


В. СКЛЯРОВ

КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД МАСШТАБНИХ АВАРІЙ У НАЦІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ СВІТУ. УРОКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Під час останньої паризької сесії Міжнародної ради з електроенергетичних систем високої напруги (CIGRE), що відбулася в серпні минулого року, одне з пленарних засідань традиційно присвятили масштабним аваріям національних енергетичних систем. Крім суто професійного інтересу, свідченням чого участь у засіданні 2500 фахівців, ці аварії в період глобальної економічної кризи заслуговують на особливу увагу бодай тому, що завдають колосальних матеріальних збитків через масове знеструмлення споживачів і повне знищення енергосистем тощо.

На слуханнях лунало чимало цікавих доповідей. Ми ж віддамо перевагу тим, що з урахуванням особливостей української електроенергетики будуть для нас повчальними.

ПІВДЕННОАФРИКАНСЬКА ЕНЕРГОКАТАСТРОФА

 оповідь «Вплив неадекватних меж резерву на енергосистему Південної Африки у 2007–2008 рр.» виголосив пан Каннан Лакміхаран із «Sistem Operations & Planning Division».

Енергетика Південноафриканської Республіки дуже схожа на українську не лише за потужністю, але й за ставленням до неї держави. Описати енергосистему Південної Африки можна кількома цифрами: оперативна потужність — 38878 МВт (80% виробітку припадає на частку вугільних станцій, решта 20% — атомні, гідро- і гідроаккумуляційні станції, парогазові установки), 28000 км ліній високої напруги, у 2008 р.

спожито 260 ТВт/год. (138 найбільших споживачів використовують 40%, 40000 значних споживачів узагалі витрачають 76% електроенергії).

Далі наводимо цитату, адаптовану до звичних нам формулювань: «Проблеми, що виявилися за останнє десятиріччя, наступні...

- більш ніж десятиріччя резерв потужності стабільно знижувався через зростання навантажень і лімітації генерації;
- у 2006 р. мав місце інцидент регіонального скидання навантаження через недостатність генерації;
- на поч. 2007 р. стався перший випадок національного скидання навантаження че-

© СКЛЯРОВ Віталій Федорович. Президент асоціації «CIGRE Україна», (Київ). 2009

рез неможливість покрити споживання наявною генерацією;

— після успішного регулювання зимового піку споживання на рівні 37000 МВт у жовтні—грудні 2007 р. відбулося декілька випадків скидання навантаження;

— щоденно упродовж двох тижнів січня 2008 р. проводилося скидання навантаження, що змусило уряд оголосити 25 січня 2008 р. національний аварійний енергетичний стан.

— це призвело до суттєвого скорочення рівня виробництва у всіх секторах економіки і зашкодило іміджу енергокомпаній.

Ця презентація висвітлить проблему, що розвивається десятиріччями, а також ключові концепції в процесі відновлення балансу, адекватного «демпфера», організаційної еластичності і державного рівня координації, забезпечення безпеки у порівнянні з його собівартістю».

Детальніше проаналізуємо деякі положення доповіді, що становлять особливий інтерес для української енергетики.

Енергетична колізія

Усе почалося 9 лютого 2008 р. з регулярних щоденних розвантажень, а з 24 лютого було спостережено систематичне зменшення навантаження до 4000 МВт. Системи автоматичного частотного розвантаження було доведено до такого стану, що вони загрожували самим електростанціям. Через мізерні — на 3–4 дні — запаси неякісного вугілля¹ на складах електростанцій, дощі й зливи, які не сприяли стабільній роботі котельних агрегатів, збої в роботі парогазової та гідроакмулювальної станцій короткострокові прогнози фахівців щодо нормалізації енергозабезпечення країни були невтішними. Проте далека перспекти-

¹ Запаси вугілля на електростанціях України вважають припустимими на рівні 7–8 днів, хоча раніше готовими до зими визнавали ті енергооб'єкти, що мають 30–60-денні запаси.

ва енергосектору, на їхню думку, була однозначно позитивною (майже як у нас).

Ніщо не виникає на порожньому місці. Енергетичній аварії передували грізні і яскраві симптоми:

— у жовтні—листопаді 2007 р. відбувалося періодичне (до 4 днів) зменшення навантаження до 3500 МВт при недовиробітку близько 321 ГВт/год., у грудні воно тривало до 15 днів;

— коефіцієнт використання встановленої потужності (КВП) у другому півріччі зріс до 60–74%;

— зі збільшенням КВП незаплановані втрати генерації електроенергії зросли втричі;

— резерв потужності поступово знижувався від 27,1% у 1999 р. до 5,5% у 2007 р.;

— використання складських запасів вугілля скоротилося в часових межах приблизно від 65 до 28 діб, а в окремі періоди їх вистачало на 3–4 дні;

— нових генерувальних потужностей у 2002–2004 рр. не введено, у 2005–2007 рр. задіяно лише 2000 МВт.

Уряд не вживав належних заходів, щоб збалансувати дефіцит потужності й енергії, сподіваючись на звичне нам «якось буде».

Труднощі через перебої в енергомережі, з громадським транспортом, роботою лікарень, із постачанням питної і технічної води відчуло не лише населення. Бізнес і споживачі безперервного електропостачання потерпали від непрогнозованих перерв у надходженні електроенергії; шахти глибокого залягання припинили виробництво на 5 днів і відновили його в повному обсязі лише після вжитих заходів щодо гарантування безпеки свого персоналу; зупинилося феросплавне виробництво; більшість промислових підприємств і через 6 місяців не надолужила своїх передаварійних потужностей.

ЗМІ реагували на енергокатаклізми в державі досить гостро, про що й досі свідчать промовисті заголовки газет, які збері-

гаються в бібліотеках. Унаслідок енергетичної кризи громадськість Південної Африки замислилася про імовірність здійснення персоналом енергостанцій серйозних помилок через постійне перезавантаження роботою в екстремальних умовах! В Україні на такі дрібниці ніхто не зважає.

У критичний момент системний оператор чесно визнав, що системі загрожує повне знищення, і попередив усіх ключових споживачів про небезпеку й необхідність вжити відповідні аварійні заходи.

Лише після цього офіційна влада втрутилася в проблеми енергосектору і підготувала два документи — Дорожню карту виходу з кризи та Національний план, — де проаналізувала причини та передумови аварії, накреслила основні заходи щодо сприяння відродженню південноафриканської енергетичної системи, визначила співвідношення рівня надійності енергопостачання й обсягів свого фінансового втручання.

Головною причиною техногенної аварії, як і в нас, традиційно стали природні катаклізми. У державних документах записано, що «прямою і безпосередньою причиною аварії були проливні дощі в жовтні і листопаді, яких не було в країні вже 10 років, і низька якість палива». Саме через це «не було можливості подати паливо в котли електростанцій» і, природно, «підтримувати необхідний рівень генерації». Тут же зафіксовано розмір дефіциту потужностей та енергії в обсязі 3000 МВт і 26 ТВт/год. на найближчі роки і визначено «необхідність балансування споживання і виробництва електроенергії».

Згідно з Національним планом, споживачів закликали масштабно впроваджувати енергоощадні технології, а виробників електроенергії залучили до виконання програми введення нових потужностей (4500 МВт). Цікаво, що сферою свого безпосереднього втручання держава обрала скорочення споживання електроенергії

в 100000 урядових будівель, а також у галузі вантажних перевезень.

Крім того, у травні 2008 р. південноафриканський уряд ініціював і провів широке публічне обговорення перспектив співвідношення вартості і надійності постачання електроенергії. При цьому енергетики публічно визначили цінову перспективу на найближчі 5 років, а уряд узяв зобов'язання щодо фінансової підтримки і надання можливої боргової гарантії для енергокомпаній.

Аналіз причин аварії

Ще раз чітко назвемо фактори, що призвели до енергетичної катастрофи 2008 р., яка спровокувала надзвичайне падіння ВВП у Південноафриканській Республіці:

1. Системні резерви стабільно скорочувалися, починаючи з 2000 р. Як відомо, концептуально система вразлива (нестабільна) при зменшених рівнях резерву.

2. Електростанції працювали в напруженому режимі впродовж 3 років через брак резервів та якість палива для енергоустановок, робота парогазових установок постійно погіршувалася.

3. Складські запаси вугілля на електростанціях скорочувалися, починаючи з 2006 р. Ось три головні причини мізерних запасів вугілля на електростанція на поч. 2008 р.:

- збільшення частки виробництва електроенергії саме вугільними станціями, що призвело до додаткового пресингу на виробників і постачальників;
- значно нижча кількість калорійного вугілля, що потрапляє безпосередньо на електростанції;
- нижча, ніж очікувалося, якість вугілля, що призвело до теплової неефективності під час його спалювання й зношення котлів.

4. Ремонтне обслуговування базових електростанцій, яке зазвичай проводять улітку під час скорочення обсягів споживання, болісно позначилося на гнучкості й експлуа-

таційній життєздатності систем. Тому під час аварійних ремонтів основного устаткування інтенсивніше використовували пікові потужності: дозволений рівень непланових ремонтів у межах 2500 МВт (6%) після зими 2007 р. систематично перевищували.

5. Усе це разом із затяжними рясними дощами і грозами жовтня 2007 — лютого 2008 змусило системного оператора оголосити аварійний стан системи.

Проте якщо обмежимося перерахуванням лише цих вузькогалузевих недоліків, будемо необ'єктивними. Адже керівну роль держави в економічній розбудові, визначенні її векторів, а також її законодавчі ініціативи та регуляторну функцію фінансових потоків ніхто не скасовував. Маємо визнати і відверто сказати:

- політики й управлінці не змогли створити інвестиційно-привабливі умови для будівництва нових електростанцій і не залучили до цього процесу незалежних виробників;
- будівництво нових електростанцій не було вчасно заплановано та не закріплено законодавчо;
- прогнози офіційних аналітиків були нереалістичними, а отже, їх потрібно визнати некваліфікованими: безпідставний оптимізм щодо віддаленої перспективи галузі на тлі сумної дійсності.

Висновки

Південна Африка усвідомила наслідки неадекватного обмеження резерву. Її енергетична система не колапсувала, проте була на межі розпаду. Необхідні заходи із запобігання колапсу вжито.

Аварійно створена «гаряча платформа» (аналог нашого введення надзвичайної ситуації. — Авт.) уможливила усвідомлення суспільством проблеми енергетичної ефективності та важливості надійного енергопостачання для сталого економічного розвитку держави.

Враховано також, наскільки це важливо і для успішного проведення чергового чемпіонату світу з футболу, який Південна Африка прийматиме наступного року. (Цікаво, чи розуміють українські можновладці, що до Євро-2012 слід не тільки підготувати стадіони, аеропорти, готелі та дороги, а ще й забезпечити надійне енергопостачання.)

Країна сконцентрувала зусилля задля оптимізації енергетичної ефективності, розробила план на 5 років для створення необхідних резервів на електростанціях.

Аварійна ситуація стала поштовхом для проведення Урядом загальнонаціональних дебатів щодо визначення шляхів розвитку Південної Африки з урахуванням змін клімату.

Курс на відновлення енергосистеми вже дає позитивні результати: електростанції нормалізують свою роботу, населення, бізнес і виробництво сконцентровані на заощадженні енергії, демонструють організованість, суспільну гнучкість і толерантність.

Проте це тільки початок шляху. Південна Африка має наростити 40 ГВт генерації електроенергії до вже наявної впродовж 20–25 років, щоб гідно відповідати на глобальні фінансові і кліматичні виклики.

Рекомендації

Маємо визнати, що Південна Африка не обмежилася лише усвідомленням енергетичної проблеми, але й розробила і послідовно виконує Національну програму реформування енергетичної галузі. З цього приводу запропонуємо кілька корисних порад:

- план підвищення надійності має підкріплювати відповідне ресурсне забезпечення;
- енергетичні системи потрібно забезпечити необхідними резервами в багатьох напрямках, щоб вони були готові до самостійного оперативного відновлення;

- виробники повинні мати й дотримуватися відповідного коефіцієнта використання встановленої потужності.

АВАРІЯ В УСТЕ

Учасників пленарних засідань Міжнародної ради CIGRE інформував про цю аварію² Янніс Кебоуріс (Transmission System Operator – TSO, від імені USTE IC).

Стисло охарактеризуємо енергосистему УСТЕ. Вона обслуговує понад 450 млн споживачів із 24 європейських країн через 29 системних операторів. Установлена потужність – 610 ГВт, річне споживання – 2500 ТВт/год., протяжність ЛЕП високої напруги (понад 150 кВ) – близько 230 000 км, обмін електроенергією між країнами – 290 ТВт. Не вдаватимемося в історію роботи цієї енергосистеми, що почалася 1951 р., згадаємо лише її філософію, органічно втілену в гаслі «УСТЕ попереду європейської інтеграції», що після екстремальних подій набула відверто саркастичного звучання.

Аварія в УСТЕ сталася 4 листопада 2006 р. о 21.38. Усе почалося, найімовірніше, на спаді максимуму, з відключення дволанцюгової лінії напругою 380 кВ через прорив, спричинений баржею. Далі через навантаження на лінії зв'язку УСТЕ розділилася на 3 частини зі значним дисбалансом потужності в кожній із підвищення частоти в зоні надлишку (на рівні 51,4 Гц) і падінням у дефіцитній – 49 Гц. Унаслідок цього 15 млн споживачів автоматично відімкнули (АНР) 17000 МВт, натомість запрацювали ГАЕС на 1600 МВт, вручну було запущено потужності на 16400 МВт (83% гідроелектричні, 5% теплові, 3% газові і 9% інші).

² Аварію в УСТЕ детально розглядали в Києві. За результатами її аналізу в Україні провели повномасштабне протиаварійне тренування, яке згодом ретельно і поетапно проаналізували й зробили відповідні висновки.

Послідовність відключення ліній та їх подальша ресинхронізація відбувалися досить швидко (енергопостачання відновили за 38 хв. після розділення, повністю ситуацію в усіх країнах енергосистеми нормалізували за 2 год.) отже, особливого інтересу ця аварія для нас не становить.

Проте у висновку експертів-енергетиків чітко вказано: це найбільше порушення в історії УСТЕ, під час якого вдалося уникнути розвалу системи.

Головні причини

1. Недотримання критерію Н-1:

- критерієм Н-1 знехтувано в самій системі й у сусідніх, пов'язаних із нею;
- аналіз надійності системи не враховував імовірних змін за умов її функціонування на ближчу перспективу;
- недостатність протиаварійних заходів.

2. Неефективність міжрегіональної координації:

- попередньо заплановане відключення лінії Diele-Conneforde, яке мали виконати 5 листопада, чітко не скоординували;
- час узгодження змінили надто пізно, не було підтвердження надійності роботи системи в цій зоні;
- розбіжність розуміння ситуації різними сторонами.

3. Інші критичні чинники:

- незадовільний контроль генерації електроенергії в реальному часі (у темпі виробництва);
- лімітовані можливості дій диспетчерів із утримання системи за умов її перевантаження;
- незадовільна координація між ТСО-ДСО в умовах захисту і відновлення;
- неповна процедура ресинхронізації;
- тренування диспетчерів не було адаптоване до нового ринку і не відповідало системним вимогам.

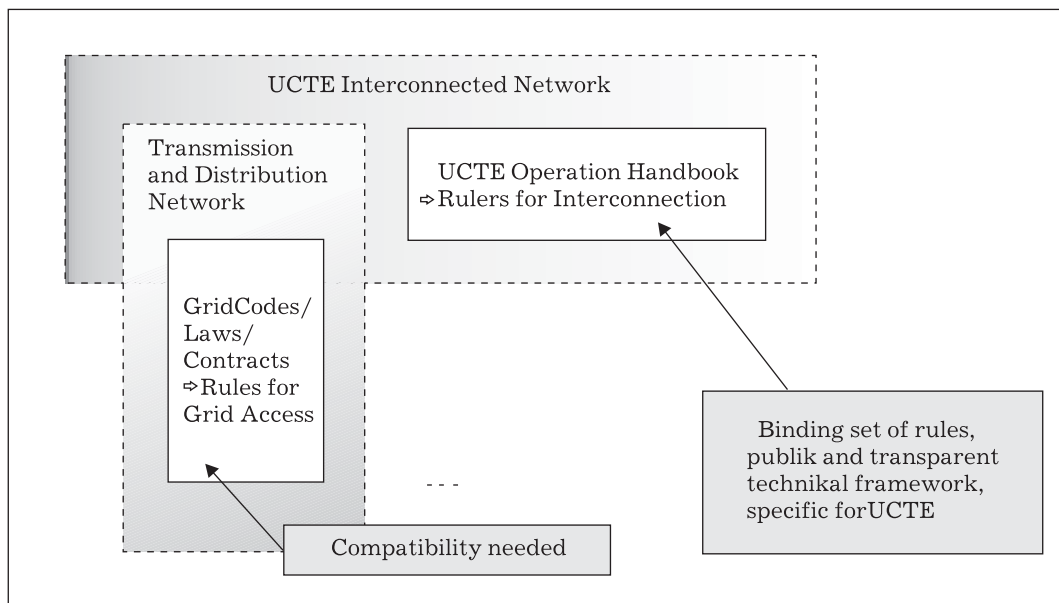


Рис. 1. Напрями дій, визначені оперативною інструкцією під час аварії

Рекомендації міжнародних фахівців

1. Критерій Н-1 слід застосувати в політиці З UCTE. Оперативні інструкції (рис. 1) необхідно переглянути з урахуванням таких вимог:

а) системному операторові на підставі аналізу безпеки чітко визначити відповідні розділи та умови роботи в суміжних системах;

б) моделювати непередбачені ситуації (відімкнення генерувальних елементів систем, що розташовані за межами контролю системного оператора);

в) у процесі виробництва необхідно регулярно аналізувати ймовірні аварійні ситуації (моделювання Н-1), пов'язані із системою аварійної тривоги;

г) проводити підготовку та регулярно перевіряти за допомогою цифрового тренажера ефективність дій з ліквідації аварії.

2. Положення потрібно розширити до «Майстер-Плану», де чітко визначити принципи ліквідації аварії в національних межах і відповідальність системних операторів, щоб захистити UCTE від широкомасштабних або

регіональних режимних збурень енергосистеми. Додатково доцільно врахувати таке:

а) системний оператор зобов'язаний переглядати свої захисні плани та філософію зменшення навантаження і враховувати значні за розмірами зміни генерації під час порушень режимів із великими коливаннями частоти;

б) процес ліквідації порушень відновлення режимів системний оператор повинен координувати з регіональними операторами для того, щоб визначити ступінь їхньої відповідальності та обов'язки із залучення користувачів системи.

3. Для оперативного планування в реальному часі чи за умов спільних тренувань, для обміну даними результатів аналізу безпеки UCTE зобов'язана розробити стандарти для регіональних ТСО.

4. Для оперативного реагування на порушення режимів доцільно розробити і запровадити інформаційну платформу, яка дозволить системним операторам стежити за станом усієї системи UCTE в процесі виробництва.

5. Регулятори чи легальні учасники мають бути обізнаними з такими правилами:
- системні оператори здійснюють контроль за генерацією електроенергії (зміни в графіках, стани пуску-зупинення блоків);
 - підключення генераторів до розподільної мережі під час коливань частоти і напруги виконують аналогічно до такої операції з блоками, підключеними до системоутворювальних мереж. Вони повинні бути ідентичними;
 - оператори блоків, підключених до основної мережі, зобов'язані інформувати системного оператора про графіки генерації електроенергії та всі зміни в програмах;
 - системні оператори повинні стежити за показниками генераторів, що працюють у розподільних мережах (принаймні з 1-хвилинним обміном).

Усі ці рекомендації для вітчизняних практиків виглядають щонайменше дивно, бо йдеться про елементарний порядок і дисципліну в системі диспетчерського управління, без яких енергосистема просто не функціонуватиме. У нас давно усвідомили, що найжорсткіша диспетчерська дисципліна — це необхідний і обов'язковий технологічний елемент енерговиробництва. І саме завдяки цьому не сталося каскадних аварій у єдиній державній енергосистемі України.

На думку інженера-енергетика, який за свою багаторічну практику проаналізував безліч аварій, компанії варто дати відповідь на такі запитання:

1. Як оцінювати дії диспетчерів. Від моменту відключення о 21.38 ЛЕП на 380 кВ, що була епіцентром аварії, до розділення системи о 22.10 минуло 32 хвилини. Отже, часу для правильних і рішучих дій було достатньо. Можемо тільки здогадуватися, на що його витратили диспетчери — на безплідні переговори необов'язкового характеру, а не на ліквідацію аварійного режиму.

2. Відключення ЛЕП було злагодженим і спланованим.

На підставі первинного аналізу енергетики дійшли суперечливого висновку, що дроти порвала баржа. Що це за диспетчерська служба і режими, якщо планове відключення лише двох ЛЕП на 380 кВ, навіть і сильно завантажених, призводить до коливань і розділення системи?! Найімовірніше, міжсистемні зв'язки працювали на межі динамічної стійкості або неприпустимо близько до неї, а інженери не зуміли передбачити наслідки своїх дій.

«Ми називаємо такі дії простим усім зрозумілим словом. Жодні хитрування не можуть ввести в оману неупереджену комісію. Якщо комусь здається, що в УСТЕ немає протиаварійних інструкцій, а співробітники не знають, як ліквідувати аварійні режими, я поділяю вашу думку», — констатував Янніс Кебоуріс.

КИТАЙ: ВИПРОБУВАННЯ КАТАКЛІЗМОМ

Безперечний інтерес для вітчизняних енергетиків становить доповідь фахівців Державної мережної корпорації Китаю «Надійність національної електричної системи проти природних катаклізмів». Зауважимо, що енергосистема Китаю є державною власністю, а отже, має відповідну структурну організацію (рис. 2).

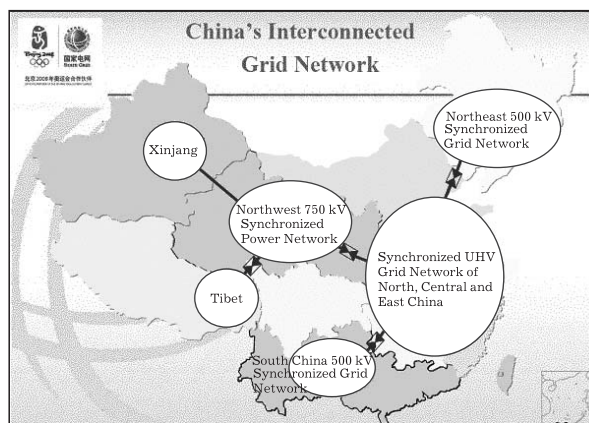


Рис. 2. Перспективна структурна схема національної енергетичної системи Китаю

У середині січня 2008 р. тривалі безпрецедентні снігові буревії, заморозки й ожеледиця вразили Південний Китай: постраждали транспортні лінії, ліси й поля сільгосппризначення, електромережа, телекомунікації. Прямі фінансові збитки від негоди становили \$1, 52 млрд, а витрати на відновлення руйнацій — \$ 5,68 млрд.

Як встановлено, процес руйнації електромережі під час обмерзання має кілька етапів: спочатку йде і налипає сніг, при денному потеплінні він тане, під вечір температура знижується, і дроти всіх типів, ізолятори, опори, устаткування підстанцій обмерзають. Через непрогнозоване налипання важкого льоду, а згодом через його неоднчасне танення на різних ділянках виникає дрижання дротів, і мережа зазнає катастрофічної руйнації.

Диспетчер розпочав виконання заходів, передбачених у спеціальному протиаварійному плані: відновлення системоутворювальної мережі, централізація засобів і сил, а також розумне планування, що передбачає гарантію безпеки та високу кваліфікацію виконання відновлювальних робіт. До 8 березня, лише за 6 тижнів, усі відновлювальні роботи були завершені.

Запобіжні заходи

Китайські енергетики проаналізували свої дії під час надзвичайної ситуації і зробили відповідні висновки щодо протиаварійних заходів. Найближчим часом у Китаї:

- удосконалять мережне планування і стандарти інженерного проектування;
- із 1 березня 2008 р. запровадять п'ять нових корпоративних стандартів для підвищення стійкості мережі в екстремальних погодних умовах;
- розроблять наукову класифікацію розвитку процесів обмерзання;
- вивчать і вдосконалять спеціальні вимоги та стандарти надійності для системо-

утворювальних ліній, стратегічних міжсистемних ліній коридорів зв'язку, головних ліній та з'єднувальних центрів навантажень.

Основний напрям підвищення надійності державної енергосистеми китайські енергетики вбачають у подальшому нарощуванні її потужності. Якщо у 2007 р. споживання в країні становило 3260 ТВт/год. при встановленій потужності 713 ГВт, то у 2010 р. — 4520 ТВт/год. і 900 ГВт відповідно. За цей період для спорудження ЛЕП на 220 кВ і вище Китай планує витратити \$ 170 млрд. А це — 190000 км електроліній і збільшення передачі електроенергії до 1000 ГВА.

Стратегія розвитку енергосистеми передбачає будівництво потужних системоутворювальних ЛЕП надвисокої напруги, що матимуть ієрархічно скоординоване управління, масштабних вугільних, гідро-, атомних і вітрових електростанцій. Крім того, китайські енергетики розгортають будівництво ліній передач постійного струму. За їхніми планами, наприкінці 2011 р. потужність таких ліній досягне 6400 МВт, а протяжність — понад 2000 км. Найближчим часом усі потужні енергосистеми Китаю працюватимуть через систему ввімкнення постійного струму, яка розділить державну енергосистему на секції з метою запобігання електричним збуренням і впливу перехідних режимів. Таким чином, статична і динамічна стійкість усієї системи буде піднесена на винятковий рівень, якого немає в жодній країні світу.

Дослівно висновок китайських енергетиків звучав так: *«Природні катаклізми деструктивно впливають на енергетичні системи і завжди будуть великим викликом країнам усього світу. Тож китайські енергетики з оптимізмом дивляться в майбутнє і сподіваються на зміцнення кооперації та взаємодії з рівноправним міжнародним співтовариством».*

Сподіваємося, що передбачені стратегією заходи докорінно і якісно змінять функціонування всієї державної енергосистеми Китаю і ми зможемо привітати китайських колеґ й подякувати їм за здійснення нашої давньої інженерної мрії, біля витоків якої стояли енергетики академіки Ю. Руденко і П. Непорожній.

ЗЕМЛЕТРУС І АВАРІЯ НА АЕС У ЯПОНІЇ

Японська аварія на КК АЕС у результаті землетрусу не мала значних наслідків для системи ТЕРСО — потужного енергетичного об'єднання, що обслуговує 43850000 населення країни на площі 39500 км², має лінії електропередач постійного струму, сполучені з о. Хоккайдо, потужність 5,1ГВт, щорічне споживання 64300 МВт/год. Японці планують подальше нарощування генерувальних потужностей і будівництво нових ліній на 275–500 кВ.

16 липня 2007 р. у країні відбувся сильний землетрус (6,8 балів за шкалою Ріхтера), унаслідок якого на КК АЕС відімкнулися два енергоблоки і виникла пожежа на одному трансформаторі 40 МА і ЛЕП — 500 кВ. Потужність АЕС становила 8212 МВт. Частота в системі впала до 49,17 Гц і відновилася через 8 хв. (рис. 3).

Рекомендації експертів

Насамперед ТЕРСО має докласти зусиль для виконання таких дій:

- якнайшвидшого відновлення атомних блоків;
- розроблення засобів управління на основі нових сейсмічних рішень;
- зберегти баланс генерації споживання літнього і зимового максимумів із урахуванням втрати блоків КК АЕС;
- удосконалити протиаварійну дії, зокрема посилити протипожежну безпеку устат-

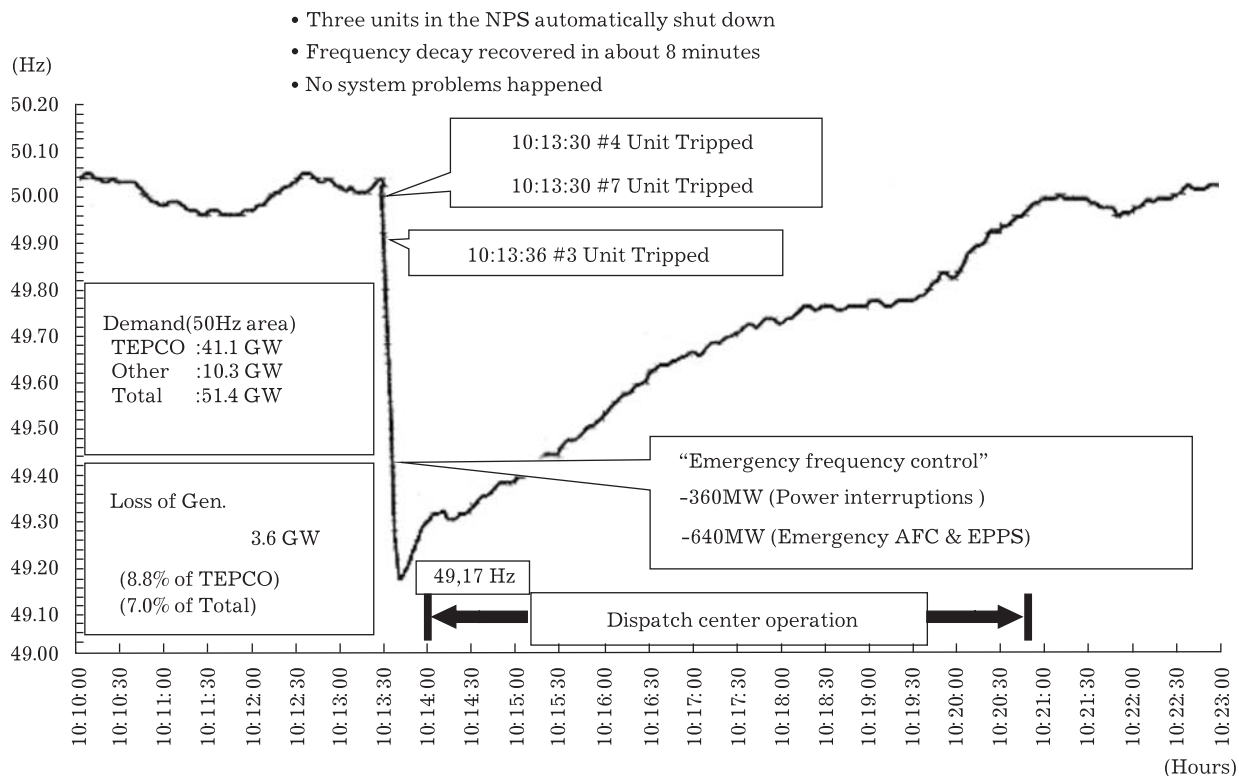


Рис. 3. Параметри функціонування ТЕРСО в аварійній ситуації

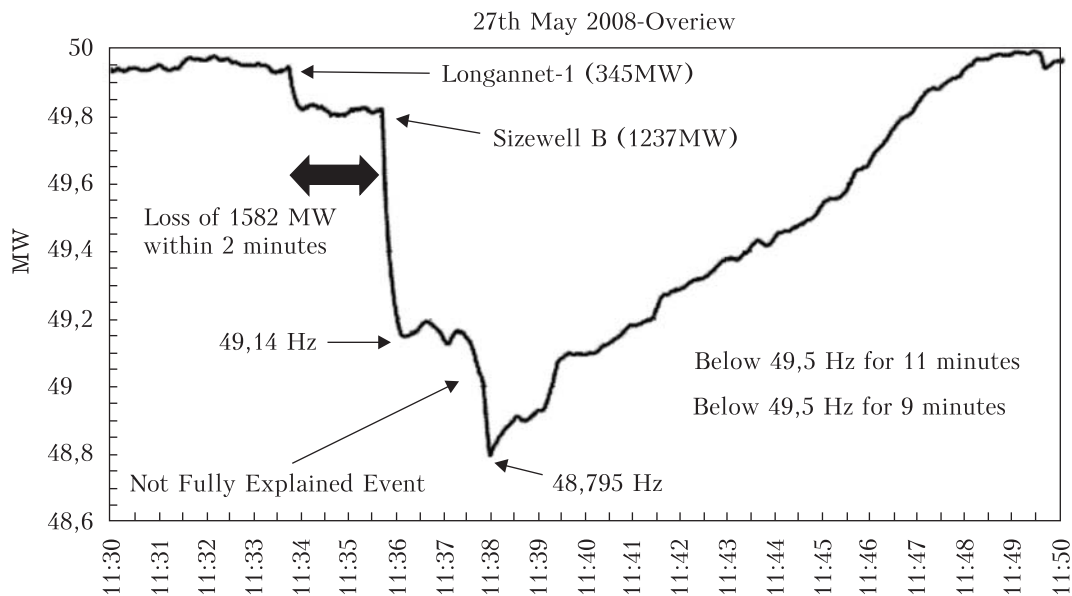


Рис. 4. Графік падіння частоти в електромережі Великобританії

кування, інформаційну й комунікаційні системи, підвищити швидкість, акуратність і точність рапортів;

— задіяне в сейсмічній зоні устаткування, що не є сейсмовитривалим, як-от реактор, але може знадобитися в аварійній ситуації (труби, адміністративні будівлі, комунікації тощо), потрібно захистити від загорання.

ДОПОВІДЬ АМЕРИКАНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИКІВ

Розміри американської енергетичної аварії у 2008 непорівнянні з масштабними помилками енергетиків США в попередні роки. Можемо лише дивуватися, що відключення однієї ЛЕП на 138 кВ спровокувало відключення решти 25 ЛЕП, 38 підстанцій, втрату 3800 МВт потужності й залишило знеструмленими 1,1 млн споживачів (3 млн населення). Ліквідацію аварії проведено доволі оперативно: 60% відновлено через 1 год., 90% — через 3 год., решту — впродовж 4–6 год.

Доповідачі визнали, що причиною аварії були помилки персоналу. Зауважимо, що події 2008 р. іще раз унаочнили недосконалість і неконструктивність протиаварійних заходів американських енергетиків.

ПОРУШЕННЯ ЧАСТОТИ НА ТУМАННОМУ АЛЬБІОНІ

27 травня 2008 р. у Великобританії сталося порушення частоти, про особливості якого розповів представник національної енергосистеми Ян Велч.

Пік зимового навантаження в країні становить 66 ГВт. За 2 хв. на двох станціях було втрачено 1600 МВт і зафіксовано мінімальну частоту 48,795 Гц.

Згідно із стандартами, втрата 1000 МВт не повинна призвести до зменшення частоти нижче за 49,5 Гц, мала б тривати не довше ніж 60 сек., а повернення до нормальних стандартів відбутися за 10 хв.

Національний захист енергосистеми споживачів, відімкненої через зниження час-

тоти (аналог наша АЧР) при втраті понад 1300 МВт, спрацьовує автоматично. Отже, британські енергетики гідно впоралися з коливаннями частоти, що показано на графіку її падіння (рис. 4), але чимало причин залишилися нез'ясованими.

ВИСНОВКИ І ПОРАДИ

1. Причина всіх розглянутих аварій — небалість керівного персоналу. Нехтуючи порадами енергетиків, не повно і не вчасно інформуючи громадськість та владу про критичний стан енергокомплексу, керівний персонал ставить країну перед сумним фактом аварії. Завдання енергетиків, їхній головний обов'язок — запобігати аваріям, а не мінімізувати їхні наслідки і збитки від порушення роботи енергосистем. Спроби обґрунтування неминучості системних аварій, доведення їхньої фатальності, маніпулювання статистичними даними мають антиінженерний і виправдувальний характер.

2. Розраховуючи співвідношення вартості енергопостачання та його надійності, варто вказувати сумарні втрати від знеструмлення, а також соціальні й політичні збитки.

3. Південноафриканська аварія має навчити нас критично ставитися до витривалості енергосистеми. У жодному разі не можна зменшувати резервні можливості системи як електричні, так і ресурсні.

Україні небезпечно працювати з мінімальними запасами палива на складах електростанцій, які б принципи влада при цьому не відстоювала: чи то мінімізація заморожування фінансових ресурсів, чи то полегшення роботи собі і постачальникам. Сьогодні чи завтра за цю короткозору політику доведеться заплатити, про що красномовно свідчить досвід вітчизняної і світової енергетики.

4. Аварія УСТЕ має застерегти нас від можливих наслідків запровадження ринкових відносин у торгівлі електроенергією.

Розв'язуючи завдання оптимального струмоморозподілу, у жодному разі не можна допустити зниження рівня статичної і динамічної стійкості енергосистеми, визначаючи на догоду ринку граничне завантаження системоутворювальних ЛЕП, якими б перевагами таке прагнення не підкріплювалося.

5. Необхідно оберігати й удосконалювати чинну систему жорсткої ієрархії в оперативному управлінні енергетикою з чіткою дисципліною виконання всіх диспетчерських команд, починаючи з рапортів і закінчуючи повтором розпоряджень. Не піддаватися ні на які демократичні приманки під гаслом проведення глибоких ринкових реформ.

Надійність енергетики набуває для нас надзвичайної актуальності через докорінне реформування російської енергосистеми, коли найпотужнішу й налагоджену протягом десятиріч ЄЕС Росії демонтують, а на зміну їй приходять численні аморфні приватні новоутворення. Як вони поводитимуться в аварійній ситуації, можемо тільки гадати.

6. Заходи, спрямовані на подолання наслідків китайської аварії, викликають певну заздрість у зв'язку із масштабністю підходу до боротьби з природними явищами, обсягами ресурсів, які спрямовує держава на енергетику. Викликає щире захоплення прагнення зміцнити надійність державної енергосистеми шляхом секціонування її через увімкнення постійного струму.

Деяко дивує відсутність навіть згадок про схеми розтоплення ожеледі й заміни повітряних ЛЕП кабельними.

7. Можна повністю проігнорувати і свій, і світовий протиаварійний досвід і далі працювати на мінімальних запасах палива, з гранично зношеним енергоукомплектуванням, не будувати нових електростанцій (особливо за світової економічної кризи, яка скоротить обсяги виробництва, а отже, і споживання електроенергії). Злочинною слід вважати втрату можливості для проведен-

ня масштабної реконструкції вітчизняної енергогалузі.

8. Уважне вивчення матеріалів сесії, їх аналіз мають для енергетиків України значний практичний інтерес. Особливо, якщо врахувати, що саме поняття «енергетична система» в нас знівельовано на догоду ринковому фундаменталізму, а вітчизняні найпотужніші енергосистеми, що є основою енергетики держави, багато років служили їй вірою і правдою, щобільше, не допустили жодної загальнонаціональної енергетичної аварії з повним розвалом енергосистеми, повністю демонтовано, а досвідчений персонал розігнано. Навіщо і чому? Кожному енергетикові відомо, що генерація електроенергії нікому не потрібна без ліній електропередач і навпаки. Це органічно нерозривні елементи єдиної системи.

9. Загальновідомо, що ліквідація енергосистем — найбільша стратегічна помилка, що призвела до критичної ситуації: за всі роки відсутності таких систем у державі не побудовано жодного пристойного енергооб'єкта.

10. Необхідно пам'ятати про унікальність (із знаком мінус) енергосистеми України — вона через теплоцентралі і котельні жорстко пов'язана з тепловими мережами діаметром до 1200 мм, якими подається гаряча вода. За таких умов каскадна аварія призводить до повного знеструмлення усіх споживачів. Варіанти розвитку подібних надзвичайних ситуацій у нас не вивчали — ця тема чекає своїх дослідників

* * *

На жаль, високопосадовці, енергетики і вітчизняні ЗМІ недостатньо інформують суспільство про світові енергетичні потрясіння. Але пригадаймо із вдячністю анти-

чних мислителів, які стверджували: усвідомлення нецтва — початок мудрості.

В. Склярів

КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД МАСШТАБНИХ АВАРІЙ В НАЦІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ СВІТУ. УРОКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Резюме

В огляді, підготованому за матеріалами сесії Міжнародної ради з електроенергетичних систем високої напруги (CIGRE), проаналізовано проблеми енергосектору в різних країнах світу. Розглядаючи масштабні аварії останніх років у національних енергетичних системах, автор вказує на причини, що призвели до них, подає хронологію аварійних робіт і наводить рекомендації фахівців щодо запобіжних заходів. Особливу увагу приділено досвіду, який може бути повчальним для вітчизняних енергетиків. Зазначено, що в Україні залишаються недослідженими можливі варіанти розвитку системних електричних аварій, і ця проблема потребує ґрунтовного вивчення.

Ключові слова: енергопостачання, знеструмлення, коефіцієнт встановленої потужності.

V. Sklyarov

CRITICAL REVIEW OF THE BIG SCALE ACCIDENTS IN THE WORLD NATIONAL POWER SYSTEMS. LESSONS FOR UKRAINE

Summary

In the review prepared on the materials of International Council of Large Electric Systems (CIGRE) session the problems of power energy field in different world countries are analyzed. Reviewing the big scale accidents of the latest years in national power systems the author points out the causes of these accidents, presents chronology of the accident works and gives recommendations of the specialists concerning preventive means. The main attention is focused on the experience that could be useful for national power specialists. It's indicated that the possible versions of systemic electrical power accidents are not investigated in Ukraine and this problem requires thorough study.

Key words: power supply, de-energization, coefficient of definite power.