

# Современные ветрогенераторы

В статье приводится описание конструкции и функционирования современных ветрогенераторных установок, незаменимым элементом которых является система управления и диагностики, собирающая и анализирующая сотни сигналов с различных датчиков. На примере модуля SCM7B34 рассмотрены устройство и преимущества нормализаторов сигналов компании Dataforth, предназначенных для жёстких условий эксплуатации.

## Чистые, зелёные и возобновляемые

В постоянном поиске альтернативных источников энергии чистые, зелёные и возобновляемые технологии имеют приоритет. В этом плане для производства электроэнергии идеальна энергия ветра. Ветер — это воздух, который движется естественным образом. Евангелиста Торричелли, давший в середине 1600-х годов правильное научное объяснение этому явлению, писал: «... ветры вызываются различиями температуры воздуха и, следовательно, его плотности между двумя областями земли». Ключевыми факторами в порождении ветров являются неравномерность нагрева поверхности Земли Солнцем из-за различия в структуре поверхности, а также вращение Земли.

## Технологии

Задача преобразования энергии ветра в электрическую решается с помощью ветровых турбин (рис. 1), преобразующих кинетическую энергию

ветра в электроэнергию следующим образом:

- 1) ветер вращает лопасти пропеллера, соосные с ротором;
- 2) ротор, состоящий из лопастей и ступицы, приводит в движение низкооборотный вал, вращающийся со скоростью приблизительно 30–60 оборотов в минуту;
- 3) низкоскоростной вал приводит в движение 2- или 3-ступенчатую повышающую коробку передач, которая, в свою очередь, передаёт вращение на высокоскоростной вал, вращающийся со скоростью приблизительно 1000–1800 оборотов в минуту;
- 4) высокоскоростной вал вращает генератор;
- 5) генератор производит электричество.

Процесс преобразования является чистым, экологически безопасным и до тех пор, пока светит Солнце и дуют ветры, он будет работать.

## Ветровые турбины

Ветровые турбины общего назначения могут быть крупными и средними,

с мощностью примерно от 500 кВт до 6 мегаватт. Крупные турбины обычно компонуются в ветровые поля, генерирующие большие объёмы энергии в коммерческих целях. Наиболее коммерчески доступные ветрогенераторы сегодня проектируются и производятся в Дании.

Типовая конфигурация такой турбины имеет горизонтальную ось, трёхлопастный ротор и ориентируется по ветру активной автоматической системой. Количество энергии, генерируемой ветровой турбиной, напрямую зависит от скорости ветра. В общем случае ветровые турбины начинают вырабатывать энергию при скорости ветра приблизительно 4 м/с (9 миль в час) и достигают номинальной мощности при скорости около 13 м/с (29 миль в час). При скорости ветра около 25 м/с (56 миль в час) они прекращают работу. Поскольку скорость ветра увеличивается с высотой над уровнем земли, ветровые турбины устанавливаются на высоких башнях приблизительно в 30 футов (30 метров) или больше, что обеспечивает лучшую утилизацию энергии ветра.

## Безопасность и контроль ветровой турбины

Управление и безопасная эксплуатация ветровых турбин являются ключевыми факторами использования энергии ветра. В отличие от многих других отраслей ветровые турбины работают без постоянного надзора. Их компоненты монтируются на вершине башни, и промежуток времени между регулярным плановым обслуживанием может составить до полугода и более. Тем временем вращающиеся компоненты производят вибрацию и тепло, которые могут вызвать неисправность и разрушение ча-



Рис. 1. Ветровые турбины преобразуют энергию ветра в электроэнергию

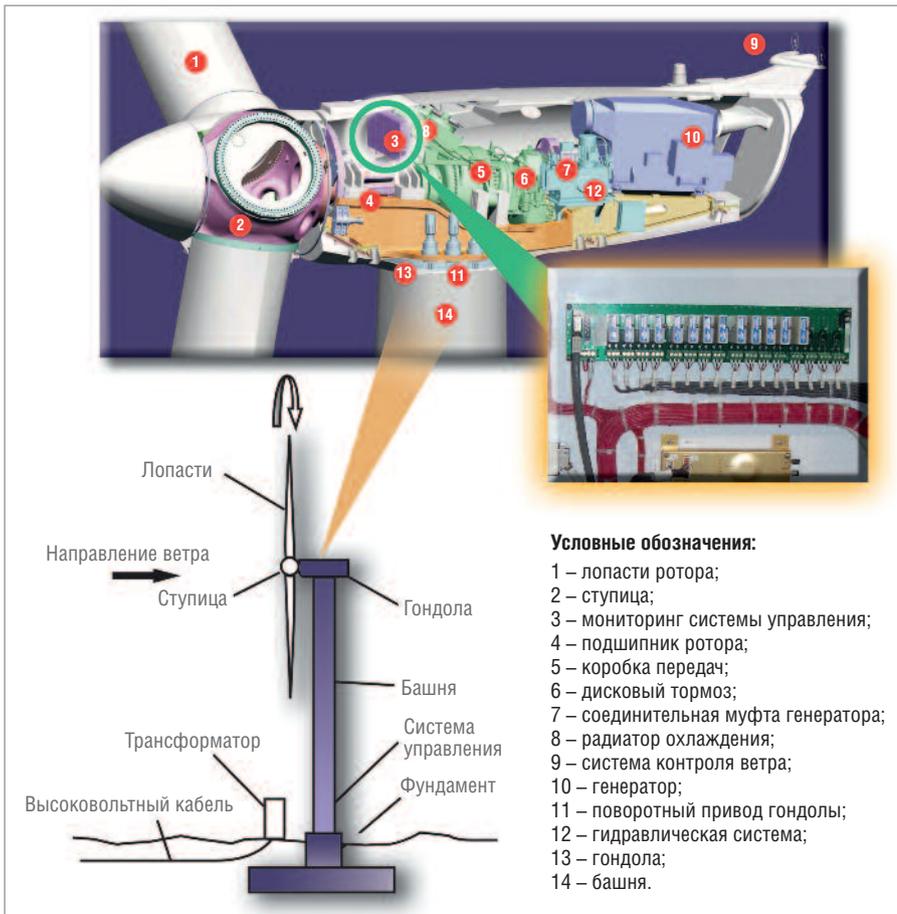


Рис. 2. Устройство типowego ветрогенератора

стей турбины. Ветровые турбины работают в широком диапазоне условий окружающей среды, включая такие экстремумы, как 100% влажность и температура от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . Они также генерируют высокие напряжения и токи, поэтому электрические компоненты должны выдерживать перенапряжения и быть невосприимчивыми к электромагнитным помехам, излучаемым генераторами и сетевыми коммутаторами. Молниеотводы, как пример того, насколько важна эффективная защита, являются неотъемлемой частью ветровых турбин. В целом сложные условия, в которых находятся работающие ветряки, диктуют необходимость их надёжной защиты.

Чтобы ветровые турбины оставались работоспособными и безопасными, их компоненты должны постоянно контролироваться и оцениваться. Ключевым аспектом, важным для безопасности эксплуатации ветровой турбины, является управление ею. Без эффективного управления ветровые турбины ускоряются при усилении ветров, производя гораздо больше энергии, чем при номинальных условиях. Но превышение скорости также приведёт к критической нагрузке на компоненты системы. Например, генератор может перегреться или отключить-

ся и, следовательно, прекратить торможение ротора, скорость вращения которого начнёт бесконтрольно расти. Система безопасности должна быть способна быстро восстановить контроль над турбиной и остановить её. Это достигается в первую очередь благодаря аэродинамической тормозной системе, которая предотвращает увеличение мощности поворотом лопастей ротора, а также благодаря гидравлической дисковой тормозной системе. Таким образом, надёжность и безопасность ветрогенератора зависят от безупречной работы буквально всех его компонентов (рис. 2).

### Контроллер

Контроллер ветровой турбины, который служит основой её безопасности и работоспособности, выполняет множество функций:

- является частью процессов принятия решений практически всех систем безопасности;
- контролирует штатную работу ветровых турбин;
- осуществляет мониторинг сотен различных функций;
- собирает статистические данные;
- предоставляет данные оператору турбины;

- обеспечивает внутренние коммуникации.

Контроллер состоит из компьютеров, управляющих ветровой турбиной, а также специальными переключателями, клапанами, гидравлическими насосами и т.д. Учитывая сложность сервисного доступа к компонентам, очень важно, чтобы контроллеры обладали способностями к самодиагностике и саморегулированию. Обычно контроллеры располагаются в нижней части башни и в гондоле. В некоторых новейших турбинах имеется ещё один контроллер – в ступице ротора. Для уверенности в безопасности и работоспособности системы проектируют и системы резервирования как неотъемлемую часть современной турбины.

### Что контролируется?

В современной ветровой турбине контролируется до 500 параметров, включая:

- напряжение и частоту на выходе генератора;
- скорость вращения низкооборотного вала;
- скорость вращения высокооборотного вала;
- направление и скорость ветра;
- вибрацию гондолы, лопастей ротора и подшипников;
- давление в гидравлической системе;
- угол поворота каждой лопасти ротора в отдельности (в турбинах с активным изменением угла наклона лопастей);
- угол поворота гондолы.

Возможный контроль температуры включает:

- температуру наружного воздуха;
- температуру в гондоле и шкафах электроники;
- температуру генератора;
- температуру масла в коробке передач;
- температуру подшипников приводного вала и коробки передач.

Аналоговые параметры (например, показания температуры) измеряются в виде соответствующих значений, дискретные сигналы обрабатываются как значения ON или OFF (например, состояние клапана).

### Нормализаторы сигналов Dataforth

Неотъемлемой частью системы управления турбин являются модули нормализации «полевых» токовых и потенциальных сигналов ввода/вывода. Один из примеров производства компании Dataforth представлен на рисунке рис. 2.

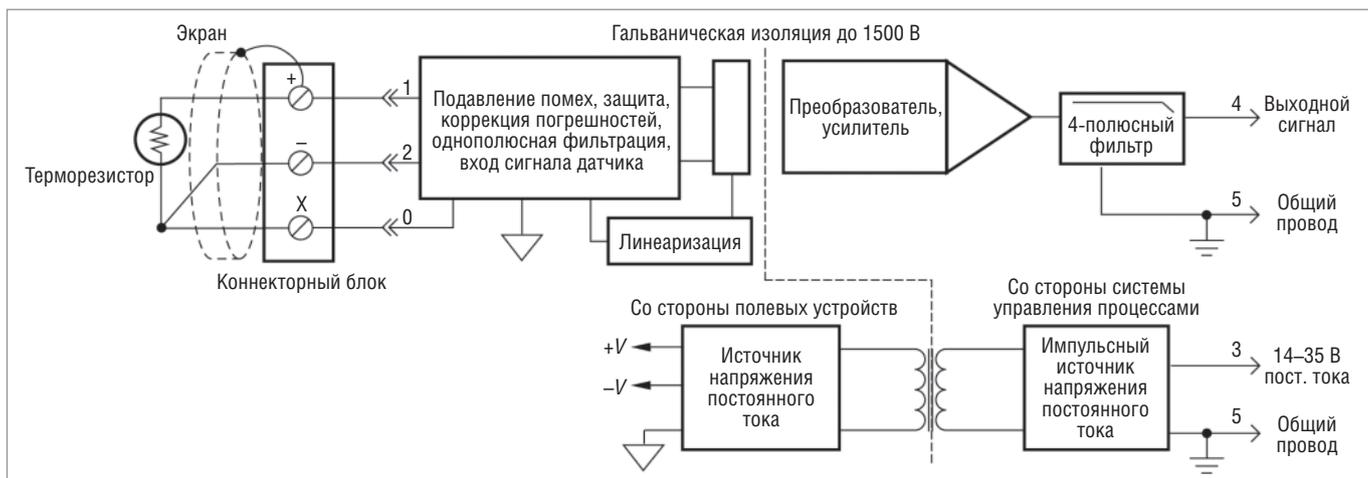


Рис. 3. Модуль-нормализатор сигналов терморезисторов со входом Pt100 Dataforth SCM7B34

Dataforth предлагает самый большой в отрасли выбор (более 1000 вариантов) аналоговых модулей формирования сигналов ввода/вывода. Они разработаны специально для обеспечения и защиты критических данных и сигналов управления, а также подключения чувствительного оборудования. Есть также миниатюрные цифровые модули ввода-вывода для создания надёжных защитных изолирующих барьеров, эффективно функционирующих при напряжениях между полевым устройством и компьютерной системой до 4 кВ. Все модули SCM5B, SCM7B и Sensor-Lex®8B помещены в защитные корпуса, тем самым обеспечивается их устойчивость к коррозии и надёжная работа в различных приложениях, таких как ветряные турбины. Модуль SCM7B34, например, представляет собой линейризованный 2- или 3-проводной нормализатор сигналов терморезисторов со входом Pt100. Его характеристики хорошо подходят для измерения температуры во многих ветровых турбинах. Как показано на рис. 3, для улучшения параметров как времени, так и частоты отклика в модулях реализован пятиполюсный фильтр, сочетающий преимущества фильтров Бесселя и Баттерворта. Входной сигнал от терморезистора поступает на встроенный преобразователь, а затем передаётся через трансформатор, являющийся барьером с гальванической развязкой, подавляющим передачу импульсных помех и всплесков. После трансформатора сигнал восстанавливается и фильтруется, а затем поступает на вход системы управления технологическим процессом.

Нормализаторы сигналов компании Dataforth обеспечивают точность от 0,03 до 0,05% и повторяемость характеристик лучше, чем шесть сигм, низкий

уровень шумов на выходе, высокую устойчивость к перенапряжению и широкий диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  (для большинства модулей). Кроме того, нормализаторы Dataforth соответствуют требованиям EN61000-6-2 (устойчивость к электромагнитным помехам) и обеспечивают постоянную защиту от напряжения переменного тока 240 В, гальваническую изоляцию до 1500 В и защиту от импульсных помех в соответствии с ANSI/IEEE C37.90.1. В дополнение они

обеспечивают защиту от ударов молнии и перенапряжений по другим причинам.

Сочетание защищённости и комплекса выдающихся характеристик семейства модулей-нормализаторов Dataforth делают их подходящим выбором для обеспечения жёстких требований к надёжности любых ветровых турбин. ●

Статья подготовлена по материалам компании Dataforth

Перевод Юрия Широкова  
E-mail: [textoed@gmail.com](mailto:textoed@gmail.com)

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Под знаком Advantech: Первый международный IoT-форум «Решения для Индустрии 4.0»

6 сентября в Москве состоялось знаковое событие. Компания Advantech – идеолог и проводник концепции промышленного Интернета вещей и технологий Индустрии 4.0 – впервые организовала специализированный международный форум, полностью посвящённый IoT-решениям ведущих разработчиков мира.

Организатор форума – компания Advantech – с 1983 года является лидером в проектировании и производстве качественных и высокопроизводительных вычислительных платформ. Цель мероприятия – дать всем заинтересованным специалистам возможность взглянуть на решения для Индустрии 4.0 глазами ключевых игроков рынка автоматизации: производителей компьютеров промышленного и специального назначения, разработчиков систем обеспечения кибербезопасности, создателей программных платформ для управления объектами любой сложности.

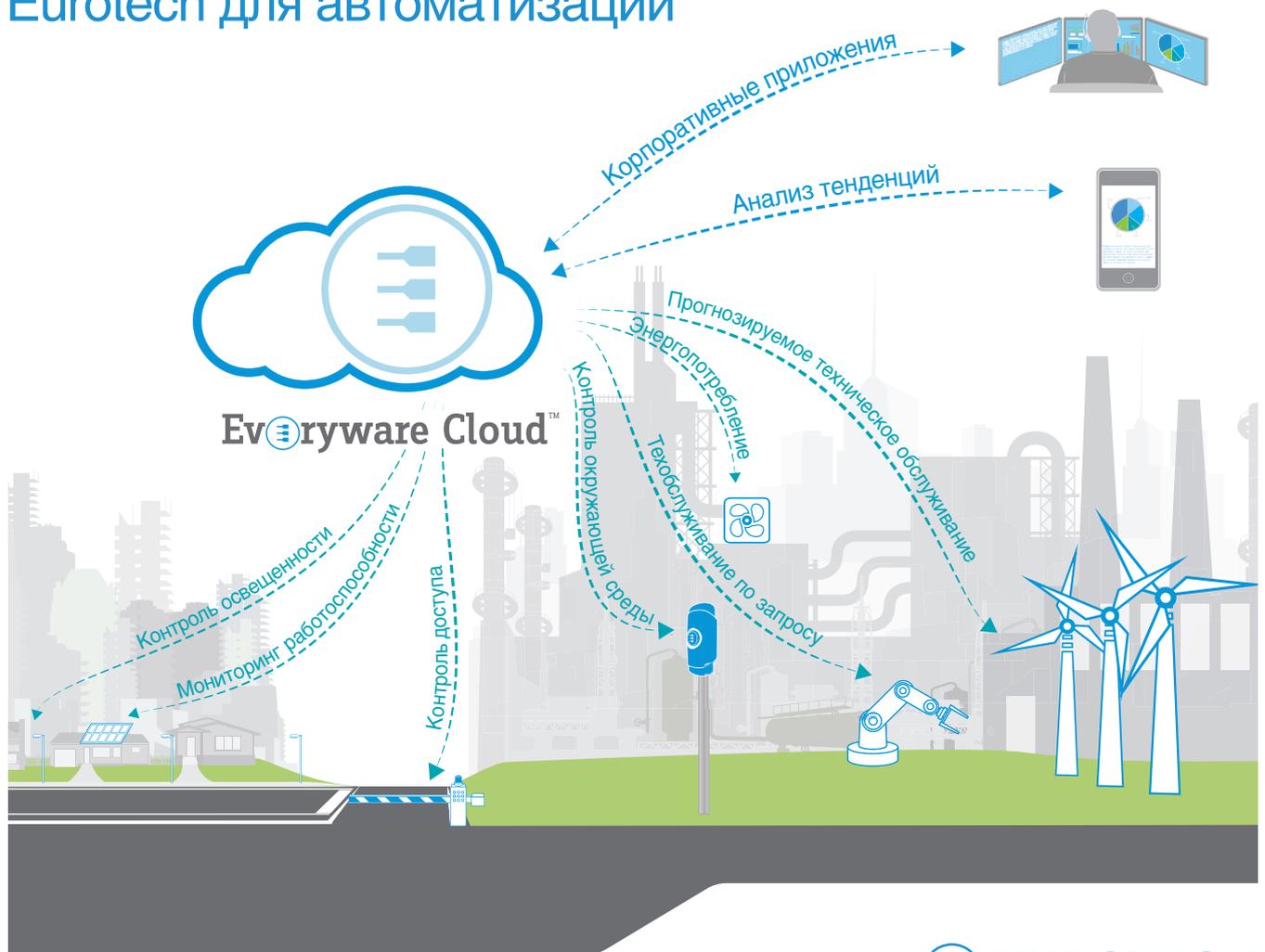
В работе форума приняли участие компании Intel, «Лаборатория Касперского», Quarta Technologies, RTSoft, Positive Technologies. Эти названия говорят сами за себя, а также свидетельствуют о том, что деловая программа мероприятия не оставила равнодушным ни одного специалиста, она включала в себя три секции.

В первой секции речь шла о стратегиях и перспективах развития концепции Индустрии 4.0 в России. В частности, в одном из докладов была раскрыта тема сотрудничества России и Тайваня по проектам «Умный город». Специалист Advantech рассказал о том, какие возможности для бизнеса компания предоставляет своим партнёрам в рамках реализации концепции Индустрии 4.0. Также для гостей форума состоялась презентация платформы искусственного интеллекта и глубокого обучения NVIDIA. Завершил работу данной секции обзор идей Индустрии 4.0, реализованных в современных системах промышленной автоматизации.

Вторая секция была посвящена партнёрским программам в деле совместного продвижения концепции Интернета вещей и строительства промышленности будущего. В ней приняли участие специалисты компаний Quarta Technologies, «Лаборатория Касперского», Intel и Advantech.

И, наконец, в рамках третьей секции форума состоялась активное обсуждение возможностей развития Индустрии 4.0. Своё видение этого пути представили компании Positive Technologies и Microsoft. ●

# Облачные технологии Eurotech для автоматизации



**EUROTECH**  
Imagine. Build. Succeed.

Решения Eurotech позволяют заказчикам удобно и безопасно подключать оборудование и датчики к корпоративным программным приложениям с помощью **Everyware Cloud™** — **M2M-платформы**.

## Выполняемые функции

- Управление устройством
- Приложение для устройства и управления жизненным циклом
- Контроль состояния устройства/связи в режиме реального времени
- Поддержка промышленных протоколов
- Простая интеграция с корпоративными приложениями
- Сбор потоков данных с различных устройств в реальном времени
- Анализ данных в реальном времени, их хранение и предоставление исторических данных

**PROSOFT**®  
WWW.PROSOFT.RU  
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

<b>МОСКВА</b>	(495) 234-0636	info@prosoft.ru
<b>С.-ПЕТЕРБУРГ</b>	(812) 448-0444	info@spb.prosoft.ru
<b>АЛМА-АТА</b>	(727) 321-8324	sales@kz.prosoft.ru
<b>ВОЛГОГРАД</b>	(8442) 391-000	volgograd@regionprof.ru
<b>ВОРОНЕЖ</b>	(920) 402-3158	chikin@regionprof.ru
<b>ЕКАТЕРИНБУРГ</b>	(343) 356-5111	info@prosoftsystems.ru
<b>КАЗАНЬ</b>	(843) 203-6020	kazan@regionprof.ru
<b>КРАСНОДАР</b>	(861) 224-9513	krasnodar@regionprof.ru

<b>Н. НОВГОРОД</b>	(831) 215-4084	n.novgorod@regionprof.ru
<b>НОВОСИБИРСК</b>	(383) 202-0960	nsk@regionprof.ru
<b>ОМСК</b>	(3812) 286-521	omsk@regionprof.ru
<b>ПЕНЗА</b>	(8412) 49-4971	penza@regionprof.ru
<b>САМАРА</b>	(846) 277-9166	samara@regionprof.ru
<b>УФА</b>	(347) 292-5216	ufa@regionprof.ru
<b>ЧЕЛЯБИНСК</b>	(351) 239-9360	chelyabinsk@regionprof.ru



Реклама