

ЭНЕРГОСИСТЕМА БУДУЩЕГО

Мировой энергетический кризис 1973 г. и Чернобыльская катастрофа 1986 г. активизировали технологические разработки западных стран в области использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – солнца, ветра, биотоплива, энергии морских волн и геотермального тепла **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Согласно прогнозам Европейского совета по возобновляемой энергетике, доля ВИЭ (с учетом крупных ГЭС) в мировом производстве первичной энергии составит в 2020 г. 23,6%, в 2030 г. – 34,7%, в 2040 г. – 47,7% **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Таким образом, возобновляемые источники уже в ближайшем будущем будут играть заметную роль в производстве энергии. Электроэнергетическая система будущего символически представлена на рисунке 8.1. В ней будут сочетаться крупные источники электроэнергии (без которых проблематично электроснабжение крупных потребителей и обеспечение целесообразных темпов роста электропотребления) и распределенная генерация, значительная часть которой будет использовать ВИЭ.

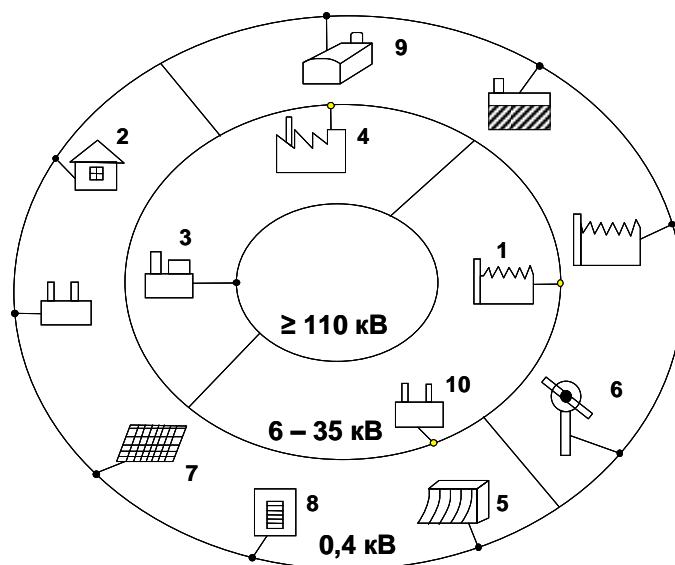


Рис. Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует. 1: Электроэнергетическая система будущего: 1 – промышленные потребители, 2 – социально-бытовые потребители, 3 – традиционные крупные электростанции, 4 – малые ГТУ-ТЭЦ, 5 – мини- и микро-ГЭС, 6 – ВЭУ, 7 – солнечные электростанции, 8 – топливные элементы, 9 – поршневые двигатель-генераторы, 10 – накопители энергии, 11 – биогаз. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Крупные электростанции имеют трансформацию на напряжения 110 кВ и выше и выход в основную сеть высших напряжений, осуществляющую транспорт электроэнергии до крупных центров потребления. В то же время получают существенное развитие установки распределенной генерации, в том числе на ВИЭ, которые устанавливаются в распределительной сети 6-35 кВ. Третий уровень составят мини- и микро-установки (мини- и микро-ГЭС, ВЭУ, солнечные электростанции, топливные элементы и т.п.), которые подключаются на

напряжение 0,4 кВ и устанавливаются у небольших потребителей, например, в отдельных домах или даже в квартирах.

Подобная структура ЭЭС будущего придает им положительные качества, однако создает и определенные проблемы. Основные изменения в ЭЭС в связи с появлением малой генерации сводятся к следующим:

- Развитие малой генерации разгружает как основную, так и распределительную сеть, что способствует снижению потерь электрической энергии, повышению надежности и устойчивости ЭЭС и вносит дополнительные возможности в реализацию рынков электроэнергии, освобождая пропускные способности связей **Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден..**
- В то же время, малая генерация – это новые элементы ЭЭС, во многом с новыми динамическими характеристиками и возможностями управления. Так, например, ВЭУ имеют переменный режим работы, который при больших суммарных мощностях ВЭУ может создавать проблемы при управлении режимами и регулировании частоты ЭЭС **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден..** При очень сильном ветре ВЭУ останавливаются, что при больших их суммарных мощностях может оказаться экстраординарным возмущением в ЭЭС, могущим привести к нарушению устойчивости системы и развитию аварии **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден..**
- Неоднозначно влияние распределенной генерации на качество электроэнергии по уровням напряжений. С одной стороны, наличие распределенной генерации в распределительной сети позволяет более стабильно поддерживать уровни напряжений в узлах за счет возможностей этих генераторов по генерированию реактивной мощности (в отличие от традиционных распределительных сетей, в которых потери напряжения тем больше, чем дальше от питающей подстанции высокого напряжения). С другой стороны, обнаружено явление возникновения быстрых колебаний напряжения в сети («фликкер»). Характерно, что фликкер развивается при резком снижении напряжения в узле присоединения малого генератора (особенно если генератор – асинхронный) **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден..**
- Неоднозначно влияние малой генерации на генерацию высших гармоник в системе. С одной стороны, наличие малых генераторов снижает их уровень. С другой стороны, ряд малых установок (например, ВЭУ) подключается к распределительной сети через преобразователи переменного тока в постоянный и обратно, которые генерируют в сеть высшие гармоники **Ошибка!**

Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден..

- Подключение источников малой генерации к распределительной сети увеличивает токи короткого замыкания, что может потребовать замены коммутационных аппаратов, изменения настроек защит и др. **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.**
- Появление малой генерации усложняет диспетчерское управление ЭЭС, смещая его функции на распределительную сеть. Проблема при этом заключается в высокой неопределенности режимов работы малой генерации вследствие неравномерности загрузки агрегатов, отсутствия текущей информации об их работе и др.
- Малая генерация усложняет также систему релейной защиты и автоматики, противоаварийного управления ЭЭС **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден..** Распределительная сеть с появлением в ней установок малой генерации приобретает черты основной сети – т.е. в ней возникают проблемы устойчивости и др., что требует разработки устройств автоматики, аналогичных основной сети (например, при потере электроснабжения от питающей подстанции основной сети должно обеспечиваться выделение установки малой генерации на близкую по мощности нагрузку, что обеспечит электроснабжение ответственных потребителей).

Все перечисленные особенности малой генерации требуют тщательного изучения свойств и характеристик различных энергоустановок, разработки их математических моделей работы в различных режимах. Требуется разработка новых методов анализа режимов работы систем электроснабжения, включающих малую генерацию, их надежности, устойчивости и т.п. Необходима также разработка математических моделей и методов планирования развития систем электроснабжения и ЭЭС с учетом малой генерации **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.** и др.

Развитие мощного парка генерирующих мощностей, базирующихся на использовании ВИЭ, требует непривычного для России подхода. В среднесрочной перспективе, когда доля малого и среднего предпринимательства в стране возрастет до 60%, малые генерирующие установки окажутся в руках большого числа индивидуальных владельцев, обеспечивая автономное электропитание производства и жилья. Это требует создания энергетиками и экономистами детально проработанного плана малой электрификации территории России, снабженного рекомендациями, где именно и какие энергоустановки

предпочтительнее использовать, а также создания механизма доступного банковского кредитования для их приобретения. Кроме того, необходимо создать локальные электросети, составной частью которых станут эти генераторы, и систему сервисных служб, способных обеспечить обслуживание и ремонт этой техники.