

УДК 681.518.5

МОБІЛЬНИЙ ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ

В.П. Бабак, член-кореспондент НАН України, д.т.н., проф.
Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

Ключові слова: моніторинг, об'єкти енергетики, безпілотні літальні апарати, інформаційно-вимірювальні системи.

Важливою складовою комплексної проблеми забезпечення енергетичної стійкості і незалежності України є організація постійного моніторингу об'єктів енергетики. Як відомо, функціонування потужних генеруючих об'єктів супроводжується викидом в атмосферу шкідливих речовин та випромінювань, а робота мереж – зміною температурних полів середовища. Тому концентрація та рівень шкідливих домішок та випромінювань в атмосфері в околі АЕС, ТЕС і конфігурація теплових полів розподільчих мереж є зручними інтегральними характеристиками, за якими можна опосередковано і дистанційно виконати оцінювання технічного стану та режимів роботи об'єктів енергетики, виявити небезпечні зміни в їх роботі на ранніх стадіях розвитку аварійних ситуацій. Отримання цих характеристик ускладнено такими особливостями об'єктів як їх розгалуженість у просторі, розташування у важкодоступних місцях, існування кінцевої ймовірності виникнення техногенної небезпеки, що передбачає можливість моніторингу в умовах значного перевищення гранично допустимих для людини норм і доз шкідливих речовин і випромінювань.

До теперішнього часу залишаються недостатньо розробленими теоретичні та методологічні основи проектування і практичного використання мобільних інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) контролю характеристик довкілля об'єктів енергетики. В той же час результати моніторингу довкілля об'єктів енергетики у передових країнах світу показали особливу актуальність і необхідність оперативного дистанційного контролю шкідливих домішок в атмосфері в околі АЕС і ТЕС, дистанційний контроль стану мереж тощо. Нові можливості розв'язання цих завдань з'явилась із початком використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Розглянуто результати створення та практичного застосування мобільних ІВС для дистанційного контролю на базі БПЛА, що забезпечує використання можливостей сучасних безлюдних технологій контролю та вимірювань в автоматизованому режимі, функціонування систем у важкодоступних місцях та за умов техногенної небезпеки, багатofункціональність (адаптацію) призначення за рахунок зміни модулів сенсорних підсистем, проведення динамічних вимірювань у 3D просторових координатах.

Використання спеціалізованих ІВС додатково до існуючих методів і засобів моніторингу довкілля і обладнання АЕС і ТЕС дає можливість здійснювати дистанційний багатofункціональний моніторинг, який дозволяє:

забезпечити радіаційний контроль потужності експозиційної дози та визначення об'ємної активності аерозолів в атмосфері довкілля АЕС і ТЕС;

вимірювати ступінь концентрації небезпечних продуктів згоряння (СО, частки золи та ін.) в різних шарах атмосфери довкілля ТЕС;

вимірювати температурний стан електротехнічного обладнання АЕС і ТЕС та магістральних ЛЕП, що призначені для передавання виробленої електроенергії;

контролювати температурний стан магістральних трубопроводів, що призначені для передавання виробленої теплової енергії.

Багатофункціональність сучасних засобів дистанційного моніторингу об'єктів АЕС і ТЕС передбачає розширення їх можливостей за рахунок використання відповідних інформаційно-вимірювальних засобів (відеоспостереження довкілля та обладнання АЕС і ТЕС, вимірювання та аналіз складу речовин у довкіллі, радіоізотопний контроль, тепловізійний контроль ЛЕП та трубопроводів та ін.).

Для реалізації процесу моніторингу в мобільних ІВС використовуються як апаратно-програмні системи різного призначення, засоби спостереження, так і інформаційні технології, транспортні засоби, в тому числі БПЛА та відповідне інформаційне забезпечення. Інформаційне забезпечення є інтегральним продуктом значної кількості компонент, складових так званого *м'якого обладнання* досліджуваних систем, об'єктів, комплексів.

Побудова ІВС на основі БПЛА дозволяє, з використанням систем GPS, здійснити прив'язку результатів вимірювань у будь-якій точці підконтрольного інформаційного простору до їх географічних координат.

На основі систематизованих та розроблених моделей фізичних полів довкілля об'єктів енергетики, методів отримання та опрацювання даних вимірювань, особливостей використання засобів безпілотної авіації, сучасних інформаційно-вимірювальних технологій запропоновано методологію розроблення комплексу або КІВС для контролю довкілля як цілісної системи, що складається з: наземної підсистеми, яка включає робоче місце оператора і програмні додатки, що забезпечують контроль оператором роботи комплексу; БПЛА, який несе вимірювальну апаратуру різного типу; системи зв'язку, яка забезпечує передавання команд зі станції управління на борт БПЛА, а також передавання інформації з борту БПЛА на наземну підсистему в режимі реального часу; сенсорів та додаткових пристроїв, що забезпечують програмно-апаратну реалізацію мобільних КІВС.

В цілому ІВС на базі БПЛА суттєво доповнюють системи контролю та моніторингу об'єктів енергетики наземного базування і забезпечують можливість проведення вимірювань параметрів та характеристик довкілля у повітряному середовищі в умовах надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Важливість та необхідність розвитку таких систем пов'язана з тим, що процеси повітряного перенесення шкідливих речовин відіграють вирішальну роль у формуванні полів забруднення повітряного простору, поверхні землі та водойм за наявності шкідливих викидів на АЕС і ТЕС. Крім того такі системи можуть стати незамінним інструментом дослідження довкілля на ранніх етапах розвитку нештатних ситуацій в районах

АЕС і ТЕС в умовах гострого дефіциту часу, апаратних засобів та обмеженої апріорної інформації про масштаби аварій.

Програма моніторингу включає контроль концентрації шкідливих речовин у верхніх шарах атмосфери та сумарного внеску джерела забруднення в нижніх шарах атмосфери, траєкторія обльоту визначається площею джерела забруднення, а також технічними можливостями БПЛА, які визначають максимальну дальність польоту.

Використання БПЛА під час аварій на енергетичних об'єктах дозволяє отримувати в режимі реального часу фото та відео зображення для оцінювання реальної ситуації на об'єктах та прийняття рішень щодо вибору ефективних засобів боротьби з наслідками аварій. БПЛА можуть бути обладнані звичайними фото та відеокамерами, інфрачервоними камерами для роботи в нічних умовах, тепловізійними камерами для отримання інформації про температуру в різних частинах об'єкту, пристроями для вимірювання радіаційного фону та аналізаторами повітря для отримання даних про стан атмосфери навколо об'єктів енергетики тощо.

Разом з цим, БПЛА доцільно використовувати не тільки під час аварій, а й для періодичного моніторингу параметрів навколишнього середовища об'єктів енергетики, які працюють в штатному режимі з метою отримання інформації про стан об'єктів і навколишнього середовища в реальному часі, інспектування інфраструктури та запобігання нештатним ситуаціям.

Для моніторингу протяжних об'єктів (наприклад, ліній електропередач) пропонується застосовувати обліт вздовж об'єкта контролю з використанням БПЛА літакового типу. Для тепловізійної зйомки окремих опор ЛЕП доцільно використовувати БПЛА типу мультикоптерів. Програмне забезпечення наземної станції управління дозволяє використовувати як карту будь-яку топографічну основу. Прив'язка може бути здійснено за двома або кількома точками. Також можливе використання як топологічної основи електронних карт. Програма забезпечує введення, автоматичний контроль і редагування маршруту обльоту. Для кожної точки маршруту може бути задана висота. Для одержання тепловізійного зображення ЛЕП було використано БПЛА зі встановленим тепловимірювальним блоком

Мобільні ІВС на базі БПЛА дають можливість проводити моніторинг стану і динаміки характеристик в часі і в просторі довкілля ТЕС та інших об'єктів теплоенергетики, як в режимах on-line, так і інших режимах.

В штатному режимі функціонування досліджуваних об'єктів поточний дистанційний контроль з використанням мобільних ІВС є більш економним у порівнянні з іншими засобами контролю.

Системи моніторингу дозволяють отримувати достовірну інформацію про функціонування об'єктів енергетики. Зокрема, моніторинг параметрів забезпечує неперервний контроль основних параметрів електро- та теплотехнічних установок і технологічних процесів вироблення, транспортування та споживання електричної та теплової енергії. В результаті моніторингу технічного стану об'єкту енергетики встановлюється результат діагностування та прогнозується час зміни його стану.