



СТОГНІЙ

Борис Сергійович – академік НАН України, голова Наукової ради цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Науково-технічне, нормативне та інформаційне забезпечення створення гнучкої та адаптивної Об'єднаної енергетичної системи України»

ПРО РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАННЯ ЦІЛЬОВОЇ КОМПЛЕКСНОЇ ПРОГРАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ «НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ, НОРМАТИВНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ГНУЧКОЇ ТА АДАПТИВНОЇ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ» («ОБ'ЄДНАННЯ-2»)

Стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 30 грудня 2015 року

У доповіді підбито підсумки виконання цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Об'єднання-2» і наведено приклади отриманих вагомих результатів, які сприяють реалізації курсу на створення в Україні сучасної електроенергетичної системи та її об'єднання з європейськими енергосистемами.

Шановний Борисе Євгеновичу! Шановні колеги! Цільова комплексна програма «Науково-технічне, нормативне та інформаційне забезпечення створення гнучкої та адаптивної Об'єднаної енергосистеми України» («Об'єднання-2») тривала три роки, впродовж яких 10 інститутів НАН України виконували 32 проекти за 5 розділами. За результатами робіт було розроблено 5 нормативно-технічних документів; опубліковано 9 монографій і 189 статей; отримано 7 патентів; підготовлено 11 аналітичних записок з питань науково-технічного забезпечення ефективного функціонування електроенергетичних компаній країни; зроблено 80 доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях; виготовлено 10 промислових, 8 дослідно-промислових і 30 лабораторних зразків систем та програмних продуктів.

Витоки програми «Об'єднання» збігаються з початком руху України до Європейського Союзу. Першим вагомим економічним кроком у цьому напрямі було звернення до ЄС за дору-

ченням української влади, в якому висловлено бажання повного синхронізованого об'єднання енергосистем Європи та України. Цей запит був сприйнятий позитивно, і в 2006 р. спільно з енергетиками Євросоюзу було розроблено конкретну програму підготовки енергосистем України до такого об'єднання. Розпочалася відповідна робота. Процес підготовки триває й досі, оскільки обсяг перетворень в енергетиці великий, а коштів катастрофічно не вистачає.

Мета об'єднання енергосистем Європи та України полягає у створенні єдиного технологічного і торгово-економічного простору в електроенергетиці, насамперед об'єднаного ринку потужності та енергії. При цьому об'єднання енергосистем має відповідати трьом основним вимогам ЄС:

- 1) технічна та експлуатаційна досконалість енергосистем, що об'єднуються;
- 2) взаємність ринкових умов;
- 3) сумісність стандартів, зокрема екологічних.

Зрозуміло, що виконання цих вимог потребує розв'язання багатьох складних наукових і науково-технічних завдань. Оскільки на сьогодні в Україні практично не залишилося галузевої науки, зокрема в електроенергетиці, ці завдання значною мірою взяла на себе НАН України, започаткувавши програму «Об'єднання».

Далі я наведу дуже стислий огляд найважливіших результатів, отриманих під час виконання програми «Об'єднання-2».

За першим розділом, який стосується найбільш загальних питань, розроблено принципово нову систему автоматичного регулювання частоти та потужності (АРЧП). Кожна об'єднана енергосистема повинна мати у своїй структурі систему АРЧП, оскільки саме вона забезпечує стійкість і живучість усієї енергосистеми в разі виникнення великих аварій, наприклад при раптовому відключенні блокамільйонника атомної електростанції. В Україні такої системи немає, а без неї неможливо об'єднатися з енергосистемою Європи. Сьогодні роль системи АРЧП в Україні по суті виконує російська енергосистема, що з точки зору енергетичної безпеки абсолютно непри-

пустимо за будь-яких обставин, не кажучи вже про нинішні умови фактичної війни з Росією. Отже, Україні зараз вкрай необхідно створити власну систему АРЧП.

У рамках проекту, виконаного в Інституті загальної енергетики НАН України, розроблено принципово нову систему АРЧП, в якій замість дорогого генеруючого резерву електричної енергії, наприклад потужних парогазових установок, використовуються споживачі електроенергії, передусім теплові насоси, які можна без помітних негативних наслідків відключати на час ліквідації аварії. Переваги такої системи АРЧП порівняно з традиційною вражають: швидкість відновлення балансу енергії в разі аварії зростає на порядок, спад частоти зменшується майже в 10 разів, обсяги капіталовкладень знижуються на 40%, чистий річний прибуток становить близько 20 млрд грн. Термін окупності такої АРЧП-системи — усього півроку, тоді як традиційної — приблизно 30 років. На жаль, створення такої системи потребує досить значних коштів і певної структурної зміни в енергетиці, тому Академія сама зробити це не може і вся надія — на зусилля Міністерства енергетики та вугільної промисловості України.

Паралельно виконувався проект з використання таких самих теплових споживачів-регуляторів, що й у попередньому проекті, але не тільки для аварійного регулювання, а й для вирівнювання добового графіка електричних навантажень. Порівняно з будівництвом з цією метою Канівської ГАЕС проект дає економію близько 6 млрд грн з терміном окупності 1,5 року.

Два інших проекти цього розділу було присвячено актуальним завданням з визначення граничних та оптимальних умов інтеграції джерел розосередженої генерації в ОЕС України. Одержані результати передано в НЕК «Укренерго» і використано для ефективної інтеграції сонячних та вітрових станцій в енергомережу України.

У цьому розділі виконано також проект, який несподівано став надзвичайно актуальним уже після того, як розпочався. Це — до-

слідження економічних основ та напрямів забезпечення вугіллям теплових електростанцій України. Висновки проекту стосуються як сьогоденної ситуації з вугіллям, що склалася у зв'язку з подіями на Донбасі, так і вирішення цієї проблеми в майбутньому.

Другий і третій розділи програми присвячено інформаційному забезпеченню ОЕС України та створенню для цього гнучких і адаптивних енергетичних установок. Слід зазначити, що загалом у програмі найбільшу увагу приділено саме інформаційному забезпеченню енергетики, і, відповідно, з цього напрямку отримано найвагоміші результати. Це пояснюється, поперше, тим, що для забезпечення паралельної роботи рівень інформаційного забезпечення є надзвичайно важливим, а по-друге, тим, що малогабаритне і відносно недороге інформаційне забезпечення установи Академії здатні не лише розробити, а й налагодити його випуск або безпосередньо в інститутах, або через започатковані для цього стартап-компанії.

Важливим результатом у галузі інформаційного забезпечення було створення більш досконалої математичної моделі енергосистеми України. Ця модель має розмірність до 10 тис. вузлів, що відповідає такому самому рівню досконалості моделі, як і в Європі. Завдяки цій моделі тепер українські та європейські енергетики мають змогу проводити і вже проводять взаємні розрахунки аварійних режимів і уставок релейних захистів як окремо у своїх енергосистемах, так і в поєднаних для паралельної роботи енергосистемах Європи та України. Ця можливість є дуже важливим кроком на шляху до об'єднання енергосистем.

Іншим важливим результатом з цього напрямку є розроблення засобів виявлення дуже небезпечних власних низькочастотних коливань, що є бичем сучасних складних напружених енергосистем. Ще донедавна збитки лише від однієї системної аварії з цієї причини в європейській енергосистемі могли досягати сотень мільйонів, а в США — кількох мільярдів доларів. Зараз європейська енергосистема вже має засоби демпфування загрозливих коливань, а Україні ще належить їх створити.

З метою вирішення цієї проблеми виконано два проекти. За першим із них розв'язано завдання з раннього виявлення таких коливань за рахунок синхронізованого вимірювання кутів векторів напруги напружених перетинів у Об'єднаній енергосистемі України. Вимірювання здійснюються автоматично за допомогою розроблених спеціально для цього в Інституті електродинаміки НАН України апаратно-програмних комплексів «Регіна-Ч», які вже встановлено в більшості основних вузлів енергосистеми України. Ці комплекси мають показники вимірювання на рівні найвищих світових стандартів, зокрема, точність вимірювання кутів напруг становить 0,1°, синхронізації вимірювань — 1 мкс, частоти — 0,001 Гц при її вимірюванні за один період, причому вимірювання виконується на кожний період. Показник за частотою є найвищим у світі. У другому проекті з проблеми низькочастотних коливань для їх демпфування розроблено автоматичні регулятори синхронних машин сильної дії. Розробку вже перевірено на стенді й підготовлено для серійного випуску на заводі «Перетворювач» у Запоріжжі.

Інформаційне спрямування має також цікавий і важливий проект зі створення системи діагностування елегазових вимикачів. Ці вимикачі Україна закупила у провідних світових фірм ABB та Alstom для заміни технологічно застарілих вимикачів на стисненому повітрі. Ці новітні вимикачі, кожний з яких коштує близько 10 млн грн, мають високі показники, але вони потребують постійного спостереження і контролю. В Інституті електродинаміки НАН України було створено інтелектуальну систему їх діагностування, яку високо оцінили фірми-виробники і тепер використовують її замість попередньої, не дуже ефективною системи. Українську систему діагностування зараз встановлюють на всіх закуплених 130 елегазових вимикачах підстанцій надвисокої напруги 750 кВ. Цього року впровадження буде завершено. Це гарний приклад міжнародного визнання розробок українських учених.

До інформаційних технологій належать також проекти зі створення гнучких силових

установок в Об'єднаній енергосистемі, без яких запровадження багатьох інформаційних технологій сьогодні неможливе. Це, зокрема, проекти з розроблення засобів компенсації реактивної потужності та стабілізації напруги, зі створення адаптивної протиаварійної автоматики, а також проект зі створення динамічної моделі ОЕС України та методів розрахунку режимів при синхронній роботі з європейською енергосистемою. Результатом цих проектів стало розроблення методів, алгоритмів та програм для використання в НЕК «Укренерго». Всі вони важливі для організації паралельної роботи з Європою. Особливо актуальними є два проекти зі створення сучасного ринку енергії і потужності — проект з організації мульти-агентного керування електроенергетичними системами та з розроблення методів і засобів моделювання роботи ринку «на добу вперед».

Четвертий розділ присвячено силовим установкам, передусім підвищенню рівня генеруючого обладнання для забезпечення вимог Євросоюзу. У цих проектах, виконаних Інститутом проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, розроблено рекомендації щодо зміни графіків пуску турбін, визначення щадних режимів експлуатації з метою підвищення їх маневреності.

Розроблено також автоматизовану систему діагностування стану та оцінки ресурсу турбін, яку вже встановлено на потужних станціях — Київській ТЕЦ-5 та Харківській ТЕЦ-5. Важливих результатів досягнуто в оптимізації роботи теплофікаційних установок турбін ТЕЦ, що дозволяє помітно скоротити витрати палива.

Один із проектів стосується роботи електричних генераторів у маневрених режимах. Розроблено метод діагностування та спеціальну конструкцію кріплення осердя статора, що забезпечує надійність генератора в маневрених режимах. Цю розробку харківський «Електроважмаш» застосовує при проектуванні та модернізації потужних турбогенераторів.

Окремий розділ програми присвячено технологіям та заходам щодо зменшення впливу енергетики на довкілля. Відомо, що енергети-

ка, особливо в Україні, є великим забрудником навколишнього середовища. З цього напрямку виконано 8 проектів.

Проект Інституту газу НАН України присвячено створенню реферативно-довідкової бази найкращих світових технологій спалювання енергоносіїв та розробленню рекомендацій стосовно заходів зі зменшення на цій основі негативного впливу української енергетики на довкілля. Це дає змогу приймати зважені рішення щодо застосування тих чи інших технологій.

Чотири проекти програми «Об'єднання-2» присвячено зменшенню емісії оксидів азоту та сірки в атмосферу. Проект, виконаний в Інституті технічної теплофізики НАН України, спрямовано на зменшення викидів оксидів азоту з використанням методу тристадійного спалювання вугілля в котлах, що працюють з турбінами потужністю 200 та 300 МВт. Нову технологію впроваджено на Ладижинській ТЕС. Рівень емісії оксиду азоту при цьому відповідає європейським вимогам, економія коштів від зменшення плати за викиди лише для одного блока становить близько 600 тис. грн на рік.

Проект Інституту газу НАН України також присвячено зниженню викидів оксидів азоту пиловугільними і газомазутними котлами, причому принципово новими шляхами: ступеневим горінням та рециркуляцією, використанням водовугільного палива, подачею пари та вторинного повітря в окремі зони факела. Випробування на Дарницькій ТЕЦ показали практично повну відсутність викидів оксидів азоту вугільних котлів і зниження викидів котлів на газі в 2–3 рази.

Ще один проект, виконаний в Інституті вугільних енерготехнологій НАН України, стосується зменшення вмісту діоксиду сірки в димових газах. Запропонована напівсуха амонійна технологія сіркоочищення зв'язує до 65% діоксиду сірки з отриманням на виході сухого порошку сульфату амонію, тобто азотного мінерального добрива. Розроблено ескізний проект установки десульфуризації на замовлення ТЕЦ м. Люблін (Польща).

Оригінальний проект багатоступеневого очищення димових газів від сполук NO_x та

SO_x виконано в Інституті електрофізики і радіаційних технологій НАН України. Результат досягається дією на газу пучком електронів, потоком ультрафіолетового випромінювання або коронного розряду. Такий цікавий і багатобічний підхід є основою для створення пілотної установки на Зміївській ТЕС.

Два проекти стосуються шкідливих електромагнітних впливів на обслуговуючий персонал та населення ліній електропередачі високої та надвисокої напруги. В Інституті технічних проблем магнетизму НАН України запропоновано методи розрахунку та засоби захисту від негативного електромагнітного впливу. Згідно з європейськими вимогами, розроблено нормативи допустимого впливу, які передано для затвердження у відповідні органи державного регулювання.

У проєкті Інституту відновлюваної енергетики НАН України досліджено електромагнітний вплив фотоелектричних станцій. Основною загрозою тут є вищі гармонічні складові, які негативно діють на персонал. Розроблено методи оцінювання впливу та методи його зменшення, зокрема із застосуванням фільтрувальних пристроїв і електромагнітних екранів.

Шановні колеги! На завершення дозвольте мені привернути вашу увагу до таких питань.

1. За програмою «Об'єднання-2» виконано значний обсяг досліджень та створено багато розробок, більшість з яких уже впроваджено в

практичну діяльність. Проте обсяг їх виконання аж ніяк не відповідає нагальним потребам енергетики України. Основною причиною є нестача коштів. Тому нам слід надалі працювати спільно з Міненерговугілля України.

2. Хоча зроблено вже багато, вирішальні кроки з гармонізації енергетики України та ЄС ще попереду. Про це свідчить, зокрема, розроблений Міненерговугілля України план заходів з інтеграції ОЕС України з європейською енергосистемою, який розраховано ще на десять років (2016—2025 рр.). Заходи в цьому напрямі потребують науково-технічного супроводу, тобто роботи для науковців ще багато.

3. Як відомо, Україна та країни Євросоюзу практично завершили процес ратифікації Угоди про асоціацію. Розділ «Економічне та галузеве співробітництво» цієї Угоди починається главою під назвою «Співробітництво у сфері енергетики». І це співробітництво виходить далеко за межі паралельної роботи енергосистем. Тому в подальшому нам необхідно сконцентрувати увагу не лише на проблемі паралельної роботи енергосистем України і Євросоюзу, яка, безумовно, залишається центральною, а й на інших аспектах співробітництва в енергетичній галузі, які мають не тільки науково-технічне, а й економічне та екологічне спрямування.

Дякую за увагу.