаптивным (интеллектуальным) сетям

# Содержание лекции

---

- Новая энергетическая платформа и ВИЭ
- Причины ускоренного развития энергетики на основе ВИЭ
- Основные экономические результаты развития энергетики на основе ВИЭ
- Схемы поддержки развития энергетики на основе ВИЭ
- Поддержка ВИЭ в России
- Экономика ветроэнергетики

# Причины ускоренного развития ВИЭ энергетики

- Изменение структуры энергобаланса
  - Долгосрочный тренд на повышение себестоимости добычи основных видов ископаемого топлива на фоне возможного сокращения экономически оправданных запасов углеводородного сырья
  - Невозможность прироста добычи углеводородов в таком объёме, который бы соответствовал прогнозируемым индикаторам прироста производства и потребления электрической и тепловой энергии.
- Снижение зависимости от импорта энергоресурсов
- Снижение экологической нагрузки
- Новое технологическое и научно-техническое развитие
  - В пакете всех патентных заявок доля заявок ВИЭ составляет почти 50%, традиционная энергетика – только 29%
- Новые рабочие места
- Развитие экспорта оборудования и технологий

# Зачем ВИЭ России?

---

- России тоже нужно менять структуру своего энергобаланса
- Россия располагает огромными ресурсными запасами ВИЭ
- ВИЭ энергетика может стать локомотивом развития энергетики и промышленности
- Россия пока располагает научно-техническим заделом в этой отрасли энергетики, необходимым для старта и сокращения имеющегося отставания
- В России имеется почти весь необходимый промышленный потенциал для реализации широкого подхода к развитию возобновляемой энергетики за счёт местного производства всех базовых элементов технологического процесса и соответствующих систем
- Нам необходимы новые рабочие места в высокотехнологичных отраслях промышленности
- Необходимо снижать экологическую нагрузку энергетики

# Содержание лекции

---

- Новая энергетическая платформа и ВИЭ
- Причины ускоренного развития энергетики на основе ВИЭ
- **Основные экономические результаты развития энергетики на основе ВИЭ**
- Схемы поддержки развития энергетики на основе ВИЭ
- Поддержка ВИЭ в России
- Экономика ветроэнергетики

# Основные результаты развития ВИЭ энергетики

---

- замещение органического топлива, сжигаемого при производстве энергии,
- снижение эмиссии парниковых газов и выбросов CO<sub>2</sub> при использовании безуглеродной энергии на основе ВИЭ,
- снижение средних цен на оптовом рынке за счёт замещения на нём высокомаржинальных станций новой генерацией ВИЭ,
- снижение расходов на мероприятия по экологии и защите здоровья населения на территориях размещения предприятий углеводородной энергетики,
- создание новых рабочих мест в отраслях производства генерирующего и вспомогательного оборудования для предприятий возобновляемой энергетики,



# Основные результаты развития ВИЭ энергетики (2)

- дополнительные фискальные сборы правительства и территорий:
  - экспортные пошлины на экспортируемые углеводороды по гипотезе об экспорте сэкономленного углеводородного топлива,
  - налог на прибыль новых электрогенерирующих предприятий возобновляемой энергетики,
  - налог на землю или арендная плата за участки земли, используемой для размещения объектов возобновляемой энергетики,
  - подоходный налог с заработков сотрудников новых компаний,
  - плата за воду,
  - налог на имущество новых энергетических компаний;
- снижение объёмов воды, используемой для охлаждения агрегатов тепловых станций на углеводородном топливе,

# Основные результаты развития ВИЭ энергетики (3)

- мультипликативные эффекты от развития возобновляемой энергетики в смежных отраслях промышленности и бизнеса в целом:
  - развитие энергомашиностроения в части оборудования для гидравлических станций, ветростанций, тепловых станций на сжигании биомассы и биогаза,
  - развитие производства солнечных батарей, фотопреобразующих элементов солнечных батарей, кремниевых пластин, крепежа и проч.,
  - расширение производства энергетического оборудования: кабели, трансформаторы, выключатели и проч.,
  - развитие НИОКР по направлениям энергомашиностроения, материаловедения, нанотехнологиям, метеорологии, управлению большими энергосистемами, приливной энергетики, волновой энергетики, геотермальной и проч.,
  - создание обслуживающих производств и бизнесов, в основном, в формате малых и средних предприятий

# Замещение органического топлива

---

- Увеличение доли ВИЭ на рынке энергии ведёт к вытеснению станций с наиболее высокими переменными затратами (затратами на топливо)
- Фактическая стоимость сэкономленного топлива этих тепловых станций, выработка которых и замещается новыми мощностями ВИЭ, будет равняться стоимости энергии по рыночной цене или величине выручки генераторов ВИЭ с РСВ
- Цены на газовое топливо тепловых станций в России являются субсидируемыми
- Использование международных индикаторов стоимости топлива увеличит результат в разы

# Снижение эмиссии парниковых газов и выбросов CO<sub>2</sub>

1 МВтч = 0,456 тонн на 1 МВтч выбросов CO<sub>2</sub>

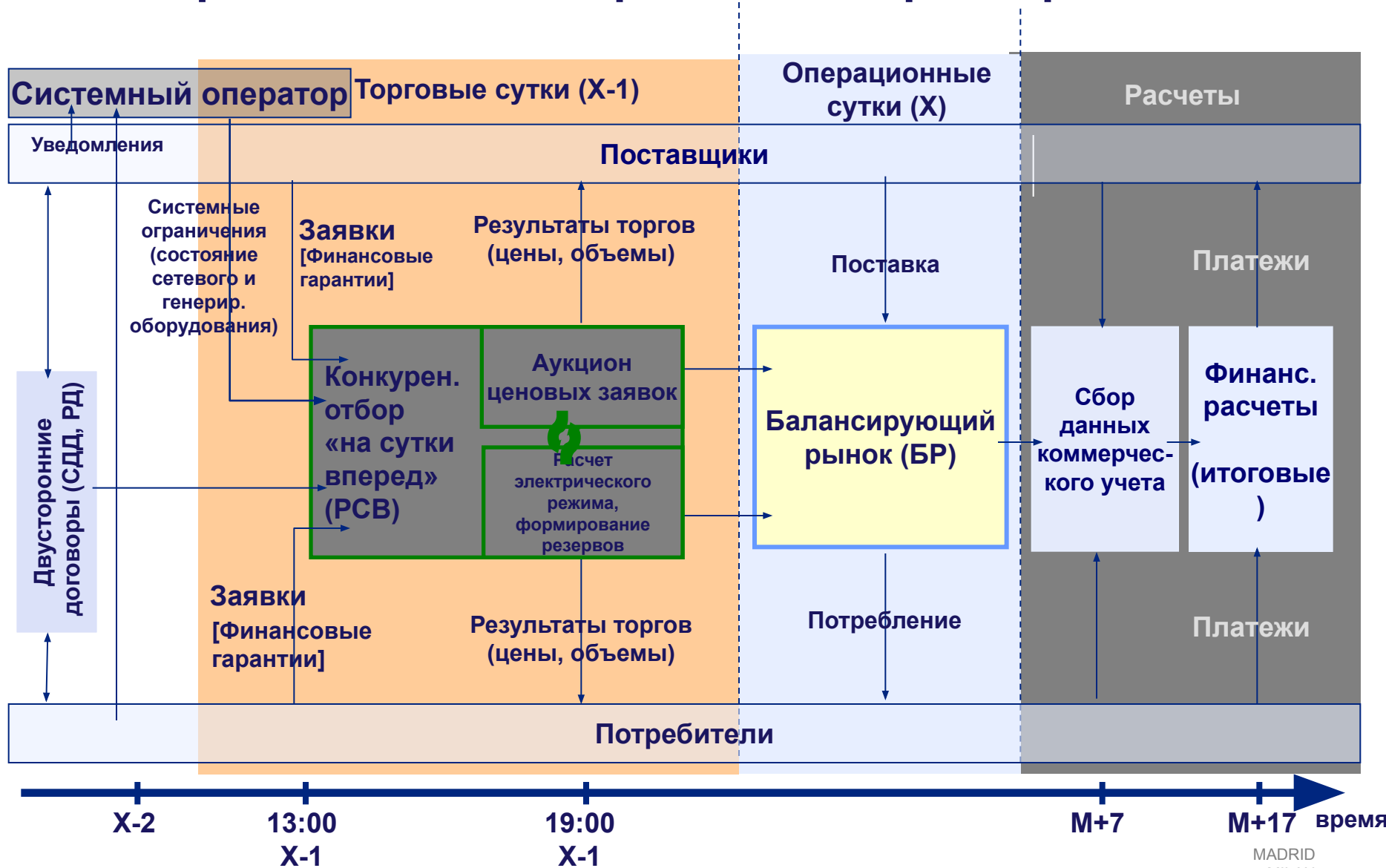
т.е.:

**13,478 млн. тонн в 2015 г.**

и

**33,345 млн. тонн в 2020 г.**

# Схема работы оптового рынка электроэнергии



# Снижение средних цен на оптовом рынке

---

- Поставщики ВИЭ обычно подают ценопринимающие заявки из-за малой доли переменных затрат этих генераторов в структуре их полных затрат и, следовательно, малой зависимости от компенсации этой доли совокупных затрат за счёт выручки с рынка.
- На рынках стран, где доля ВИЭ и, в первую очередь, ветростанций заметна, наблюдается явление снижения средних цен на срочных рынках (Германия, Дания, США)
- Если допустить консервативную оценку ожидания 2%-ного снижения средних цен на оптовом рынке электроэнергии, то тогда эта величина может составить:
  - **27,15 млрд. руб.** за год к 2015 г.
  - **43,54 млрд. руб.** за год к 2020 г.

# Снижение расходов на экологию и защиту здоровья

- По данным профильных научно-исследовательских организаций в России к имеющимся 1,32 млрд. тонн золошлаковых материалов на площади 22.000 га ежегодно добавляется ещё 35-36 млн. тонн (с учетом объёмов переработки части золы и шлаков). Это прим. 12.000 составов по 3000 т в год
- Этот экономический выигрыш от снижения расходов на здоровье и улучшения экологии имеет весьма непростую количественную оценку.
- Имеется несколько различных методических подходов к его оценке, но отсутствует такой, который был бы признан обоснованным всеми или большинством специалистов
  - если бы в составе затрат угольных и мазутных станций учитывались затраты, связанные с ликвидацией негативных последствий для окружающей среды и здоровья населения, то стоимость их энергии увеличилась бы в 2 раза
  - для газовых станций – на 30%

# Создание новых рабочих мест

---

- В 2004 г. количество рабочих мест в секторе ВИЭ экономики Германии составляло 157.000, в 2006 г. это число выросло до 231.000, 60% из которых (134.000 рабочих мест) прямо относится к результатам действия федерального закона о поддержке развития энергетики на ВИЭ
- 135.000 рабочих мест появилось в Германии в связи с дополнительном производством 15 млрд. кВтч энергии на основе ВИЭ потребовало создания этого количества новых рабочих мест
- 60% продукции сектора ВИЭ в Германии идёт на экспорт



# Дополнительные фискальные сборы

---

- экспортные пошлины на экспортируемые углеводороды по гипотезе об экспорте сэкономленного углеводородного топлива,
- налог на прибыль новых электрогенерирующих предприятий возобновляемой энергетики,
- налог на землю или арендная плата за участки земли, используемой для размещения объектов возобновляемой энергетики,
- подоходный налог с заработков сотрудников новых компаний,
- плата за воду,
- налог на имущество новых энергетических компаний.

# Содержание лекции

---

- Новая энергетическая платформа и ВИЭ
- Причины ускоренного развития энергетики на основе ВИЭ
- Основные экономические результаты развития энергетики на основе ВИЭ
- **Схемы поддержки развития энергетики на основе ВИЭ**
- Поддержка ВИЭ в России
- Экономика ветроэнергетики

# Критические вопросы при выборе схемы



# Ожидания при выборе схемы поддержки

## Государство:

- Изменение структуры энергобаланса страны, в т.ч. за счёт увеличения доли ВИЭ в нём
- Улучшение экологии
- Снижение политических рисков: ВТО, сотрудничество с ЕС, отношение населения к ВИЭ, др.
- Формирование долгосрочной политики привлечения инвесторов в генерацию ВИЭ
- Повышение эффективности и снижение стоимости генерации энергии на основе ВИЭ
- Минимизация рыночных возмущений после достижения ВИЭ значимой доли в балансе
- Эффективный баланс технологий генерации на основе ВИЭ
- Меры поддержки не должны по возможности отражаться на населении

## Инвесторы:

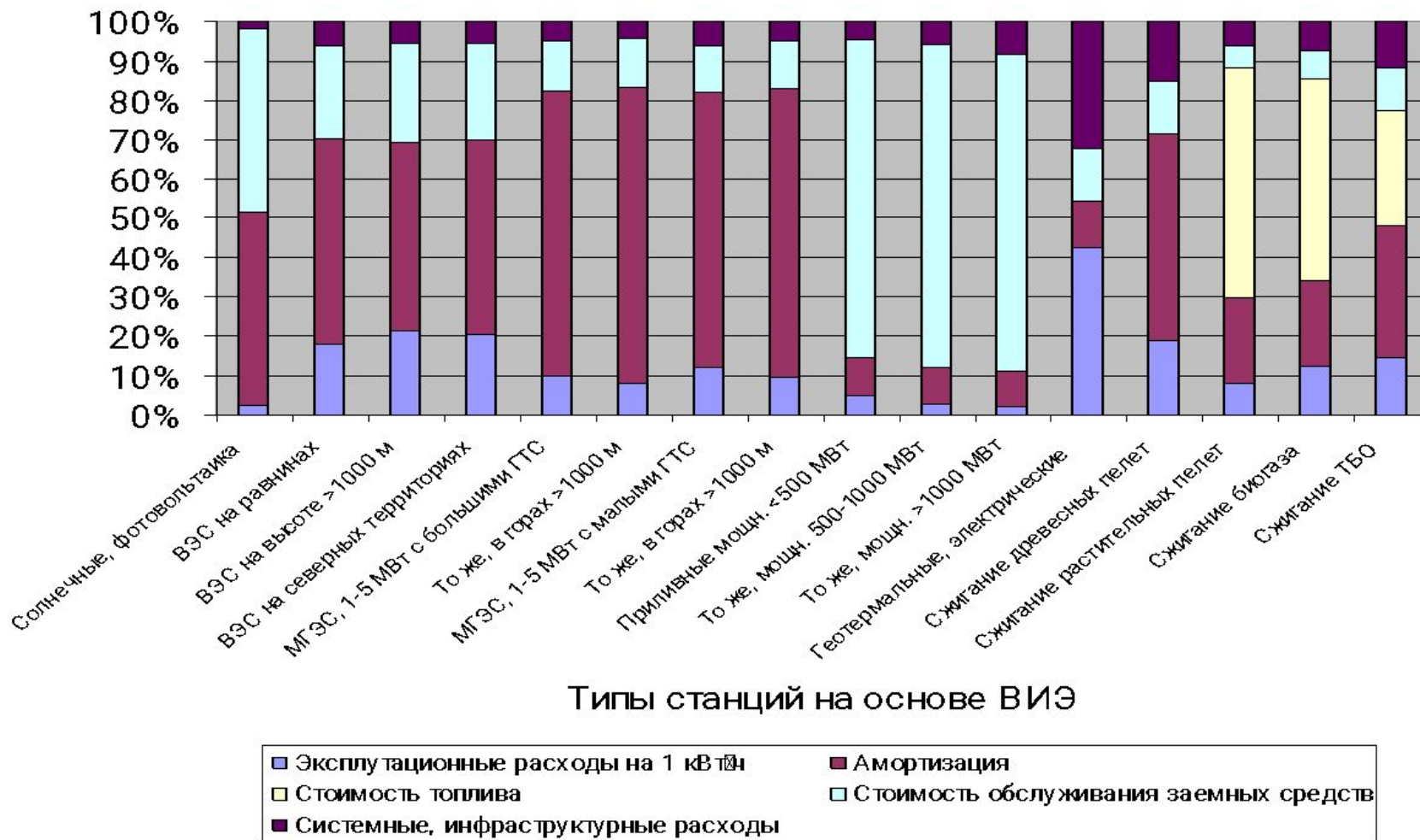
- Достижение эффективного уровня доходности бизнеса с учётом уровня присутствующих рисков
- Долгосрочная государственная политика и меры поддержки генерации на основе ВИЭ
- Долгосрочная политика сбыта энергии ВИЭ или прозрачный повторяющийся механизм её продажи
- Снятие административных барьеров выхода на рынок, подключения к сетям и включения в диспетчерский план
- Формирование новых стратегий энергокомпаний и инвесторов за счёт генерации на основе ВИЭ

# Основные подходы к схеме поддержки

1. Стимулирование через снижение отдельных составляющих расходов инвестора:
  - Стоимость капитала
    - ◆ Амортизация (в т.ч. ускоренная)
    - ◆ Субсидии на капитал
    - ◆ Компенсация кредитного %
    - ◆ Таможенный режим для импортируемого оборудования
  - Снижение эксплуатационных расходов
    - ◆ Много вариантов по всем составляющим этого типа затрат
  - Увеличение чистой прибыли в распоряжении инвестора
    - ◆ Налогообложение прибыли
    - ◆ Правила вывоза и налогообложения вывозимой прибыли (дивидендов)
2. Стимулирование через повышение выручки:
  - Фиксированные тарифы или надбавки к цене рынка
  - Продажа сертификатов на специальных рынках для выполнения квот ВИЭ

# Структура затрат по элементам

Структура затрат по элементам



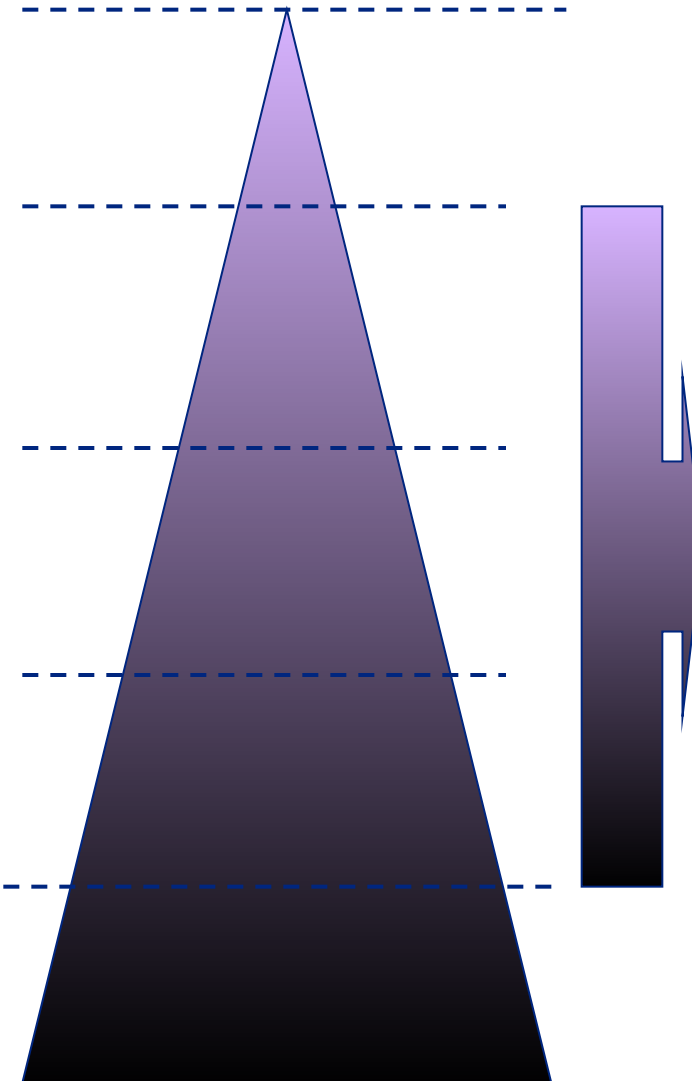
# Предварительные выводы

---

1. Различия в структуре затрат определяется следующими факторами:
  1. Тип ВИЭ
  2. Мощность генерации
  3. Условия эксплуатации (сила ветра,  $t^0$ , мощность солнечного потока, стоимость транспортировки и др.)
  4. Текущая стоимость кредита (LIBOR + %) и его суммы
2. Стимулирование через поддержку по отдельным элементам затрат возможно, но потребует учесть все существующие особенности структуры затрат
3. Систему очень трудно будет сделать понятной, прозрачной и не коррупционной

# Компромиссы пирамиды точности

Единая надбавка для всех генераторов: Fix



Тот или иной компромиссный набор надбавок, устанавливаемый фиксировано в привязке к 2-3 факторам, либо путём проведения расчёта её величины на основе многих факторов и условий строительства и эксплуатации для определения интервала, к средней которого будет относиться конкретный генератор



# Много надбавок или одна?

## Единая надбавка для всех генераторов (1):

- простой механизм применения
- повышенные расходы на поддержку за счёт сверхдоходов технологий нижнего уровня себестоимости
- ограничение набора технологий за счёт отсеечения самых дорогих ВИЭ
- трудно обосновать выбранный уровень надбавки

## Набор надбавок:

- возможность достичь обоснованного компромисса между простотой применения и точностью расчётов

## Надбавок столько, сколько проектов ( $\infty$ ):

- максимальная точность
- чрезвычайно трудоёмкая процедура установления
- сложность применения на рынке

# Фиксированный тариф/надбавка к цене

1. Государство устанавливает долгосрочные фиксированные тарифы на энергию ВИЭ и обязывает того или иного участника рынка покупать эту энергию по такому тарифу
2. Государство устанавливает долгосрочные фиксированные надбавки к рыночной цене на энергию ВИЭ и определяет механизм сбора для её выплат и распределение сборов между плательщиками
2. Уровень тарифа или надбавки к цене предполагает высокую привлекательность генерации на основе ВИЭ, что ведёт к приходу новых инвесторов и увеличению объёмов производства энергии ВИЭ
3. Устанавливаемый уровень тарифа или надбавки к цене разный для разных видов ВИЭ и учитывает особенности строительства и эксплуатации станций разной мощности и приоритеты государства
4. В случае использования надбавок генераторы ВИЭ продают свою энергию на рынке вместе с остальными энергокомпаниями. При продаже по тарифам продажи идут вне рынка.

# Фиксированный тариф/надбавка к цене (2)

## Достоинства системы:

- Генераторы участвуют на рынке, что снижает цены оптового (спотового) рынка
- Тарифы и надбавки отражают сложившийся и будущий уровень затрат на генерацию как традиционной, так и ВИЭ энергетики
- Снижение рисков инвесторов по сравнению с системой квотирования
  - Цена или надбавка фиксированы
  - Период действия тарифа/надбавки
  - Понятные правила и затраты на балансирование поставок энергии
- Подавляющее большинство экспертов признают успех данной системы поддержки, что подтверждается опытом лидеров: Германия, Испания,

## Недостатки системы:

- Низкая предсказуемость в долгосрочном планировании объёмов производства энергии ВИЭ в целом по стране
- Снижение тарифов / надбавок со временем не всегда отражает реальный технологический прогресс
- Тарифный вариант требует очевидного приоритета закупки энергии ВИЭ (вне рынка), что может вызывать противоречия в диспетчерском планировании после достижения доли ВИЭ в балансе потребления 18-25%

# Тендерная система

---

1. Государство определяет ожидаемые цели и сроки в виде объёмов производства энергии на основе ВИЭ, или величины установленной мощности, или их комбинация
2. Инвесторам предлагается подавать заявки на производство энергии на основе ВИЭ или установку мощностей с указанием года ввода
3. Самые низкие заявки «побеждают» при включении объёмов в целевой объём энергии или мощности на основе ВИЭ
4. Уровень заявок фиксируется в виде тарифов на энергию с установок выигравших инвесторов

# Тендерная система (2)

## Достоинства системы:

- Привязка условий тендеров к поставленным государством целям
- Экономическое соревнование инвесторов и проектов
- Квазипланомерный подход к развитию по:
  - объёму и мощности
  - структуре генерации
  - срокам

## Недостатки системы:

- Отсутствуют гарантии исполнения обязательств инвесторами по:
  - срокам
  - объёму э/э
  - мощности
- Отсутствует механизм компенсации выпавших объёмов и обязательств
- Инвесторы заинтересованы в более поздней реализации проектов из-за постоянного снижения затрат проекта
- Сложность модификации условий новых тендеров в дальнейшем на фоне условий действующих проектов

# Соотношение рыночного и государственного регулирования в схемах поддержки

	<b>Цена/тариф</b>	<b>Объёмы э/э ВИЭ</b>
<b>Система тарифов и надбавок</b>	<b>Государство</b>	<b>Рынок</b>
<b>Система квотирования и тендеры</b>	<b>Рынок</b>	<b>Государство</b>

Система «зелёных» сертификатов является обязательным инструментом организации обеих систем поддержки

# Содержание лекции

---

- Новая энергетическая платформа и ВИЭ
- Причины ускоренного развития энергетики на основе ВИЭ
- Основные экономические результаты развития энергетики на основе ВИЭ
- Схемы поддержки развития энергетики на основе ВИЭ
- **Поддержка ВИЭ в России**
- Экономика ветроэнергетики

# Законодательная поддержка ВИЭ в ФЗ № 35

1. Положения, содержащиеся в поправках, впервые устанавливают основы системы поддержки развития энергетики на основе ВИЭ
2. Основные меры поддержки возобновляемой энергии:
  - ✓ субсидирование затрат на подключение к сетям и других расходов из федерального бюджета
  - ✓ возложение на сетевые организации обязательства покупки энергии ВИЭ по фиксированному тарифу, устанавливаемому правительством
  - ✓ субсидирование энергии ВИЭ сверх цены оптового рынка
  - ✓ возложение на покупателей – участников оптового рынка обязательства покупки энергии ВИЭ
3. Правительство обязывается разработать основные направления государственной политики в сфере энергоэффективности и ВИЭ с установлением показателей доли возобновляемой энергии в балансах её производства и потребления по годам
4. Вводится система выпуска специальных сертификатов возобновляемой энергии («зелёных»), на основании которых осуществляется поддержка производителей, учёт производства и потребления энергии ВИЭ, контроль исполнения обязательств
5. Эти положения закона смогут заработать только после принятия правительством подзаконных актов и решений:
  - ✓ порядок выплаты, уровень субсидирования энергии ВИЭ сверх цены оптового рынка, тариф на покупку этой энергии сетевыми организациями



# Чего ждать в ближайшее время?

---

- В середине 2010 г. Минэнерго РФ сформировало Рабочую группу по доработке и обсуждению проектов подзаконных актов по поддержке ВИЭ
- Минэнерго РФ поддержало инициативу группы Ренова по переходу от выплат надбавок к рыночной цене э/э ВИЭ к выплате компенсации за мощность
- Сейчас идёт интенсивная работа по подготовке проектов подзаконных актов и нормативно-регламентирующих документов по системе поддержке поставщиков ВИЭ
  - 1-ый этап работ ограничивается ценовыми и неценовыми зонами оптового рынка и розничным рынком изолированных систем
  - Розничный рынок откладывается на следующий этап работ

# Почему рынок мощности?

---

- Более разработан по сравнению с рынком электроэнергии
- Не отменяет механизма надбавок, которые могут использоваться в других секторах электроэнергетического рынка
- Повышает привлекательность проектов для инвесторов за счёт снижения уровня рисков
- Позволяет контролировать объёмы вводимых мощностей и уровень затрат общества
- Принципиальная экономическая схема поддержки ВИЭ не меняется: рыночная цена за э/э + фиксированная доплата

# Содержание лекции

---

- Новая энергетическая платформа и ВИЭ
- Причины ускоренного развития энергетики на основе ВИЭ
- Основные экономические результаты развития энергетики на основе ВИЭ
- Схемы поддержки развития энергетики на основе ВИЭ
- Поддержка ВИЭ в России
- Экономика ветроэнергетики

# Факторы эффективности ВЭС

---

- Затраты на изыскания, проектирование и планирование проекта
- Ресурсная база ветропотенциала площадки
- Стоимость основного оборудования (ветроагрегаты)
- Стоимость доставки и монтажа ветроагрегатов
- Жизненный цикл ветроагрегата и точность соответствия его характеристик условиям площадки
- Стоимость капитала и финансирования (расходы на привлечение капитала, величина дисконтирования потоков, банковский процент, возможные субсидии на капитал и проч.)
- Стоимость эксплуатации и поддержания оборудования ВЭС в работоспособном состоянии
- Стоимость подключения к сетям с учётом стоимости необходимой реконструкции, величина потерь при передаче
- Условия диспетчирования ветрогенерации, условия ценообразования и работы на рынках, условия поддержки производства энергии на ВЭС.

# Факторы на стадии изыскания и проектирования

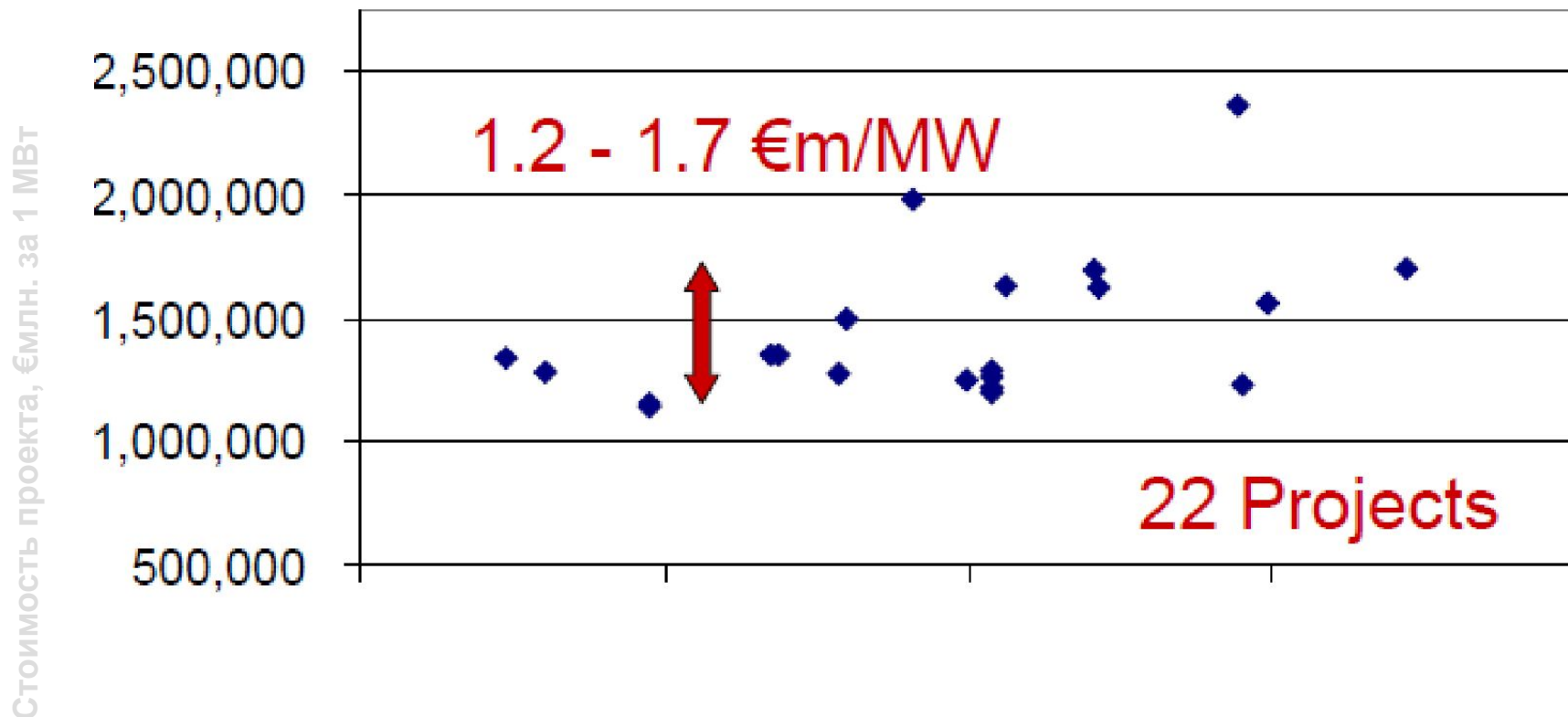
- Визуальных аспекты размещения агрегатов ВЭС
- Близость к жилищу и допустимый уровень шума
- Экологические, археологические и архитектурные аспекты и ограничения при размещении ветроагрегатов на выбранной площадке
- Районы ограниченного размещения
- Возможность и условия подключения к сети
- Размер и особенности площадки под будущую ВЭС
- Собственность на землю и возможный порядок её использования
- Скорость и характеристики ветра, а также климатические особенности площадки
- *Обычно, доля расходов на подготовку проектов в рамках общей сметы проекта составляет 5-10% и относится к числу плохо предсказуемых*

# Факторы на стадии строительства

Элементы затрат на 1 кВт УМ	€ 2008	%
Ветроагрегат (ex works)	928	75,6
Техприсоединение	109	8,9
Фундамент	80	6,5
Аренда земли	48	3,9
Электромонтажные работы	18	1,5
Расходы на консультантов	15	1,2
Расходы на финансирование и банки	15	1,2
Строительство дорог	11	0,9
Система управления	4	0,3
<b>Всего</b>	<b>1.227</b>	<b>100</b>

European Wind Farm Project Costs - History and Projections, 2008 Study. – I.Slungard, J.Holt, Vindkraftseminaret pa Stiklestad, 26.08.08

# Вариации стоимости проекта



# Факторы на стадии строительства (2)

---

- Изготовление фундаментов
- Строительство дорог и площадок
- Прокладка подземных кабелей по территории площадки ВЭС
- Монтаж трансформаторов низкого и среднего напряжения (если требуется)
- Транспортировка ветроагрегатов и грузоподъёмные работы
- Монтаж ветроагрегатов на местах установки
- Присоединение ВЭС к существующей сети или новое сетевое строительство
- Административные, юридические, консультационные расходы и расходы на финансирование проекта и его строительство.



# Факторы на стадии эксплуатации

---

- Страхование
- Стоимость регулярного обслуживания оборудования ВЭС
- Ремонты и поддержания оборудования в работоспособном состоянии
- Запчасти

---

# Благодарю за внимание!

Копылов А.Е., к.э.н., АФ-Меркадос ЕМІ,  
старший консультант,

[anatoli.kopylov@gmail.com](mailto:anatoli.kopylov@gmail.com)

+7(962)924-81-35