

ВСТУП

Енергетика будь-якої країни є тією галуззю промисловості, від розвитку якої залежить благополуччя держави загалом. Її успішний розвиток свідчить і про загальний рівень держави, і про її місце у світовому співтоваристві.

За останні роки в електроенергетичній галузі України здійснено істотні реформи, які спрямовані на впровадження ринкових стосунків в енергетиці та наближення її структури до структури енергетики деяких зарубіжних країн.

Після розпаду СРСР, коли Україна стала незалежною державою, структура енергетики нашої країни загалом була такою: забезпечення споживачів електроенергією здійснювалось від восьми регіональних енергосистем (Львів-, Вінниця-, Київ-, Одеса-, Дніпро-, Донбас-, Харків- та Крименерго), до складу яких входили усі енергетичні підприємства (окрім атомних електростанцій), розміщені на відповідних територіях. Енергосистеми забезпечували працездатність усього енергетичного обладнання, його ремонт, обслуговування, реновацію, модернізацію, будівництво нових енергетичних об'єктів тощо. І найголовніше – оперативне управління режимами енергосистем, усіх електростанцій, зокрема й атомних, що розміщені на території, яку обслуговувала ця енергосистема, відбувалось паралельно з іншими енергосистемами України. Так, наприклад, енергосистема “Львівенерго” займалась виробництвом, передаванням та розподілом електричної та теплової енергії у Львівській, Рівненській, Волинській, Закарпатській та Івано-Франківській областях. Аналогічно працювали й інші енергосистеми на відповідних територіях.

Управління режимами усіх енергосистем країни здійснювали в Національному диспетчерському центрі (*НДЦ*) України (м. Київ), який забезпечував оптимальні перетоки енергії між окремими енергосистемами, керував роботою атомних і потужних теплових та гідравлічних електростанцій, прийманням та передаванням електроенергії за межі країни тощо.

У 1995 р. енергетичну галузь країни було істотно реформовано, у результаті чого були створені чотири генерувальні компанії теплових станцій – *ТЕС* (Захід-, Центр-, Дніпро- та Донбас-енерго); дві генерувальні компанії гідравлічних та гідроаккумуляторних електростанцій – *ГЕС* (*ГАЕС*) (Дніпрогідро- та Дністрогідроенерго); Національна атомна енергетична компанія (*НАЕК*) “Енергоатом”, до складу якої увійшли п’ять атомних електростанцій, – *АЕС* (Чорнобильська, Рівненська, Хмельницька, Південноукраїнська та Запорізька); вісім регіональних диспетчерських центрів (*РДЦ*) – за кількістю енергосистем, що функціонували раніше (основні органи управління яких залишилися на місцях колишніх енергосистем – здебільшого змінились тільки назви); вісім магістральних електричних мереж (*МЕМ*) і 27 енергопостачальних компаній (*ЕПК*) за кількістю областей в Україні – 25, а також міста Київ і Севастополь (енергопостачальні компанії почали називати обленерго та міськенерго). Національний диспетчерський центр реорганізовано у Національну енергетичну компанію (*НЕК*) “Укренерго” та державне підприємство (*ДП*) “Енергоринок” у складі *НЕК* “Укренерго”.

У результаті такої реорганізації передбачали, що виробники електричної енергії “постачатимуть” її на оптовий ринок, де її закупуватимуть енергопостачальні компанії та продаватимуть споживачам. Передбачали, що генерувальні компанії будуть зацікавлені виробляти якомога дешевшу електроенергію (конкурентна боротьба на ринку електроенергії), та продаючи її, отримувати відповідні прибутки.

На *РДЦ* спрямовували функції управління режимами передавання та розподілу електроенергії від генеруючих компаній до енергопостачальних (тобто за ними залишались ті самі функції, які були притаманні енергосистемам).

Передбачали також, що магістральні мережі займатимуться збиранням інформації про стан високовольтних мереж, координа-

цією та узгодженням питань ремонту, реновації та обслуговування ліній електропередач і підстанцій напругами 220 кВ і вище.

На енергопостачальні компанії (до складу яких увійшли лінії та підстанції напругами 110 (154) кВ і нижче) скерували повністю функції як господарського, так і оперативного управління електричним господарством із питань розподілу та продажу електричної енергії споживачам.

Для забезпечення керованості в енергетичній галузі у межах усієї країни, особливо з погляду цінової політики, була створена Національна комісія з регулювання енергетики (НКРЕ), від 2015 року (НКРЕКП – додалось регулювання у сфері комунальних послуг) основна функція якої полягала в узгодженні інтересів виробників, продавців і споживачів електричної енергії та комунальних послуг, враховуючи загальнонаціональні інтереси.

За сучасної ситуації (анексія Кримського півострова Російською федерацією) Кримська енергосистема фактично виведена зі складу енергетичної системи України. Подібна ситуація стосується і Донбаської енергосистеми, де її частина увійшла до складу Північної енергосистеми.

Щоправда, ці аспекти принципово не впливають на розгляд проблем оптимізації режимів енергосистеми.

Трирічний досвід функціонування таких структур в енергетиці засвідчив явну недосконалість виконаної реорганізації, після чого у 1998–1999 рр. була здійснена чергова реорганізація, внаслідок якої були об'єднані РДЦ і МЕМ в одну структуру, яку назвали електроенергетичними системами (ЕЕНС). Їх так і залишилось вісім – (Західна (м. Львів), Південнозахідна (м. Вінниця), Дніпровська (м. Запоріжжя), Донбаська (м. Горлівка), Південна (м. Одеса), Північна (м. Харків), Кримська (м. Сімферополь), Центральна (м. Київ)). ДП “Енергоринок” був виведений зі складу “Укренерго” в окреме державне підприємство, яке підпорядковується безпосередньо Кабінету Міністрів України (КМУ) від 2000 р.

Електроенергетична система, своєю чергою, складається з різних структурних підрозділів (від трьох до семи). Наприклад, до

складу Західної *ЕЕНС* входять: Львівські, Стрийські, Рівненські, Волинські, Івано-Франківські та Закарпатські магістральні електромережі, а також підстанція (*ПС*) 750 кВ “Західноукраїнська”. Подібні структурні підрозділи входять і в інші *ЕЕНС*.

Необхідно відзначити також, що насправді сьогодні структура енергетики країни є значно складнішою. Річ у тому, що частина енергооб’єктів генерувальних та енергопостачальних є державними, а інша – приватними, одні компанії є відкритими акціонерними товариствами, інші – закритими тощо. Так, на 01.01.2006 р. виведена з експлуатації Чорнобильська *АЕС*, хоча низка спеціалістів вважають, що частина її блоків законсервована і в разі потреби *АЕС* знову можна залучити до роботи. З державної генеруючої компанії “Донбасенерго” виділилась приватна компанія “Східенерго”; в різних регіонах створили незалежні енергопостачальні компанії, як правило, приватні, відділені від наявних обленерго; деякі споживачі уклали прямі угоди на отримання електроенергії безпосередньо від електростанцій, зокрема й від атомних, а не від енергопостачальних компаній (обленерго). Окрім того, якщо більшість генеруючих компаній (окрім “Східенерго”) та *ЕЕНС* є державними структурами, то частина *ЕПК* є приватними тощо. Нагадаємо також, що наново відновлене Міністерство вугільної промисловості України, яке було структурним підрозділом Мінпаливенерго України, а створене сьогодні міністерство називається Міненерговугілля України.

Отже, структуру енергетики України (рисунок) сьогодні не можна вважати усталеною, тим паче, що періодично точаться розмови про необхідність (доцільність) приватизувати державні об’єкти, наприклад, генеруючі компанії, з одного боку, а з іншого, – про необхідність (доцільність) повернути у державну власність приватизовані обленерго. Щоправда, йдеться переважно про зміни в адміністративно-управлінському аспектах і вони фактично не стосуються оперативного управління енергооб’єктами енергосистем, про яке і йтиметься у цьому посібнику. Тобто поняття енергосистеми (старе) та електроенергетичної системи (нове) адекватні з погляду технології виробництва, переда-

вання та розподілу електроенергії, оперативного управління режимами енергетичних підприємств та їх оптимізації.

На рисунку показано спрощену структуру енергетики України, де відображені зв'язки між її елементами з погляду оперативного управління.

Отже, сучасна енергетична система розвинутої країни – це складна кібернетична система, яка належить до класу великих систем, тобто вона містить не тільки величезну кількість різноманітних елементів з багатоконтурними зворотними зв'язками, а й має низку специфічних ознак: ієрархічність побудови, необхідність розв'язання різноманітних оптимізаційних задач з різними ступенями деталізації та спрощень, обов'язкова участь людини у виконанні багатьох завдань тощо. Оскільки велика система має нові, складніші властивості порівняно з її окремими компонентами, розв'язування оптимізаційних задач у такій системі пов'язане зі значними труднощами. Тут необхідно враховувати величезні територіальні масштаби системи, необхідність розгляду як довготривалих, так і короткочасних періодів її роботи, складність та нелінійність взаємозв'язків між окремими її компонентами, труднощі в отриманні достовірної інформації тощо.

Загалом слово “оптимізація” може мати як дуже глибокий смисл, так і не мати жодного конкретного змісту, коли його вживають як еквівалент слова “кращий”. “Оптимальний” об'єкт чи процес означає, що вони є кращими від інших за певними ознаками (критеріями), тобто поняття оптимальності є відносним – порівнюються між собою за тими чи іншими показниками певні об'єкти чи процеси. І тут дуже важливим є вибір таких критеріїв (їх числових значень), які б могли показати, наскільки (або у скільки разів) один процес (об'єкт) кращий від інших.

Зрештою метою виконання таких завдань є забезпечення найбільшої народногосподарської ефективності для країни загалом або досягнення найкращих показників в окремих часткових випадках. Тим паче, що, енергомісткість нашого валового внутрішнього продукту (*ВВП*) набагато більша (0,89 *к.у.п./дол*), ніж у розвинених країнах, – від 0,34 *к.у.п./дол* (середньосвітовий показник) до 0,20 *к.у.п./дол* для Австрії чи Данії (тут *к.у.п.* – кілограм умовного палива).

Отже, енергетичними завданнями є зменшення витрат палива до можливо допустимої межі на виробництво необхідної кількості електроенергії, зменшення до мінімуму втрат активної потужності в електричних мережах під час передавання її до споживачів, забезпечення нормованої якості електроенергії тощо.

Загалом показників (критеріїв) оптимальності є багато, деякі з них не можна характеризувати тільки кількісними значеннями (наприклад, вплив на екологію енергетичних установок, вплив високих та надвисоких напруг на здоров'я людей тощо). У таких випадках доводиться користуватись деякими загальними якісними характеристиками, рекомендаціями спеціалістів-експертів тощо.

Оптимізація режимів роботи енергосистем – виробництва, передавання та розподілу електроенергії розпочалася з появою енергоустановок, а з розвитком та розширенням енергосистем потреба в оптимізації режимів ставала щоразу нагальнішою. Для цього розробляли та вдосконалювали методи оптимізації, їх алгоритмічну та програмну реалізацію. Одним із широковідомих є метод Лагранжа (т. зв. варіаційний метод), що дає змогу відшукати умовний (відносний) екстремум неперервної функції. Тобто шукають мінімум чи максимум функції за виконання додаткових умов у вигляді рівностей. Сьогодні для розв'язання складних оптимізаційних задач використовують математичні методи, що ґрунтуються на лінійному та нелінійному, динамічному та стохастичному програмуванні, причому їх застосування містить т. зв. системний підхід. Тобто розглядають у комплексі всі частини та функції енергосистем у їх гармонійному поєднанні, часткові інтереси підпорядковуються загальним.

Поява сучасних швидкодійних електронних обчислювальних машин, фактично не обмежених за пам'яттю та швидкодією, дає змогу ефективно вирішувати будь-які оптимізаційні завдання сучасної енергетики та здійснювати оптимізацію режимів енергосистем у темпі перебігу процесів за загальним керівництвом спеціально навченої людини-диспетчера. Це також дало змогу створювати ефективні автоматизовані системи керування як окремими об'єктами енергетики, так і об'єднаннями енергосистем загалом у масштабах усієї країни.

Окремі аспекти цих проблем будуть висвітлені нижче.