

© В. И. Волошин, А. С. Левенко

Державне підприємство «Дніпрокосмос», Дніпропетровськ

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЗЗ

Розглядається можливість та необхідність створення системи моніторингу експлуатації вітрових електростанцій в Україні з метою короткочасового прогнозу їхньої роботи. Методика основана на використанні даних дистанційного зондування Землі.

Основой для создания системы экологического мониторинга ветровых электростанций Украины (СЭМ ВЭС) является государственная Комплексная программа строительства ветровых электростанций в Украине [1, 6]. В настоящее время экологический мониторинг ВЭС в Украине не проводится.

Необходимость создания СЭМ ВЭС Украины вызвана реальным развитием ветроэнергетики и выходом ведущих ВЭС, оснащенных ветротурбинами мощностью 56—100 кВт — их установлено более 700, на нижний уровень рентабельного производства электроэнергии. При этом дальнейшее развитие ВЭС планируется вести с использованием более мощных ветротурбин — монтируются ветроагрегаты мощностью 600 кВт, и в ближайшей перспективе планируется изготовление ветроагрегатов мощностью 2.2 МВт. Производство и эксплуатация большого количества мощных ветротурбин приведет к необходимости оценки их влияния на окружающую среду и на систему управления едиными энергетическими сетями (ЕЭС).

В настоящее время в Украине сложилась практика, при которой все промышленные предприятия заведомо являются загрязнителями окружающей среды и обязаны выплачивать штрафы в зависимости от объемов производства продукции.

Такая практика взимания «налога на экологию» в части ВЭС должна быть признана неприемлемой, а оценка влияния ВЭС на окружающую среду должна проводиться не единоразово с использованием данных о какой-то типовой установке, а путем эффективного текущего анализа с учетом технических характеристик конкретного типа ветротурбин и взаимного их расположения; параметров ветра и климата; рельефа местности; наличия и расположения объектов, которые могут подвергаться негативному влиянию со стороны действующих ВЭС и др. [4].

Так как источником энергии ВЭС является ветер, все перечисленные параметры изменяются во

времени, и их определение должно проводиться в процессе мониторинга [7].

Ветровые электростанции имеют особенности:

ВЭС начинает производить промышленную электроэнергию после пуска трех первых агрегатов (для ветротурбин мощностью 56—100 кВт) или даже одного агрегата (при мощности 600 кВт и более) [5];

энергоносителем для ВЭС является не стабильный по характеристикам во времени ветер — в некоторых случаях ветротурбины необходимо выключать для поддержания баланса в единых энергетических сетях, их невозможно запустить при отсутствии ветра и необходимости увеличить приток электроэнергии в сеть;

ВЭС имеют огромное по сравнению с традиционными генерирующими мощностями количество генераторов (и высокую суммарную реактивную мощность), что значительно усложняет их эксплуатацию в единой государственной системе [3].

Эти особенности уже сейчас известны энергетикам, и перспектива управления едиными энергетическими сетями Украины при достижении производства электроэнергии на ВЭС до уровня 10 % от общегосударственного приведет к невозможности эффективного управления имеющимися методами.

СЭМ ВЭС позволяет собирать, обобщать и распространять информацию о технических параметрах работы ВЭС Украины (что особенно важно в процессе многолетнего строительства с постепенным вводом в эксплуатацию генерирующих мощностей), последствиях в части обеспечения экологических норм; осуществлять информационное обеспечение при выборе параметров и зон строительства новых ВЭС с учетом ветропотенциала, путей миграции птиц, населенных пунктов и др.

СЭМ ВЭС должна использовать ГИС-технологии с применением данных ДЗЗ в части перемещений воздушных масс и визуального контроля за количеством введенных в эксплуатацию сотен ветроагрегатов.

Программные средства должны позволять осуществлять моделирование в автоматическом режиме. Они должны создаваться с учетом максимальной простоты и минимальных затрат [2].

Ветроэнергетика получила широкое распространение в мире, и Украина стала единственной страной из бывших республик СНГ, где налажено серийное производство сетевых ветротурбин и осуществляется строительство и промышленная эксплуатация ВЭС по государственной программе.

В настоящее время серийно производятся ветроагрегаты USW 56-107 и Т600-48, проводится опытная эксплуатация отдельных образцов отечественных разработок на экспериментальных ВЭС в АР Крым.

К сожалению, экологические последствия строительства и эксплуатации ВЭС в мире изучены недостаточно. Это вызвано и разнообразием ветротурбин, имеющих различные технические параметры, и недостаточной информацией о ветропотенциале, и недостаточным вниманием к самим ВЭС, поскольку их вклад в общее производство электроэнергии очень мал (максимум в Дании — около 10 %, в Украине порядка 0.75 % к 2004 г.).

СЭМ ВЭС Украины предназначена для постоянного сбора сведений и их накопления в базе данных (БД): паспортов ВЭС Украины, данных о состоянии климата и ветропотенциала территории Украины, природных особенностях (путей миграции птиц, заповедных зонах, влиянии высоты и особенностей климата и пр.), электрических сетях Украины и пр. для интерпретации и анализа этих данных с целью оценки экологического влияния ВЭС.

Основой эксплуатации СЭМ ВЭС Украины является наличие топографических, климатических карт с данными о ВЭС, карт ветропотенциала, карт единых энергетических сетей, карт районирования флоры и фауны, карт-схем путей миграции животных и путей перелета птиц, мест зимовий перелетных птиц и зон их временных остановок; текущих данных по эксплуатации ВЭС с учетом изменения приведенных в них данных по результатам ДЗЗ.

Технология должна позволять использовать:

- проведение анализа влияния ВЭС на окружающую природную среду в зависимости от ее местонахождения и параметров, дополнительно — сравнение с традиционными источниками энергии, определение положительного влияния на потенциальное снижение выбросов парниковых газов, в том числе за счет подпитки существующих ЛЭП и снижения энергопотерь в них за счет подключения ВЭС, реальную экономию средств в энергопотенциале страны от внедрения ВЭС, уровень рентабельности и состояние окупаемости вложенных средств, изменение по-

казателей ВЭС за счет изменения климатических показателей и т. д.;

- получение полной информации по ветроэнергетике Украины и ее составляющим, вплоть до интенсивности строительства ВЭС и изготовления ветротурбин;
- макетирование с наложением карт различных параметров;
- выявление потенциальных зон перспективного строительства ВЭС;
- построение цифровой модели текущей эксплуатации ВЭС в едином энергопотенциале Украины в режиме реального времени по данным ВЭС;

Принцип манипулирования и математического моделирования (вплоть до модели эксплуатации отдельно взятой ветротурбины) с использованием топографических карт-основ позволяет решить следующие вопросы:

- накопление и систематизация информации о работе ВЭС в виде унифицированных параметров для оценки экологических норм;
- формирование данных и цифровых снимков ВЭС и территорий для распространения информации об их работе через интернет;
- накопление и анализ данных о ВЭС, экономической эффективности и экологической безопасности;
- оценка степени вероятности ситуаций экологических катастроф.

СЭМ ВЭС Украины позволит на основе опыта исследований сформулировать и продемонстрировать решение научно-технических и практических задач по строительству и эксплуатации ВЭС с уточнением критериев и экологических норм с максимальной эффективностью.

Организация и доступ к данным, хранящимся на внешних носителях и в оперативной памяти компьютера, все обращения к данным, исходящие как от пользовательских программ, так и от других компонентов системы, реализуются через подсистему управления данными. СЭМ ВЭС Украины включает подсистемы:

- оценки состояния экологической опасности в результате эксплуатации ВЭС;
- анализа экологических показателей и норм в процессе эксплуатации ВЭС;
- оценки возможных последствий экологических катастроф в результате негативного воздействия ВЭС.

Данные по эксплуатации каждой ВЭС по итогам работы за год обобщаются и хранятся в памяти сервера БИ СЭМ ВЭС Украины и дублируются на сидеромах.

Эти данные в режиме текущей информации мо-

гут быть использованы для управления ВЭС в составе единых энергетических сетей Украины.

В структурной технологической схеме СЭМ ВЭС Украины должны быть предусмотрены операции ввода и обработки различных видов информации на автоматизированном рабочем месте (АРМ) с возможностью ее отождествления на пространственной основе (картографической и в виде схем), анализа и передачи. АРМ оператора СЭМ ВЭС Украины выполняет функцию ввода и обработки информации, формирования и пополнения БД ВЭС, моделирования процессов, решения прикладных задач и справочного обслуживания пользователя.

С помощью АРМ производится обработка данных, поступающих от ВЭС.

Ядром структуры СЭМ ВЭС Украины является сервер, управляющий информационными ресурсами и режимами работы всей системы. Там же накапливаются и передаются на АРМ информационные материалы. На сервере расположены средства удаленной (телекоммуникационной) обработки информации: через интернет могут быть подключены удаленные АРМ, расположенные на ВЭС, предприятиях, научных центрах.

Технологическая часть СЭМ ВЭС Украины позволяет работать в ОС «Windows-95», 98. АРМ СЭМ ВЭС Украины включает: PC «Pentium IV-1.8» с объемом памяти 82 Гб и пишущим сидеромом; устройство ввода информации (сканер); периферийное устройство вывода информации (лазерный принтер, цветной струйный принтер); факс-модем для связи с глобальными информационными сетями;

Сервер СЭМ ВЭС Украины может базироваться на PC «Pentium IV-1.8» с объемом памяти 82 Гб.

Реализация технологии на базе аппаратного комплекса, содержащего персональные компьютеры, позволяет использовать известные оперативные системы и прикладной пакет разрабатываемых специальных программ. Выбранная система программ позволяет вести обмен информацией с национальными и зарубежными информационными системами на стандартных языках программирования.

Пакет прикладного программного обеспечения состоит из:

- ввода и проверки данных;
- хранение данных и управление БД;
- вывод и представление данных;
- взаимодействие с пользователем.

Подсистема преобразования данных включает блок математического моделирования и автоматического анализа; автоматической системы поиска данных.

СЭМ ВЭС Украины имеет следующие стандарт-

ные характеристики:

- ввод информации в растровом и векторном виде;
- работа с магнитными дисками;
- вывод данных в черно-белом и многоцветном вариантах; передача информации в сетевом режиме работы по коммутируемым телефонным каналам связи и интернет;
- формирование математических моделей с представлением картографических данных.

СЭМ ВЭС Украины работает в режиме русского, украинского и английского языков одновременно по выбору пользователя.

Информационная среда СЭМ ВЭС Украины представляет возможности хранения, редактирования, обновления и распространения в единой системе разнообразных данных (таблиц, карт, схем, фотографий, текстов) по ВЭС. Данные о работе ВЭС поступают в систему обработки с привязкой расположения ВЭС к системе координат, что позволяет интегрировать массивы информации различного содержания.

Структурно СЭМ ВЭС Украины состоит из центрального банка данных и массивов информации в удаленных терминалах (АРМ ВЭС).

Научно-методические материалы и пакет программ накапливаются в БД и АРМ, образуя совокупность атрибутивных данных, цифровых карт, схем, таблиц, фотоснимков, которые объединены в следующие БД:

- БД ВЭС Украины;
- БД климатических, природных, энергетических и пр. сведений;
- БД экологических нормативов;
- БД снимков ДЗЗ.

Управление БД и интеграция сведений в соответствии с поступающими запросами осуществляется сервером СЭМ ВЭС Украины, откуда информация через интернет может передаваться пользователям.

В настоящее время система может формироваться за счет:

- экологических, географических, климатических карт, карт ветропотенциала, карт миграции перелетных птиц, карт единых энергетических систем Украины;
- информации по отчетам о работе ВЭС Украины;
- снимков ДЗЗ о ВЭС;
- нормативами по экологии;
- данными по ЕЭС Украины.

Семантическая информация СЭМ ВЭС Украины может быть представлена в виде отдельных файлов, содержащих сведения на цифровых картах, дополненных схемами различного содержания.

Соблюдение принципа технологической открыто-

сти СЭМ ВЭС Украины позволяет подключать новые БД и наращивать производительность программно-аппаратного комплекса системы. С целью развития СЭМ ВЭС Украины предусматривается возможность автоматической интерпретации данных и система автоматического поиска данных.

Разрабатываемая система БИ СЭМ ВЭС Украины предназначена для накопления, обработки, хранения и удаленной (телекоммуникационной) передачи данных о состоянии строительства и эксплуатации ВЭС, расположенных в Украине. На автоматизированном рабочем месте (АРМ) системы формируются БД ВЭС Украины и мира, производится обработка полученных данных.

На сервере располагаются средства удаленной (телекоммуникационной) обработки информации. К техническому комплексу БИ СЭМ ВЭС Украины через сеть электронной связи подключаются удаленные АРМ ВЭС.

Использование массивов информации позволяет проводить математическое моделирование процессов строительства и эксплуатации ВЭС с целью получения наиболее оптимального варианта с точки зрения эффективного экологического нормирования при использовании альтернативной энергетики в условиях природопользования Украины и эффективного управления в составе ЕЭС.

Ввод в систему данных ВЭС в «текущем времени» позволит моделировать эффективную безопасную работу ВЭС в ЕЭС Украины и использовать данные экологического мониторинга ВЭС в качестве инструментария.

* * *

Основой эксплуатации СЭМ ВЭС Украины являются топографические, климатические карты с данными о ВЭС, карты ветропотенциала, метеоданные на высоте расположения ветротурбин и др., с учетом их текущих изменений по результатам ДЗЗ.

Создание СЭМ ВЭС позволит решить задачу экологического мониторинга ВЭС Украины в режиме текущего времени. Для этого будут использованы данные самих ВЭС (технические: экологические характеристики каждой ветротурбины в зависимости от ее типа, скорости и направления ветра, характеристики ветровых полей и всей ВЭС в зависимости от количества работающих турбин; данные рельефа местности и высоты расположения ветроагрегатов над уровнем моря и т.п.), а также текущие значения ветропотенциала, контролируемые по данным ДЗЗ в части перемещения воздушных потоков. Визуальный контроль ДЗЗ даст информацию о количестве одновременно работающих

ветротурбин. Анализ полученных данных позволит определять экологическую составляющую при работе ВЭС.

Дополнительный результат: ЕЭС Украины для диспетчерского управления получают реальные сведения о количестве работающих ветротурбин, их потенциальной возможности по выработке электроэнергии в зависимости от ветрового потока и состояние ввода генерирующих мощностей на строящихся ВЭС.

Учитывая тенденции бурно развивающейся ветроэнергетической отрасли, создание СЭМ ВЭС Украины может быть отнесено к перспективным направлениям космических исследований в части наблюдения.

1. Бабенко Г. О., Богма В. М., Васько П. Ф., Кукушкін В. І. Вітроенергетичний комплекс України — досягнення, проблеми, перспективи // Новини енергетики.—2003, спец. вип.—С. 1—15.
2. Богатиков О. А., Веселовский А. В., Маханова Т. М., Мещерякова В. Б. Геоинформационная систем для оценки опасности катастрофических вулканических процессов // Российский журн. наук о Земле.—2001.—3, № 6.—С. 5—15.
3. Бриль А. О., Васько В. П., Васько П. Ф. Задача компенсації реактивної енергії введених в експлуатацію вітрових електростанцій // Бюл. Міжгалузевого науково-технічного центру вітроенергетики «Вітроенергетика України».—2002.—№ 2.—С. 12—15.
4. ГКД 341.003.003.003.-2000. Вітроенергетика. Площинки для вітрових електричних станцій. Вимоги щодо вибору. — Київ.: Мін-во палива та енергетики України, 2001.
5. Годовой отчет по итогам работы за 2001 г. Государственное предприятие «Донузлавская ветровая электростанция». Министрство топлива и энергетики Украины, АР Крым, Евпатория, 2002.
6. Кукушкін В. І., Богма В. М., Жабський Ю. В. Створення вітроенергетичного напрямку у промисловості України і будівництво вітроелектростанцій як екологічно чистої галузі енергетики // Бюл. Міжгалузевого науково-технічного центру вітроенергетики «Вітроенергетика України».—2002.—№ 1.—С. 5—6.
7. Мартазінова В. Ф. Довгостроковий прогноз вітроенергетичних зон на території України // Бюл. Міжгалузевого науково-технічного центру вітроенергетики Вітроенергетика України.—2001, квітень-травень.—С. 5—6.

SYSTEM OF UKRAINIAN WIND POWER STATIONS ECOLOGICAL MONITORING WITH THE USE OF REMOTE SENSING OF THE EARTH

V. I. Voloshyn, A. S. Levenko

We consider the possibility and necessity of creation of system of monitoring of wind power stations exploitation in Ukraine with the purpose of short-term forecast of their operation. The method is based on the use of remote sensing data.