

# Управление ветрогенератором

Сергей Беляков, ведущий инженер, компания Эльстар, г. Калининград

Ветрогенераторы (или ветроэлектрические установки – ВЭУ) относятся к возобновляемым источникам энергии. От традиционных источников, вырабатывающих электроэнергию, их отличает отсутствие сырья и отходов, они могут работать в широком диапазоне условий окружающей среды: 100 % влажности и температуре от –40 до +85 °С. Единственное требование – высокий уровень ветра. ВЭУ способны генерировать высокие напряжения и токи, поэтому электрические компоненты должны выдерживать перенапряжения и быть невосприимчивыми к электромагнитным помехам, излучаемым генераторами и сетевыми коммутаторами. Чтобы ВЭУ оставались работоспособными и безопасными, должен вестись постоянный мониторинг электрических параметров (ток, напряжение), например, в облачном сервисе *OwenCloud*.



Ветроэлектрическая установка – устройство, преобразующее кинетическую энергию ветра в электрическую с помощью ветровых турбин. Типовая турбина ВЭУ имеет горизонтальную ось с трехлопастным ротором. Ветер вращает лопасти и посредством ротора приводит в движение низкооборотный вал, который через ступенчатую повышающую коробку передач передает вращение на высокоскоростной вал, вращающий генератор. Количество энергии, генерируемой ветровой турбиной, напрямую зависит от скорости ветра.

**Обновление систем управления ВЭУ**  
В России эксплуатируется большое количество ВЭУ с генераторами асинхронного типа, как правило, бывшими

ранее в эксплуатации в странах ЕС. Проработав по несколько лет на новом месте, ВЭУ останавливаются при выходе из строя блоков управления, которым требуется ремонт или замена. В частности, в Калининградской области по этой причине остановлен крупнейший в России ветропарк из 22 ВЭУ. Аналогичная ситуация складывается и в других регионах страны.

Некоторые компании предпринимают попытки заменить систему управления, однако проблема плавного подключения ВЭУ к сети нигде не решена. В свою очередь жесткое включение генераторов приводит к серьезным перегрузкам: токи могут в 6-10 раз превышать номинальные, что вызывает большой механический износ редукторов и перегрузку сило-

вых элементов лопастей ветротурбин, а также быстрый износ контактов коммутаторов нагрузки.

## Причины неисправности ВЭУ

Ветроэлектрическая установка AN Bonus 150/30 производства Siemens Wind Power A/S была установлена на территории агрофирмы «Мельниково» Гвардейского района Калининградской области в 2016 году и находится на сервисном обслуживании у компании Эльстар. ВЭУ обеспечивает электричеством холодильники, находящиеся на территории мясоперерабатывающего комплекса.

ВЭУ представляет собой высотную конструкцию, которая притягивает к себе электрические заряды и поэтому довольно часто подвергается грозовым разрядам. Несовременная конструкция молниеотвода на описываемой ВЭУ привела к попаданию молнии в кабели метеостанции, из-за чего блок управления вышел из строя.

Поскольку платы блока управления имеют двухстороннюю топографию и покрыты непрозрачным составом, а в документации отсутствуют электрические схемы электронных блоков, попытки отремонтировать блок управления не увенчались успехом. Рассматривалась возможность приобретения бывших в употреблении блоков управления, однако риск получения неработоспособного оборудования не устроил владельцев ВЭУ. Было решено заменить оригинальную систему управления датского производства на систему собственной разработки с приборами OVEN, тем более, что оборудование OVEN уже

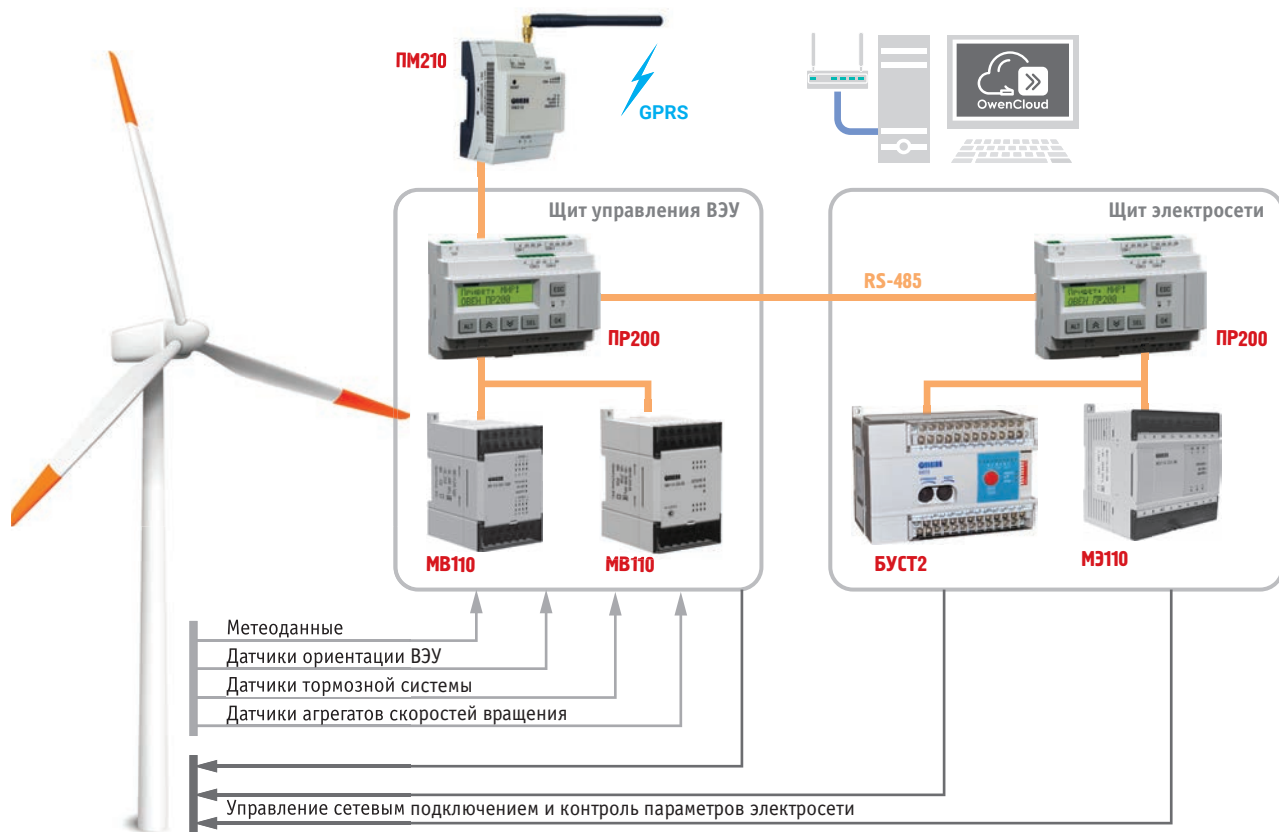


Рис. 1. Система управления ВЭУ

использовалась для мониторинга параметров электросети ВЭУ.

### Поиск решения

Задача управления механическими перемещениями ВЭУ, клапанами ее гидравлической тормозной системы, контроля метеорологических параметров и температурных режимов агрегатов достаточно тривиальна и решалась в короткий срок. Главная проблема – синхронизация частоты генератора с частотой сети и подключение его к сети.

Оригинальный блок управления синхронизировал частоту и плавно подключал генератор с помощью силовых тиристорных сборок. Этим процессом по специальному алгоритму управлял встроенный в блок управления контроллер, программа которого оказалась в недоступных прошивках ПЗУ.

Двухрежимный генератор мощностью 30/150 кВт, несмотря на значительные переходные процессы при прямом подключении 30 кВт на частоте 750 об/мин, не вызывает критических токов в цепях защиты коммутаторов

сети. Однако прямое подключение генератора на частоте 1000 об/мин (150 кВт) сразу же активирует цепи защиты с отключением ВЭУ. Именно эту задачу плавного подключения генератора к электросети предстояло решить в ограниченные сроки.

Проблемы коммутации силовых цепей были решены с помощью специальных алгоритмов управления. При решении поставленных задач пришлось особое внимание уделить вопросам помехозащитности как цепей питания, так и измерительных цепей, так как работа асинхронного генератора, как правило, осуществляется на переходных процессах из-за быстро меняющейся скорости ветра и разной плотности воздушных потоков, действующих на лопасти турбины.

Восстановление системы увенчалось успехом – ВЭУ безотказно функционирует под управлением новой системы.

### Система управления

Взамен вышедшей из строя системы управления ветрогенератором

VESTAS 150/30 Rdn создана система на базе приборов ОВЕН (рис. 1), в состав которой вошли:

- » программируемое реле ПР200 – 2 шт.;
- » модуль аналогового ввода МВ110-8А;
- » модуль дискретного ввода МВ110-16ДН;
- » модуль измерения параметров электрической сети МЭ110-220;
- » блок управления симисторами и тиристорами БУСТ2;
- » сетевой шлюз для доступа к сервису OwenCloud RS-485 <-> GPRS ПМ210.

Одно реле ПР200 (master) управляет пуском ВЭУ и механическими системами, обеспечивает обмен данными дискретных и аналоговых датчиков с облачным сервисом OwenCloud и модулями МВ110. Второе реле ПР200 (slave) управляет силовой электроавтоматикой и подключением генератора к электросети, контролирует параметры электросети и токи в цепях генератора с помощью модуля МЭ110, который считывает ток, частоту и коэффициент мощности.

В качестве прибора управления силовыми тиристорами применяется БУСТ2. Для синхронизации был разработан специальный алгоритм управления коммутацией силовых тиристорных сборок, который обеспечивает плавное подключение генератора на синхронной частоте.

При условии покрытия сотовой связью места установки ВЭУ можно дистанционно управлять пуском и вести мониторинг параметров работы ВЭУ в облачном сервисе OwenCloud.

Система обеспечивает контроль следующих параметров ВЭУ:

- » напряжение, токи, коэффициенты мощности и частоту на выходе генератора;
- » скорость вращения винта турбины и вала генератора;
- » ориентацию гондолы по ветру и скорость ветра (рис. 2);
- » температуру агрегатов, подшипника турбины и масла в редукторе;
- » выработку электроэнергии, мгновенную мощность;
- » состояние дискретных датчиков системы управления ВЭУ;
- » состояние сигналов управления электроавтоматикой.

Мониторинг состояния ВЭУ ведет дежурный на экране ПК, а также другие сотрудники на смартфонах в приложении OwenCloud. Права доступа к управлению параметрами ВЭУ ограничены в соответствии с внутренней системой безопасности управляющей компании. Каждый параметр отображается на вкладке облачного сервиса в реальном времени и сохраняется 90 дней в архиве, также можно проследить динамику с помощью графического отображения данных.

В конце 2019 года система была запущена в опытную эксплуатацию и находится под постоянным наблюдением в облачном сервисе OwenCloud. Во время всего срока тестирования сбоев в управлении ВЭУ не зафиксировано. Система управления ВЭУ с асинхронными генераторами работает стабильно во всем диапазоне генерируемой мощности и ветровой нагрузки.

#### Планы

Компания ведет подготовку технических и программных решений по применению панельных контроллеров ОВЕН для управления и визуализации параметров работы ВЭУ. Панельный контроллер

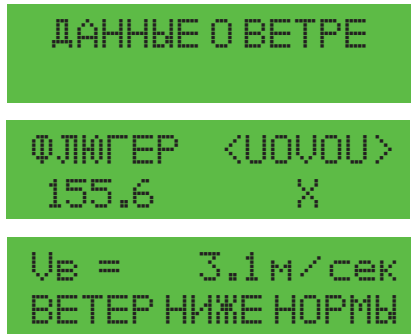


Рис. 2. Экраны PR200

облегчит диагностику системы и управление пуском-остановом. Кроме того, в целях повышения надежности бесперебойной работы ВЭУ данного типа разрабатывается программа реновации электрооборудования ветрогенераторов. Прорабатывается решение дистанционного восстановления работоспособности ВЭУ включением резервных коммутационных электроаппаратов через радиомодемы, что особенно важно для ВЭУ, значительно удаленных от мест базирования сервисных служб. ■

Связаться с автором проекта можно по адресу: [bpa39@bk.ru](mailto:bpa39@bk.ru) или по тел.: +7 (909) 794-53-61

## ОВЕН КХУ1

### Контроллер для управления холодильными установками



- » управление работой компрессоров и конденсаторов в автоматическом/ручном режиме
- » защита оборудования от низкого или высокого давления
- » автоматический режим День/Ночь
- » удаленное управление через мобильное приложение OwenCloud