

по-друге, удосконалення індивідуальної комунікативної компетентності фахівців будівельної компанії шляхом набуття необхідних вмінь з групових технологій;

по-третє, досягнення позитивного синергетичного ефекту у загальному результаті комунікацій, який перевищує суму потенціалів ключових комунікаторів з виконання функцій замовника будівництва.

#### Література

1. ДБН Д.1.1-1-2000. Правила визначенні вартості будівництва [Текст]. – Введен. 2000-10-1. К.: 2000.
2. Кверк, Б. Создавая связи. Внутрикorporативные коммуникации в бизнес-стратегии [Текст] / пер. с англ. М.П. Булавиной, С.Г. Жильцова; под общ. ред. А.Л. Разумовской. – М.: Вершина, 2006. – 416 с.
3. Армстронг, М. Практика управления человеческими ресурсами [Текст] / М. Армстронг; пер. с англ.; под ред. С.К. Мордовина. – СПб.: Питер, 2009. – 848 с.
4. Грей, К.Ф. Управление проектами: Практическое руководство [Текст] / К.Ф. Грей, Э.У. Ларсон; пер. с англ. – М.: Издательство «Дело и Сервис», 2003 – 528 с.
5. Положення про замовника у будівництві, дирекцію підприємства (об'єкта), що будується, та технічний нагляд. Лист Держбуду України від 11.01.00 № 8/4-9 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.budinfo.org.ua/doc/1809099.jsp>.
6. Тернер, Дж. Р. Руководство по проектно-ориентрованному управлению [Текст] : пер. с англ. под. общ. ред. Воропаева В.И. – М.: Издательский дом Гребенникова, 2007. – 552 с.

*У статті розглянуто напрямки стратегічного розвитку вітроенергетики України, оптимізації параметрів вітроенергетичних установок з урахуванням природних особливостей, стану економіки і українських виробничих потужностей*

*Ключові слова: автоматизована інтелектуальна система управління ВЕУ, оптимізація параметрів вітрогенераторів*

*В статье рассмотрены направления стратегического развития ветроэнергетики Украины, оптимизации параметров ветроэнергетических установок с учетом природных особенностей, состояния экономики и украинских производственных мощностей*

*Ключевые слова: автоматизированная интеллектуальная система управления ВЭУ, оптимизация параметров ветрогенераторов*

*The strategic direction of wind energy development in Ukraine, parameter optimization of wind power plants, taking into account the natural features of the economy and Ukrainian production facilities are proposed in the article*

*Keywords: automated intelligent control systems of windmills of Ukraine, parameter optimization of wind turbines*

УДК 004.8:621.31

## ПРОЕКТ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Т. В. Пономаренко**

Кандидат технических наук, доцент  
Кафедра программного обеспечения  
автоматизированных систем

Национальный университет кораблестроения  
имени адмирала Макарова

пр-т Героев Сталинграда, 9, г. Николаев, Украина, 54025

Контактный тел.: 067-319-47-48

E-mail: tavi@ukr.net, tetyana.ponomarenko@nuos.edu.ua

#### Постановка проблемы

Из известных источников альтернативных видов энергии ветроэнергетика занимает одно из ведущих

мест в мире. Так доля ВЭУ в производстве энергии в США ~5%, в Испании 20%, в Дании около 25%. Что же касается Украины, тут доля составляет 0.5% по энергии и 0.2% по мощности [1,2]. Переход от АЭС

к альтернативным видам энергии является мировой тенденцией очень актуален для Украины, которая стремится в Евросоюз. Главным сдерживающим фактором для нашей страны является мелкосерийное производство ВЭУ по западным лицензиям и их дороговизна изготовления на неспециализированных предприятиях. Дорогое строительство, эксплуатация, ремонт и техническое обслуживание непрофессиональными сотрудниками. Снизить стоимость возможно только организационными мероприятиями.

*Целью исследования* является создание проекта развития ветроэнергетических систем Украины с использованием автоматизированных интеллектуальных систем управления, где будут использоваться ВЭУ в десятки раз дешевле, что даст возможность их массового применения для потребителей, которые испытывают недостаток либо полное отсутствие электроэнергии.

Анализ современных публикаций показывает, что в погоне за 10-20% выигрыша в мощности, в мировой ветроэнергетике преобладают ВЭУ с башнями высотой 100 и более метров с поворотной гондолой 100-200 тонн. Стоимость таких ВЭУ составляет \$106, следовательно, объем капиталовложений в 1кВт электроэнергии приближен к объему капиталовложений в 1 кВт на АЭС. Для Украины это дорого и нецелесообразно, т.к. промышленная энергетика пока производит электроэнергию с избытком. Новое производство ВЭУ нужно осуществлять на специализированных предприятиях конвейерным способом с широким применением штамповки, точечной и обычной сварки, гальванизацией, электропокраской по аналогии с автомобилестроением. Строить и обслуживать эти ВЭУ должны только специалисты фирм-производителей. При этом должен быть создан единый центр автоматизированного интеллектуального управления системой ВЭУ.

Особенно эффективно использовать ВЭУ в комплексе с солнечными панелями для получения тепла и солнечными электрическими преобразователями, которые взаимно дополняют друг друга. Такие комплексы на территории Украины имеют потенциал выработки энергии для населения больше, чем вся существующая энергетика.

Потребителям ВЭУ и сопутствующие им приспособления надо сдавать в аренду за символическую плату с дохода. ВЭ-фирмы должны получать только за реально полученную энергию по счетчику: электрическую энергию в кВтч, механическую энергию в кДЖ или кВтч; тепловую в Ккал; откачанную воду в м<sup>3</sup> и т.д.

Мощность реальных двух-трех лопастных ВЭУ описывается с хорошим приближением формулой

$$N_{\text{ВТ}} = 0,25 \cdot V_0^3 \cdot S,$$

где  $V_0$  – скорость ветра на высоте вала винта в м/с, а  $S$  – площадь ометаемая лопастями в секунду, в м<sup>2</sup>.

Скорость ветра меняется с высотой  $V_1 = V_0 \left( \frac{h_1}{h_2} \right)^{0,1}$  [3].

Если в секунду площадь ометаемую лопастями обозначить как площадь круга диаметром  $D$ , а новую высоту мачты  $h_1$ , то

$$N_{\text{ВТ}} = 0,25 \cdot V_0^3 \cdot V_0 \cdot \left( \frac{h}{h_0} \right)^{0,3} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \approx 0,2 \cdot V_0^3 \cdot D^2 \left( \frac{h}{h_0} \right)^{0,3},$$

Отсюда видно, что очень важно увеличить диаметр  $D$  винта, так как увеличив  $D$  на 10% мощность возрастает на 20%. Если увеличить высоту новой мачты на 33%, то мощность увеличится только на 10%, но масса мачты при равной прочности, увеличивается в 2,5 раза [4]. В пределе высота мачты на суше не должна быть больше чем  $\frac{D}{2} + 5\text{m}$ , а на шельфе моря  $\frac{D}{2} + 10\text{m}$  над уровнем моря (так называемые оффшорные ВЭУ).

Управление ВЭ станциями должно осуществляться с помощью современных АСИУ, которые имеют такие компоненты как база данных реального времени и истории, мощный 2D- и 3D- графический редактор, генератор отчетов, встроенный язык программирования, поддержка Web-интерфейса, средства разграничения прав доступа и поддержки версий проектов, подсистемы обработки тревог, событий, трендов реального времени и истории, аналитика и статистика, настройка языка интерфейса, локализованная документация и подсказки, средства календарного планирования, рецепты, поддержка ОРС-интерфейса и промышленных протоколов.

Автоматизированная интеллектуальная система управления и контроля с использованием SCADA-пакетов должна сделать доступным удаленный сбор информации от ветряных электростанций, особенно сигналов тревоги и исторических данных. Система управления на каждом объекте должна осуществлять сбор основных оперативных данных от генераторов и различных подстанций. Эти системы подключаются к центрам управления ветровыми электростанциями CORE (Centro de Operacion de Renovables) с помощью систем дальней связи. CORE использует эти данные для выявления и диагностики потенциальных проблем, чтобы иметь возможность вмешаться в процесс функционирования с целью эффективного и оперативного решения возникающих проблем. Датчики скорости и направления ветра, скорости вращения вала и множества других факторов, выполняющие сбор и передачу данных. Определяя направление ветра, система управления должна применять механизированное устройство поворота для разворота всей ветротурбины в требуемом направлении, обеспечивая максимальную выработку электроэнергии. Все ветротурбины должны быть подключены к локальной сети, при этом блок управления каждой анемометрической вышки должен использовать стандарты Ethernet. Локальная сеть подключается к CORE, включающему систему управления, которая регулирует и собирает данные, настраивает параметры турбины и обеспечивает интеллектуальную систему сигнализации, поиск и устранение неисправностей, а также выдачу отчетов. CORE аккумуля-

лирует данные от отдельных турбин, подстанций, метеорологических станций, авиационного радара для обнаружения птиц и летучих мышей и другие системы наблюдения за охраной природы. Оператор CORE может наблюдать за работой всех ветряных электростанций как за одним целым. Регистрируя события, АСИУ помогает оператору определить, какие действия по настройке и исправлению должны быть предприняты.

Современные SCADA-системы используют многие типы турбин, и каждый поставщик турбин предоставляет собственную систему управления/HMI. Основное преимущество использования современных SCADA-систем таких, например как PcVue, в качестве основной состоит в том, что она не связана ни с одним поставщиком ПЛК, поэтому работает независимо от типа турбины. Операторы ветровой электростанции могут применять различные типы турбин и разные ПЛК. В качестве поставщика турбин можно использовать лидирующего на рынке и успешно развивающегося украинского производителя ГП НПКГ«Зоря»-«Машпроект».

Для удаленного мониторинга ветровых электростанций и также для дистанционного управления посредством специализированной сети необходимо управление миллионами точек ввода/вывода в оперативном режиме от тысяч устройств. PcVue-FrontVue в CORE применимы для того, чтобы предоставить операторам всю необходимую информацию, касающуюся сигналов тревог от турбин. Клиентскими

станциями FrontVue в России уже сейчас контролируются до 1,5 миллиона точек данных [4], которые взаимодействуют через OPC и резервированные гигабитные каналы сети TCP/IP Ethernet подобный вариант является также оптимальным и для Украины.

Операторы могут детально проанализировать данные от удаленных ветровых электростанций. Учитывая огромный объем данных (около 350 точек на одну турбину), для простоты технического обслуживания мониторинг осуществляется на двух уровнях:

- верхний уровень дает панорамный вид наиболее важных тревог, значений данных и счетчиков, как того требует мониторинг турбин, и для выявления сбоев, требующих вмешательства;

- следующий уровень является более подробным с целью обеспечить возможность более глубокого анализа всех данных от турбин так, чтобы операторы могли немедленно и точно диагностировать проблемы и принять соответствующие меры.

---

### Выводы

---

Решения, реализованные с помощью АСИУ позволяют заметно сократить расходы на обслуживание при централизации всей информации от дистанционно управляемых ветровых электростанций, а применение рассмотренных в статье технологий снизить расходы на производство ВЭУ для Украины.

---

### Литература

1. Ветроэнергетика / под ред. Д. де Рензо : Ветроэнергетика. – С. П. : Энергоатомиздат, 1982. – 271 с.
2. SCADA-пакет PcVue и ветроэнергетика: от Гранады в Испании до Клондайка в США // Информатизация и системы управления в промышленности, № 1(31). – 2011.
3. Луговский, В.В. Динамика моря / В.В. Луговский. – Л.: Судостроение, 1976. – 200 с.
4. Бреббия, К. Динамика морских сооружений /К. Бреббия, С. Уокер . – Л.: Судостроение, 1983. – 232 с