

УДК 621.311.24

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СЕТИ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ОСЕВЫХ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, РАБОТАЮЩИХ НА ОБЩУЮ НАГРУЗКУ**

© Паршин Е.И., Федотов Ю.А.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: egorparshin1999@gmail.com

Целью данной работы является разработка системы управления для сети горизонтально-осевых ветроэнергетических установок, работающих на общую нагрузку.

Объект исследования – ветроэнергетика.

Предмет исследования – маломощные ветроэнергетические установки.

Эффективность работы заключается в поиске конкретных проблем работы ветрогенераторов, которые работают совместно на общую нагрузку, в выборе определенного типа маломощных ВЭУ для потребительских нужд и проектировании для них автоматической системы управления, а также заключении о степени эффективности разработанной системы управления.

Актуальность работы обосновывается очень быстрым темпом развития отрасли ветроэнергетики, что отражается на ее экономических показателях. Запасы энергии ветра являются неисчерпаемыми, что позволяет относить ее к возобновляемым источникам энергии.

С каждым годом мировое потребление энергии возрастает, но, несмотря на старания инженеров создавать более энергоэкономичные устройства, этого все равно недостаточно. На данный момент более 36 % электроэнергии добывается путем сжигания угля, 23 % – природного газа, 3 % – нефти, более 10 % приходится на атомные электростанции; более 15 % – на гидроэлектростанции и лишь около 11 % остается на возобновляемые источники энергии.

Выводы:

1. Практически все существующие на данный момент промышленные сети ВЭУ состоят из горизонтально-осевых ветроэнергетических установок. В них ветроколесо располагается перпендикулярно набегающим потокам ветра. Несмотря на высокую общую вырабатываемую мощность подобными сетями, в них есть существенные недостатки, такие как: высокий уровень вырабатываемого инфразвука ввиду больших диаметров роторов с лопастями и низкой частотой их вращения, высокая стоимость всей сети. Еще одним недостатком является время, требуемое на ввод в эксплуатацию подобных сетей, которое может занять до нескольких лет.

2. Все вышеперечисленные проблемы решаются объединением в единую энергосеть ВЭУ малых мощностей. Рабочей системы управления для подобных установок на текущий момент не представлено в открытых источниках. Все системы управления создаются исключительно для промышленных ветропарков. Маломощные ветрогенераторы могут вырабатывать от 100 Вт до 10 кВт электроэнергии каждый, чего вполне достаточно для того, чтобы покрыть нужды в электричестве одного дома. Они малогабаритные, простые в установке, не оказывают вреда здоровью человека, находясь в непосредственной близости, а также стоят в сотни раз дешевле промышленных.

Для корректного функционирования сети ветрогенераторов требуется система управления, основной задачей которой является отслеживание потребляемого и распределение вырабатываемого тока между аккумуляторной батареей и потребителем, контроль заряда АКБ, а также ее защита от перезаряда и разряда до 10 % от

номинальной емкости, мониторинг состояния каждого ветрогенератора в сети и его аварийное отключение в случае неисправности, а также мониторинг погодных условий.

Перед тем как приступать к созданию системы управления, следует четко понимать некоторые параметры установки.

1. Диаметр окружности ветроколеса – 2,55 м.
2. Стрэгивания ротора при ветре скоростью от 3 м/с.
3. Вырабатываемая мощность установкой не менее 4 кВт при скорости ветра 10 м/с.
4. Количество установок в сети – 5 штук.

Работоспособность системы возможно проверить и оценить с помощью одного из наиболее актуальных, а также универсальных методов исследования – математического моделирования. Чтобы реализовать этот метод, необходимо разработать модель ветроэнергетической установки, в которой будут учтены ее основные параметры.

В ходе работы разработана автоматическая система управления сетью горизонтально-осевых ветроэнергетических установок, работающих на общую нагрузку для бесперебойного снабжения потребителя электроэнергией и эффективного распределения вырабатываемой мощности.

1. Разработан и полностью описан алгоритм работы данной системы управления в штатных и нештатных ситуациях, а также сценарии работы системы распределения мощностей.

2. Разработаны и описаны структурная и функциональная схемы установки.

3. Разработана принципиальная электрическая схема установки.

4. Подобрана компонентная база рабочих элементов.

5. Произведено исследование в области маломощных ВЭУ, рассчитана экономическая выгода, получаемая конечным пользователем от использования данных устройств в объединенной сети.

6. Описан обоснованный выбор необходимого электрогенератора, используемого в каждой из установок, а также емкости аккумуляторов, подходящих под нужды электропотребления.

7. Смоделирована математическая модель ВЭУ, на примере которой обоснованы ее параметры, которая может быть использована для проверки работоспособности ВЭУ и проектирования системы управления.

8. Цель работы достигнута. Все поставленные задачи выполнены. Выводы 1, 6 и 7 определяют практическую значимость работы. Вывод 8 отображает новизну работы.

В заключение можно сказать, что энергия ветра является неисчерпаемым источником энергии для человечества, а значит, ее можно использовать в сколь угодно больших количествах. Самыми эффективными преобразователями энергии ветра в электроэнергию являются ВЭУ.

### Библиографический список

1. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. Кн. 1. Ветро-электрогенераторы. Харьков: Национальный аэрокосмический ун-т, 2003 г. С. 9, 22–24, 362–366.
2. Шефтер Я.И., Рождественский И.В. Изобретателю о ветродвигателях и ветроустановках. М.: Изд. Минсельхоза СССР, 1967. 6 с.
3. Бырладян А.С. Ветрогенераторы для ветроустановок // Проблемы региональной энергетики. 2008. С. 8–9.
4. Аналитический центр при Правительстве РФ. Развитие технологий ветроэнергетики в мире. М., 2013. С. 2, 7–10.
5. Wind energy. A guide for small to medium sized enterprises. European Commission, 2001. P. 12, 16, 28, 34.