

# Качество электроэнергии и руководство по практическому применению

Distributed Generation and Renewables

## Децентрализованная генерация и возобновляемые источники энергии

8.1 Introduction

8.1 Введение



Copper Development Association

Institution of Engineering and Technology Endorsed Training Provider

## **Общие сведения о децентрализованной генерации и возобновляемых источниках энергии**

### **Общие сведения**

Децентрализованной генерации (ДГ) и возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в Европе уделяется много внимания. Оба направления исследований считаются важными для энергетической безопасности, так как они снижают зависимость от импорта ископаемого топлива и уменьшают выбросы газов, вызывающих парниковый эффект. Направление децентрализованной генерации связано с местной генерацией электроэнергии и, в случае систем совместного производства теплоты и электроэнергии, с производством тепла для промышленных процессов или отопления помещений и т.п. Экономика ДГ и ВИЭ зависит от многих факторов. Основными статьями издержек являются начальные капиталовложения, затраты на топливо, цены на энергию (электричество и тепло) и затраты на подключение к сети. Как правило, биомасса дает самую дешевую электроэнергию из всех видов ВИЭ, следом идут береговые ветровые и гидроэлектростанции, а самыми дорогими являются солнечные элементы. Однако, во многих странах предпринимаются меры по стимулированию развития систем производства электроэнергии с использованием ВИЭ, включая электростанции на солнечных элементах. Жизнеспособность систем на основе ДГ и ВИЭ в большой степени зависит от законодательных мер и мер стимулирования, принимаемых как в рамках Европейского союза, так и в рамках отдельных стран. Неизменный политический курс в вопросах стимулирования таких систем необходим для поощрения крупных инвестиций коммерческим сектором в увеличение мощностей систем на основе ДГ и ВИЭ.

### **Введение**

ДГ и ВИЭ в Европе уделяется особое внимание. Они считаются важными для достижения двух целей:

повышения энергетической безопасности Европы за счет снижения зависимости от импортируемого ископаемого топлива, такого как нефть, природный газ и уголь;

сокращения выбросов газов, вызывающих парниковый эффект, особенно углекислого газа, получаемых при сжигании ископаемого топлива.

В данной статье представлено общее ознакомительное описание децентрализованной генерации (производства электроэнергии) и возобновляемых источников энергии. Другие тематические статьи, включенные в этот раздел, содержат подробное рассмотрение некоторых вопросов, связанных с ДГ и ВИЭ. Раздел 7 настоящего Руководства посвящен более подробному изучению рационального использования энергии и экономии энергии.

В первую очередь необходимо определить понятия «децентрализованная генерация» и «возобновляемые источники энергии» и ввести понятия «совместное производство теплоты и электроэнергии» (СПТЭ) и «распределенные энергетические ресурсы» (РЭР), которые часто используются в контексте с ДГ и ВИЭ.

Понятие «возобновляемые источники энергии» относится к «бесконечным» естественным источникам энергии, таким как солнце и ветер. Системы производства энергии на основе возобновляемых источников преобразуют энергию этих источников в энергию, которую можно использовать (электроэнергию и теплоту). ВИЭ часто связывают с производством электроэнергии, но производство теплоты для отопления помещений (геотермальная энергия, солнечные коллекторы и т.п.) также имеет значение. И все же в настоящей ста-

тье ВИЭ рассматриваются с позиции производства электроэнергии (ВИЭ-Э). В соответствии с директивой ЕС по ВИЭ-Э [1], возобновляемые источники энергии включают:

- ◆ энергию воды (большие и малые электростанции);
- ◆ биомассу (твердые фракции; биотопливо; газ из органических отходов; газ, получаемый в результате работы установок для очистки сточных вод и биогаз);
- ◆ ветер;
- ◆ солнце (фотоэлектрические батареи, солнечные тепловые энергетические установки);
- ◆ геотермальную энергию;
- ◆ энергию волн и приливов;
- ◆ биологически разложимые отходы.

Для децентрализованной генерации существует много определений [2, 3, 4]. Как и в случае с ВИЭ, под ДГ чаще понимаются системы, предназначенные для производства электроэнергии (и, возможно, теплоты). Тема данной статьи ограничивается системами ДГ, связанными с производством электричества. Обычно системы децентрализованной генерации располагаются рядом с потребителями выработанной ими электроэнергии.

Системы ДГ имеют следующие отличительные характеристики:

- ◆ они не имеют централизованного планирования и часто управляются независимыми производителями электроэнергии или потребителями;
- ◆ они не имеют централизованного диспетчерского управления (хотя разработка виртуальных электростанций, в которых множество децентрализованных модулей производства электроэнергии работают как одна станция, нарушает это правило);
- ◆ мощность систем не превышает 50 МВт (однако в ряде источников к классу ДГ причисляются системы общей мощностью до 300 МВт);
- ◆ подключаются к сети распределения электроэнергии, которые, в зависимости от страны, являются частью сетей с рабочим напряжением от 240/400 В до 110 кВ.

Большинство систем на основе возобновляемых источников энергии также являются системами распределенной генерации, хотя крупные гидроэлектростанции, морские ветряные электростанции и электростанции на основе совместного сжигания биомассы с обычным (ископаемым) топливом являются исключением.

Распределенные энергетические ресурсы [5] относятся к системам децентрализованного производства электроэнергии и накопления электроэнергии (вблизи или непосредственно в месте нахождения нагрузки), если их мощность превышает мощность сети (т.е., резервным источникам питания). В данной статье не рассматриваются системы накопления электроэнергии.

Комбинированное производство электроэнергии и теплоты (СПЭТ), которое также известно как совместное производство, обозначает одновременное производство и потребление электроэнергии и теплоты. Обычно часть электроэнергии потребляется на месте, а остатки передаются в территориальную сеть. Теплота, в отличие от электроэнергии, всегда потребляется на месте, так как транспортировка теплоты является дорогостоящей и сопряжена с относительно большими потерями. Как правило, системы распределенной генерации на основе ископаемого топлива также вырабатывают теплоту, так как местное использование отходящего тепла является важным преимуществом ДГ. Вопросы совместного производства теплоты и электроэнергии более подробно рассматриваются в тематической статье 8.3.5.

Обычными сферами применения систем ДГ являются:

- ◆ обеспечение жилых домов (сверхмалые системы производства электроэнергии и теплоты);
- ◆ коммерческий сектор (обеспечение электроэнергией и теплотой зданий);
- ◆ тепличные хозяйства (обеспечение технологического процесса: производство электроэнергии, теплоты и углекислого газа для удобрения почвы);
- ◆ промышленность (обеспечение технологического процесса: производство электроэнергии и пара);
- ◆ отопление районов (обеспечение зданий: снабжение электроэнергией и теплом через сеть теплораспределения);
- ◆ передача электроэнергии в сеть (только подача электроэнергии в территориальную электросеть).

На рисунке 1 обзорно представлены системы децентрализованного производства электроэнергии и сферы применения этой электроэнергии.

## Сильные и слабые стороны систем ДГ и ВИЭ

Основными причинами преобладания на сегодняшний день систем централизованного производства электроэнергии над децентрализованным, являются повышение эффективности производства от роста его масштабов, повышение эффективности потребления топлива и эксплуатационных расходов за срок службы [6]. Увеличение мощности производственной единицы приводит к росту эффективности и сокращению стоимости 1 МВт энергии. Даже в том случае, когда крупная электростанция состоит из нескольких более мелких энергетических блоков одинакового размера, стоимость производства одного МВт энергии станции будет меньше.

Однако преимущество повышения эффективности от роста масштабов производства уменьшается; небольшие производственные единицы являются предметом непрекращающихся технических и технологических разработок, в то время как разработки в области крупных производственных единиц уже полностью завершены. Эффективность потребления топлива является второй причиной продолжения строительства крупных электростанций. Уголь в особенности экономически непригоден для систем ДГ, но его запасы самые большие среди всех видов ископаемого топлива с постоянными поставщиками по всему миру и стабильными ценами (по крайней мере, цены на уголь более стабильны, чем на нефть и природный газ). Кроме того, при сроке службы в 25 – 50 лет, крупные электростанции будут оставаться основными источниками электроэнергии на многие годы.

Так почему разработка систем децентрализованной генерации находится на первом месте? Основной причиной является эффективное использование тепла, которое всегда производится совместно с электроэнергией. Как показано в тематической статье 8.3.5, это всегда значительно повышает общую эффективность использования электростанцией топлива. Поскольку тепло должно быть применено на месте, то очевидным является расположение системы децентрализованной генерации рядом с потребителями тепла.

Электростанции на основе ископаемого топлива

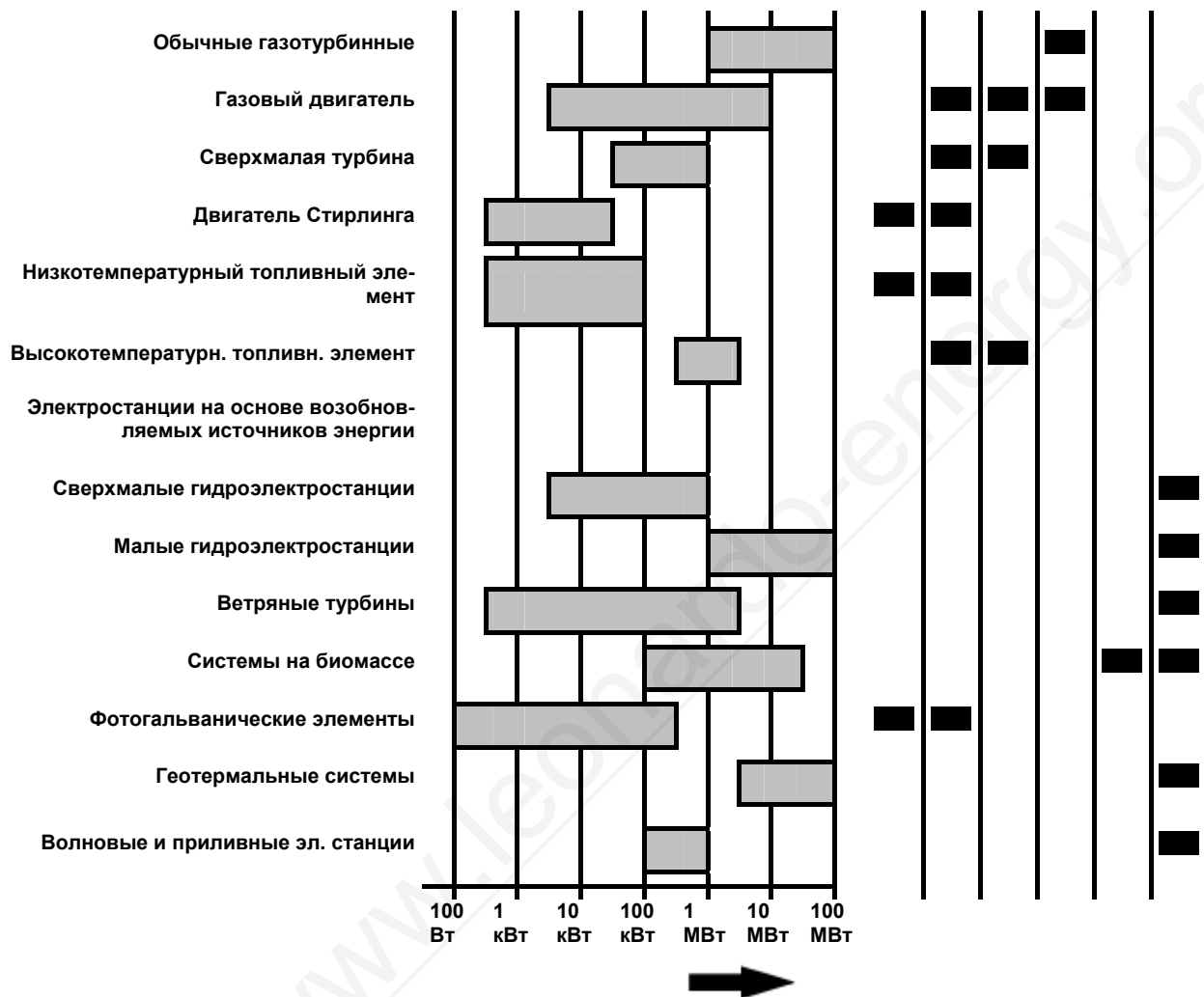


Рисунок 1. Обзор систем децентрализованной генерации (на основе [2, 3]) и типовых вариантов их применения

К другим положительным качествам децентрализованной генерации [4] относятся дополнительные преимущества, связанные с энергией (повышенная энергетическая безопасность, возможность избежать избыточной установленной мощности, сокращение пиковой нагрузки, сокращение потерь в территориальной сети) и преимущества, связанные с работой сети (отсрочка расходов на инфраструктуру распределительной сети, соответствие требованиям по качеству энергии, повышение надежности). К недостаткам ДГ, кроме упомянутых ранее, необходимо отнести стоимость подключения, измерения и обеспечения симметричности. На рис. 2 показано влияние степени включения систем децентрализованного производства электроэнергии в общую энергосистему на потери в территориальной сети.

Главным преимуществом систем на возобновляемых источниках энергии является присутствие им отсутствие выбросов газов, вызывающих парниковый эффект, так как в них не используется ископаемое топливо. Дополнительным преимуществом является их нечувствительность к ценам на топливо («солнце встает бесплатно»). Это сокращает производственные расходы систем на возобновляемых источниках энергии и уменьшает производственные риски. Главным недостатком в этом случае являются начальные капиталовложения в системы на возобновляемых источниках энергии, которые часто бывают больше, чем расходы на системы, использующие ископаемое топливо. Например, расходы на строительство газотурбинной системы могут составлять 500 Евро за МВт, в то время как капиталовложения в строительство системы на ветряной турбине могут превышать 900 Евро за МВт.

Другим недостатком систем на ВИЭ являются особые требования к месту их расположения и непредсказуемость производимой мощности. Наличие возобновляемых источников энергии (солнце, ветер, вода) в большей степени определяет возможность строительства системы на ВИЭ, и это может вызвать проблемы, связанные с окружающей средой. Непредсказуемость поведения ВИЭ также означает повышенные расходы на обеспечение симметричности территориальной электросети и поддержание резервных мощностей, например, в случае, когда сила ветра меньше или больше рабочего диапазона ветряной турбины. Этой проблеме уже уделяется значительное внимание в странах с большим количеством электростанций на ветряных турбинах, таких как Германия и Дания.

Подводя итоги, можно сказать, что системы ДГ и на основе ВИЭ обладают как преимуществами, так и недостатками, связанными с качеством энергии, работой сети или характеристиками окружающей среды, которые необходимо оценивать в соответствии с условиями в каждом конкретном случае.

## Текущее состояние

По состоянию на 2005 год суммарная мощность электроэнергии, производимой в 15 странах Евросоюза, составляла 643 ГВт. Приблизительно 15% от этой мощности (96 ГВт) приходилось на системы совместного производства электроэнергии и теплоты (СПЭТ), 19% (122 ГВт) – на гидроэлектростанции и 8% (53 ГВт) – на прочие системы на основе возобновляемых источников энергии [7]. Приблизительно половина от мощностей СПЭТ принадлежит энергетическим компаниям, а другая половина – независимым производителям. На рисунке 3 представлен анализ мощностей производства электроэнергии по 15 странам Евросоюза.



Рисунок 2. Зависимость потерь в территориальной сети от доли систем ДГ в общей энергосистеме

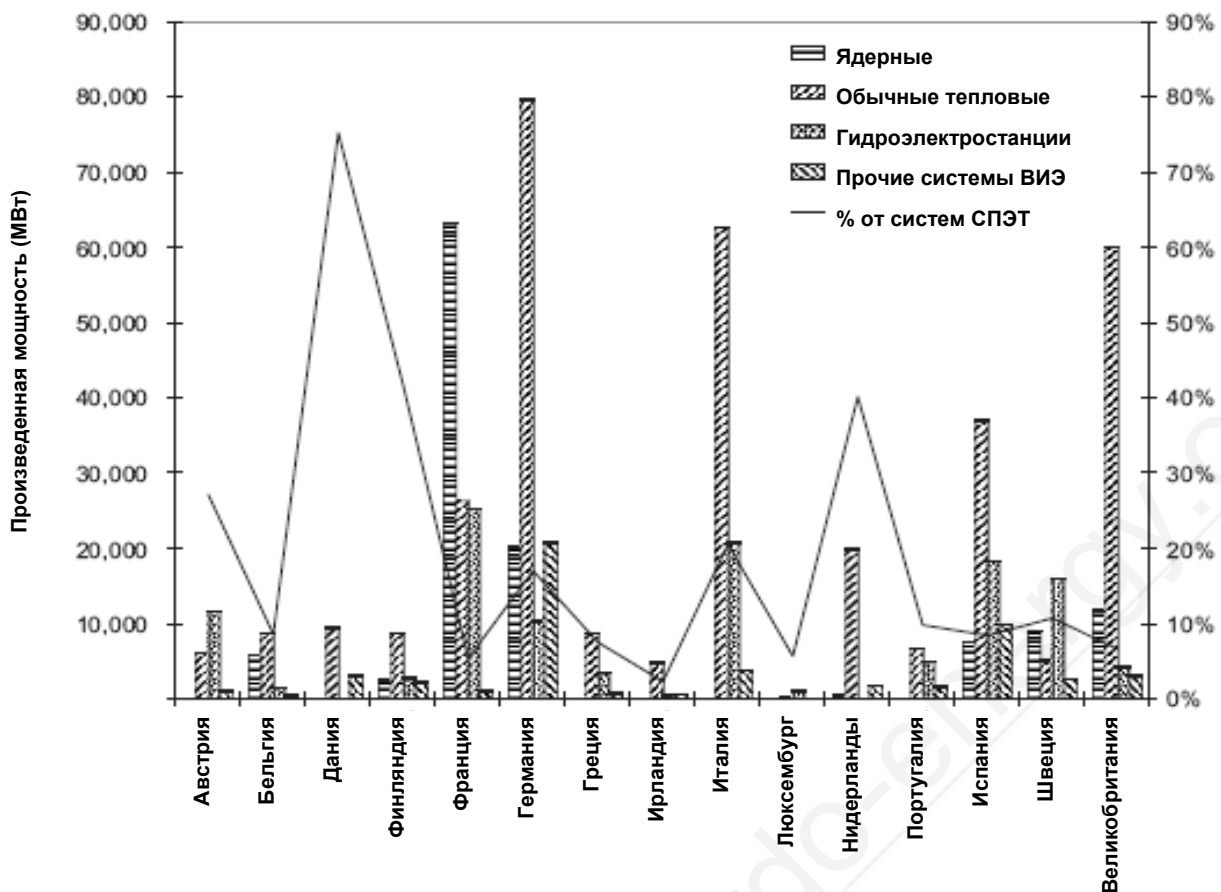


Рисунок 3. Мощность электроэнергии, произведенной в 15 странах Евросоюза в 2005 г [7]

Основываясь на данных по Евросоюзу [8], расчетные мощности производства электроэнергии системами на возобновляемых источниках в 2004 году составляли 400 ТВтч, из которых более 70% приходилось на гидроэлектростанции (как показано на рис. 3). На рисунке 4 представлен анализ производства электроэнергии системами, использующими этот вид возобновляемого источника энергии.

В директиве по ВИЭ-Э определены цели по производству электроэнергии системами на ВИЭ в виде процентной доли от суммарного валового потребления 15 странами Евросоюза. Это показательные цели, за основу для получения которых были взяты данные за 1997 год. Так как эти цели основаны на фактическом потреблении, и в определенных директивой ВИЭ-Э рубежах указаны фиксированные значения в процентах, то абсолютное количество производимой системами на ВИЭ электроэнергии должно с ростом общего потребления также возрастать. На рисунке 5 представлена контрольная ситуация (данные за 1997 год), целевая ситуация (состояние на 2010 год) и рост производства электроэнергии системами на ВИЭ, необходи-

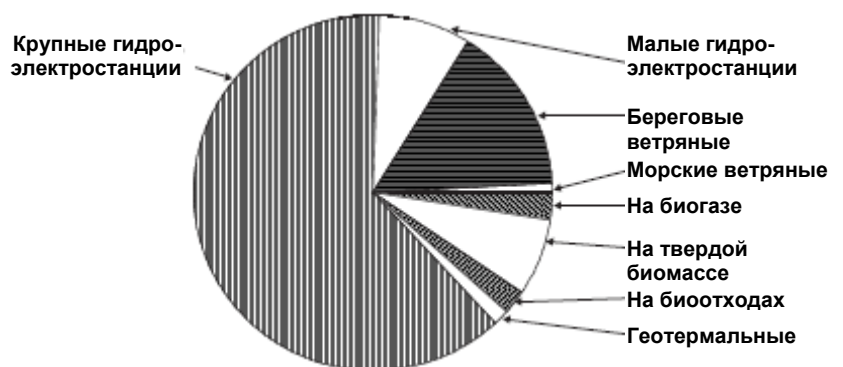


Рисунок 4. Анализ производства электричества системами на ВИЭ в 15 странах ЕС в 2004 г. Вклад станций на фотогальванических элементах, использовании энергии приливов, волн и солнечной тепловой энергии пренебрежимо мал [8].

мый для достижения этой целевой ситуации. Для всей группы из 15 стран ЕС контрольная ситуация по состоянию на 1997 г. характеризуется тем, что на долю систем на ВИЭ приходится 13,9% от всех 2440 ТВтч потребленной электроэнергии, что в абсолютных значениях составляет 340 ТВтч. Так как ожидаемое потребление электроэнергии в 2010 г. может возрасти до 2930 ТВтч [7], то целевые для систем на ВИЭ 22% в абсолютных значениях должны составить 650 ТВтч. Это означает практически удвоение производства электричества системами на ВИЭ в 2010 г по сравнению с 1997 г.

Достигнутая в 2005 г. цифра производства электроэнергии системами на ВИЭ в 400 ТВтч (14,4% от общего потребления) показывает, что поставленные директивой ЕС ВИЭ-Э цели вряд ли будут достигнуты. Рубежный 2010 год отделяют от 2005 г всего 5 лет. Более того, потенциал «простых» решений в виде гидроэлектростанций уже исчерпан. Поэтому рост должен происходить за счет «трудных» решений, таких как системы на использовании энергии биомассы и ветра, а также, возможно, солнца.

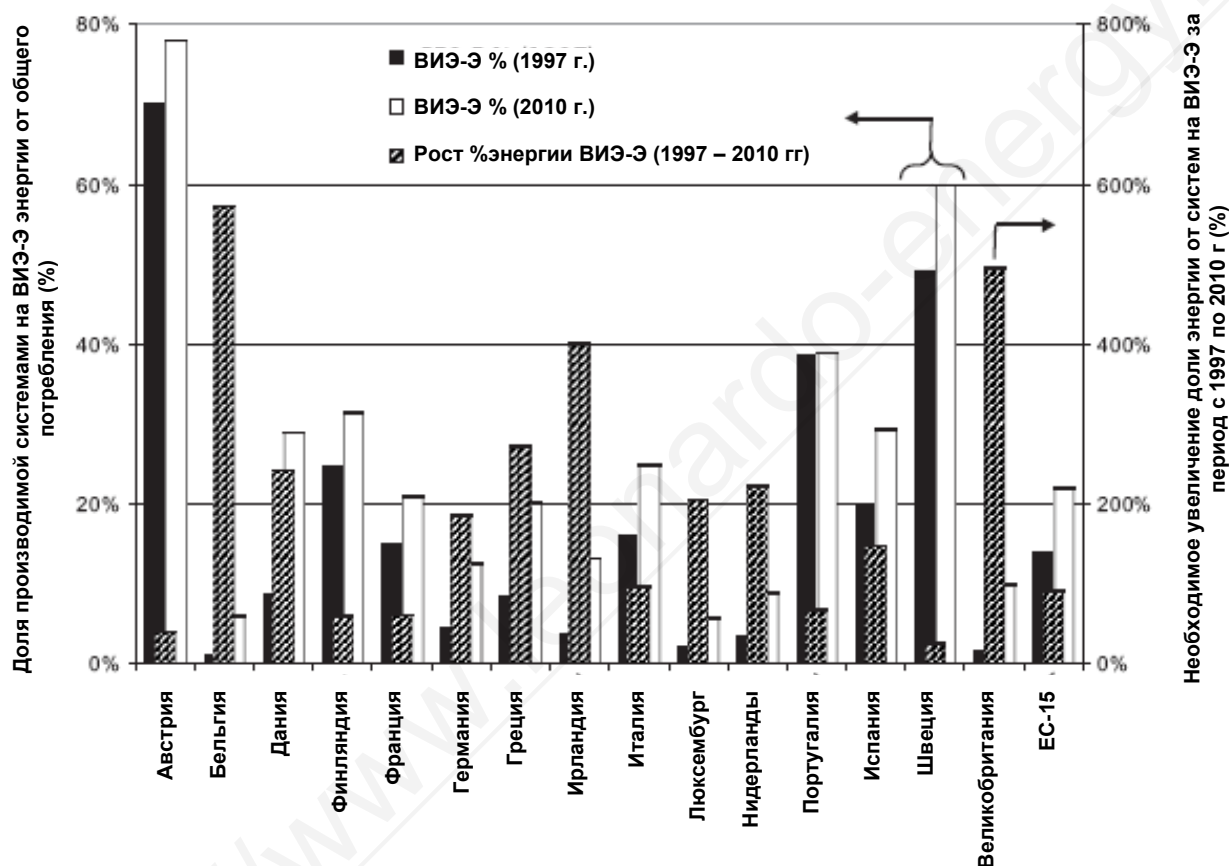


Рисунок 5. Доля электроэнергии, произведенной системами на ВИЭ, в суммарном потреблении в соответствии с директивой ЕС ВИЭ-Э. Контрольный уровень - 1997 г, целевой рубеж – 2010 г. [1]

## Экономика ДГ и ВИЭ

Экономическая осуществимость систем на основе распределенной генерации и возобновляемых источников энергии зависит от многих факторов. Важными являются как капиталовложения, так и цены на ископаемое топливо и рыночные цены на электроэнергию. Последние два фактора, конечно же, связаны между собой. Рыночная цена электроэнергии будет сильно зависеть от цен на топливо все время, пока продолжится доминирование на рынке обычных электростанций на ископаемом топливе (в настоящее время они производят более 50% всей потребляемой 15 странами ЕС электроэнергии).

Затраты могут быть сгруппированы как начальные капиталовложения (до пуска в работу) или текущие расходы (во время работы) и как фиксированные расходы (не зависящие от порядка использования) или переменные расходы (зависящие от порядка использования) [6]. В таблице 1 представлен анализ расходов на системы ДГ и ВИЭ в соответствии с приведенной выше классификацией. Стоимость подключения к территориальной сети (как осуществление подключения, так и нахождение в подключенном состоянии) составляет существенную величину при расчете суммарных расходов, особенно для систем ДГ.

Вид расходов	Начальные капиталовложения	Текущие расходы
Фиксированные	Стоимость проектирования Инвестиции Стоимость лицензирования Стоимость подключения в зависимости от мощности (МВт) Измерения	Тарифы распределения в зависимости от мощности (МВт) Фиксированные сборы Плановое техобслуживание Страховка
Переменные	Стоимость подключения в зависимости от мощности потребления (МВтч)	Внеплановое техобслуживание Расходы на топливо Топливные сборы (налоги) Распределительные тарифы в зависимости от мощности

Таблица 1. Характеристика расходов на системы ДГ и ВИЭ – распределение расходов во времени

Доход, получаемый от систем ДГ и ВИЭ, в основном связан с продажей электроэнергии (и теплоты в случае с системами совместного производства электричества и теплоты). Дополнительные доходы могут составлять услуги, связанные с территориальной сетью (например, обеспечение симметричности, отсроченные капиталовложения в сеть, предотвращенные сетевые потери) или дотации и налоги на защиту окружающей среды. Эти дотации и налоги в целом направлены на стимулирование чистого производства электроэнергии. Примером могут служить «зеленые сертификаты» или повышенные тарифы на закупку электроэнергии, произведенной системами на ВИЭ, снижение налогов на капиталовложения в системы СПЭТ и ВИЭ, налогов на выбросы углекислого газа и продажи квоты на выбросы углерода.

Стоимость электроэнергии, произведенной системами ДГ и ВИЭ, рассчитывается с использованием метода чистой приведенной стоимости [6]. При таком способе расчета учитывается изменение со временем стоимости денег путем применения определенного уменьшающего коэффициента к величине будущих доходов и расходов.

Этот уменьшающий коэффициент включает стандартную ставку процента для заемных средств и премию за риск в зависимости от профиля риска проекта. Колебания цен на топливо и рынок электроэнергии являются источником риска, так же как и погодные условия (например, скорость ветра для ветряных генераторов). Долговременность ассигнований в системы на ВИЭ являются еще одним предметом риска.

На рисунке 6 представлены пределы цен на системы, основанные на использовании ВИЭ.

На рис. 6 показано, что стоимость электричества, производимого большинством типов систем на ВИЭ, попадает (частично) в границы колебания цен на промышленную электроэнергию, которые являются показателем стоимости электричества, производимого крупными электростанциями. Электроэнергия, производимая электростанциями на сол-

нечной энергии, по-прежнему является дорогой. Так стоимость электроэнергии, производимой станциями на фотогальванических элементах, намного превышает порог в 200 Евро/МВтч. В случае принятия мер по стимулированию систем на фотогальванических элементах (либо в форме инвестиций, либо связанных с производимой электроэнергией) установка таких станций также может стать экономически выгодной.

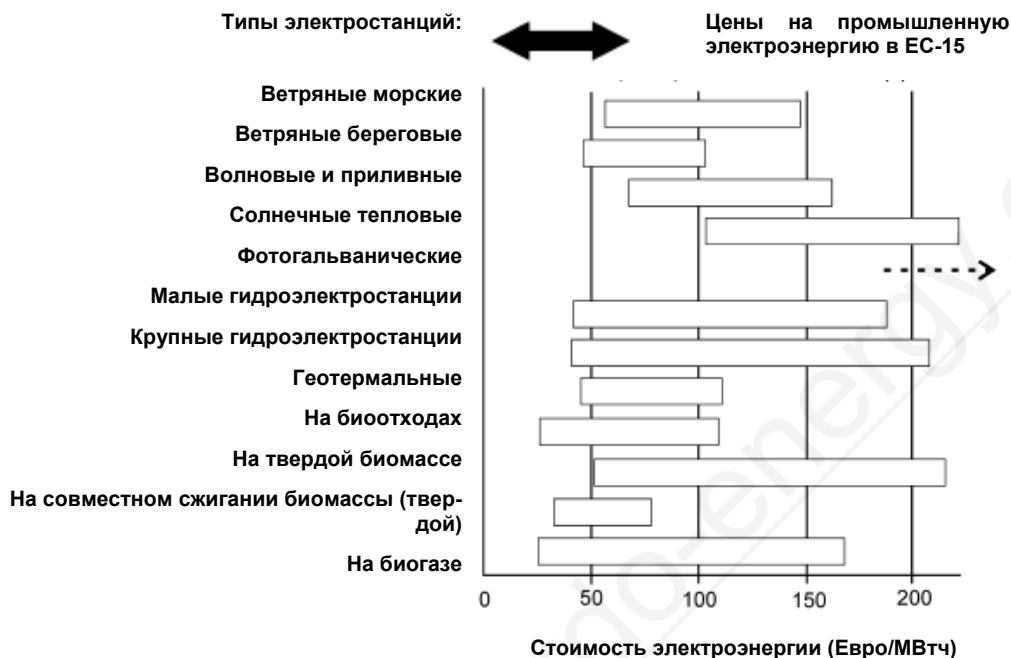


Рисунок 6. Возможные значения стоимости электроэнергии, производимой системами на ВИЭ [8], и диапазоны цен на промышленную электроэнергию в 15 странах ЕС в 2004 г. [9].

## Подключение к территориальной сети

Подключение к территориальной сети систем ДГ (включая системы ДГ на основе ВИЭ) является важным вопросом, и ему посвящены многие текущие или недавние проекты ЕС [10]. Либерализация в странах ЕС рынка электроэнергии и разделение поставщиков электроэнергии и операторов сетей, когда поставщики электроэнергии работают на либерализованном рынке, а операторы сетей на регулируемом рынке, заставляет уделять внимание вопросам подключения систем ДГ к территориальной сети (цены, препятствия, выгода).

В результате преобладания централизованного поступления электроэнергии, территориальные сети в Европе проложены достаточно равномерно как системы нисходящего снабжения. Сеть передачи электроэнергии (обслуживаемая оператором системы передачи или ОСП) представляет собой высоковольтную сеть для передачи потоков высокой мощности. Обычно ее рабочее напряжение превышает 110 кВ. Такое высокое напряжение передачи снижает потери в сети. Соединения между странами ЕС организованы на уровне сети электропередачи, и крупные электростанции подключаются непосредственно к этой сети.

Пороговые напряжения, которые определяют различия между сетями высокого, среднего и низкого напряжения, в разных странах отличаются, поэтому в данной статье используются типовые значения. Распределительная сеть может быть разделена на высоковольтную распределительную сеть (обычно 60 – 110 кВ), распределительные сети средних на-

пряжений (обычно 10 – 50 кВ) и низковольтную распределительную сеть (240/400 В). Распределительные сети управляются операторами распределительных сетей (ОРС). Большинство систем ДГ и систем на ВИЭ подключаются к распределительной сети. На рисунке 7 показано общее представление о структуре сетей.



Рисунок 7. Схема структуры типовой европейской электросети и уровни подключения систем ДГ и ВИЭ. Значения напряжений в разных странах могут отличаться.

Операторы распределительной сети обязаны подключать потребителей к сети и гарантировать безопасность электропитания. Они также отвечают за качество электроэнергии, поступающей из сети. Европейские страны имеют правила работы электросети, которые описывают как обязанности операторов распределительной сети, так и обязанности подключенных к сети производителей электроэнергии (а именно, характеристики управления, величина токов повреждения и т.п.). Как правило, операторы распределительной сети обязаны подключить совместимый по параметрам генератор к соответствующей сети. В зависимости от мощности системы ДГ/ВИЭ, ОРС может требовать, чтобы подключение осуществлялось с определенным уровнем напряжения.

Оплата стоимости подключения может быть «мелкой», «глубокой» или занимать какое-то среднее положение. В случае «глубокого» подхода к издержкам, владелец электростанции должен оплачивать все расходы, связанные с подключением, включая арматуру далее по территориальной сети. При «мелком» подходе к издержкам оплачивается только подключение до ближайшей точки доступа к территориальной сети. Правила подключения и оплаты в разных странах ЕС отличаются, и их необходимо тщательно оценивать на этапе капиталовложений.

## Политика и нормативные положения

На уровне ЕС текущая политика очень благоприятствует применению систем ДГ и ВИЭ, что подкрепляется большим количеством нормативных положений, стимулирующих внедрение таких систем [11, 12], например:

- ◆ Директива по внедрению систем СПЭТ;
- ◆ Директива по торговле квотами на выбросы парниковых газов;

- ◆ Директива по реструктуризации налогов на энергоносители и электричество;
- ◆ Целевые значения доли производства электроэнергии с использованием ВИЭ для стран ЕС.

Результатом появления этих документов стало принятие на национальном уровне мер по стимулированию систем СПЭТ и ВИЭ. В табл. 2 представлены примеры мер стимулирования использования в Европе систем ВИЭ [13].

	Цена	Количество
<b>Источник</b>	Тарифы на подачу электроэнергии / цены, стимулирующие защиту окружающей среды (Германия, Австрия, Испания, Франция, Греция, Португалия, Финляндия)	Тендер (Ирландия) Обязательство для производителей
<b>Запрос</b>	Гарантирование цен	Обязательство (%) для потребителей или поставщиков (Дания, Великобритания, Швеция, Австралия [малые гидроэлектростанции], Бельгия)

Таблица 2. Примеры мер стимулирования систем на ВИЭ в странах ЕС [13]

К другим нормативным актам, которые могут затрагивать системы ДГ и ВИЭ, относятся:

- ◆ Требования, касающиеся подключения к территориальной сети (сетевые правила). Эти правила рассматриваются в других статьях данного Руководства.
- ◆ Требования, касающиеся характеристик систем ДГ/ВИЭ, такие как энергетический КПД и электромагнитная совместимость [14].
- ◆ Требования, касающиеся защиты окружающей среды: выбросов парниковых газов и других вредных газов, таких как SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, и частиц, шумности, закрытия линии горизонта (ветряные турбины), взаимодействия с местной флорой и фауной.
- ◆ Требования, касающиеся безопасности и безопасной работы.

## Сценарии для систем ДГ и ВИЭ

Сценарии являются важным инструментом для анализа будущего систем ДГ и ВИЭ и определения возможных стратегических действий. В рамках проекта «EU-SUSTELNET» разработано четыре сценария перспективного состояния систем децентрализованной генерации электроэнергии [14]. Эти сценарии покрывают период до 2020 года и содержат обзор возможных направлений и этапов развития от текущего состояния.

Сценарии характеризуются двумя движущими силами:

- ◆ Степенью координации политики в данной сфере между странами ЕС.
- ◆ Степенью стимулирования операторов систем ДГ и ВИЭ.

	Сильное стимулирование ВИЭ и ДГ	Среднее стимулирование ВИЭ и ДГ
<b>Повышенная координация политики стран ЕС</b>	Возможности ДГ в масштабах полностью скоординированного рынка ЕС; Эффективное регулирование (Регулятор ЕС); Концентрация рынка; Отсутствие дискриминации в правилах доступа к территориальной сети; Претенциозные рубежи развития ВИЭ и ДГ в	Затруднения в развитии систем ДГ на полностью скоординированном рынке ЕС; Эффективное регулирование (Регулятор ЕС); Концентрация рынка; Правила доступа в территориальную сеть дискриминируют малые станции; Координация поддержки ВИЭ и ДГ на низком

	масштабах ЕС; Сильные схемы обеспечения в масштабах ЕС (ходовые сертификаты).	уровне; Схемы сертификации в масштабах ЕС (ходовые сертификаты).
<b>Слабая координация политики стран ЕС</b>	Возможности ДГ в масштабах национальных рынков; Отсутствие скоординированных нормативных актов (акцент на национальные потребности и особенности); Некоторые члены ЕС реализуют привлекательный доступ к территориальной сети; Претенциозные рубежи развития ВИЭ и ДГ в масштабах ЕС; Разнообразие и различие национальных схем поддержки; Сильная поддержка ВИЭ и ДГ компенсирует недостатки нормативно-правовой базы.	Затруднения в развитии систем ДГ на национальных рынках; Отсутствие скоординированных нормативных актов (акцент на национальные потребности и особенности); Отсутствие улучшений организации доступа в территориальную сеть; Частичное сокращение национальных схем поддержки; Отсутствие компенсации недостатков нормативно-правовой базы.

Таблица 3. Обзор сценариев развития ДГ в соответствии с [14]

Такой выбор движущих сил иллюстрирует важность стратегических директив по дальнейшему развитию систем ДГ и ВИЭ. В таблице 3 представлен качественный анализ четырех сценариев.

Результат влияния политики стран ЕС на развитие систем ДГ и ВИЭ в количественных показателях представлен на рис. 8.

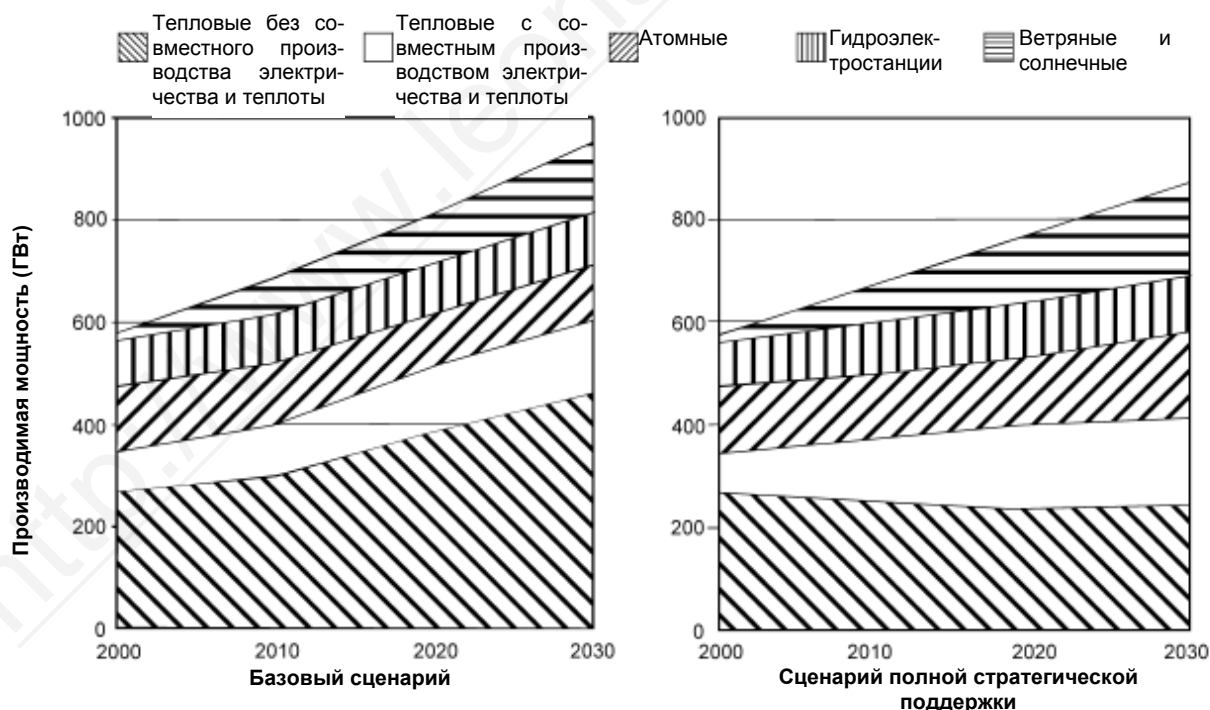


Рисунок 8. Пример сценариев развития структуры производства электроэнергии в ЕС [15]

Этот пример основан на некоторых сценариях, описанных в [15]. Основной сценарий предполагает непрерывный экономический рост и значительный прирост интенсивности

потребления энергии. Он опирается на ситуацию 2001 года (директива ВИЭ-Э не работает, отсутствует торговля квотами на выбросы углекислого газа). Сценарий «полного пакета политических решений» предполагает новые стратегические решения в области развития систем на ВИЭ и эффективности потребления энергии, использования экономических инструментов, таких как налогообложение в энергетике и торговля квотами на выбросы, внедрение новой технологии атомных электростанций. При развитии ситуации по такому сценарию суммарная вырабатываемая мощность уменьшится, а доля энергии, вырабатываемой гидроэлектростанциями, ветряными и атомными станциями в целом возрастет. Станции с совместным производством электричества и теплоты по-прежнему будут доминировать, но часть из них перейдет с ископаемого топлива на биомассу.

## Выводы

Децентрализованное производство электроэнергии предлагает множество преимуществ, включая такие политические аспекты, как повышение энергетической безопасности и сокращение выбросов парниковых газов. Хотя эти преимущества и другие дополнительные преимущества очевидны, системы ДГ и на основе ВИЭ не всегда экономически оправданы. Их экономическая привлекательность в большой степени зависит от цен на энергию и мер по стимулированию, предпринимаемых правительствами в масштабах ЕС и на национальном уровне. Необходим стабильный стратегический курс относительно мер стимулирования ДГ и ВИЭ для привлечения серьезных инвестиций участниками рынка в дополнительные мощности систем ДГ и на ВИЭ.

## Справочная литература

[1] Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, Official Journal of the European Communities, L 283/33.

[2] Ackerman, T, Andersson, G and Söder, L. Distributed Generation: A Definition, Electric Power System Research 57 (2001) 195-204.

[3] Van Werven, M J N, and Scheepers, M J J. DISPOWER, The Changing Role of Energy Suppliers and Distribution System Operators in the Deployment of Distributed Generation in Liberalised Electricity Markets, Report ECN-C—05-048, June 2005 (<http://www.ecn.nl/library/reports/index.html>).

[4] Scheepers, M J J. and Wals, A F, SUSTELNET, Policy and Regulatory Roadmaps for the Integration of Distributed

Generation and the Development of Sustainable Electricity Networks, New Approach in Electricity Network Regulation, An Issue on Effective Integration of Distributed Generation in Electricity Supply Systems, ECN-C-03-107, September 2003 (<http://www.ecn.nl/library/reports/index.html>).

[5] CADER, California Alliance For Distributed Energy Resources (<http://www.cader.org>).

[6] Willis, H L and Scott, W G. Distributed Power Generation, Planning and Evaluation, Marcel Dekker Inc, 2000, ISBN 0-8247-0336-7.

[7] EURELECTRIC, Statistics and Prospects for the European Electricity Sector (1980-1990, 2000-2020), EURPROG

Network of Experts, October 2005, Report 2005–5420004. [8] Commission of the European Communities, Communication from the Commission. The Support of Electricity from Renewable Energy Sources, Brussels, 7 December 2005, Report COM(2005) 627 Final.

[9] Energy in the Netherlands, facts and figures, EnergieNed, 2005.

[10] For example, the DISPOWER project, the ELEP project, the CODGUNET projects, the DECENT project and the SUSTELNET project.

[11] European Forum for Renewable Energy Sources, overview renewables legislation, <http://www.euroforest.org>, May 2006.

[12] COGEN Europe, EU Legislation and Policy Documents relevant to Cogeneration, <http://www.cogen.org>, May 2006.

[13] DECENT-project, Decentralised Generation, Development of an EU Policy, Report ECNC—02-075, October 2002 (<http://www.ecn.nl/library/reports/index.html>).

[14] Timpe, C and Scheepers, M J J, SUSTELNET, Policy and Regulatory Roadmaps for the Integration of Distributed Generation and the Development of Sustainable Electricity Networks, A Look into the Future: Scenarios for Distributed Generation in Europe, Report ECN-C—04-012, December 2003 (<http://www.ecn.nl/library/reports/index.html>).

[15] European Energy and Transport Scenarios on Key Drivers, September 2004, ISBN 92894-6684-7, European Communities, 2004. ([http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/figures/scenarios/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/scenarios/index_en.htm)).