

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТЕ ШИРОКОМАСШТАБНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБ- НОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

***Д.С. Стребков, академик, доктор технических наук
В.В.Харченко, доктор технических наук
Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства, г. Москва***

Рассмотрены две вероятные тенденции развития глобальной энергетики. Показаны проблемы и пути создания глобальных солнечных электростанций и проведена оценка параметров глобальной солнечной станции, способной покрыть мировую потребность в электроэнергии. Как альтернатива глобализации энергетики рассмотрено развитие распределенной энергетики и как формы ее проявления – микросетей на основе возобновляемых источников энергии, способных обеспечить надежное энергоснабжение удаленных сельских территорий.

Возобновляемые источники энергии, глобальная энергетическая система, распределенная энергетика, микросети.

Развитие технологий возобновляемой энергетики и интенсивный рост масштабов использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) оказывает существенное влияние на тенденции развития глобальной энергетики. Поэтому вероятные сценарии развития мировой энергетики необходимо рассматривать не только в контексте с современным уровнем развития энергетических технологий, но и с учетом темпов развития технологий возобновляемой энергетики. Необходимо также учитывать вероятный сценарий развития мировой экономики в целом, с одной стороны, и векторы развития мировых демографических процессов, с другой.

Рост суммарного потребления энергии E в мире с 1850 г. по настоящее время приблизительно пропорционален квадрату роста населения. Если предположить, что к 2100 году население планеты вырастет в 10 раз, то энергопотребление в этот отрезок времени может возрасти почти в 100 раз. В 1990 г. при суммарной мощности 13,2 ТВт в среднем мощность per capita составляла 2,5 кВт [2].

Цель исследований – анализ развития глобальной энергетики в контексте широкомасштабного использования возобновляемых источников энергии.

Результаты исследований. Сегодня можно прогнозировать следующие тенденции в развитии глобальной энергетики:

– создание глобальной энергетической системы;

– всемерное развитие распределенного производства энергии для энергоснабжения локальных потребителей.

Решение указанных глобальных задач будет основываться на широкомасштабном использовании возобновляемых источников энергии.

1. Формирование глобальной энергетической системы энергоснабжения

В настоящее время дальнейшее развитие получила концепция создания глобальной системы энергоснабжения Земли путем последовательного, поэтапного укрупнения существующих и создания новых региональных энергетических систем с последующей их интеграцией в единую энергосистему. Эта концепция, предложенная в 1975 г. Р. Букминстером Фуллером, активно развивается в Институте глобальной энергетической сети GENI (Global Energy Network Institute) [8]. Президент GENI Петер Мейсен в период работы Международного солнечного конгресса в Москве (1997 г.) выступил в ВИЭСХ с докладом по данной проблеме, в котором озвучил вышеуказанную идеологию.

В соответствии с этой концепцией в будущем прогнозируется создание трансконтинентальных систем, объединяющих транспортные и энергетические потоки и совмещающие волноводные кабельные линии, магистральные линии связи, железнодорожные трассы и автомобильные магистрали. Рассматривается, в частности, возможность создания ряда транспортно-энергетических магистралей, например, с Запада на Восток (Лиссабон – Владивосток), с Юга на Север (Австралия, Индонезия, Таиланд, Вьетнам – Китай – Берингов пролив – Аляска – Канада – Америка), по Великому Шелковому пути и др. Можно прогнозировать создание магистралей по линии Кейптаун – Осло, Западная Африка – Ирландия, а также ряд других. Меридиональная энергетическая линия соединит также страны Южной и Северной Америки. Широтная энергетическая линия в экваториальной зоне (от 0° до 30° северной широты) соединит страны Азии, Африки и Латинской Америки.

Экваториальная энергетическая линия, а также широтная энергетическая линия Лиссабон – Владивосток будет замкнута через Тихий и Атлантический океан, Северную и Центральную Америку. Сеть меридиональных и широтных энергетических линий образуют Объединенную Энергетическую Систему Земли [4].

Сегодня создан достаточный технологический задел, функционируют и создаются новые региональные энергетические системы.

2. Пути создания Глобальной энергетической системы

Задача создания глобальной энергетической системы быть разделена на две: формирование генерирующих центров большой мощности и разработка технологий эффективной передачи электроэнергии на большие расстояния. Огромную роль в реализации рассмотренных глобальных проектах будет играть повсеместное, широкомасштабное использование возобновляемых источников энергии, в первую очередь энергии Солнца. В настоящее время все большее число стран отдают предпочтение солнечной энергетике. Создан ряд крупных солнечных станций

(СЭС), самой крупной из которых является Перовская СЭС мощностью 100 МВт (Украина, Крым).

Общая мощность солнечных электростанций в мире превышает 100 ГВт (European Photovoltaic Industry Association).

СЭС невозможно использовать в качестве базовой составляющей региональной энергосистемы, вследствие необходимости сглаживания периодических, стохастических процессов. Принято считать, что установленная мощность СЭС не должна превышать 10–15 % от общей установленной мощности электростанций региональной энергосистемы. При таких условиях колебания мощности солнечных электростанций не оказывают заметного влияния на качество электроснабжения. В противном случае требуется принятие специальных мер.

Создание мировой или даже межрегиональной солнечной энергосистемы позволит минимизировать или даже полностью исключить суточную и сезонную неравномерность выработки электроэнергии и обеспечить круглосуточное электроснабжение потребителей.

Работы по созданию эффективных технологий передачи больших массивов электроэнергии на большие расстояния развиваются достаточно широко (ВИЭСХ, Сибирский энергетический институт, Санкт-Петербургский государственный технический университет, ВЭИ, АВВ, Сименс и др.). Полученные результаты позволяют с оптимизмом смотреть на возможность решения этой глобальной проблемы.

На основе резонансных методов передачи энергии [3] могут быть созданы однопроводниковые волноводные кабельные линии с согласующими и преобразующими устройствами, которые соединят генераторов и потребителей энергии в каждой стране в мировую энергетическую систему. Резонансные технологии, будучи до конца разработанными и внедренными в практику в полном объеме, позволят передавать потоки электроэнергии мощностью несколько ТВт на расстояния в десятки тысяч километров.

В этом случае появится возможность связать сети солнечных электростанций на крышах и фасадах домов, а также в пустынях в единую энергетическую систему, дополненную сетью ветровых электростанций (ВЭС), располагаемых, например, вдоль морского побережья, где существует постоянный перенос воздушных масс. Важным компонентом будущей объединенной энергосистемы будут гидроэлектростанции и электростанции, использующие энергетические плантации биомассы.

3. Анализ потенциальных возможностей глобальных электрических систем различной конфигурации

Глобальная энергетическая система может состоять из солнечных электростанций и электростанций, использующих другие возобновляемые источники энергии, соединенные между собой и с потребителями энергии линиями передачи электрической энергии таким образом, что СЭС одинаковой мощности устанавливаются в широтном направлении в Африке, Северной Америке, Европе и Азии на одинаковом угловом рас-

стоянии друг от друга по долготе, в градусах равно $\Delta U = 360^\circ/n$, где n – количество базовых солнечных электростанций.

Базовые солнечные электростанции через высокочастотные преобразователи и повышающие трансформаторы Тесла присоединяются к однопроводниковой резонансной линии передачи электрической энергии, к которой присоединены другие солнечные электростанции, гидроэлектростанции, ветровые электростанции, электростанции, работающие на биомассе, и потребители электрической энергии стран мира. Суммарная мощность базовых электростанций в энергосистеме равна суммарной мощности всех потребителей энергии стран мира, подключенных к энергетической системе на дневной и ночной стороне земли.

Для обеспечения бесперебойного и надежного электроснабжения и выравнивания суточного графика производства энергии в солнечной энергетической системе, состоящей из солнечных электростанций, соединенных линиями электропередачи между собой и с потребителями электроэнергии. Солнечные электростанции могут располагаться в разных полушариях Земли. Расстояние между соседними СЭС по долготе в градусах должно составлять не более $7,5 \times \min(h_1 + h_2)$ градусов, где h_1 и h_2 – длительности светового дня в месте расположения станции, выраженные в часах, а $\min(h_1 + h_2)$ – минимальная суточная сумма, выбранная из всех дней года.



Рис. 1. Глобальная солнечная энергетическая система из трех солнечных электростанций (на карте Мексики в масштабе показаны размеры солнечной электростанции)

По разработанной в ВИЭСХ методике были проведены оценки потенциальной выработки электроэнергии для ряда крупных региональных электростанций различной конфигурации, располагаемых на различных территориях. Результаты оценки параметров виртуальной глобальной солнечной энергетической системы, состоящей из трех СЭС, установленных в Австралии, Африке и Мексике (рис. 1) и соединенных линиями электропередачи с малыми потерями, выполнены сотрудниками ВИЭСХ

(Иррадионов И.О. и др.) методом компьютерного моделирования представлены на рис. 2.

При моделировании использовались данные по солнечной радиации за весь период наблюдений. КПД СЭС принимался равным 25 %. Видно, что СЭС может генерировать электроэнергию круглосуточно и равномерно в течение года. Размеры каждой из трех СЭС составляют 190×190 км, электрическая мощность 2,5 ТВт. Годовое производство электрической энергии (17300 ТВт·ч) превышает годовое мировое потребление электроэнергии.

Солнечные электростанции в системе распределены в широтном направлении так, что окончание освещения фотоактивной поверхности одной электростанции совпадает с началом освещения панелей другой, ближайшей по ходу Солнца станции. Изменяя расстояние между станциями по долготе, можно добиться не только непрерывности суточного хода средней выходной мощности системы, но и значительно увеличить равномерность производства электроэнергии.

Система контроля и управления глобальной энергосистемой включает геостационарные спутники наблюдения за облачным покровом и прогнозирования выходной мощности солнечных электростанций, а также исполнительные устройства для запуска резервных электростанций с разными маневренными и мощностными характеристиками для покрытия графика нагрузок энергосистемы.

Базовые солнечные электростанции блочно-модульного типа могут ежегодно увеличивать свою мощность на 100–300 ГВт. Начало функционирования глобальной солнечной энергетической системы прогнозируется в 2050 г., выход на полную мощность в 2090 г.

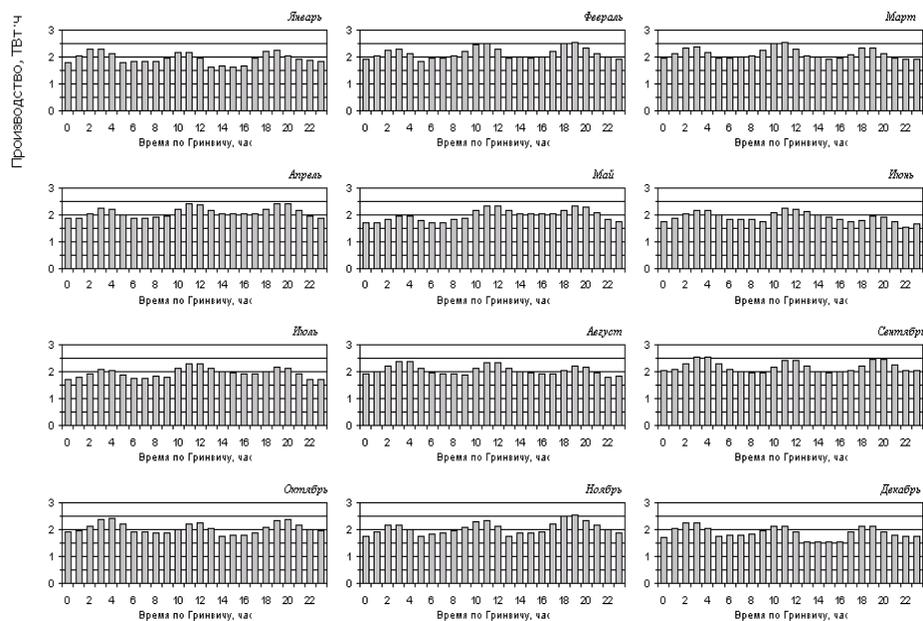


Рис.2. Производство электроэнергии глобальной солнечной энергосистемой

В результате реализации такого проекта доля солнечной энергетики в мировом производстве электроэнергии составит 75–90 %, а выбросы парниковых газов будут снижены в 10 раз.

Размещение солнечных электростанций энергосистемы по обе стороны от экватора позволяет исключить сезонные колебания выработки электроэнергии – зимнее снижение в одном полушарии компенсируется летним ростом выработки в другом.

Наблюдение за облачным покровом в окрестностях солнечных электростанций с помощью геостационарных спутников позволяет прогнозировать уровень выходной мощности и, при необходимости, определять момент начала подготовки к запуску тех или иных резервных мощностей. Такая система позволяет полностью отказаться или свести к минимуму необходимость использования буферных накопителей мгновенного действия.

4. Распределённое производство энергии

Развитие распределенной энергетики активно привлекает все большее внимание научной общественности и бизнеса, поскольку это один из важнейших факторов повышения энергетической безопасности таких стран, как Россия. Около 2/3 территории страны, на которой проживает порядка 20 млн человек, не охвачено централизованным электроснабжением, а на значительной ее части отсутствуют вообще какие-либо источники энергии [5]. Децентрализация энергоснабжения является жизненной необходимостью для населения, проживающего на огромных пространствах страны и мощным стимулом для вовлечения этих территорий в хозяйственную деятельность.

Одним из наиболее эффективных путей решения этой задачи является освоение новых технологий возобновляемой энергетики. Автономное энергоснабжение – это та ниша, где использование возобновляемых источников энергии и, в частности, энергии Солнца, уже сегодня экономически оправдано.

В этой области энергетики еще только складываются основные термины и понятия, происходит разграничение объектов малой энергетики по типу вырабатываемого энергоресурса и мощности. Тем не менее, работы в этом направлении развиваются достаточно интенсивно во всем мире и в России, в частности. Так, в РФ среди ряда утвержденных технологических платформ имеется и платформа «Малая распределенная энергетика» (ТП «МРЭ»). Проведены две Всероссийские конференции «Развитие малой распределенной энергетики в России». Сформулирован ряд понятий, уточнение которых продолжается. Тем не менее, еще многие вопросы требуют тщательной разработки.

В самом общем виде распределенный энергетический ресурс может быть охарактеризован как совокупность генерирующих источников, которые могут быть распределены по всей сети, причем как со стороны потребителя, так и со стороны поставщика.

В последнее время для автономного энергоснабжения удаленных, преимущественно сельских, потребителей начали использовать комбинированные системы, основанные на использовании двух и более типов

ВИЭ. Они могут успешно дополнять друг друга, вследствие чего потребность в аккумуляровании и использовании резервных источников энергообеспечения снижаются. Особенно удачными автономные системы можно организовать при наличии исчерпывающей информации о потенциале различных ВИЭ в данной местности, конкретно на объекте.

Однако часто трудно на одном объекте, особенно если это небольшой крестьянский дом, реализовать энергосистемы на базе нескольких потенциально возможных источников. Кроме того, соотношение по времени и мощности нагрузок и генерации электроэнергии в большинстве случаев трудно сбалансировать, поскольку и источники генерации, и потребители немногочисленны.

Значительно легче все эти проблемы устранить, если и число источников генерации, и число потребителей электроэнергии будет существенно больше и будут они разнообразнее. Эти условия легко реализовать, если создать локальную микросеть, положения и принципы формирования которых достаточно активно разрабатываются [1,6,7].

Микросеть – это интегрированная энергетическая система небольшой мощности с распределенными генераторами и потребителями энергии.

В микросети можно реализовать широкую интеграцию локальных бестопливных возобновляемых источников энергии, в первую очередь таких, как солнечная энергия.

Существует много вариантов микросетей. Они могут работать не только автономно, но и параллельно с электросетью. Инновации в энергетике и электронике, технологиях управления, информатики и связи создают благоприятные условия для развития и совершенствования микросетей, их оптимального управления с поддержанием стандартных и стабильных параметров электроэнергии, несмотря на интеграцию источников нестабильной мощности, таких как ветровые и солнечные электростанции. В микросети легче осуществить балансирование мощностей и получить хорошее соотношение между генерирующими мощностями и объемом выработанной и потребляемой энергии. Здесь могут быть применены динамические резервные мощности и эффективные накопители энергии, в то время как в большой энергосистеме надо содержать дорогие и громоздкие резервные мощности, поэтому здесь есть много возможностей установить цену на электроэнергию ниже рыночной. Владеть микросетью и эксплуатировать ее могут владельцы жилых домов, предприятия, ЗАО, деревни, поселки и т.д. Здесь потребители энергии в то же время могут быть и ее производителями, эксплуатирующими свои микроэлектростанции или/и накопители энергии. Интеграция ВЭС, СЭС и других электростанций ВИЭ в микросеть встречает значительно меньше бюрократических препятствий, чем присоединение к электросети.

В настоящая время около 90 % существующих электрических микросетей занимает площадь до 1 км², а суммарная мощность генераторов энергии в одной такой микросети не превышает 1 МВт [9].

Хорошие перспективы для построения микросетей имеются в сельской местности, где доступ к местным первичным возобновляемым исто-

чникам энергии в меньшей степени ограничен по сравнению с урбанизированной местностью.

В микросети выработанная энергия в основном используется местными потребителями, что обеспечивает снижение потерь, связанных с передачей и распределением энергии по электрическим сетям.

Выводы

Интенсивное развитие инновационных технологий выработки электроэнергии и передачи ее на значительные расстояния открывает возможности для реализации идеи создания глобальной энергетической системы. Такая система могла бы объединять крупные генерирующие мощности в различных зонах земной поверхности, на территориях, неиспользуемых для хозяйственной деятельности, но обладающих высоким потенциалом ВИЭ. Она позволит обеспечить бесперебойное энергоснабжение огромных территорий по всему земному шару. Однако даже при наличии крупных региональных станций или глобальной энергосистемы останутся территории, где централизованное энергоснабжение будет отсутствовать. Ряд территорий в силу различных экономических либо технических причин по-прежнему будет оставаться вне зоны централизованного энергоснабжения. На этих территориях проблема надежного энергоснабжения будет решаться с помощью энергетических систем распределенной энергетики. По мере продвижения централизованного электроснабжения на пока еще неосвоенные территории, создаваемые там автономные генерирующие мощности могут эксплуатироваться в параллельном с сетью режиме, обмениваться с сетью энергетическими потоками или, при необходимости, поглощаться крупными энергосистемами.

Развитие и внедрение новых технологий ВИЭ приведет к увеличению роли возобновляемой энергии в энергетике будущего до 60–70 %, в электроэнергетике до 80–90 %.

Список литературы

1. Адомавичюс В.Б. Особенности и проблемы построения микросетей / В.Б. Адомавичюс, В.В. Харченко // Тр. 8-й Междунар. науч.-техн. конф. (16–17 мая 2012 г., Москва, ГНУ ВИЭСХ). – М., 2012. – Ч.5. – С. 50–57.
2. Капица С.П. Энергетика и экономика человечества / С.П. Капица // Альтернативная энергетика и экология. – 2009. – № 9. – С. 10–12.
3. Стребков Д.С. Резонансные методы передачи и применения электрической энергии / Д.С. Стребков, А.И. Некрасов. – М.: Изд-во ГНУ ВИЭСХ, 2008. – 350 с.
4. Стребков Д.С. Роль и место ВИЭ в развитии глобальной энергетики / Д.С. Стребков, В.В. Харченко // Малая энергетика. – 2011. – № 3–3. – С. 3–12.
5. Фортов В.Е. Энергетика в современном мире / В.Е. Фортов, О.С. Попель. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2011. – 168 с.
6. Харченко В.В. Микросеть на основе ВИЭ как инструмент концепции распределенной энергетики / В.В. Харченко, В.Б. Адомавичюс, В.А. Гусаров // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – №2 (119). – С. 80–85.
7. Adomavicius V., Kharchenko V., Valickas J., Gusarov V. RES-based microgrids for environmentally friendly energy supply in agriculture // Proceedings of

5th International Conference TAE 2013 (Trends in Agricultural Engineering, 2–3 September, 2013, Prague, Czech Republic). – P. 51–55.

8. Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Perspectives to 2050. – OECD/IEA. – 648 p.

Розглянуто дві ймовірні тенденції розвитку глобальної енергетики. Показані проблеми та шляхи створення глобальних сонячних електростанцій і проведена оцінка параметрів глобальної сонячної станції, здатної покрити світову потребу в електроенергії. Як альтернатива глобалізації енергетики розглянуто розвиток розподіленої енергетики і як форми її прояву – мікромереж на основі відновлюваних джерел енергії, здатних забезпечити надійне енергопостачання віддалених сільських територій.

Відновлювані джерела енергії, глобальна енергетична система, розподілена енергетика, мікромережі.

Two probable tendencies of development of global energy are considered. Problems and ways of creation of global solar power stations and an estimation of parameters of the global solar station, capable to cover world requirement for the electricity are estimated. As alternative of energy globalization development of the distributed energy and as the form of its display microgrids on the basis of the renewable energy sources, capable to provide reliable power supply of remote rural territories are considered.

Renewable energy sources, global power system, distributed energy, microgrids.

УДК 631.371: 621.31

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОПОГЛИНАННЯ НАСІННЯ

***В.В. Козирський, доктор технічних наук
В.В. Савченко, О.Ю. Синявський, кандидати технічних наук***

Проведено дослідження впливу магнітного поля на поглинання води насінням сільськогосподарських культур. Встановлено залежності швидкості дифузії води через клітинну мембрану та водопоглинання насінням від характеристик магнітного поля.

Магнітне поле, клітинна мембрана, дифузія, магнітна індукція, градієнт магнітного поля.

Підвищення урожайності сільськогосподарських культур і якості продукції рослинництва є важливим народногосподарським завданням.