

Інтелектуалізація електроенергетичних систем

*Навчально-методичний посібник,
Конспект лекцій*

*для підготовки студентів освітнього рівня «Магістр» в галузі
знань 14 «Електрична інженерія» спеціальністю 141
«Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»*

2019 р.

Автори:

Матвійчук В.А., Рубаненко О.Є., Рубаненко О.О., Гунько І.О.:
Інтелектуалізація електроенергетичних систем. Навчально-методичний посібник для підготовки студентів освітнього рівня «Магістр» в галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» – *Вінниця, видавничий центр ВНАУ: 2019 р. – 109 с.*

Рецензенти:

Анісімов В.Ф. – д.т.н., професор, професор кафедри двигунів внутрішнього згорання та альтернативних паливних ресурсів

Собчук Н.В. – к.т.н., доцент кафедри електричних станцій і систем ВНТУ

Коротка анотація

Навчально-методичний посібник містить конспект лекцій з навчальної дисципліни «Інтелектуалізація електроенергетичних систем» спрямований на організацію вивчення теоретичного матеріалу необхідного для майбутнього спеціаліста.

Рекомендовано до видання науково-методичною комісією ВНАУ
(протокол № __ від 28.02.2018 року)

Матвійчук В.А., Рубаненко О.Є., Рубаненко О.О., Гунько І.О.

Вінницький національний аграрний університет, 2019

ЗМІСТ

| | |
|---|-----------|
| ВСТУП | 6 |
| Лекція № 1. Тема: Загальні питання інтелектуалізації | 12 |
| 1 ВСТУПНА ЧАСТИНА | 13 |
| 1.1 Призначення | 13 |
| Вступ..... | 13 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА..... | 14 |
| 2.1 Загальні поняття | 14 |
| 2.2 Найбільш вагомі фактори впливу на швидкість розвитку Smart Grid..... | 16 |
| 2.3 Вихідні положення концепції Smart Grid за кордоном | 18 |
| 3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА..... | 19 |
| 3.1 Висновки | 19 |
| 3.2 Контрольні запитання..... | 19 |
| Лекція № 2 Тема: Нова електроенергетика..... | 20 |
| ВСТУПНА ЧАСТИНА | 21 |
| 1.1 Вимоги нової електроенергетики | 21 |
| ОСНОВНА ЧАСТИНА..... | 22 |
| 2.1 Функціональні характеристики нової енергетики..... | 22 |
| 2.2 Групи ключових технологічних областей , що забезпечують розвиток нової енергетики | 23 |
| 2.3 Групи технологій SMART GRIDS..... | 25 |
| ВИСНОВКИ..... | 31 |
| ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ | 31 |
| ЛІТЕРАТУРА | 33 |
| Лекція № 3 Тема: Прогноз розвитку ринків і технологій у сфері діяльності платформи | 34 |
| ВСТУПНА ЧАСТИНА | 35 |
| 1.1 Аналіз досліджень зарубіжних інститутів..... | 35 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1 Народного господарська ефективність розвитку інтелектуальної енергетики..... | 37 |
| 2.2 Найбільш значущі ефекти створення Smart Grid..... | 38 |
| ВИСНОВКИ..... | 42 |
| ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ | 42 |
| ЛІТЕРАТУРА | 43 |
| Лекція № 4 Тема: Загальні питання інтелектуалізації | 44 |
| 1 ВСТУПНА ЧАСТИНА | 47 |
| 1.1 Призначення | 47 |
| 1.2 Мета заняття | 47 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА..... | 47 |
| 2.1 Про загальносистемні ефекти, що мають значний вплив на балансову ситуацію в ЕЕС | 47 |
| 2.2 Вартісні оцінки витрат і ефектів при розвитку інтелектуальної енергетики в ЕЕС | 47 |
| 2.3 Функціональні характеристики Smart Grid | 55 |
| 2.4 Базові підходи ключових вимог в концепції Smart Grid..... | 58 |
| 2.5 Функціональні властивості енергосистеми на базі Smart Grid..... | 59 |
| 2.6 Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid..... | 64 |
| 2.7 Вимірювальні прилади та пристрої..... | 66 |
| 2.8 Інноваційні технології та компоненти електроенергетичної системи | 81 |
| 2.9 Інтегровані комунікації | 77 |
| 3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА..... | 80 |
| 3.1 Висновки | 80 |
| 3.2 Контрольні питання | 81 |
| ЛІТЕРАТУРА | 81 |
| Лекція № 5 Тема: Напрями досліджень і розробок, найбільш перспективні для розвитку в рамках платформи | 82 |

| | |
|--|-----------|
| 1 ВСТУПНА ЧАСТИНА | 84 |
| 1.1 Призначення | 84 |
| 1.2 Мета заняття | 84 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА | 84 |
| 2.1 Напрями досліджень і розробок, за якими учасники платформи зацікавлені координувати свої дії та здійснювати кооперацію один з одним на доконкурентній стадії | 84 |
| 2.2 Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогоднішньої енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid | 84 |
| 2.3 Цілі і завдання технологічної платформи, уточнені, актуалізовані виходячи зі складу і структури напрямків кооперації на доконкурентній стадії | 86 |
| 2.4 Групи технологій, які передбачається розвивати в рамках технологічної платформи. | 86 |
| 3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА | 87 |
| 3.1 Висновки | 87 |
| 3.2 Контрольні питання | 87 |
| ЛІТЕРАТУРА | 88 |
| Лекція № 6 Тема: Розробка інтелектуальних технологій і засобів моніторингу | 86 |
| 1 ВСТУПНА ЧАСТИНА | 91 |
| 1.1 Призначення | 91 |
| 1.2 Мета заняття | 91 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА | 91 |
| 2.1 Обладнання та програмно - апаратні комплекси для інтелектуальних енергетичних систем..... | 91 |
| 3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА | 93 |
| 3.1 Висновки | 93 |
| 3.2 Контрольні питання | 93 |

| | |
|---|------------|
| ЛІТЕРАТУРА | 93 |
| Лекція № 7 Тема: Технологічні платформи | 95 |
| ВСТУПНА ЧАСТИНА | 96 |
| 1.1 Поняття « технологічних платформ». Європейський досвід | 96 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА | 96 |
| 2.1 Європейський досвід ТП | 96 |
| 2.2 Основні принципи формування російських технологічних платформ | 98 |
| 2.3 Принципи РТП..... | 99 |
| 2.4 Цілі РТП | 100 |
| ВИСНОВКИ..... | 100 |
| ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ | 100 |
| ЛІТЕРАТУРА | 100 |
| Лекція № 8 Тема: Розвиток технологічних платформ | 103 |
| ВСТУПНА ЧАСТИНА | 104 |
| 1.1 Розвивиток п'яти груп ключових проривних технологій | 104 |
| 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА..... | 104 |
| 2.1 Першочергові заходи в рамках ТП..... | 104 |
| 2.2 Сектора економіки, в яких затребувана розподілена енергетика | 105 |
| 2.3 Цілі і завдання | 105 |
| 2.4 Основні технологічні напрямки..... | 106 |
| ВИСНОВКИ..... | 106 |
| ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ | 107 |
| ЛІТЕРАТУРА | 108 |

ВСТУП

С.П. Денисюк, д-р техн. наук, професор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» в своїй статті на тему «Технологічні орієнтири реалізації концепції SmartGrid в електроенергетичних системах», яка опублікована в журналі «Енергетика: економіка, технології, екологія» [1] зазначив, що світовий попит на електроенергію щороку збільшується в середньому на 2,2 % та зросте, згідно з прогнозами аналітиків, з 20300 ТВт/го д. сьогодні до 33000 ТВт/год. у 2030 році. Запаси органічного палива скорочуються, хоча воно як і раніше є основним джерелом енергії, забезпечуючи близько 85 % світової потреби [2, 3]. Істотні зміни в світовій енергетиці останніх років, такі як: ускладнення топології енергосистем, збільшення частки відновлюваних джерел енергії, розвитку конкурентного ринку електроенергії, призводять до того, що зміни основних параметрів режиму і різних характеристик ОЕС – набувають непередбачуваного, різкозмінного характеру.

Вирішити проблеми енергозабезпечення допоможуть інтелектуальні електроенергетичні системи (ІЕС) [4–17]. У США, Європейському Союзі, Канаді, Китаї концепція Smart Grid є по суті державною політикою технологічного розвитку електроенергетики майбутнього.

Загальноприйнятого визначення інтелектуальних енергетичних систем (Smart Grid) в даний час в світі не існує. Англійська аббревіатура SMART розшифровується як Self Monitoring Analysis and Reporting Technology, тобто технологія, яка передбачає самомоніторинг і можливість передачі результатів моніторингу. В іноземній практиці використовуються також поняття Future Grid, Empowered Grid, Wise Grid, Modern Grid, IntelliGrid. Термін «інтелектуальна мережа» (Smart Grid) став відомий з 2003 року, коли він з'явився в статті «Попит надійності буде керувати інвестиціями» Майкл Т. Burr [18]. У 1951 р. вчений Д. Мак-Кей ввів поняття самокерованих машин

(такого поняття, як «штучний інтелект» тоді ще не було). За визначенням Д. Мак-Кея у навчання входить спостереження і керування власною ціленаправленою поведінкою [19, 20]. Ці функції, безумовно, є характерними для сучасної інтелектуальної системи, у тому числі і в електроенергетиці. З точки зору техніки найбільш цікавим і змістовним є визначення системи, дане академіком П.К. Анохіним: «Системою можна назвати тільки такий комплекс вибірково залучених компонентів, у яких взаємодія та взаємовідношення приймають характер взаємодії компонентів на отримання фокусованого корисного результату» [19]. При цьому «фокусований корисний результат» можна розглядати як досягнення мети функціонування системи. Таке визначення системи пов'язує її з цілеспрямованою активністю. Інтелект з точки зору технічних систем слід розглядати як поєднання здатності передбачення середовища з можливістю вибору відповідної реакції з множини альтернатив з урахуванням результату передбачення і поставленої мети. Вважається доцільним визначати інтелект в термінах поведінки системи (живої або штучної), що прагне до мети, та вимірювати ступінь її інтелекту щодо адекватності рішень, які нею приймаються. При відсутності мети прийняття рішень безпредметно і термін «інтелект» не має сенсу.

Згідно документу «Strategic research agenda of EPoSS – the European Technology platform on Smart Systems integration» [15] Smart Systems є самодостатніми інтелектуальними технічними системами або підсистемами з розширеною функціональністю, що включає у загальному випадку базові мікро-, нано- та біосистеми та інші компоненти. Вони здатні відчувати, діагностувати, описати, оцінити та керувати у даній ситуації, їх робота посилюється завдяки їх здатності до взаємодії одна з однією щодо вирішення, виявлення та відпрацювання збурення. Вони відрізняються високою надійністю, часто мініатюрні, мережоподібні, інтелектуальні та енергетично автономні. Smart Systems є автономними або співпрацюючими системами та об'єднують моніторинг (сенсорні датчики), актуалізацію та

інформатику (зв'язок), щоб допомогти користувачам або іншим системи виконувати свою роль.

Три покоління Smart Systems, наведені нижче, не обов'язково слідують один за одним у часі (номенклатура «покоління» в даному випадку означає підвищення рівня з «інтелектуальності» та автономності, а не слідування одного покоління з іншого):

1-е покоління Smart Systems – включають зондування та / або актуалізацію в якості обробки сигналів або можливих дій;

2-е покоління Smart Systems – дозволяють прогнозувати і самонавчатися;

3-є покоління Smart Systems – моделювати людське сприйняття / пізнання.

Нижче представлена еволюція мережевих архітектур і відповідних технологій [3]:

– забезпечення зв'язку: цифровий доступ до інформації (Пошта, Web-браузер, Пошук);

– мережева економіка: автоматизація бізнес процесів (Електронна комерція, Електронна взаємодія (API), Автоматизація (ERP / CRM / SCM / OSS / BSS));

– ефект присутності: цифрова взаємодія (Бізнес & Соціальне середовище – Соціальні мережі, Мобільні додатки, Хмарні технологи, Відео);

– Internet of Things: цифровий світ (Підключені до мережі: Люди, Процеси, Дані, Речі).

Наведемо окремі визначення інтелектуальної мережі Internet of Things в трактуванні окремих світових компаній [2, 3]:

– McKinsey & Company: сенсори і електромеханічні пристрої вбудовані в фізичні об'єкти (від дорожньої інфраструктури до кардіостимуляторів), з'єднані між собою за допомогою дротової і бездротової інфраструктури зв'язку;

– Accenture: «речі», з'єднані з мережею Інтернет у будь-який час, в будь-якому місці; інтеграція сенсорів і пристроїв в об'єкти повсякденного життя, які підключені до Інтернету за допомогою фіксованого зв'язку;

– Gartner: мережа з фізичних об'єктів, до якої можна отримати доступ за допомогою Інтернет та яка містить вбудовані технології, що є визначальними і взаємодіють з їх внутрішнім станом або навколишнім середовищем;

– SAP: фізичні об'єкти, об'єднані в рамках інформаційної мережі та активно беруть участь у бізнес- процесах і технологічних процесах;

– AT&T: бездротовий зв'язок з об'єктами реального світу;

– ITU: з'єднання повсякденних речей і пристроїв з електронними мережами.

Незважаючи на існування низки визначень концепції ІЕС, їх можна узагальнити, визначивши інтелектуальну енергосистему як об'єднання енергетичної інфраструктури і впроваджених / розподілених інформаційно-комунікаційних технологій (програмного забезпечення, автоматизації, обробки інформації). З'єднання двох інфраструктур забезпечує наявність необхідного «інтелекту». Даний інтелект може бути представлений на різних рівнях мережі (генерація, мережеве програмне забезпечення, споживання, моніторинг та керування). Три базові принципи Smart Grid: безпечність, стандартизація, інтеграція. За поняттям «інтелектуальна енергетика» стоїть щось більше, ніж глибока інформатизація та автоматизація обладнання і процесів. Інтелектуальна енергетика це технологічний пакет, що забезпечує перехід до нового технопромислового та соціокультурного укладу.

Література:

1. Денисюк С.П. Технологічні орієнтири реалізації концепції SmartGrid в електроенергетичних системах / С.П/ Денисюк // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2014. – № 1. – С. 7–20.

2. www.oe.energy.gov/smartgrid.htm
3. www.smartgrids.eu
4. Кобец Б. Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SmartGrid . – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
5. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення // Техн. електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44–50.
6. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Розвиток інтелектуальних електричних мереж України на основі положень концепції Smart Grid // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. Спец. вип. – К.: ІЕД НАН України, 2012. – С. 5–13.
7. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні // Техн. електродинаміка. – 2012. – № 5. – С. 52–67.
8. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П. Інтелектуальні електричні мережі: світовий досвід і перспективи України // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. Спец. вип. Ч. 1. – К.: ІЕД НАН України, 2011. – С. 5–20.
9. 10 steps to Smart Grids // Union of the Electricity Industry. – EURELECTRIC, 2011.
10. European SmartGrids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity. – 2006, 44 p. [Electronic resource] – Mode of access: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/smartgrids_en.pdf
11. EPRI's IntelliGridSM initiative. [Electronic resource] – Mode of access: <http://intelligrid.epri.com>
12. Global Smart Grid Federation Report. – GSGF, 2012. – 44 p.
13. Grid 2030: A national vision for electricity's second 100 years. – Office of Electric Transmission and Distribution, United States Department of Energy. – July 2003. – 89 p.

14. Smart Grid projects in Europe: lessons learned and current developments. – European Union, 2011. – 118 p.
15. Strategic Research Agenda Update of the Smart Grids. SRA 2007 for the needs by the year 2035. – 2012. 72 p. [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.smartgrids.eu/documents/sra2035.pdf>
16. Technology Roadmap Smart Grids. – Paris: OECD/IEA, 2011. – 52 p.
17. The Modern Grid Initiative Version 2.0, Conducted by the National Energy Technology Reliability, January 2007. [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.netl.doe.gov/smartgrid/>
18. Burr M. T. Reliability demands drive automation investments. – Public Utilities Fortnightly, Technology Corridor department, Nov. 1, 2003. <http://www.fortnightly.com/fortnightly/2003/11/technology-corridor>
19. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем; 1973 год (<http://www.raai.org/library/books/anohin/anohin.htm>).
20. Егоров А.А. Интеллектуальная энергетика: мифы и реальность // Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2011. – № 12. – С. 15–22.

Лекція № 1

Тема: **Загальні питання інтелектуалізації**

| | | |
|--------------------|----------|---|
| Курс: | 1 | Інтелектуалізація ЕЕС |
| Заняття: | 1 | <i>Поточні тенденції розвитку ринків і технологій у сфері діяльності платформи Smart Grid</i> |
| Вид заняття | | Теоретичне |

ЗМІСТ Лекції № 1

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 *Призначення*

1.2 *Вступ*

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 *Загальні поняття*

2.2 *Найбільш вагомі фактори впливу на швидкість розвитку Smart Grid*

2.3 *Вихідні положення концепції Smart Grid за кордоном*

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 *Висновки*

3.2 **Контрольні питання**

ЛІТЕРАТУРА

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення

Конспект заняття призначений для викладача при підготовці і проведенні заняття, а також для самостійної підготовки студентів. Дане заняття призначене для надання студентам теоретичних знань про сучасні тенденції розвитку ринків і технологій у сфері діяльності платформи Smart Grid.

Вступ

В останнє десятиліття в передових країнах світу розвиваються технології Smart Grid, які розглядаються як основа модернізації та інноваційного розвитку електроенергетики.

Новітні технології, застосовувані в мережах, засновані на адаптації характеристик обладнання в залежності від режимної ситуації, активна взаємодія з генерацією та споживачами дозволяють створювати ефективно функціонуючу систему, в яку вбудовуються сучасні інформаційно-діагностичні системи, системи автоматизації управління всіма елементами, включеними в процеси виробництва, передачі, розподілу та споживання електроенергії.

Електрична мережа з пасивного пристрою передачі і розподілу електроенергії перетворюється в активний елемент, параметри і характеристики якої змінюються залежно від вимог режимів роботи в реальному часі, в якій всі суб'єкти електроенергетичного ринку (генерація, мережа, споживачі) приймають активну участь у процесах передачі і розподілу електроенергії.

Для реалізації цієї нової функції мережі оснащуються сучасними швидкодіючими пристроями силової електроніки та електричними машинами, системами, що забезпечують отримання інформації в режимі on-line про режими роботи мережі і стан обладнання. У мережах і у споживача знаходять широке застосування різного роду накопичувачі (акумулятори) електричної енергії, а споживачі стають активними учасниками процесу розподілу та споживання електроенергії.

Мережі оснащуються сучасними системами автоматизації управління нормальними і аварійними режимами роботи, використовуються потужні комп'ютерні засоби для управління та оцінки стану режимів роботи.

Для цілей досягнення енергоефективності, зниження втрат, окрім застосування сучасного економічного обладнання і технологій застосовуються і проривні технології, такі як використання явища високотемпературної надпровідності .

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Загальні поняття

В останнє десятиліття у всьому світі інтенсивно розвивається напрямок науково-технологічного інноваційного перетворення електроенергетики на базі нової концепції, що отримала назву Smart Grid, інтерпретоване в різних перекладах, в основному, як – «інтелектуальна (розумна) мережа (енергосистема)».

Основними ідеологами розробки такої концепції виступили США і країни Європейського Союзу (ЄС), що прийняли її як основу своєї національної політики енергетичного та інноваційного розвитку. У подальшому концепція Smart Grid отримала визнання і розвиток практично у всіх великих індустріально розвинених країнах, де розгорнуто широкий спектр діяльності в цьому напрямку.

Найбільш масштабні програми і проекти розроблені і реалізуються в США та країнах Євросоюзу, Канаді, Австралії, Китаї та Кореї: так, наприклад, в США така програма має статус національної і здійснюється за прямої підтримки політичного керівництва країни, а в країнах Європейського Союзу для координації робіт і вироблення єдиної стратегії розвитку електроенергетики в 2004 році створена технологічна платформа Smart Grids - «Європейська енергетична система майбутнього», кінцевою метою якої є розробка і реалізація програми розвитку Європейської енергетичної системи до 2020 року і далі.

Smart Grid розглядається за кордоном, насамперед, як концепція інноваційного перетворення електроенергетики на основі цілісної системи бачення її ролі і місця в сучасному і майбутньому суспільстві, визначальні вимоги до неї, підходи до забезпечення цих вимог, принципів і способів здійснення і необхідного технологічного базису для реалізації, в якій новим технологіям і пристроям відводиться роль одного з основних способів та інструментів його здійснення.

В основу концепції покладена цілісна і всебічно узгоджена в суспільстві система поглядів на роль і місце електроенергетики на перспективу, цілей та вимог до її розвитку, підходів до їх здійснення, принципів і способів реалізації та створення необхідного технологічного базису. Найбільш виразно і повно це сформульовано в основоположних матеріалах, представлених державними структурами ЄС і США.

Причини виникнення нової концепції пов'язані, в першу чергу, з тим, що останні десятиліття прогнозований розвиток у всьому світі характеризується виникненням цілого ряду факторів, що визначають необхідність кардинальних перетворень в електроенергетиці:

- Постійне підвищення вартості електроенергії в усьому світі;
- Необхідність підвищення енергетичної та екологічної ефективності електроенергетики;

- Зростання вимог споживачів до надійності і якості електропостачання
поява прогресивних технологій в результаті НТП, що не знайшли належного
застосування в сучасній електроенергетиці;

- Зниження надійності енергопостачання;

- Зміна умов функціонування ринків електроенергії та потужності.

Виходячи з цього, за кордоном був проведений глибокий аналіз
можливих шляхів розвитку електроенергетики, результати якого показали
наявність серйозних обмежень можливостей розвитку галузі, в рамках
колишньої екстенсивної концепції, заснованої переважно на поліпшенні
окремих видів обладнання і технологій, що володіють навіть більш
досконаліми порівняно з досягнутими на сьогодні функціями і
характеристиками.

2.2 Найбільш вагомі фактори впливу на швидкість розвитку Smart Grid

Як найбільш значущі чинники розглядалися :

- Обмеженість можливості подальшого нарощування, як обсягів, так і
підвищення ефективності генеруючих потужностей, в т.ч. і в силу
вичерпності в довгостроковій перспективі не поновлюваних видів палива, а
також і появи істотних екологічних обмежень, стримування розвитку
мережевої інфраструктури, в першу чергу, в районах з високою щільністю
населення, все більш зростаючими техногенними та інфраструктурними
ризиками розвитку;

- Низький потенціал підвищення ефективності використання ресурсів :
існуюча технологічна база енергетики практично вичерпала можливості
підвищення продуктивності обладнання;

- Обмеженість інвестиційних ресурсів для будівництва нових
енергетичних об'єктів і розвитку мережевої інфраструктури.

Результати досліджень за кордоном показали, що облік всіх чинників розвитку електроенергетики в майбутньому вимагає зміни принципів і механізмів її функціонування, здатних забезпечити суспільний розвиток, проривне підвищення споживчих властивостей та ефективності використання енергії. Основні чинники, що визначаються необхідністю змін у розвитку електроенергетики показані на рис.1.1

Це рішення зажадало розробки нової концепції інноваційного розвитку електроенергетики, яка, з одного боку, відповідала б сучасним поглядам, цілям і цінностям соціального і суспільного розвитку, що формуються і очікуваними потребами людей і суспільства в цілому, а, з іншого, максимально враховувала основні тенденції та напрямки науково-технічного прогресу у всіх галузях, сферах життя і діяльності суспільства. Такою концепцією і стала Smart Grid.



Рисунок 1.1 - Основні чинники, що визначаються необхідністю змін у розвитку електроенергетики

Слід зазначити, що публічно представлені на сьогодні розроблені підходи і варіанти концепції не сприймаються як щось закінчене і нормативно зафіксоване - їх розвиток, конкретизація і апробація ставиться за кордоном як одне з основних завдань.

2.3 Вихідні положення концепції Smart Grid за кордоном

Проведений в рамках дослідження аналіз зарубіжного досвіду дозволив сформулювати наступні вихідні положення, прийняті при розробці та розвитку концепції Smart Grid за кордоном:

1. Концепція Smart Grid передбачає системне перетворення електроенергетики (енергосистеми) і зачіпає всі її основні елементи: генерацію, передачу і розподіл (включаючи і комунальну сферу), збут і диспетчеризацію;

2. Енергетична система розглядається в майбутньому як подібна мережі Інтернет інфраструктура, призначена для підтримки енергетичних, інформаційних, економічних і фінансових взаємовідносин між усіма суб'єктами енергетичного ринку та іншими зацікавленими сторонами;

3. Розвиток електроенергетики має бути спрямований на розвиток існуючих і створення нових функціональних властивостей енергосистеми і її елементів, що забезпечують найбільшою мірою досягнення ключових цінностей нової електроенергетики, вироблених в результаті спільного бачення усіма зацікавленими сторонами цілей і шляхів її розвитку;

4. Електрична мережа (всі її елементи) розглядається як основний об'єкт формування нового технологічного базису, що дає можливість істотного поліпшення досягнутих та створення нових функціональних властивостей енергосистеми;

5. Розробка концепції комплексно охоплює всі основні напрямки розвитку: від досліджень до практичного застосування та тиражування і повинна вестися на науковому, нормативно-правовому, технологічному, технічному, організаційному, управлінському та інформаційному рівнях.

6. Реалізація концепції носить інноваційний характер і дає поштовх до переходу до нового технологічного укладу в електроенергетиці та в економіці в цілому.

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 Висновки

Виходячи з цього, за кордоном був проведений глибокий аналіз можливих шляхів розвитку електроенергетики, результати якого показали наявність серйозних обмежень можливостей розвитку галузі, в рамках колишньої екстенсивної концепції, заснованої переважно на поліпшенні окремих видів обладнання і технологій, що володіють навіть більш досконалими порівняно з досягнутими на сьогодні функціями і характеристиками.

3.2 Контрольні запитання

1. Що означає аббревіатура Smart?
2. В що перетворюється електрична мережа завдяки впровадженню концепції Smart Grid?
3. Чим оснащуються електричні мережі для реалізації концепції Smart Grid?
4. Які вам відомі поточні тенденції розвитку ринків і технологій у сфері діяльності платформи Smart Grid?
5. Які вам відомі чинники, що визначають необхідність кардинальних перетворень в електроенергетиці?

Лекція № 2

Тема: **Нова електроенергетика**

Курс: *1* **Інтелектуалізація ЕЕС**

Заняття: *1* **Вимоги нової електроенергетики**

Вид заняття Теоретичне

ЗМІСТ

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1. Вимоги нової електроенергетики

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 *Функціональні характеристики нової енергетики*

2.2 *Групи ключових технологічних областей , що забезпечують розвиток нової енергетики*

2.3 *Групи технологій SMART GRIDS*

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 *Висновки*

3.2 **Контрольні питання**

ЛІТЕРАТУРА

ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Вимоги нової електроенергетики

У рамках концепції Smart Grid різноманітність вимог усіх зацікавлених сторін (держави, споживачів, регуляторів, енергетичних компаній, збутових і комунальних організацій, власників, виробників обладнання та ін.) зведена до групи так званих ключових вимог (цінностей) нової електроенергетики, сформульованих як:

доступність-забезпечення споживачів енергією без обмежень залежно від того, коли і де вона їм необхідна, і залежно від оплачуваної якості;

надійність – можливість протистояння фізичним і інформаційним негативним впливам без тотальних відключень або високих витрат на відновлювальні роботи, максимально швидке відновлення (самовідновлення) ;

економічність – оптимізація тарифів на електричну енергію для споживачів і зниження загальносистемних витрат;

ефективність – максимізація ефективності використання всіх видів ресурсів і технологій при виробництві, передачі, розподілі та споживанні електроенергії;

органічність взаємодії з навколишнім середовищем – максимально можливе зниження негативних екологічних впливів

безпека – недопущення ситуацій в електроенергетиці, небезпечних для людей і навколишнього середовища.

Принципово новим тут є те, що всі висунуті ключові вимоги (цінності) передбачається розглядати як рівноправні, і ступінь їх пріоритетності, рівня і

співвідношення не є загальними, нормативно зафіксованими для всіх, а можуть визначатися і здійснюватися для кожного розглянутого суб'єкта енергетичних відносин (енергокомпанія, регіон, місто, домогосподарство і т.п.) по суті індивідуально.

У такій постановці завдання розвитку енергетики з переважно балансової трансформується в завдання створення , розвитку та надання споживачеві і суспільству в цілому, свого роду, «меню» енергетичних можливостей .

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Функціональні характеристики нової енергетики

У рамках концепції Smart Grid для досягнення ключових вимог (цінностей) передбачається розвиток наступних функціональних характеристик:

1 . Самовідновлення при аварійних збуреннях : енергосистема та її елементи повинні постійно підтримують своє технічний стан на необхідному рівні шляхом ідентифікації, аналізу та переходу від управління за фактом збурення до попередження аварійного пошкодження.

2. Мотивація активної поведінки кінцевого споживача: забезпечення можливості самостійного зміни споживачами обсягу і споживчих характеристик (рівня надійності, якості тощо) одержуваної енергії на підставі балансу своїх потреб і можливостей енергосистеми з використанням інформації про характеристики цін, обсягів, надійності, якості та ін.

3. Опір негативним впливам: наявність спеціальних методів забезпечення стійкості та живучості , що знижують фізичну та інформаційну вразливість всіх складових енергосистеми і сприяють як запобіганню, так і

швидкому відновленню її після аварій відповідно до вимог енергетичної безпеки.

4 . **Забезпечення надійності та якості електроенергії** шляхом переходу від системно - орієнтованого підходу (System-based approach) до забезпечення цих властивостей до клієнтоорієнтованої (Customer-based), і підтримці різних рівнів надійності та якості енергії в різних цінових сегментах.

5. **Різноманіття типів електростанцій і систем акумулювання електроенергії** (розподілена генерація): оптимальна інтеграція електростанцій і систем акумулювання електроенергії різних типів і потужностей шляхом підключення їх до енергосистеми за стандартизованими процедурами технічного приєднання та перехід до створення «мікроенергосистем» (Microgrid) на стороні кінцевих користувачів.

6. **Розширення ринків потужності та енергії до кінцевого споживача:** відкритий доступ на ринки електроенергії активного споживача і розподіленої генерації, який сприяє підвищенню результативності та ефективності роздрібного ринку.

7. **Оптимізація управління активами:** перехід до віддаленого моніторингу виробничих активів в режимі реального часу, інтегрованому в корпоративні системи управління , для підвищення ефективності оптимізації режимів роботи та вдосконалення процесів експлуатації, ремонтів та заміни обладнання за його станом, і, як наслідок, забезпечення зниження загальносистемних витрат.

2.2 Групи ключових технологічних областей , що забезпечують розвиток нової енергетики

Реалізація висунутих ключових вимог і здійснення функціональних властивостей розглядаються в рамках концепції Smart Grid з позицій

ідентифікації забезпечення їх ключових (базових) технологічних областей і технологій або технологічного базису, що вимагають відповідного інноваційного розвитку.

Під технологічним базисом тут розуміється сукупність технологій, що дозволяють забезпечувати узгоджену структуру проміжних і кінцевих продуктів і послуг на певному етапі розвитку галузі. У концепції Smart Grid при формуванні технологічного базису за кордоном розглядається як необхідне питання забезпечення технологічної наступності переходу від існуючої технологічної бази енергетики до нової з мінімально можливими витратами.

У США та Європейському Союзі рішення цих проблем передбачається шляхом створення якогось нормативного поля, формованого у вигляді широкої системи стандартів і вимог до функцій, елементів, пристроїв, системі взаємодій і т.д. (так, наприклад, в США планується розробка більш 100 видів стандартів), в рамках яких розробникам і виробникам надано право і можливість створення пропозиції, а користувачам (енергетичним компаніям і споживачам) – формування «своєї» Smart Grid, як вони це для себе бачать (принцип або ефект пазла). Характеристики необхідні для досягнення ключових вимог Smart Grid показані на рис.2.1.



Рисунок 2.1 – Характеристики необхідні для досягнення ключових вимог Smart Grid

З метою створення нового, інноваційного технологічного базису енергетики були сформовані п'ять груп ключових технологічних областей , що забезпечують , проривний характер:

- **Вимірювальні прилади і пристрої**, що включають, в першу чергу, smart лічильники та smart-датчики;

- **Удосконалені методи управління** : розподілені інтелектуальні системи управління та аналітичні інструменти для підтримки комунікацій на рівні об'єктів енергосистеми , що працюють в режимі реального часу і дозволяють реалізувати нові алгоритми та методики управління енергосистемою , включаючи управління її активними елементами

- **Вдосконалені технології і компоненти електричної мережі** : гнучкі передачі змінного струму FACTS , постійний струм , надпровідні кабелі , напівпровідникова , силова електроніка , накопичувачі та ін

- **Інтегровані інтерфейси і методи підтримки прийняття рішень** , управління попитом , розподілена система моніторингу і контролю (DMCS) , розподілена система поточного контролю за генерацією (DGMS) , автоматична система вимірювання протікають процесів (AMOS), і т.д. , а також нові методи планування і проектування як розвитку, так і функціонування енергосистеми та її елементів .

- **Інтегровані комунікації** , які дозволяють елементам перших чотирьох груп забезпечувати взаємозв'язок і взаємодію один з одним , що і представляє, по суті , Smart Grid як технологічну систему.

2.3 Групи технологій SmartGrids

Моніторинг активності в електромережній сфері за кордоном показує , що рівень інноваційності прийнятих рішень в розподільному комплексі вище , ніж в передачі високої напруги.

Це пояснюється цілою сукупністю чинників , і насамперед , це наслідок необхідності приєднання ВДЕ і розподіленої генерації , а також

безпосереднім зв'язком зі споживачем. Проте, мережі високої напруги є найважливішою складовою концепції Smart Grid, що підтверджується широким спектром пілотних проєктів та інноваційних рішень у цій області.

В даний час в секторі магістральних мереж найбільше поширення і розвиток отримали наступні групи технологій (табл.1):

Таблиця 1

Ключові технології, що розвиваються у секторі магістральних мереж за кордоном

| | |
|--|---|
| Інноваційні компоненти технологій | Технології акумулювання електроенергії |
| | Технології надпровідності |
| | Струмообмежуючі пристрої |
| | Технології цифрової підстанції |
| | Технології передачі електроенергії постійним струмом |
| | Технології керованих електропередач змінного струму |
| Системи моніторингу і захисту від зовнішніх пошкоджень | Технології контролю і захисту від зовнішніх дій |
| | Технології моніторингу і діагностики електричних мереж |
| Системи управління | Технології адаптивного автоматизованого та автоматичного управління |
| | Технології інтелектуального управління |

Виділимо лише кілька типових пілотних проєктів у магістральних мережах, реалізованих за кордоном:

1. **Мультирівневі технології VSC (Voltage - Sourced Converter)** для передачі електроенергії. Siemens Energy, США і Німеччина.

Інноваційні рішення HVDC (High Voltage Direct Current) і FACTS (Flexible AC Transmission Systems), що реалізуються в рамках проекту , забезпечують адаптацію до нових викликів розумною мережі . Нові технології силової електроніки з самокомутіруючимися конвертерами забезпечують вдосконалені технічні характеристики , такі як незалежний контроль активної та реактивної потужності , здатність постачати слабкі або пасивні мережі , а також менші вимоги по простору для розміщення VSC став стандартом для самокомутіруючихся конвертерів і буде все більше використовуватися в системах високого напруги в майбутньому.

2 . Розробка технології оперативного контролю для автономних енергосистем. , Central Research Institute of the Electric Power Industry (CRIEPI) , (Tokyo) .)

Цей проект є частиною програми впровадження автономних енергосистем , метою якої є забезпечення підключення і ефективна експлуатація розподіленої генерації , запобігаючи вплив на якість електропостачання і безпеку. Метою проекту є демонстрація методу безперервного електропостачання в умовах ізольованого функціонування високовольтної секції мережі , використовуючи Loop Power Control , а також розробка і демонстрація ізольованого функціонування розподільної мережі низької напруги з ВДЕ , акумуляторами електроенергії і технологією відключення окремої споживчої навантаження. Були проведені демонстраційні випробування , які підтвердили , що в результаті застосування розробленого методу ізольоване функціонування всієї мережі низької напруги може тривати під час аварій , не допускаючи відключень у домашніх споживачів .

3 . « Strong Smart Grid ». Проект китайської мережевої компанії State Grid спільно з McKinsey :

State Grid планує розгорнути систему Смарт Грід , в яку з в нього входить передача надвисокої напруги (UHV) з удосконаленими обліковими приладами (АМІ) і модернізованими мережевими пристроями до 2020 року .

Пристроєм мережі надається особливе увагу в короткостроковому періоді , оскільки Китай планує розвинути систему передачі на надвисокому напрузі , щоб поліпшити передачу напруги з енергонадлишкових центральних і західних районів в енергодефіцитні райони узбережжя.

Журнал Transmission & Distribution World та консалтингова компанія Black & Veatch провели глобальне дослідження, спрямоване на оцінку спрямованості електромережних компаній в галузі розвитку Smart Grid (Black & Veatch і T & D World опитали представників 91 компанії).

Близько 80 % респондентів планують реалізовувати проекти по створенню інтелектуальної мережі , вважаючи підвищення надійності головним чинником, що обумовлює актуальність цього завдання , і зниження операційних витрат другого за значимістю фактором. Близько 23 % респондентів вказали , що вони планують витратити на реалізацію проектів Smart Grid від 5 до 10 млн. дол , 21 % заявили обсяг інвестицій від 1 до 5 млн. дол Переважна більшість опитаних (79 %) назвали розвиток систем автоматизованого комерційного обліку енергоресурсів першочерговим завданням на шляху до Smart Grid . Також відзначається висока позиція систем автоматизації розподільних мереж і систем управління та моніторингу навантаження в рейтингу технологій інтелектуальних мереж .

Концепція Smart Grid не має за кордоном кордонів між передачею і розподілом електроенергії, тому що в перспективі буде поступово стиратися межа , що базується на режимах роботи. Завдання, визначені зарубіжними країнами для впровадження концепції Smart Grid в сфері магістральних мереж :

- Оцінка безпеки магістральних електромереж в режимі реального часу
- інноваційні рішення для потреб аналізу безпеки в режимі реального часу енергосистем з високим навантаженням і для застосування в динамічних розрахунках при прийнятті рішень в режимі реального часу;

- Оцінка стану передавальних електромереж - нові прийоми для забезпечення якості і точності даних про енергосистемі в режимі реального часу (наприклад , більш широке застосування технології WAMS) ;

- Підвищення безпеки передавальних електромереж - нові прийоми в підвищенні безпеки електромереж та забезпечення неперевикнення встановлених меж функціональної стабільності ;

- Візуалізація : подання комплексних і критичних умов системи через інтерфейс користувача.

В останні роки до здійснення програм і проектів у напрямку Smart Grid , що охоплюють широкий спектр проблем і завдань , приступило переважна більшість індустриально розвинених , а також багато що розвиваються . Найбільш масштабні програми і проекти в цьому напрямку розроблені і здійснюються в США , Канаді та країнах Євросоюзу. Прийнято рішення про розробку та реалізацію аналогічних програм і проектів у ряді інших країн (рис.2.2).

Масштаби , спрямованість , інтенсивність і темпи цієї діяльності в різних країнах не однакові , в чому вони визначаються ступенем різноманітності елементів енергетичної системи , розвитку таких функцій як взаємодія із споживачами , характерними методами об'єднання в єдину енергосистему малих джерел енергії , включаючи і нетрадиційні , іншими факторами .

Одним з основних ініціаторів робіт та інвесторів Smart Grid в більшості країн виступає держава .



Рисунок 2.2 – Стимулювання розвитку Smart Grid в світі

Практично у всіх країнах стимулювання інноваційної активності в сфері інтелектуальної енергетики здійснюється у форматі державно - приватного партнерства. При цьому держава не тільки формує сприятливе регулятивне поле, але і в значних обсягах безпосередньо фінансово підтримує конкретні програми і проекти, задаючи тим самим темпи та напрями технологічного оновлення галузі. Так, в 2010 р. найбільш великі державні інвестиції в розвиток « інтелектуальної » електроенергетики були виділені урядами Китаю (7,3 млрд. дол), США (7,1 млрд дол), Японії, Південної Кореї та Іспанії (кожна - близько 0,8 млрд дол.) Європейський Союз виділив 2 млрд дол на 9 -річну (2010-2018 рр.) Програму НДДКР в області Smart Grid.

У США державне фінансування розвитку інтелектуальної енергетики законодавчо є частиною прийнятого Конгресом комплексу заходів зі стимулювання національної економіки. Порівняно з 2009 р., в 2010 році

обсяг державних інвестицій в Smart Grid збільшився майже на 60 %. Крім цього , в країні активно розвивається система

У Канаді держава активно підтримує лише частина технологій Smart Grid , які відносяться до «чистої» , відновлюваної енергетики . На федеральному рівні діє програма eSOENERGY з розвитку відновлюваної (вітрової , океанічної , геотермальної , сонячної , біо- та гідроенергетики) з бюджетом близько 1,5 млрд дол

Державно- приватний Фонд чистої енергії в наступні п'ять років планує інвестувати в розвиток чистих технологій 795 млн. дол, їх них федеральна державна підтримка складе близько 20 %.

Економічна підтримка відновлюваної енергетики на регіональному рівні носить непрямий характер і здійснюється через тарифи. Разом з тим , інші напрямки інтелектуальної енергетики в Канаді не мають прямої державної підтримки та ініціюються і реалізуються як комерційні проекти енергетичних компаній. Найбільш великими прикладами таких проектів є масова установка інтелектуальних лічильників ; при цьому витрати мережевих організації з їх встановлення згодом включаються в тарифи на постачання електроенергії споживачам.

На рівні Європейського союзу прийнята програма НДДКР з розвитку загальноєвропейських мереж (European Electricity Grid Initiative , EEGI) фінансується спільно за рахунок централізованих коштів Євросоюзу , країн- членів та учасників ринку:

- З коштів Європейського Союзу фінансується 65-70 % програми в частині розвитку магістральних мереж , а також 30-40% в частині розвитку розподільних мереж

- Країни- члени ЄС фінансують 40-50% програми в частині розвитку розподільних мереж;

- З тарифних джерел фінансується 25-30% програми в частині розвитку магістральних мереж і 10-30% в частині розвитку розподільних ;

- Інвестиції незалежних учасників ринку складають 5-15%.

У Німеччині реалізується державна програма E - Energy , спрямована на розвиток інтелектуальної енергетики та включає шість регіональних пілотних проектів із загальним обсягом фінансування 185 млн. дол. Більше половини бюджету програми формується приватними інвесторами , в основному - це енергетичними компаніями.

ВИСНОВКИ

З метою створення нового, інноваційного технологічного базису енергетики були сформовані п'ять груп ключових технологічних областей , що забезпечують , проривний характер:

- Вимірвальні прилади і пристрої, що включають, в першу чергу, smart лічильники та smart-датчики;

- Удосконалені методи управління : розподілені інтелектуальні системи управління та аналітичні інструменти для підтримки комунікацій на рівні об'єктів енергосистеми , що працюють в режимі реального часу і дозволяють реалізувати нові алгоритми та методи управління енергосистемою , включаючи управління її активними елементами

- Вдосконалені технології і компоненти електричної мережі : гнучкі передачі змінного струму FACTS , постійний струм , надпровідні кабелі , напівпровідникова , силова електроніка , накопичувачі та ін

- Інтегровані інтерфейси і методи підтримки прийняття рішень , управління попитом , розподілена система моніторингу і контролю (DMCS) , розподілена система поточного контролю за генерацією (DGMS) , автоматична система вимірювання протікають процесів (AMOS), і т.д. , а також нові методи планування і проектування як розвитку, так і функціонування енергосистеми та її елементів .

- Інтегровані комунікації , які дозволяють елементам перших чотирьох груп забезпечувати взаємозв'язок і взаємодію один з одним , що і представляє, по суті , Smart Grid як технологічну систему.

ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ

1. Які вам відомі початкові положення, прийняті при розробці і розвитку концепції Smart Grid за кордоном?
2. Які вам відомі групи ключових вимог (цінностей) нової електроенергетики Smart Grid?
3. Розвиток яких ключових вимог (цінностей) передбачається в рамках концепції Smart Grid?
4. Які п'ять груп ключових технологічних областей забезпечують, проривний характер у створенні нового, інноваційного технологічного базису енергетики?

ЛІТЕРАТУРА

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Smart Grid: Концептуальные положения // Профессиональный журнал. – 2010. – №03 (75) – С.66-72.
2. Интеллектуальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fskees.ru/press_center/media_on_fnc/?ELEMENT_ID=531, свободный.
3. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) // Энергоэксперт – 2009 – №4 – С.42-49.
4. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ikien.ru/data/Zamena/Prezent_En_V/Morgin.pptx, свободный.
5. Инфраструктура Smart Grid перенесет мировые сети электропередач из XIX в XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/092909.html>,
свободный.

6. Рубаненко О.Є., Лесько В.О., Рубаненко О.О. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAC 801. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 134 с.

Лекція № 3

Тема: **Прогноз розвитку ринків і технологій у сфері діяльності платформи**

Курс: **1 Інтелектуалізація ЕЕС**

Заняття: **3 Прогноз розвитку ринків і технологій у сфері діяльності платформи**

Вид заняття Теоретичне

ЗМІСТ

1 **ВСТУПНА ЧАСТИНА**

1.1 *Аналіз досліджень зарубіжних інститутів*

2 **ОСНОВНА ЧАСТИНА**

2.1 *Народногосподарська ефективність розвитку*

інтелектуальної енергетики

2.2 *Найбільш значущі ефекти створення Smart Grid*

3 ***ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА***

3.1 *Висновки*

3.2 *Контрольні питання*

ЛІТЕРАТУРА

ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз досліджень зарубіжних інститутів

За оцінками американського Electro Power Research Institute, в найближчі два десятиліття в США на реалізацію проектів «Smart grid» буде спрямовано близько 160 млрд. дол США, а в світі - сумарні інвестиції в цю сферу перевищують 500 млрд. дол США.

Крім європейських країн, Америки і Канади, все нові й нові держави усвідомлюють необхідність докорінної модернізації електричних мереж і вкладають серйозні державні кошти в їх вивчення і розвиток. Так, Китай серйозно стурбований можливістю побудови ефективної енергосистеми. Компанія JUSCSE (Державний кооператив енергомереж Китаю) в Китаї займається стимулюванням інтересу до концепції Smart Grid, планує її

впровадження, і організовує різні зустрічі, симпозиуми. Інвестиції в конструювання енергосистеми найбільшої енергетичної компанії в Китаї вже в 2007 році склали 31.8 мільйонів доларів. Друге за величиною підприємство в Китаї - Північний кооператив енергомереж - за даними журналу *Fortune* вклав 30 мільйонів доларів.

Корея буде амбітні плани з побудови та впровадження концепції Smart Grid, що створює додаткові доходи і робочі місця в країні. Високотехнологічна енергетична система, на їх думку, створить ринок вартістю 54.5 млрд. доларів і більше 500 тисяч нових робочих місць щорічно, а також зменшить споживання електроенергії населенням на 3% при завершенні програми в 2030 році.

За даними Портал-Енерго до 2015 р. на будівництво енергетичних об'єктів на базі концепції Smart Grid буде витрачено в цілому \$ 200 млрд. (рис.3.1). Близько 84% цієї суми буде спрямовано на впровадження систем автоматизації, 14% на впровадження датчиків з вимірювання витрати електроенергії в режимі реального часу.

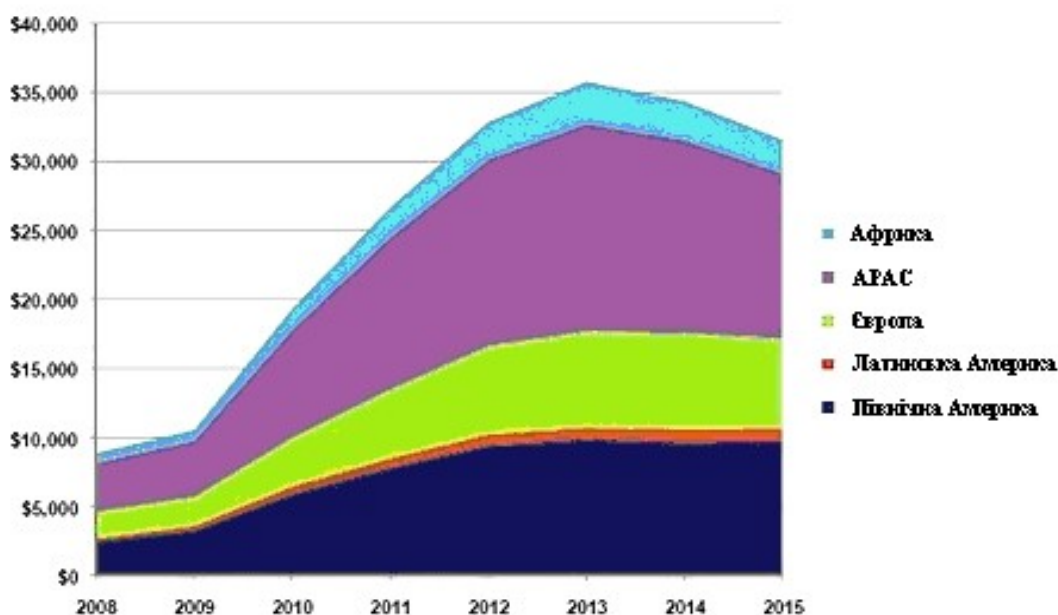


Рисунок 3.1 – Витрати на інтелектуальні мережі в період до 2015 р. (В млн.дол.)

За прогнозами аналітиків, основними трендами ринку Smart Grid стануть: підвищення надійності та безпеки енергетичних систем, підвищення ефективності і зниження витрат на передачу і споживання електроенергії, забезпечення балансу між обсягами вироблення і споживання електроенергії, а також зниження ступеня впливу електроенергетики на навколишнє середовище. На цьому шляху індустрії доведеться зіткнутися не тільки із завданнями технічного та фінансового плану, але й вирішити проблему відсутності стандартів.

За прогнозом IDC, в 2010 в світі буде встановлено понад 60 млн. smart датчиків споживання електричної енергії: США мають у цьому напрямку найбільш серйозні наміри – в 2010 на інтелектуальне управління електроживленням планується перевести 15% споживачів, а протягом 10 років - всіх до єдиного.

Проектування і подальша реалізація інтелектуальної енергетичної системи на основі концепції Smart grid неможливі без розгорнутого техніко-економічного обґрунтування, в основі якого лежить, з одного боку, аналіз очікуваних ефектів різного типу, з іншого - оцінка витрат на впровадження нових технічних засобів і систем управління, супутніх інформаційних і комунікаційних технологій.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Народного господарська ефективність розвитку інтелектуальної енергетики

Народногосподарська ефективність розвитку інтелектуальної енергетики визначається співвідношенням капіталовкладень, необхідних для масового впровадження нових технологічних пристроїв і систем управління

та галузевого ефекту зниження (економії) витрат на функціонування і розвиток енергосистеми за рахунок:

- зниження капіталовкладень в додаткові генеруючі потужності «загальносистемних» електростанцій з урахуванням зниження максимуму навантаження, загального електроспоживання, розвитку розподіленої генерації, вимог до резервів і збільшення допустимих обсягів балансових потоків потужності;

- зниження капіталовкладень в додаткове збільшення пропускних спроможностей міжсистемних зв'язків в ЕНЕС, а також у розвиток розподільчої мережі, з урахуванням більш ефективного моніторингу та активного управління існуючими лініями, а також ефектів від управління попитом і розвитку розподіленої генерації у споживачів, що знижують вимоги до обсягу резервування мережевими потужностями ;

- зниження паливних витрат за рахунок покращеної оптимізації режимів завантаження електростанцій, залучення розподіленої відновлюваної генерації і скорочення загального електроспоживання (включаючи втрати в мережах);

- зниження експлуатаційних витрат у результаті переході на нові типи обладнання та управління, з більш високою автоматизацією.

Досвід розробки концепцій і стратегій розвитку інтелектуальної енергетики в різних країнах світу показує, що її створення має оцінюватися не тільки як дуже складна інженерна задача, націлена на подолання конкретних технічних, управлінських і економічних проблем в електроенергетиці.

2.2 Найбільш значущі ефекти створення SmartGrid

Інтелектуальна енергетика справедливо розглядається як цілісна технологічна платформа, що відповідає енергетичним потребам нової, інноваційної економіки 21 століття, запитам постіндустріального

суспільства, вимогам сталого розвитку (sustainable development). Саме тому все більшої актуальності набуває оцінка так званих зовнішніх, екстернальних ефектів, очікуваних від створення Smart Grid. Ефекти від впровадження енергосистеми на базі концепції Smart Grid показані в таблиці 4.1

Дані ефекти акцентують увагу на тому, якою мірою створення ІЕЗ ААС відповідає соціальному запиту суспільства та економіки до нових стандартів енергопостачання, і тому також повинні стати складовою частиною розгорнутого техніко-економічного обґрунтування створення інтелектуальної енергетики, доповнюючи основні технологічні і прямі економічні ефекти.

Таблиця 4.1 - Ефекти від впровадження енергосистеми на базі концепції Smart Grid

| Параметри | 2000 | 2025 | | |
|---|-------|---|---|--|
| | Базис | Енергетична система без Smart Grid (сценарій 1) | Енергетична система на базі Smart Grid (сценарій 2) | Відношення показників сценарія 2 до сценарія 1 |
| Споживання електроенергії (млрд. кВт * год) | 3800 | 5800 | 4900-5200 | 10%-15% зниження |
| Зниження інтенсивності системи розподілу (кВт * год / \$ ВВП) | 0,41 | 0,28 | 0,2 | 29% зниження |
| Зниження попиту в пікове навантаження (%) | 6% | 15% | 25% | 66% зростання |
| Викид CO2 (млн. тонн вуглецю) | 590 | 900 | 720 | 20% зниження |
| Рівень зростання продуктивності (% / рік) | 2,9 | 2,5 | 3,2 | 28% зростання |
| Реальний ВВП (млрд. доларів) | 9200 | 20700 | 24300 | 17% зростання |
| Вартість втрат від аварій для бізнесу (billions of dollars) | 100 | 200 | 20 | 90% зниження |

З найбільш значущих ефектів можна виділити:

1) Зниження екологічного навантаження.

Створення нових технологічних можливостей для масштабного розвитку відновлюваної енергетики, підвищення енергоефективності при передачі, розподілі та кінцевому споживанні електроенергії потенційно може забезпечити помітне зниження використання органічного палива в електроенергетиці і, отже - зниження викидів забруднюючих речовин, а також парникових газів.

Застосування нових технологій в мережевому комплексі дозволяє також знизити рівні електромагнітного випромінювання при передачі та розподілі електроенергії, а більш компактні рішення по обладнанню ліній електропередач та підстанцій забезпечують значне скорочення обсягів відчужуваної землі.

2) Інноваційний імпульс для економіки.

Розвиток інтелектуальної енергетики формує масовий попит на науково-дослідні, дослідно-конструкторські роботи, результатом яких стануть дійсно інноваційні продукти енергомашинобудування та електротехнічної промисловості (включаючи, наприклад, розробку та освоєння нових технологій відновлюваної енергетики, зберігання електроенергії). Не менш важливим є її вплив на розвиток інформаційних та комунікаційних технологій, без яких неможливо буде досягти якісно нового рівня в автоматизації і керованості електроенергетики.

3) Підвищення енергетичної безпеки.

Найбільш очевидним і значущим ефектом в цій сфері є підвищення надійності енергопостачання. Інтеграція та оперативність управління генерацією, мережами (як на рівні міжсистемних зв'язків, так і на рівні систем розподілу) і кінцевим попитом дозволяють значно знизити ймовірність порушень енергопостачання, частоту і тривалість відключень. Наявність джерел розподіленої генерації, максимально наближених до

споживача, різні форми акумулювання електроенергії, розвиток мікромереж, підвищують рівень локальної енергозабезпеченості, створюючи можливості для оперативного переходу споживачів до автономного енергопостачання у разі системних аварій.

Ключовим економічним показником для оцінки даного ефекту є зниження економічних збитків у різних категорій споживачів, пов'язаних з упущеною вигодою або збільшеними виробничими витратами при порушенні нормального режиму виробничої або комерційної діяльності.

Крім цього, інтенсивне залучення локальних (насамперед - відновлюваних) енергоресурсів при створенні Smart Grid дозволяє знизити рівень залежності від зовнішніх поставок (або імпорту) органічного палива або електроенергії на рівні окремих регіонів або країни в цілому.

4) Поліпшення умов для економічної інтеграції та конкуренції

Підвищення гнучкості режимів функціонування мережевої інфраструктури, нові засоби управління пропускними здатностями й потоками потужності дозволяють подолати існуючі обмеження для більш тісної комерційної взаємодії оптових ринків електроенергії і перейти до нового етапу економічної інтеграції в електроенергетиці, формування більш великих, об'єднаних ринків в національному та транснаціональному масштабах (зокрема - формування єдиного електроенергетичного ринку ЄС).

Впровадження інтелектуальних систем обліку електроенергії, розвиток можливостей двосторонньої комунікації та автоматизація спільного управління режимами передачі, розподілу та споживання електроенергії, а також розподіленої генерації роблять реальним якісно нове, динамічне ціноутворення для кінцевих споживачів і забезпечують можливості їх активного включення у формування кривої попиту на ринку. В цілому, перехід до інтелектуальної електроенергетики вважається вже необхідною умовою для запуску повномасштабної конкуренції на рівні кінцевих споживачів. Це в підсумку відбивається на зниженні середньої вартості електроенергії та оптимізації фінансових витрат споживачів.

5) Підвищення продуктивності та безпеки праці.

Активне впровадження автоматизованих систем віддаленого контролю та управління у сфері Smart Grid (цифрові підстанції, датчики, інтелектуальні лічильники і т.д.), нові типи технічних пристроїв із зниженими показниками аварійності, збільшеним експлуатаційним ресурсом дозволяють помітно скоротити чисельність обслуговуючого персоналу, необхідного для забезпечення нормального функціонування всіх технологічних підсистем. Одночасно з цим, створюється більш безпечне і комфортне середовище для виробничого персоналу, як в електроенергетиці, так і для обслуговування пристроїв у кінцевих споживачів.

Як і прями економічні ефекти, екстернальні ефекти визначаються змінами функціональності структурних підсистем електроенергетики та породжуваними ними «базовими» технологічними ефектами. Практично всі екстернальні ефекти можуть бути оцінені кількісно, проте їх подальша коректна вартісна оцінка далеко не завжди можлива або існуючі в даний час підходи дають надзвичайно широкий діапазон невизначеності.

ВИСНОВКИ

Інтелектуальна енергетика справедливо розглядається як цілісна технологічна платформа, що відповідає енергетичним потребам нової, інноваційної економіки 21 століття, запитам постіндустріального суспільства, вимогам сталого розвитку (sustainable development). Саме тому все більшої актуальності набуває оцінка так званих зовнішніх, екстернальних ефектів, очікуваних від створення Smart Grid.

Інтелектуалізація приносить багато позитивних ефектів, серед яких можна виділити:

1. Зниження екологічного навантаження
2. Інноваційний імпульс для економіки
3. Підвищення енергетичної безпеки

4. Поліпшення умов для економічної інтеграції та конкуренції
5. Підвищення продуктивності та безпеки праці

ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ

1. Які вам відомі джерела фінансування розвитку загальноєвропейських мереж (European Electricity Grid Initiative, EEGI)?
2. Які вам відомі прогнози, щодо розвитку ринків і технологій у сфері діяльності платформи Smart Grid?
3. За рахунок чого здійснюється впровадження нових технологічних пристроїв і систем управління, досягається галузевий ефект зниження (економії) витрат на функціонування і розвиток енергосистеми?
4. Які вам відомі найзначущі ефекти від впровадження Smart Grid?

ЛІТЕРАТУРА

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Smart Grid: Концептуальные положения // Профессиональный журнал. – 2010. – №03 (75) – С.66-72.
2. Интеллектуальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fskees.ru/press_center/media_on_fnc/?ELEMENT_ID=531, свободный.
3. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) // Энергоэксперт – 2009 – №4 – С.42-49.
4. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ikien.ru/data/Zamena/Prezent_En_V/Morgin.pptx, свободный.
5. Инфраструктура Smart Grid перенесет мировые сети электропередач из XIX в XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/092909.html>,
свободный.

6. Рубаненко О.Є., Лесько В.О., Рубаненко О.О. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAC 801. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 134 с.

Лекція № 4

Тема: **Загальні питання інтелектуалізації**

| | | |
|--------------------|----------|---|
| Курс: | 1 | Інтелектуальні енергетичні системи |
| Тема: | 4 | Прогнозні оцінки змін балансових умов при розвитку інтелектуальної енергетики |
| Заняття: | 4 | Прогнозні оцінки змін балансових умов при розвитку інтелектуальної енергетики |
| Вид заняття | | Теоретичне |

ЗМІСТ

- 1** ***ВСТУПНА ЧАСТИНА***
- 1.1** ***Призначення***
- 1.2** **Мета заняття**

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

- 2.1 *Про загальносистемні ефекти, що мають значний вплив на балансову ситуацію в ЕЕС*
- 2.2 *Вартісні оцінки витрат і ефектів при розвитку інтелектуальної енергетики в ЕЕС*
- 2.3 *Функціональні характеристики SmartGrids*
- 2.4 *Базові підходи ключових вимог в концепції SmartGrid*
- 2.5 *Функціональні властивості енергосистеми на базі SmartGrid*
- 2.6 *Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції SmartGrid*
- 2.7 *Вимірювальні прилади та пристрої*
- 2.8 **Інноваційні технології та компоненти електроенергетичної системи**
- 2.9 *Інтегровані комунікації*

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

- 3.1 *Висновки*
- 3.2 *Контрольні питання*

ЛІТЕРАТУРА

ДОДАТОК

- Рис.1 *Мета заняття*
- Рис.2 *Кількісна оцінка зміни балансових умов у ЕЕС Росії до 2030 при розвитку інтелектуальної енергетики*
- Рис.3 *Характеристика витрат і ефектів створення ІЕЗ ААС*

ТЕМА №:4 ***ПРОГНОЗНІ ОЦІНКИ ЗМІН БАЛАНСОВИХ УМОВ ПРИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ***

Заняття №4 ***ПРОГНОЗНІ ОЦІНКИ ЗМІН БАЛАНСОВИХ УМОВ ПРИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ***

МЕТА ЗАНЯТТЯ: Ознайомитись з оцінками змін балансових умов при розвитку інтелектуальної енергетики

По закінченню заняття студент **має вміти:**

- **НАЗВАТИ ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНІ ЕФЕКТИ, ЩО МАЮТЬ ЗНАЧНИЙ ВПЛИВ НА БАЛАНСОВУ СИТУАЦІЮ В ЕЕС**
- **ПОЯСНИТИ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ SMART GRIDS**
- **НАЗВАТИ ОСНОВНІ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМПОНЕНТИ ЕЕС**
- **НАЗВАТИ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЕЕС**

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення

Конспект заняття призначений для викладача при підготовці і проведенні заняття, а також для самостійної підготовки студентів. Дане заняття призначене для надання студентам теоретичних знань про загальносистемні ефекти, що мають значний вплив на балансову ситуацію в ЕЕС, функціональні характеристики Smart Grids, інноваційні технології та компоненти ЕЕС, комунікаційну інфраструктуру ЕЕС.

1.2 Мета заняття

По закінченню заняття студент має:

- Назвати загальносистемні ефекти, що мають значний вплив на балансову ситуацію в ЕЕС;
- Пояснити функціональні характеристики Smart Grids;
- Назвати основні інноваційні технології та компоненти ЕЕС;
- Назвати характеристики комунікаційної інфраструктури ЕЕС.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Про загальносистемні ефекти, що мають значний вплив на балансову ситуацію в ЕЕС

Створення ІЕЗ ААС буде супроводжуватися низкою загальносистемних ефектів, що мають значний вплив на балансову ситуацію в ЄЕС. Основні їх типи пов'язані з переходом до нової якості управління в енергосистемі:

– ефекти управління попитом забезпечують зміну режимів електроспоживання, зниження максимуму і ущільнення графіка навантаження в енергосистемі, а в ряді випадків супроводжуються і загальним зниженням рівня електроспоживання;

– ефекти управління втратами при передачі та розподілі електроенергії формуються за рахунок скорочення втрат при впровадженні нових типів проводів і силового обладнання та зменшення навантажувальних втрат при переході до інтелектуального управління режимами мережі, а також внаслідок зміни режимів електроспоживання при реалізації ефектів управління попитом;

– ефекти управління пропускними здатностями ліній в основній і розподільній мережі забезпечують збільшення допустимих перетоків потужності за рахунок впровадження технологій гнучких передач і нових систем автоматизованого моніторингу статичної стійкості мережі;

– ефекти управління генерацією дозволяють досягти раціонального використання великої і розподіленої генерації. Одним з важливих ефектів в цій сфері є інтеграція в енергосистему великих обсягів розподіленої генерації та підвищення керованості потоками електроенергії, виробленої на електростанціях з нерегулярними режимами вироблення енергії (вітрових, сонячних та ін);

– ефекти управління надійністю і якістю енергопостачання забезпечують зниження частоти і тривалості аварійних ситуацій, що є причиною прямого недовідпуску електроенергії споживачам або неналежної якості поставки. При цьому, як наслідок, знижуються прямі економічні втрати споживачів через упущення фінансової вигоди, псування сировини, обладнання, витратних матеріалів та ін

Для попередньої оцінки можливих системних ефектів в ЄЕС Росії при створенні інтелектуальної електроенергетики були використані дані за результатами пілотних проектів і більш комплексними програмами розвитку Smart Grid, реалізацію яких розпочато в різних країнах.

Слід зазначити, що з багатьох причин зберігається вкрай висока невизначеність очікуваних ефектів від впровадження елементів Smart Grid. Проте, представлені нижче узагальнення цільових установок або перших результатів дозволяють уточнити раніше наведені діапазони можливих ефектів в ЄЕС Росії. Підсумкові параметри зміни балансових умов наведено в табл. 1. Вони відображають середні і нижні показники розглянутих пілотних проектів. Параметри для 2020 припускають реалізацію проекту ІЕЗ ААС в обсязі 25% від показників 2030. Параметри зміни балансових умов, прийняті для оцінки ефектів розвитку інтелектуальної енергетики в ЄЕС Росії показані в табл. 4.1

Таблиця 4.1. – Параметри зміни балансових умов, прийняті для оцінки ефектів розвитку інтелектуальної енергетики в ЄЕС Росії, %

| Умова | Пілотні проекти Smart Grid | Цільові показники інтелектуальної енергосистеми в ЄЕС Росії | |
|---|----------------------------|---|------|
| | | 2020 | 2030 |
| Зниження прогнозованого максимуму навантаження | 10-20 | 2,5 | 10 |
| Зниження кінцевого електроспоживання | 5-15 | 2 | 8 |
| Зниження втрат в мережах (щодо звітного рівня) | 20-50 | 7,5 | 30 |
| Зниження необхідних резервів потужності в генерації (щодо звітного рівня) | 20-30 | 5 | 20 |
| Збільшення пропускної здатності міжсистемних зв'язків | 5-10 | 2,5 | 10 |

Спільний вплив даних ефектів кількісно відбивається на балансовій ситуації в ЄЕС Росії через зміну потреби в електроенергії і встановленої потужності.

Спільний вплив технологічних ефектів на балансові умови призводить до їх взаємного посилення (синергії). У результаті зміни потреби в електроенергії і встановленої потужності електростанцій виявляються більше, ніж розраховані у вигляді простої суми ефектів.

На рис.4.1 показана кількісна оцінка зміни балансових умов у ЄЕС Росії до 2030 при розвитку інтелектуальної енергетики

Оцінки, зроблені для вихідних балансових умов базового варіанту Генеральної схеми розміщення об'єктів електроенергетики, показують, що реалізація до 2030 основних заходів щодо створення інтелектуальної енергетики в Росії дозволить знизити потребу встановленої потужності більш ніж на 10% (на 34 ГВт) і електроспоживання майже на 9% (140 млрд. кВт · год). При цьому відносний рівень втрат у мережах послідовно знизиться на 30% - з 12 до 10% в 2020 і до 8% в 2030

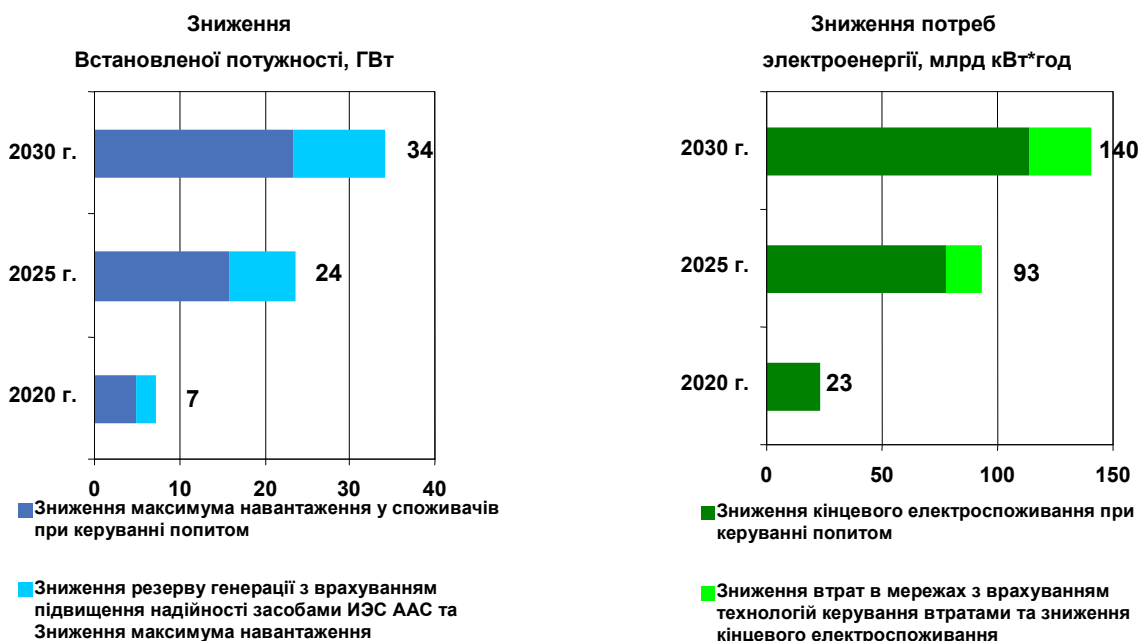


Рисунок 4.1. – Кількісна оцінка зміни балансових умов у ЄЕС Росії до 2030 при розвитку інтелектуальної енергетики

2.2 Вартісні оцінки витрат і ефектів при розвитку інтелектуальної енергетики в ЕЕС

На основі очікуваних змін балансових умов у ЕЕС Росії можуть бути отримані інтегральні економічні оцінки ефектів від розвитку інтелектуальної енергетики.

Результати моделювання змін параметрів розвитку ЕЕС Росії на період до 2030, виконана в ІНЕР РАН, показують, що перехід до інноваційного варіанту розвитку ЕЕС Росії на базі інтелектуальної енергетики супроводжуватиметься істотним зниженням введів нових електростанцій і пов'язаних з ним мережевих об'єктів для видачі потужності. Підсумкові економічні ефекти при розвитку інтелектуальної енергетики в ЕЕС Росії наведені в таблиці 4.2

Другим найбільш великим ефектом є зниження паливних витрат електростанцій на 750 млрд. руб. Зниження умовно-постійних витрат в електроенергетиці при менших обсягах введів оцінюється в період до 2030 на рівні 560 млрд. руб.

Таким чином, сумарний економічний ефект при розвитку інтелектуальної енергетики в ЕЕС Росії до 2030 може скласти близько 3,5 трлн. руб. Однак його величина повинна бути порівняна з інвестиціями, які необхідно затратити на масове впровадження нових технологічних засобів і систем управління у споживачів, в розподільному комплексі, ЕНЕС, генерації, в контурах технологічної та комерційної диспетчеризації.

Зниження капіталовкладень є найбільш значущим системним економічним ефектом, і до 2030 їх обсяг може знизитися майже на 2 трлн. руб.

Таблиця 4.2. – Підсумкові економічні ефекти при розвитку інтелектуальної енергетики в ЕЕС Росії

| | До 2020 | 2021- 2025 рр.. | 2026- 2030 рр.. | Всього 2015- 2030 рр.. |
|---|------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Зниження потреби в необхідній генеруючій потужності, ГВт | 7,8 | 15,3 | 11,0 | 34,1 |
| Економія палива на ТЕС за рахунок зниження необхідного вироблення та оптимізації режимів, млн т.у.п., всього - в т.ч. | 4,7 | 44,1 | 124,8 | 173,6 |
| <i>Газомазут</i> | | | | |
| <i>Вугілля</i> | | | | |
| <i>Інші</i> | | | | |
| Зниження емісії парникових газів, млн т СО ₂ за рахунок зниження витрат палива | 8,4 | 75,6 | 213,6 | 297,6 |
| Економічні ефекти, млрд. руб. | 716 | 1172 | 1560 | 3448 |
| Економія капіталовкладень в галузі за рахунок масштабів необхідного приросту потужностей, млрд. Рублів 2010, в т.ч.: | | | | |
| <i>Електростанції</i> | 612 | 671 | 451 | 1734 |
| <i>мережна інфраструктура для видачі потужності та посилення міжсистемних зв'язків</i> | 70 | 73 | 76 | 219 |
| Зниження умовно-постійних витрат | 17 | 190 | 353 | 560 |
| Зниження паливних витрат | 12 | 192 | 552 | 756 |
| Економія плати за емісію парникових газів, млрд. рублів 2010 | 5 | 46 | 128 | 179 |

Примітка: вартісні оцінки наведені в рублях 2010

З урахуванням масштабу і технологічних особливостей ЄЕС Росії попередня потреба в капіталовкладеннях на розвиток інтелектуальної енергетики на базі глибокої модернізації існуючої інфраструктури ЕНЕС та розподільної мережі, енергетичного господарства споживачів електроенергії, а також систем диспетчерського управління може скласти в період до 2030 2,4-3,2 трлн. руб.

Зіставлення недисконтованих значень економічних ефектів і необхідних витрат на створення ІЕЗ ААС (рис. 4.3) показує, що вже до 2030 економічні вигоди від реалізації проекту інтелектуальної енергетики в масштабі ЕЕС Росії виявляться порівняними з необхідними капіталовкладеннями.

Навіть при песимістичній оцінці капіталовкладення на інтелектуалізацію ЕЕС Росії будуть повністю компенсовані отриманими ефектами, а при більш низькій оцінці вартості реалізації програми ІЕЗ ААС ефекти перевищать капітальні витрати майже на 1 трлн. руб. При цьому значення чистого ефекту після 2030 буде додатково приростати приблизно на 1 трлн. руб. за п'ятиріччя в період після дії прийнятих раніше інвестиційних рішень з розвитку інтелектуальної енергетики.

Характеристика витрат і ефектів створення ІЕЗ ААС в електроенергетиці Росії до 2030, млрд. руб. показана на рис. 4.3

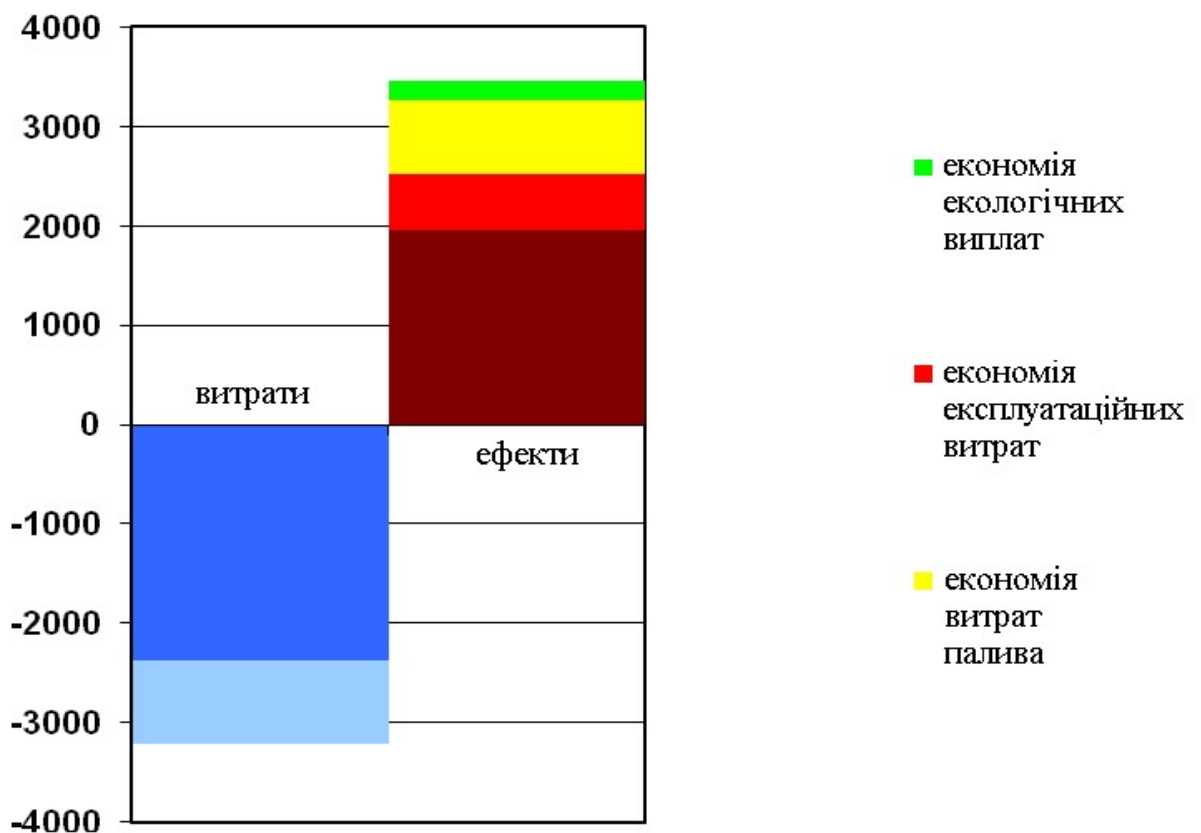


Рисунок. 4.3. – Характеристика витрат і ефектів створення ІЕЗ ААС в електроенергетиці Росії до 2030, млрд. руб.

Отримані економічні оцінки показують потенційну привабливість і ефективність вкладень в «інтелектуалізацію» ЄЕС Росії і необхідність переходу від стадії пошукових досліджень до інтенсивного концептуального опрацювання та практичного проектування нової електроенергетики Росії, вибору раціональних технічних рішень, обґрунтуванню оптимальних підходів до системи інтелектуального управління енергосистемою.

У рамках концепції Smart Grid різноманітність вимог усіх зацікавлених сторін (держави, споживачів, регуляторів, енергетичних компаній, збутових і комунальних організацій, власників, виробників обладнання та ін) зведено до групи так званих **ключових вимог (цінностей)** нової електроенергетики, сформульованих як:

- **доступність** - забезпечення споживачів енергією без обмежень залежно від того, коли і де вона їм необхідна, і залежно від оплачуваної якості;

- **надійність** - можливість протистояння фізичним і інформаційним негативним впливам без тотальних відключень або високих витрат на відновлювальні роботи, максимально швидке відновлення (самовідновлення);

- **економічність** - оптимізація тарифів на електричну енергію для споживачів і зниження загальносистемних витрат;

- **ефективність** - максимізація ефективності використання всіх видів ресурсів і технологій при виробництві, передачі, розподілі та споживанні електроенергії;

- **органічність взаємодії з навколишнім середовищем** - максимально можливе зниження негативних екологічних впливів

- **безпека** - недопущення ситуацій в електроенергетиці, небезпечних для людей і навколишнього середовища.

Принципово новим тут є те, що всі висунуті ключові вимоги (цінності) передбачається розглядати як рівноправні, і ступінь їх пріоритетності, рівня і

співвідношення не є загальними, нормативно зафіксованими для всіх, а можуть визначатися і здійснюватися для кожного розглянутого суб'єкта енергетичних відносин (енергокомпанія, регіон, місто, домогосподарство і т.п.) по суті індивідуально.

У такій постановці завдання розвитку енергетики з переважно балансової трансформується в завдання створення, розвитку та надання споживачеві і суспільству в цілому, свого роду, «меню» енергетичних **можливостей**.

2.3 Функціональні характеристики SMART GRIDS

У рамках концепції Smart Grid для досягнення ключових вимог (цінностей) передбачається розвиток наступних функціональних характеристик

1. Самовідновлення при аварійних збуреннях : енергосистема та її елементи повинні постійно підтримувати свій технічний стан на необхідному рівні шляхом ідентифікації, аналізу та переходу від управління за фактом збурення до попередження аварійного пошкодження.

2. Мотивація активної поведінки кінцевого споживача: забезпечення можливості самостійної зміни споживачами обсягу і споживчих характеристик (рівня надійності, якості тощо) одержуваної енергії на підставі балансу своїх потреб і можливостей енергосистеми з використанням інформації про характеристики цін, обсягів, надійності, якості та ін .

3. Опір негативним впливам : наявність спеціальних методів забезпечення стійкості та живучості, що знижують фізичну та інформаційну вразливість всіх складових енергосистеми і сприяють як запобіганню, так і швидкому відновленню її після аварій відповідно до вимог енергетичної безпеки.

4. Забезпечення надійності та якості електроенергії шляхом переходу від системно-орієнтованого підходу (System - Based Approach) до

забезпечення цих властивостей до клієнтоорієнтованої (Customer-based), і підтримці різних рівнів надійності та якості енергії в різних цінових сегментах.

5. Різноманіття типів електростанцій і систем акумулювання електроенергії (розподілена генерація): оптимальна інтеграція електростанцій і систем акумулювання електроенергії різних типів і потужностей шляхом підключення їх до енергосистеми за стандартизованими процедурами технічного приєднання та перехід до створення «мікроенергосистем» (Microgrid) на стороні кінцевих користувачів.

6. Розширення ринків потужності та енергії до кінцевого споживача: відкритий доступ на ринки електроенергії активного споживача і розподіленої генерації, який сприяє підвищенню результативності та ефективності роздрібного ринку.

7. Оптимізація управління активами : перехід до віддаленого моніторингу виробничих активів в режимі реального часу, інтегрованому в корпоративні системи управління, для підвищення ефективності оптимізації режимів роботи та вдосконалення процесів експлуатації, ремонтів та заміни обладнання за його станом, і, як наслідок, забезпечення зниження загальносистемних витрат

Реалізація висунутих ключових вимог (цінностей) і здійснення функціональних властивостей (принципових характеристик) розглядаються в рамках концепції Smart Grid з позицій ідентифікації забезпечення їх ключових (базових) технологічних областей і технологій або технологічного базису, що вимагають відповідного інноваційного розвитку.

Під технологічним базисом тут розуміється сукупність технологій, що дозволяють забезпечувати узгоджену структуру проміжних і кінцевих продуктів і послуг на певному етапі розвитку галузі. У концепції Smart Grid при формуванні технологічного базису за кордоном розглядається як необхідне питання забезпечення технологічної наступності переходу від

існуючої технологічної бази енергетики до нової з мінімально можливими витратами.

У США та Європейському Союзі рішення цих проблем передбачається шляхом створення якогось нормативного поля (простору), формованого у вигляді широкої системи стандартів і вимог до функцій, елементів, пристроїв, систем взаємодій і т.д. (Так, наприклад, в США планується розробка більш 100 видів стандартів), в рамках яких розробникам і виробникам надано право і можливість створення пропозиції, а користувачам (енергетичним компаніям і споживачам) - формування «своєї» Smart Grid, як вони це для себе бачать (принцип пазла).

З метою створення нового, інноваційного технологічного базису енергетики були сформовані п'ять груп ключових технологічних областей, що забезпечують проривний характер:

- **вимірювальні прилади та пристрої, що включають, в першу чергу, smart лічильники і smart-датчики;**
- **вдосконалені методи управління : розподілені інтелектуальні системи управління та аналітичні інструменти** для підтримки комунікацій на рівні об'єктів енергосистеми, що працюють в режимі реального часу і дозволяють реалізувати нові алгоритми та методики управління енергосистемою, включаючи управління її активними елементами
- **вдосконалені технології і компоненти електричної мережі :** гнучкі передачі змінного струму FACTS, постійний струм, надпровідні кабелі, напівпровідникова, силова електроніка, накопичувачі та ін
- **інтегровані інтерфейси і методи підтримки прийняття рішень ,** управління попитом, розподілена система моніторингу і контролю (DMCS), розподілена система поточного контролю за генерацією (DGMS), автоматична система вимірювання протікаючих процесів (AMOS), і т.д., а також нові методи планування і проектування як розвитку, так і функціонування енергосистеми та її елементів.

• *інтегровані комунікації*, які дозволяють елементам перших чотирьох груп забезпечувати взаємозв'язок і взаємодію один з одним, що і представляє, по суті, Smart Grid як технологічну систему.

2.4 Базові підходи ключових вимог в концепції SmartGrid

Реалізація вищевикладених ключових вимог (цінностей) в концепції Smart Grid ґрунтується на наступних базових підходах:

1. **Орієнтація на вимоги зацікавлених сторін і клієнтоорієнтованість.** Вироблення і прийняття рішень щодо розвитку і функціонування електроенергетики здійснюється, як уже зазначалося, на основі балансу вимог усіх зацікавлених сторін з урахуванням очікуваних ними вигод і витрат, де споживачеві відведена ключова роль активного учасника і суб'єкта прийняття рішень шляхом самостійного формування своїх вимог до обсягу одержуваної електроенергії, якості та характеру її споживчих властивостей і енергетичних послуг.

Таким чином, концепція Smart Grid передбачає перехід до активного споживача - по суті споживач стає, з одного боку, активним суб'єктом вироблення і прийняття рішень щодо розвитку і функціонування енергосистеми, а з іншого - об'єктом управління, що забезпечує поряд з іншими реалізацію ключових вимог.

2. **Зростання ролі управління** як основного чинника розвитку і способу забезпечення формованих вимог (цінностей) з відповідним різким підвищенням керованості, як окремих елементів, так і енергосистеми в цілому.

Саме зростання ролі управління розглядається як альтернатива забезпечення вимог і функцій в електроенергетиці за рахунок нарощування потужностей і зв'язків (мереж), розвитку не стільки через покращення їх традиційних фізичних, енергетичних і технологічних характеристик, скільки шляхом широкої (глибокої) адаптації, використання і впровадження в

електроенергетиці рішень та інновацій, в тому числі з інших галузей, в першу чергу, інформаційно-комунікаційних і комп'ютерних технологій.

Слід зазначити, що саме такий підхід було покладено у вітчизняній електроенергетиці в основу вирішення проблеми підвищення надійності (стійкості) Єдиної енергетичної системи та створення, унікальних до теперішнього часу систем протиаварійного керування в другій половині ХХ століття.

3. Інформація виступає як головний засіб забезпечення ефективного управління. При цьому представляється принципово важливим підкреслити, що управлінські та інформаційні зв'язки перетворюються на системоутворюючий чинник, що забезпечує перехід до нової якості: від енергетичної до енергоінформаційної системи. Енергоінформаційна інфраструктура є базою для комплексного управління всією енергетичною системою на базі концепції Smart Grid, включаючи технологічну інтеграцію електричних та інформаційних мереж.

2.5 Функціональні властивості енергосистеми на базі Smart Grid

Реалізація ключових вимог (цінностей) на основі розглянутих базових підходів, на думку ідеологів концепції Smart Grid, можуть бути забезпечені як шляхом розвитку традиційних, так і створення нових функціональних властивостей енергосистеми і її елементів.

У рамках концепції Smart Grid для досягнення ключових вимог (цінностей) передбачається розвиток функціональних властивостей:

1. Самовідновлення при аварійних ситуаціях : енергосистема та її елементи повинні постійно підтримувати свій технічний стан на рівні, що забезпечує необхідну надійність та якість електропостачання, шляхом ідентифікації, аналізу та переходу від управління за фактом виникнення ситуації до превентивного (попереджального) її появи. Самовідновлення енергосистеми повинне максимально можливо мінімізувати збої (збурення)

за допомогою розгалужених систем збору даних, і «розумних» пристроїв (digital devices-англ.) - Реалізують спеціальні методи та алгоритми підтримки та прийняття рішень, засновані, в першу чергу, на розподілених принципах управління .

Діагностика стану обладнання та оцінка можливих ризиків його відмови ґрунтується на вимірах, вироблених в режимі реального часу на обладнанні електростанцій, підстанцій і лініях електропередачі. При цьому під пріоритетний контроль переводяться елементи системи, що мають найбільшу ймовірність відмови. Аналіз наслідків аварій, можливих при даному режимі роботи, вироблений в режимі реального часу, в енергосистемі на базі концепції Smart Grid визначає загальний стан мережі, дає раннє попередження про можливу відмову мережі і виробляє список необхідних негайних дій оперативно-диспетчерського персоналу, формує і виконує керуючі команди для виконавчих механізмів електроенергетичної системи. Крім того, інтеграція розподілених енергоресурсів збільшує стійкість всієї системи, оскільки забезпечує велику кількість джерел електроенергії і дозволяє створювати ізольовані енергосистеми.

2. Мотивація активної поведінки кінцевого споживача: забезпечення можливості самостійної зміни споживачами обсягу і функціональних властивостей (рівня надійності, якості тощо) одержуваної електроенергії на підставі балансу своїх потреб і можливостей енергосистеми з використанням інформації про характеристики цін, обсягів поставок електроенергії, надійності, якості та ін.

3. Опір негативним впливам : наявність спеціальних методів забезпечення стійкості та живучості, що знижують фізичну та інформаційну вразливість всіх складових енергосистеми, що сприяють як запобіганню, так і швидкому відновленню її після аварій відповідно до вимог енергетичної безпеки.

Енергосистема на базі концепції Smart Grid буде мати здатність практично діяти по відношенню до мінливих системних умов. Вона буде

відслідковувати проблеми, що насуваються в системі ще до того, як вони вплинуть на надійність та якість електропостачання. Для цього будуть застосовуватися автоматичні перемикачі, «інтелектуальні» системи контролю, обладнання для альтернативного електропостачання, засоби візуалізації і т.п..

З точки зору безпеки енергосистема на базі концепції Smart Grid повинна буде давати гнучку і адекватну відповідь на будь-які несанкціоновані втручання ззовні. Алгоритми системи захисту Smart Grid міститимуть елементи стримування, запобігання, виявлення, відповіді і пом'якшення для мінімізації нападу на мережу та її впливу на економіку в цілому. Така низька сприйнятливості і гнучкості мережі, зроблять її важкодоступною для терористичних атак.

4. Забезпечення надійності та якості електроенергії шляхом переходу від системно-орієнтованого підходу (system - Based Approach - англ.) до забезпечення цих властивостей до клієнтоорієнтованої (user (customer)-based-англ.), і підтримці різних рівнів надійності і якості електроенергії в різних цінових сегментах.

Smart Grid повинна дозволити значно поліпшити якість електроенергії та надійності її поставок. Інтелектуальні технології, що забезпечують двосторонні комунікації, та інтегровані в мережу, дозволять енергетичним компаніям більш оперативно визначати, локалізувати, ізолювати і відновлювати електропостачання на відстані (віддалено) без залучення «польових» працівників. Очікується, що реалізація концепції Smart Grid може знизити екстрені виклики до 50%.

Віддалений моніторинг та контролюючі пристрої системи можуть створити самовідновлювану мережу, яка може скорочувати і запобігати перебоям, а також продовжувати термін служби підстанційного і розподільного устаткування.

Енергетична система на базі концепції Smart Grid повинна володіти можливістю диференціювати послуги електропостачання за допомогою

пропозиції різних рівнів надійності та якості електропостачання за різною ціною, забезпечуючи в режимі реального часу моніторинг, діагностику та швидко реакцію на зміни надійності та якості електропостачання. Рівень надійності електропостачання може варіюватися від «стандартного» до «преміум», в залежності від уподобань споживача. Забезпечення різних рівнів надійності електропостачання потребують особливого фокусування на усуненні неполадок в мережі. Smart Grid повинна забезпечувати можливість швидко визначати причину і джерело проблем з надійністю і якістю електропостачання, а також можливість динамічно або автономно усувати цю проблему швидко і ефективно.

5. Різноманіття типів електростанцій і систем акумулювання електроенергії (розподілена генерація): оптимальна інтеграція електростанцій і систем акумулювання електроенергії різних типів і потужностей шляхом підключення їх до енергосистеми за стандартизованими процедурами технічного приєднання та перехід до створення «мікромереж» (microgrid - англ.) на стороні кінцевих користувачів.

Вдосконалені стандарти технічного приєднання дозволять підключати до системи електрогенеруючі джерела на будь-якому рівні напруги, що стане додатковим стимулом для розвитку розподілених джерел електроенергії.

Для споживачів, які приймають рішення щодо використання послуг енергопостачальних організацій, і які керуються критерієм ефективності й корисності повинні бути створені всі умови для створення власних генеруючих і акумулюючих потужностей, в першу чергу, екологічно-чистих джерел енергії, такі як вітрові, біо та сонячні електростанції, які розглядаються як ключові в розвитку електроенергетики майбутнього.

Енергетична система на базі концепції Smart Grid повинна спростити взаємозв'язок розподіленої генерації і систем зберігання електроенергії за допомогою створення стандартизованого взаємозв'язку мережа-генерація, близького концепції Plug and Play («підключи і працюй»), застосовуваної в сучасних комп'ютерних системах. Поширення розподіленої генерації

створить нові виклики для мережі завдяки своїй більш мобільній природі і менш стабільним характеристикам, які можуть породжувати перебої і різкі зниження напруги в мережі. Відповідь на ці виклики може бути дана за допомогою більш інтенсивного залучення інформації, двосторонньої комунікації, «інтелектуального» контролю та правильної конфігурації розподіленої генерації, зберігання і управління попитом на електроенергію.

6. Розширення ринків електроенергії та потужності до кінцевого споживача: відкритий доступ на ринки електроенергії активного споживача і розподіленої генерації, який сприяє підвищенню результативності та ефективності роздрібного ринку.

Енергосистема на базі концепції Smart Grid надасть великі можливості щодо виходу на ринок, як споживачів, так і виробників за рахунок збільшення пропускнуєї спроможності магістральних мереж, проведення ініціатив з колективного управління споживанням, розташуванню розподілених джерел енергії в розподільних мережах, ближче до споживачів. При цьому, зміна статусу споживача як учасника ринкових відносин, обумовлене можливістю створення ним власних джерел електропостачання, направлено на розвиток в електроенергетиці конкурентного середовища, стимулювання підприємств галузі до зміни підходів і бізнес-моделей, тривалий час вживаних ними, але не досить ефективних в сучасних умовах .

7. Оптимізація управління активами : перехід до віддаленого моніторингу виробничих активів в режимі реального часу, інтегрованому в корпоративні системи управління, для підвищення ефективності оптимізації режимів роботи та вдосконалення процесів експлуатації, ремонтів та заміни обладнання за його станом, і, як наслідок, забезпечення зниження загальносистемних витрат.

Розвинена система інформації та баз даних різко збільшить можливості по оптимізації режимів роботи і вдосконаленню процесів експлуатації обладнання, дасть можливість проектувальникам і інженерам приймати

оптимальні рішення, в тому числі й інвестиційні. Сукупність цих змін дозволить підвищити ефективність управління як капітальними витратами, так і витратами на технічне обслуговування та ремонти обладнання.

Енергосистема на базі концепції Smart Grid буде використовувати динамічні дані, одержувані від устаткування і датчиків, щоб оптимізувати пропускну здатність мереж і знизити ймовірність аварій.

Вона знизить системні втрати, мінімізує простоя і резервні потужності, скоротить капітальні витрати і витрати на обслуговування за допомогою оптимізації використання генеруючих і мережевих ресурсів і коригування графіка навантаження.

Інформація про стан мережі дозволить запобігти більшості аварій і набагато швидше провести ремонтні роботи, коли аварія все ж таки трапилася. Інженери і проектувальники будуть володіти необхідною інформацією, щоб будувати «те, що потрібно і там, де потрібно»; продовжити життя активів; проводити ремонт обладнання до того, як воно несподівано вийде з ладу.

2.6 Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid

Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid показана в таблиці 4.3.

Крім того, енергосистема на базі концепції Smart Grid створює нові ринки в міру того, як приватний бізнес розробляє енергоефективні та інтелектуальні пристрої, розумні лічильники, нові можливості зчитування та комунікації, пасажирський транспорт.

Нижче наведені ролі та основні функціональні та технічні властивості розвиваються технології, представлені в роботах провідних зарубіжних дослідницьких центрів.

Таблиця 4.3. – Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогодишньої енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid

| Енергетична система сьогодні | Енергетична система на базі концепції Smart Grid |
|--|--|
| Одностороння комунікація між елементами або її відсутність | Двосторонні комунікації |
| Централізована генерація - Складно інтегрована розподілена генерація | Розподілена генерація |
| Топологія - переважно радіальна | Переважно мережева |
| Реакція на наслідки аварії | Реакція на запобігання аварії |
| Робота устаткування до відмови | Самомоніторинг і самодіагностика що продовжує «життя» обладнання |
| Ручне відновлення | Автоматичне відновлення - «самовідновлення мережі» |
| Схильність системних аварій | Запобігання розвитку системних аварій |
| Ручне і фіксоване виділення мережі | Адаптивне виділення |
| Перевірка обладнання за місцем | Віддалений моніторинг обладнання |
| Обмежений контроль перетоків потужності | Управління перетіканнями потужності |
| Недоступна або сильно запізнiла інформація про ціну для споживача | Ціна в реальному часі |

2.7 Вимірювальні прилади та пристрої

Вимірювальні прилади та пристрої, технології зчитування та вимірювання є однією з ключових технологічних областей і важливим компонентом сучасної енергетичної системи на базі концепції Smart Grid. Ці технології будуть виконувати такі функції:

- Оцінювати стан обладнання та рівень інтегрованості мережі, що відображає ступінь зосередження інформації в єдиному центрі;
- Забезпечувати безперервний моніторинг даних, мінімізувати помилки при виставленні рахунків;
- Сприяти оптимізації режимів мережі та скорочення викидів забруднюючих речовин за рахунок надання споживачеві можливості регулювати попит;
- В майбутньому нові технології цифрового зв'язку в поєднанні з цифровими вимірювальними приладами і датчиками будуть підтримувати більш комплексні вимірювання і безперервний моніторинг даних;
- Сприяти прямої взаємодії між постачальником послуг і споживачем.

Передбачається, що ці елементи дозволять забезпечити вирішення наступного спектру завдань:

1. **На рівні клієнта**_сучасні мережі не матимуть електромеханічних лічильників і вимірювальних приладів. Замість них будуть встановлені сучасні цифрові вимірювальні прилади та пристрої, пов'язані, як із споживачем, так і з постачальником послуг. Мікропроцесори в цих передових вимірювачах здійснюватимуть широкий спектр функцій. Як мінімум, вони будуть фіксувати витрати протягом всього процесу виробництва, передачі і розподілу електроенергії. Більшість клієнтів також зможе реєструвати інформацію по передбачуваних критичних сигналах, наприклад, піку цін, що надається енергопостачальною організацією. Так

само вимірювальні пристрої будуть повідомляти клієнта про проходження критичного рівня завантаження мережі.

Вдосконалені вимірювальні пристрої будуть здійснювати функції бажаного рівня витрати електроенергії, графік якого програмується клієнтом. Залежно від змін цін на електроенергію, пристрої будуть автоматично контролювати навантаження клієнта відповідно до цього графіка.

Крім того, нові вимірювальні пристрої будуть забезпечувати розширення наданого переліку комунальних послуг, таких як пожежна та охоронна сигналізація та ін. Нові підходи будуть реалізовуватися на основі цифрових комунікаційних можливостей Інтернету, з використанням стандартних Інтернет-протоколів, а також надійних і розповсюджених способів підключення таких як , бездротові, BPL і навіть оптоволоконна мережа в будівлях. Інтеграція їх, наприклад, з системами безпеки буде забезпечувати запобігання зломів і порушень.

2. На рівні комунальних підприємств, вдосконалені технології зчитування і вимірювань розширять спектр наданої інформації операторам і диспетчерам енергетичної системи, яка включатиме в себе, наприклад:

- значення коефіцієнта потужності;
- параметри якості електроенергії в межах всієї системи;
- WAMS (Wide Area Measurement System - англ.) - системи моніторингу перехідних режимів енергосистеми;
- характеристику стану обладнання;
- маніпуляції з вимірами та даними датчиків;
- відомості про природні катаклізми;
- визначення місць пошкоджень;
- навантаження трансформаторів і ліній;
- профілі напруги мережі;
- температуру критичних елементів
- ідентифікацію відмов;

- профілі та прогнози споживання електро енергії.

Нові системи програмного забезпечення будуть збирати, зберігати, аналізувати і обробляти велику кількість даних, що проходять через сучасні інструменти вимірювання та зчитування. Оброблені дані потім будуть передаватися в існуючі та нові інформаційні системи обслуговуючих компаній, що виконують безліч найважливіших функцій бізнесу (білінг, планування, експлуатація, робота з клієнтами, прогнозування, статистичні дослідження і т.д.).

Майбутні цифрові реле, які використовують інтелектуальні агенти, істотно підвищать надійність енергетичної системи. Широкі схеми моніторингу, захисту та контролю будуть інтегрувати цифрові реле, удосконалювати зв'язок та інтелектуальних агентів. У такої інтегрованої розподіленої системі захисту реле будуть здатні автономно взаємодіяти один з одним. Така гнучкість і автономність підвищує надійність, так як навіть при збоях, на якійсь ділянці мережі, решта реле на базі агентів продовжують захищати енергетичну систему.

Прогнозовані масштаби впроваджень розглянутих технологій досить великі. Глобальна трансформація технологій вимірювання та зчитування буде використовувати безліч інтелектуальних, взаємодіючих вимірників. Але, як показує закон Мура, ціни на чіпи будуть падати, навіть якщо їх обчислювальна потужність буде виростати. До того ж, як показує історія, вимоги пов'язані з всеосяжністю, надійністю і недорогий зв'язком будуть помітно доступніші, тому що революція в цифрового зв'язку все ще триває.

Існує безліч переваг від розвитку таких технологій в галузі вимірювання.

Перетворення вимірювання у формі порталу для споживачів і виходу для інших технологій забезпечить інформованість як споживачів так і енергопостачальні компанії.

Вигоди для споживачів:

- можливість приймати обгрунтовані рішення з управління навантаженням;
- прямий зв'язок з ринком електроенергії в режимі реального часу;
- мотивація до участі у функціонуванні ринку;
- Зниження витрат на електро енергію;

Вигоди для енергопостачальних компаній:

- контроль коливань навантаження;
- зниження експлуатаційних витрат;
- «підтримка» при перевантаженнях;
- зниження крадіжок електроенергії.

Вдосконалені датчики і нові методи вимірювання будуть збирати необхідну інформацію про стан всіх елементів енергетичної системи, і системи в цілому. Додаткові інструменти потім аналізуватимуть системні умови і виконувати в режимі реального часу аналіз умов функціонування, а також у разі необхідності ініціювати необхідні дії.

Переваги вдосконалення процесу збору даних :

- більш ефективне використання та технічне обслуговування активів;
- постійний моніторинг та оцінка стану експлуатованого обладнання, його залишкового терміну служби;
- виявлення і запобігання потенційних збоїв і швидка оцінка виникаючих проблем;
- своєчасна передача інформації про передаварійний стан операторам.

Розширений моніторинг, контроль і система захисту, а також DR (Demand Response - управління попитом) інструменти, є невід'ємною частиною надійної, самовідновлювальної мережі. Далі наведені деякі переваги, які будуть реалізовані в енергетичній системі на базі концепції SmartGrid:

- скорочення каскадних відключень;
- запобігання швидкого розвивитку аварійного виходу з ладу обладнання;

- контроль пошкоджень;
- оптимальне використання існуючих активів;
- зниження перевантажень;
- більш ефективні програми технічного обслуговування активів;
- зменшення кількості відмов устаткування і зниження витрат на ліквідацію аварій;
- мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище;
- максимальне використання найбільш ефективних генеруючих пристроїв;
- зниження втрат при постачанні електрики.

Основні вигоди перетворення виміру інформації надалі істотно розширяють сферу їх застосування: будуть сприяти вдосконаленню функціонування ринків електроенергії та потужності, надаючи споживачу можливість вибору і здійснення інвестиції, що призведе до збереження капіталу і скорочення експлуатаційних витрат енергетичних компаній, формування вигод для навколишнього середовища в результаті підвищення рівня екологічної безпеки і вигод для економіки і населення від підвищення рівня безпеки, надійності та якості електропостачання.

Інформація від інтелектуальних приладів вимірювання може передаватися за допомогою:

- загальнодоступним бездротовим зв'язком, принцип роботи якого схожий з бездротовим Інтернетом;
- радіозв'язком, з використанням спеціальних частот, більш надійних, ніж у випадку загальнодоступною бездротового зв'язку;
- широкосмугових електричних ліній, в які вбудований Інтернет;
- електричних мереж з встановленими на обох кінцях ліній модемами, які дозволять обмінюватися інформацією між споживачами та генеруючими компаніями.

Впровадження інформаційних технологій - мається на увазі удосконалення комунальних ІТ-технологій, для створення сервісо-орієнтованої інфраструктури (Service Oriented Infrastructure, SOA-англ.), використовуючи загальну інформаційну модель і загальний двосторонній канал для передачі інформації. Загальна інформаційна модель (Common Information Model-англ.) - Міжнародний стандарт, що забезпечує єдину модель інформаційного обміну, що охоплює проміжок від споживчого лічильника до системи транспортування електроенергії.

Існуючі інформаційні системи не можуть виконувати нові функції, необхідні додаткам Smart Grid, тому удосконалення існуючих технологій має проходити разом з впровадженням нових пристроїв і компонентів.

2.8 Інноваційні технології та компоненти електроенергетичної системи

Інноваційні компоненти і пристрої базуються на останніх досягненнях науки і техніки в таких сферах, як надпровідність, силова електроніка, системи акумулювання електроенергії та діагностики. Прикладами технологій у цих сферах є пристрої FACTS, високовольтні системи передачі електроенергії на постійному струмі, надпровідники, smart прилади, силова електроніка на базі сучасних напівпровідникових приладів, у тому числі з використанням поновлюваних джерел енергії.

Розподілене виробництво електроенергії (або розподілена генерація) - це концепція розподілених енергетичних ресурсів, яка має на увазі наявність безлічі споживачів, які виробляють теплову та електричну енергію для власних потреб, направляючи їх надлишки в загальну мережу.

В даний час промислово розвинені країни виробляють основну частину електроенергії централізовано, на великих електростанціях: теплових електростанціях на вугіллі та природному газі, атомних і гідроелектростанціях. Такі електростанції мають високі економічні

показники, але при цьому передача електроенергії здійснюється на великі відстані.

Іншим підходом є розподілене виробництво електроенергії, що припускає максимальне наближення електрогенераторів до споживачів електрики, аж до розташування їх в одному будинку. При цьому знижуються втрати електроенергії при транспортуванні, число і протяжність ліній електропередач, які необхідні для електропостачання споживачів.

Поява нових технологій було викликано потребою збільшення керованості електроенергетичних систем: недостатньою пропускною спроможністю міжсистемних і системоутворюючих ліній електропередачі, слабкою керованістю електричних мереж, недостатнім обсягом пристроїв регулювання напруги та реактивної потужності, неоптимальним розподілом потоків потужності по паралельних лініях електропередачі різного класу напруги і т.д.

Управління на базі FACTS в останні роки почали впроваджуватись на об'єктах ЕНЕС. Реалізація концепції Smart Grid в електроенергетиці зробила їх одними з найбільш затребуваних в електроенергетиці. До технологій FACTS зараз відносяться пристрої поздовжньої компенсації як традиційного конденсаторного типу, так і регульовані за допомогою тиристорно-реакторних груп, статичні тиристорні компенсатори, вставки постійного струму, а також електромеханічні перетворювачі частоти (ЕМПЧ) на базі асинхронізованих синхронних машин АСМ (АС ЕМПЧ), керовані реактори і синхронні компенсатори. Таким чином, в даний час під *пристроями FACTS*, як правило, розуміється сукупність пристроїв, що встановлюються в електричній мережі і призначених для стабілізації напруги, підвищення керованості, оптимізації поточкорозподілу, зниження втрат, демпфування низькочастотних коливань, підвищення статичної та динамічної стійкості, а в результаті - підвищення пропускної здатності мережі і зниження втрат. Істотну роль у всьому різноманітті пристроїв FACTS грає силова електроніка

на базі різних модифікацій перетворювачів напруги, що використовують керовані напівпровідникові вентиля.

Широке впровадження систем FACTS спільно з новими засобами телемеханіки, моніторингу та управління дозволяє забезпечити формування системи передачі електроенергії з новою якістю.

Важливу роль у функціонуванні систем FACTS грають *накопичувачі електричної енергії*, які виконують наступні функції:

- вирівнювання графіків навантаження в мережі (накопичення електричної енергії в періоди наявності надлишкової (дешевої) енергії і видачу в мережу в періоди дефіциту;
- забезпечення в поєднанні з пристроями FACTS підвищення меж стійкості;
- забезпечення безперебійного живлення особливо важливих об'єктів, власних потреб електричних станцій;
- демпфування коливань потужності;
- стабілізацію роботи децентралізованих джерел електричної енергії.

Накопичувачі енергії діляться на електростатичні та електромеханічні.

До електростатичних накопичувачів енергії відносяться акумуляторні батареї великої енергоємності (АББЕ), накопичувачі енергії на основі молекулярних конденсаторів, накопичувачі енергії на основі низькотемпературних (охолодження рідким гелієм) надпровідників.

Всі типи електростатичних накопичувачів зв'язуються з мережею через пристрої силової електроніки - зарядно-перетворювальні пристрої.

В даний час рядом зарубіжних фірм розпочато випуск і здійснюється досить масштабне практичне застосування АББЕ.

Одним з основних елементів технологічного базису концепції Smart Grid є «*цифрові підстанції*».

В основу ідеї побудови цифрової підстанції закладена заміна численних дротяних зв'язків для обміну традиційними аналоговими і дискретними сигналами на уніфікований обмін цифровими повідомленнями,

що забезпечують можливість розподіленої реалізації функцій системи автоматизації підстанції і повну функціональну сумісність інтелектуальних електронних пристроїв різних виробників. Найбільш повно на сьогодні вивчені питання обміну інформацією в рамках стандарту MEK 61850 для таких пристроїв і підсистем підстанції, як вимірювальні трансформатори струму і напруги, комутаційні апарати, мікропроцесорні термінали релейного захисту та автоматики, АСУТП. При цьому питання інтеграції складних видів електротехнічного обладнання, і в першу чергу, силових трансформаторів, автотрансформаторів і шунтуючих реакторів, КРУЕ, вимикачів повинні розглядатися в контексті функцій самостійного аналізу даних і самодіагностики.

Широкі перспективи при реалізації концепції Smart Grid зв'язуються зі **надпровідниковими кабельними лініями** для систем передачі електроенергії, які перевершують за потужністю переданої енергії в три - п'ять разів традиційні кабельні лінії. Застосування надпровідних кабельних ліній дозволить істотно скоротити втрати електроенергії, передавати великі потоки потужності при звичайних габаритах кабелю, продовжити термін експлуатації кабельних ліній, зменшити площу відчужуваних під будівництво кабельних ліній земель в мегаполісах, забезпечити електропостачання великих споживачів в мегаполісах на напрузі 20 кВ.

Інноваційні компоненти Smart Grid відіграють важливу роль в досягненні розглянутих раніше ключових вимог до енергосистеми, удосконалюючи, з одного боку її фізико-технічні характеристики, а з іншого - істотно підвищують керованість, виступаючи активними елементами, що забезпечують великі можливості з розширення і зміни допустимих станів енергосистеми. Вони можуть застосовуватися як в автономних програмах, так і в складних комплексних системах, таких як мікромережі або віртуальні електростанції. Досить часто мікромережі називають віртуальними електростанціями (далі - ВЕС), так як, по суті, вони є об'єднанням програм управління попитом і розподіленими джерелами енергії, що дозволяє

диспетчеру моделювати їх, як ресурси генерації. ВЕС дозволяє енергетичним компаніям керувати значним числом споживачів з великими обсягами (ємністю), впливаючи на їх набір опцій, що стосуються комерційних операцій. У цьому плані використання ВЕС забезпечує більш тісний зв'язок між оптовим і роздрібним ринками шляхом управління системою магістральних ліній електропередачі та системою розподілу і формує двосторонній потік електрики і грошей, який забезпечує глибоко інтегровану систему оптимізації всім, що необхідно для ефективного управління складним SmartGrid.

У майбутньому передбачається, що функціонування енергосистеми здійснюватиметься шляхом тісної взаємодії між централізованими і розподіленими децентралізованими генеруючими потужностями. Управління розподіленими генераторами може бути зібрано в єдине ціле, утворюючи *мікромережі (microgrid)* або «віртуальні» електростанції, інтегровані як в мережу, так і в ринок електроенергії та потужності, що сприятиме підвищенню ролі споживача в управлінні енергосистемою.

В цілому при поліпшенні технологій інтерфейсу та підтримки прийняття рішень на місці, мережі будуть більш надійно функціонувати і менш частими стануть випадки відключення через природні явища і людський фактор.

З технологією IIDS складні і великі системи інформації будуть зведені до форматів, що легко сприймаються навченим системним оператором, для виконання наступних завдань:

- розуміння загального стану мережі та надання підтримки самовідновлюваній ділянці мережі;
- підтримку безпеки мережі і цілісності за рахунок швидкого виявлення та пом'якшення можливих загроз;
- моніторинг та контроль великої кількості нових, децентралізованих джерел електроенергії (наприклад, DER, DR, вдосконалених функцій зберігання);

- оперативного розгляду виникаючих питань якості електроенергії;
- визначення «втомленого» обладнання, що дозволить вчасно проводити заміну обладнання, до того як збій може привести до дорогих відключень;
- визначення місця розташування системних засобів, людських ресурсів, портативного обладнання, а також фізичних об'єктів, таких як дороги, мости і міські вулиці, що дозволить системним операторам значно підвищити безпеку працівників та населення, створити безпечні умови для завершення реставраційних робіт;
- краще зрозуміти і здійснювати мінімізацію впливу на навколишнє середовище
- поліпшити загальну експлуатацію та технічне обслуговування всієї системи передачі електроенергії.

Впровадження концепції SmartGrid головним чином вплине на зміни в системі ІТ в результаті істотного збільшення обсягу переданих і необхідних даних, яких раніше не було ні в одній енергетичній компанії.

Прогнозується, що кількість даних, які щодня надходять з енергетичної системи на базі концепції SmartGrid, складатиме більше 2% від загального обсягу даних системи. Іншими словами, якщо загальна кількість даних, які зберігаються в центральній базі даних, займає 10 Терабайт, то, можливо щоденне надходження до 200 Гігабайт тільки від систем управління та моніторингу SmartGrid.

У цьому випадку протягом двох місяців кількість даних, які від SmartGrid, буде перевершувати загальну кількість зібраних даних від SCADA та комерційної інформації електромережеві компанії за весь її життєвий цикл.

У першому ж році роботи електромережеві компанії будуть змушені збільшити розміри пам'яті на місцях або центральній базі даних на 400%.

2.9 Інтегровані комунікації

З розглянутих п'яти ключових технологічних областей, впровадження інтегрованих комунікацій є основною для розвитку всіх інших і необхідною базою для розвитку сучасної енергосистеми на базі концепції Smart Grid. Її функціонування буде істотно залежати від збору даних, захисту і управління, тобто від наявності ефективно інтегрованої інфраструктури зв'язку. Тому методи і технології комунікацій мають найвищий пріоритет для створення сучасної енергосистеми

Комплексна комунікаційна інфраструктура сучасної мережі буде мати такі характеристики:

- **універсальність** - всі потенційні користувачі можуть бути її активними учасниками;
- **цілісність** - інфраструктура працює на такому високому рівні керованості і надійності, що це стає помітно у випадку, коли вона перестає ефективно функціонувати;
- **простота використання** - логічні, послідовні і інтуїтивні правила і процедури для користувача;
- **економічна ефективність** - цінність надаваних послуг повністю виправдовує витрати;
- **стандартизація** - основні елементи інфраструктури та шляхів взаємодії її елементів чітко визначені і залишаються стабільними протягом часу;
- **відкритість** - відкрита частина інфраструктури доступна для всіх сторін на недискримінаційній основі;
- **безпека** - інфраструктура здатна витримати втручання третіх сил;
- **застосовність** - інфраструктура буде володіти достатньою пропускну здатністю для підтримки не тільки нинішніх функцій, але також і тих, які будуть розроблені в майбутньому.

Однією з основних переваг, які будуть отримані від впровадження інтегрованої комунікації буде можливість самовідновлення мережі.

У «Енергетичній стратегії-2030» намічені орієнтири розвитку мережевої інфраструктури. Серед інших завдань, в ній значиться застосування нового покоління пристроїв силової електроніки, систем автоматичного управління та захисту для вирішення проблеми спостереження за ЕЕС і управління електричними режимами в реальному часі, що істотно підвищить керованість і ефективність ЕЕС і забезпечить підвищення надійності електропостачання споживачів до 0,999 - 0,9997 з поточного рівня 0,996.

У «Енергетичній стратегії-2030» декларується вибір на користь інноваційного напрямку розвитку електроенергетики Росії. Інноваційна концепція розвитку електроенергетики країни є, по суті, вірною відповіддю на зазначені виклики світової економічної ситуації, але має значні складнощі в реалізації.

У Росії є технологічні передумови для інноваційного розвитку: у нашій країні розроблено і освоєно промислове виготовлення цілого ряду технічних засобів, що є елементами концепції Smart Grid, причому деякі з них проводяться тільки в Росії (наприклад, керований шунтуючим реактор з підмагнічування постійним струмом). Реалізація інноваційного потенціалу в електроенергетиці нашої країни пов'язана, в першу чергу, зі значними одноразовими фінансовими витратами, необхідний обсяг яких відсутній в компаніях галузі. Досвід зарубіжних країн показує, що без активної державної участі реалізація інноваційних завдань буде істотно ускладнена: необхідні також заходи підтримки розвитку російського технологічного потенціалу.

У поточній ситуації впровадження інновацій та розширення номенклатури електроенергетичного обладнання можливі за допомогою:

- переорієнтації підрядників на продукцію вітчизняного (у тому числі ліцензійного) виробництва;

- завантаження потужностей і отримання стійкого прибутку виробниками за рахунок збуту продукції за довгостроковими контрактами;
- створення програми підтримки та розвитку російських заводів-виготовлювачів, зокрема, що спеціалізуються на виробництві високовольтного електрообладнання;
- вдосконалення законодавчої бази в галузі захисту вітчизняних товаровиробників;
- всебічного стимулювання російських розробників нової імпортозамінної продукції.

У питаннях інтеграції енергосистем і координованого управління Росія має певний набір ключових компетенцій, особливо у науковій та технологічній сферах, які можуть бути розвинені в рамках реалізації нової концепції Smart Grid в Росії.

Аналіз показує, що в Росії існують достатні передумови для розвитку концепції Smart Grid. В якості найбільш загальних науково-технічних передумов слід, на наш погляд, в першу чергу, розглядати наявність збережених ключових компетенцій, які відносяться до окремих елементів технологічного базису: лінії надвисокої напруги змінного і постійного струму, протиаварійна автоматика; елементи інтелектуальних технологій в магістральних мережах: надпровідники; автоматизоване управління режимами роботи енергооб'єднань; релейний захист і WAMS, так і вітчизняні роботи з теорії розвитку та управління великими системами енергетики, кібернетиці енергосистем, ряд ідей і результатів яких, досить чітко простежуються в рамках розвинутої за кордоном ідеології Smart Grid.

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 Висновки

Таким чином, концепція Smart Grid передбачає перехід до активного споживача - по суті споживач стає, з одного боку, активним суб'єктом вироблення і прийняття рішень щодо розвитку і функціонування енергосистеми, а з іншого - об'єктом управління, що забезпечує поряд з іншими реалізацію ключових вимог. Енергосистема на базі концепції Smart Grid надасть великі можливості щодо виходу на ринок, як споживачів, так і виробників за рахунок збільшення пропускної спроможності магістральних мереж, проведення ініціатив з колективного управління споживанням, розташуванню розподілених джерел енергії в розподільних мережах, ближче до споживачів.

3.2 Контрольні питання

1. Назвати загальносистемні ефекти, що мають значний вплив на балансову ситуацію в ЕЕС;
2. Пояснити функціональні характеристики Smart Grids;
3. Назвати основні інноваційні технології та компоненти ЕЕС;
4. Назвати характеристики комунікаційної інфраструктури ЕЕС.

ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Smart Grid: Концептуальные положения // Профессиональный журнал. – 2010. – №03 (75) – С.66-72.

2. Интеллектуальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fskees.ru/press_center/media_on_fnc/?ELEMENT_ID=531, свободный.

3. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) // Энергоэксперт – 2009 – №4 – С.42-49.

4. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ikien.ru/data/Zamena/Prezent_En_V/Morgin.pptx, свободный.

5. Инфраструктура Smart Grid перенесет мировые сети электропередач из XIX в XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/092909.html>, свободный.

6. Рубаненко О.Є., Лесько В.О., Рубаненко О.О. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAC 801. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 134 с.

Додаткова

7. *Ледин С.С.* Интеллектуальные сети SMART GRID – будущее Российской энергетики//Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2010. – № 11 – С. 4–8.

8. Communications needs for Synchrophasors. The Synchrophasor Report. – 2010. – April. Volume 2, Issue 2 – P. 1–5.

9. Гуревич В.И. Интеллектуальные сети: новые перспективы или новые проблемы ? // ЭР. – 2010. – № 6 – С. 62–66.

10. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0. NIST Special Publication 1108R2 / John Bryson, Patrick D. Gallagher. – 2012. – February. – P. 227.

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>

2. Энергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>

3. <http://any-book.org/download/68591.html/>

Лекція № 5

Тема 5: Напрями досліджень і розробок, найбільш перспективні для розвитку в рамках платформи

| | |
|-------------|---|
| Курс: | 1.1. Інтелектуальні енергетичні системи |
| Тема: | 5 Напрями досліджень і розробок, найбільш перспективні для розвитку в рамках платформи |
| Заняття: | 5 Напрями досліджень і розробок, найбільш перспективні для розвитку в рамках платформи |
| Вид заняття | Теоретичне |

ЗМІСТ

1 **ВСТУПНА ЧАСТИНА**

1.1 *Призначення*

1.2 **Мета заняття**

2 **ОСНОВНА ЧАСТИНА**

2.1 *Напрями досліджень і розробок, за якими учасники платформи зацікавлені координувати свої дії та здійснювати кооперацію один з одним на доконкурентній стадії .*

2.2 *Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid*

2.3 *Цілі і завдання технологічної платформи, уточнені, актуалізовані виходячи зі складу і структури напрямків кооперації на доконкурентній стадії.*

2.4 *Групи технологій, які передбачається розвивати в рамках технологічної платформи.*

3 **ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА**

3.1 *Висновки*

3.2 *Контрольні питання*

ЛІТЕРАТУРА

ТЕМА №5 НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК, НАЙБІЛЬШ ПЕРСПЕКТИВНІ ДЛЯ РОЗВИТКУ В РАМКАХ ПЛАТФОРМИ

Заняття №5 НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК, НАЙБІЛЬШ ПЕРСПЕКТИВНІ ДЛЯ РОЗВИТКУ В РАМКАХ ПЛАТФОРМИ

МЕТА ЗАНЯТТЯ: Ознайомитись з НАПРЯМКАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК, НАЙБІЛЬШ ПЕРСПЕКТИВНИХ ДЛЯ РОЗВИТКУ В РАМКАХ ПЛАТФОРМИ

По закінченню заняття студент **має вміти:**

- **ПОРІВНЯТИ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ СЬОГОДНІШНЬОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТА СИСТЕМИ SMART GRID**
- **ПОЯСНИТИ ЦІЛІ ТА ЗАВДАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ**
- **НАЗВАТИ ГРУПИ ТЕХНОЛОГІЙ, ЯКІ ПЕРЕДБАЧАЄТЬСЯ РОЗВИВАТИ В РАМКАХ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ**

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення

Конспект заняття призначений для викладача при підготовці і проведенні заняття, а також для самостійної підготовки студентів. Дане заняття призначене для надання студентам теоретичних знань про властивості сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі Smart Grid, цілі та завдання технологічної платформи.

1.2 Мета заняття

По закінченню заняття студент має:

- Порівняти функціональні властивості сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі Smart Grid;
- Пояснити цілі та завдання технологічної платформи;
- Назвати групи технологій, які передбачається розвивати в рамках технологічної платформи;

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Напрями досліджень і розробок, за якими учасники платформи зацікавлені координувати свої дії та здійснювати кооперацію один з одним на доконкурентній стадії .

1.1. Розробка принципів , методів і механізмів формування інтегрованих інтелектуальних систем енергопостачання з активними споживачами та координованим управлінням, які забезпечують підвищення надійності, безпеки та економічної ефективності енергопостачання .

1.2. Розробка інтелектуальних технологій і засобів моніторингу, діагностики та автоматичного керування обладнанням та режимами роботи складних енергетичних систем.

1.3. Розробка (адаптація) обладнання для інтелектуальних систем енергопостачання.

1.4. Вибір оптимальних схемних, технологічних та управлінських рішень для локальних енергетичних систем з різним складом споживачів, інтегруючих різні види відновлюваних видів енергії, акумулявання енергії і традиційні енергоустановки .

1.5. Інформаційні та комунікаційні технології, забезпечення кібербезпеки.

1.6. Нормативно - правова та нормативно - технічна база (стандарти), що забезпечує створення, функціонування і розвиток ІЕЗ ААС.

2.2 Порівняльна характеристика функціональних властивостей сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі концепції Smart Grid

Коротко -, середньо і довгострокові пріоритети розвитку за напрямками кооперації учасників платформи в сфері досліджень і розробок на доконкурентній стадії.

Нижче наведені коротко, середньо і довгострокові пріоритети розвитку за напрямками кооперації учасників платформи в сфері досліджень і розробок на доконкурентній стадії .

Короткострокові

- Визначення напрямків застосування та місця розстановки нової інтелектуальної техніки в ІЕЗ ААС.

- Моделювання та методологія оцінки технологічних та економічних ефектів застосування інтелектуальних технологій з урахуванням пріоритетів надійності і безпеки.

Середньострокові

- Розробка та організація виробництва обладнання для інтелектуальних систем енергопостачання.
- Розвиток технології моніторингу та діагностики електричних мереж.
- Розвиток систем управління.
- Розвиток принципів взаємодії зі споживачами та участі активного споживача в роботі ІЕЗ ААС.
- Розвиток інтелектуальних розподільних мереж і мікросетей .

Довгострокові

- Формування концептуальної, методичної, нормативно - правової та нормативно-технічної бази (стандарти), що забезпечує створення, функціонування і розвиток ІЕЗ ААС.
- Розвиток інформаційних та комунікаційних технологій, моделювання, забезпечення кібербезпеки.

2.3 Цілі і завдання технологічної платформи, уточнені, актуалізовані виходячи зі складу і структури напрямків кооперації на доконкурентній стадії.

Цілі і завдання технологічної платформи залишаються незмінними і спрямовані на консолідацію і координацію діяльності сторін, зацікавлених у розвитку інтелектуальних технологій в енергетиці.

2.4 Групи технологій, які передбачається розвивати в рамках технологічної платформи.

Нижче наведені групи технологій, які передбачається розвивати в рамках технологічної платформи.

- Пристрої регулювання (компенсації) реактивної потужності і напруги, що підключаються до мереж паралельно.

- Пристрої регулювання параметрів мережі (опір мережі), що підключаються в мережі послідовно.
- Пристрої, що поєднують функції перших двох груп - пристрої поздовжньо - поперечного включення.
- Пристрої обмеження струмів короткого замикання.
- Накопичувачі електричної енергії.
- Перетворювачі роду струму (змінний струм в постійний і постійний струм в змінний) .
- Кабельні лінії електропередачі постійного і змінного струму на базі високотемпературних надпровідників .
- Математичне моделювання для вирішення завдань цілісного управління розвитком і функціонуванням енергосистем (Єдиної енергосистеми країни, об'єднаних енергосистем , розподільних мереж, мікросетей) .

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 Висновки

Поява нових технологій було викликано потребою збільшення керованості електроенергетичних систем: недостатньою пропускною спроможністю міжсистемних і системоутворюючих ліній електропередачі, слабкою керованістю електричних мереж, недостатнім обсягом пристроїв регулювання напруги та реактивної потужності, неоптимальним розподілом потоків потужності по паралельних лініях електропередачі різного класу напруги і т.д.

3.2 Контрольні питання

- Порівняти функціональні властивості сьогоденної енергетичної системи та енергетичної системи на базі Smart Grid;
- Пояснити цілі та завдання технологічної платформи;

- Назвати групи технологій, які передбачається розвивати в рамках технологічної платформи;

ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Smart Grid: Концептуальные положения // Профессиональный журнал. – 2010. – №03 (75) – С.66-72.
2. Интеллектуальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fskees.ru/press_center/media_on_fnc/?ELEMENT_ID=531, свободный.
3. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) // Энергоэксперт – 2009 – №4 – С.42-49.
4. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ikien.ru/data/Zamena/Prezent_En_V/Morgin.pptx, свободный.
5. Инфраструктура Smart Grid перенесет мировые сети электропередач из XIX в XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/092909.html>, свободный.
6. Рубаненко О.Є., Лесько В.О., Рубаненко О.О. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAC 801. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 134 с.

Додаткова

7. *Ледин С.С.* Интеллектуальные сети SMART GRID – будущее Российской энергетики//Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2010. – № 11 – С. 4–8.
8. Communications needs for Synchrophasors. The Synchrophasor Report. – 2010. – April. Volume 2, Issue 2 – P. 1–5.
9. Гуревич В.И. Интеллектуальные сети: новые перспективы или новые проблемы ? // ЭР. – 2010. – № 6 – С. 62–66.
10. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0. NIST Special Publication 1108R2 / John Bryson, Patrick D. Gallagher. – 2012. – February. – P. 227.

Тема 6: Розробка інтелектуальних технологій і засобів моніторингу.

| | |
|-------------|---|
| Курс: | 1.1. Інтелектуальні енергетичні системи |
| Тема: | 6 Розробка інтелектуальних технологій і засобів моніторингу. |
| Заняття: | 6 Розробка інтелектуальних технологій і засобів моніторингу. |
| Вид заняття | Теоретичне |

ЗМІСТ

- 1 ВСТУПНА ЧАСТИНА**
- 1.1 *Призначення*
- 1.2 *Мета заняття*

- 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА**
- 2.1 *Обладнання та програмно - апаратні комплекси для інтелектуальних енергетичних систем*

- 3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА**
- 3.1 *Висновки*
- 3.2 *Контрольні питання*

ЛІТЕРАТУРА

ТЕМА №6: *РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ*

Заняття №6 *РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ*

МЕТА ЗАНЯТТЯ: Ознайомитись з ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ ТА ЗАСОБАМИ МОНІТОРИНГУ

По закінченню заняття студент **має вміти:**

- **ПОЯСНИТИ ПРИЗНАЧЕННЯ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ**

- **НАЗВАТИ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АКТИВНО-АДАПТИВНИХ МЕРЕЖ**

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення

Конспект заняття призначений для викладача при підготовці і проведенні заняття, а також для самостійної підготовки студентів. Дане заняття призначене для надання студентам теоретичних знань про обладнання та програмно - апаратні комплекси для інтелектуальних енергетичних систем.

1.2 Мета заняття

По закінченню заняття студент має:

- Назвати обладнання та програмно - апаратні комплекси для інтелектуальних енергетичних систем;
- Пояснити призначення цифрових підстанцій;

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Обладнання та програмно - апаратні комплекси для інтелектуальних енергетичних систем

Обладнання та програмно - апаратні комплекси для інтелектуальних енергетичних систем, що забезпечують підвищення надійності, безпеки та економічності систем енергопостачання за рахунок контролю стану встановленого обладнання в реальному часі з урахуванням фактичних умови його експлуатації , визначення тенденцій і прогнозування характеристик, а також автоматичного реконфігурування системи відповідно до поточним енергоспоживанням або у разі аварійної ситуації

1.1. Цифрові підстанції ЕНЕС. Під «цифровою» підстанцією (ЦПС) розуміється підстанція з високим рівнем автоматизації управління, в якій

практично всі процеси інформаційного обміну між елементами ПС, обміну з зовнішніми системами, а також управління роботою ПС здійснюються в цифровому вигляді на основі протоколів МЕК.

1.2. Технології моніторингу та діагностики повітряних ліній електропередачі, силових трансформаторів, вимикачів і КРУЕ.

1.3. Системи ідентифікації моделей енергосистем з використанням даних СМІР. Цифрові мережеві моделюють платформи реального часу.

1.4. Інформаційні комплекси на базі сучасних технологій, що здійснюють високоточне визначення та збір синхронізованих режимних параметрів у вузлах мережі в режимі реального часу і інтеграцію отриманих даних в єдиний інформаційний простір на базі спільних інформаційних моделей (СІМ-моделей).

1.5. Системи автоматичного управління потужністю генеруючого обладнання.

1.6. Системи розподіленого розрахунку режимів енергосистем з використанням багаторівневих моделей - на основі мережевих технологій (GRID - технологій) .

1.7. Алгоритми виявлення передаварійних станів енергосистем і на основі методів оцінювання станів і параметричної ідентифікації .Розробка (адаптація) обладнання для інтелектуальних систем енергопостачання.

Технічні засоби активно - адаптивних мережі, що забезпечують її керованість, в тому числі основні групи:

- 1.8. Керовані пристрої компенсації реактивної потужності
- Реакторні групи , комотовані вимикачами (ВРГ).
 - Керований шунтуючий реактор з підмагнічування постійним струмом.
 - Статичні тиристорні компенсатори (СПК).
 - Статичний компенсатор реактивної потужності на базі перетворювача напруги (статки).
 - Електромашинні пристрої, асинхронізовані компенсатори (АСК).
- 1.9. Пристрої регулювання параметрів мережі

Керовані пристрої поздовжньої компенсації (КППК).

Фазоповоротное пристрій (ФПП).

1.10. Пристрої поздовжньо- поперечного включення.

1.11. Перетворювачі виду струму.

1.12. Пристрої обмеження струмів к.з.

1.13. Накопичувачі електричної енергії.

1.14. Надпровідні силові кабелі.

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 Висновки

Інформаційні комплекси на базі сучасних технологій, що здійснюють високоточне визначення та збір синхронізованих режимних параметрів у вузлах мережі в режимі реального часу і інтеграцію отриманих даних в єдиний інформаційний простір на базі спільних інформаційних моделей (СІМ-моделей).

3.2 Контрольні питання

- Назвати обладнання та програмно - апаратні комплекси для інтелектуальних енергетичних систем;
- Пояснити призначення цифрових підстанцій;

ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Smart Grid: Концептуальные положения //

Профессиональный журнал. – 2010. – №03 (75) – С.66-72.

2. Интеллектуальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fskees.ru/press_center/media_on_fnc/?ELEMENT_ID=531, свободный.

3. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) // Энергоэксперт – 2009 – №4 – С.42-49.

4. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://www.ikien.ru/data/Zamena/Prezent_En_V/Morgin.pptx, свободный.

5. Инфраструктура Smart Grid перенесет мировые сети электропередач из XIX в XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/092909.html>, свободный.

6. Рубаненко О.Є., Лесько В.О., Рубаненко О.О. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAC 801. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 134 с.

Додаткова

7. *Ледин С.С.* Интеллектуальные сети SMART GRID – будущее Российской энергетики//Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2010. – № 11 – С. 4–8.

8. Communications needs for Synchrophasors. The Synchrophasor Report. – 2010. – April. Volume 2, Issue 2 – P. 1–5.

9. Гуревич В.И. Интеллектуальные сети: новые перспективы или новые проблемы ? // ЭР. – 2010. – № 6 – С. 62–66.

10. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0. NIST Special Publication 1108R2 / John Bryson, Patrick D. Gallagher. – 2012. – February. – P. 227.

Тема: **Технологічні платформи**

Курс: **1 Інтелектуалізація ЕЕС**

Заняття: **7 Технологічні платформи, основні поняття і визначення**

Вид заняття Теоретичне

ЗМІСТ

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Поняття « технологічних платформ ». Європейський досвід

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Європейський досвід ТП

2.2 Основні принципи формування російських технологічних платформ

2.3 Принципи РТП

2.4 Цілі РТП

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 Висновки

3.2 Контрольні питання

ЛІТЕРАТУРА

ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Поняття «технологічних платформ». Європейський досвід

Інновації є одним із пріоритетів російської державної політики. Це підкреслюється в таких державних стратегічних документах, як: Концепція довгострокового соціально - економічного розвитку на період до 2020 р., Енергетична стратегія Росії на період до 2030 р., Програма модернізації російської електроенергетики - 2020, проект Стратегії інноваційного розвитку Росії - 2020, а також в рішеннях Президентської комісії з модернізації і технологічного розвитку економіки Росії та Урядової комісії з високих технологій та інновацій. Формування так званих «технологічних платформ» можна розглядати в якості одного з можливих допоміжних інструментів реалізації національних пріоритетів науково-технологічного розвитку та розвитку науково-виробничих зв'язків.

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТОРМИ» - термін, запропонований Єврокомісією для позначення тематичних напрямків, в рамках яких сформульовано або будуть сформульовані пріоритети Євросоюзу.

Передбачається виділення на ці цілі істотних обсягів фінансування для проведення дослідницьких робіт, безпосередньо пов'язаних з їх практичною реалізацією підприємствами малого та середнього бізнесу та промисловістю.

Особливістю «технологічних платформ» є їх формування, як результат потреб виробництва для досягнення цілей і стратегії стійкого і ресурсно-поновлюваного розвитку сучасного суспільства.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Європейський досвід ТП

«Технологічні платформи» були створені на пайовій основі за рахунок об'єднання інтелектуальних і фінансових ресурсів Євросоюзу і найбільших

європейських промислових виробників з метою активізації наукових досліджень.

Концепція Технологічних платформ ЄС дозволяє забезпечити :

- вибір стратегічних наукових напрямів ;
- аналіз ринкового потенціалу технологій;
- облік точок зору всіх зацікавлених сторін: держави, промисловості, наукової спільноти, контролюючих органів, користувачів і споживачів;
- активне залучення всіх країн Європейського союзу ;
- мобілізацію громадських і приватних джерел фінансування.

Як правило, формування ТП ініціюється великим європейським бізнесом, різного роду галузевими об'єднаннями промислових виробників і т.п., представники яких входять до т.зв. Групи Вищого Рівня (High Level Group). Для розробки ТП ініціатори платформи утворюють Дорадчий Комітет (Advisory Committee), в який входять представники ЄС, наукової спільноти, дрібного і середнього бізнесу, організації та об'єднання споживачів, різні недержавні організації та ін. Одночасно формуються Національні Групи Підтримки (National Support Groups) з представників зацікавлених країн і регіонів. Для розробки наукової складової ТП створюється Науковий Рада (Scientific Council), куди входять провідні експерти з даної проблеми, що представляють академічну і прикладну науки.

Основними завданнями створюваних в ЄС ТП є:

- пропаганда і просування формованих ТП, їх цілей і завдань, в Європейському суспільстві та структурах Євросоюзу;
- розробка Стратегічного Плану Досліджень (Strategic Research Agenda) - основного документа, в якому представлені характеристики проведених досліджень в рамках даної ТП ;
- розробка Плану Впровадження (Implementation Plan/Deployment Strategy) ТП.

Перші європейські технологічні платформи виникли в 2001 р., всього їх сформовано 38. Найбільша активність у формуванні платформ припадала на 2003-2006 рр., що пов'язано з запуском механізму 7-ої Рамкової програми ЄС,

в якій ТП відіграли значну роль. Після 2008 р. нові ТП не бралися, оскільки Єврокомісія, щоб уникнути необґрунтованого зростання їх числа, що приводить до дублювання НДДКР, стала активно стримувати цей процес.

В даний час в ЄС розпочато формування ТП нового рівня - технологічних інноваційних платформ (ЕТІР), які об'єднуються в кластер ЕТП і працюють у близькій тематичній області.

2.2 Основні принципи формування російських технологічних платформ

Технологічні платформи - комунікаційний інструмент об'єднання зусиль різних зацікавлених сторін (держави, бізнесу, науки) у визначенні інноваційних викликів, розробці програми стратегічних досліджень і визначенні шляхів її реалізації. Він спрямований на активізацію зусиль по створенню перспективних комерційних технологій, нових продуктів (послуг), на залучення додаткових ресурсів для проведення досліджень і розробок на основі участі всіх зацікавлених сторін, вдосконалення нормативно-правової бази в галузі науково-технологічного, інноваційного розвитку.

У російських умовах ТП як інструмент реалізації інноваційної політики мають ряд переваг:

По-перше, технологічна платформа - це спосіб мобілізації зусиль усіх зацікавлених сторін - різних відомств, бізнесу, наукової спільноти для досягнення кінцевих цілей на окремих стратегічних пріоритетних напрямках.

По-друге, це механізм узгодження та координації зусиль різних відомств, держкорпорацій, інфраструктурних монополій, регіонів тощо, що вживаються ними в рамках існуючих механізмів реалізації національної науково-технологічної політики - ФЦП, галузевих стратегій і програм, корпоративних програм розвитку та т .д.

По-третє, це спосіб реалізації ефективного приватно-державного партнерства.

2.3 Принципи РТП

Технологічна платформа є добровільною, самофінансованою, самоврядною організацією. Створення РТП спрямована на:

- Об'єднання зусиль найбільш значущих і зацікавлених сторін (держави, бізнесу, науки).
- Забезпечення вироблення і реалізації довгострокових (стратегічних) пріоритетів у масштабах певних секторів економіки .
- Технологічна модернізація в найбільш перспективних для розвитку економіки напрямках.

Формування і функціонування Технологічної платформи здійснюються у відповідності з наступними загальними принципами :

- спрямованість на вирішення стратегічних завдань розвитку національної економіки, пріоритетних державних інтересів, задоволення найважливіших суспільних потреб;
- значуще представництво інтересів бізнесу, ключових виробників і споживачів в органах управління Технологічної платформи;
- орієнтованість на проведення досліджень і розробок для вирішення середньо-і довгострокових завдань соціально-економічного розвитку країни;
- широкий спектр розглянутих технологічних рішень, орієнтація на опрацювання різних технологічних альтернатив;
- розширення бізнесу - і наукової кооперації, включаючи міжнародну, пошук кращих партнерів для вирішення поставлених перед Технологічною платформою завдань;
- залучення фінансових коштів з різних джерел;
- прозорі правила участі, відкритість для входу нових учасників;
- ясність і публічність досягнутих результатів, використання сучасних методів інформаційного обміну.

2.4 Цілі РТП

- Розширення «горизонту» можливих напрямків технологічної модернізації та підвищення її результативності за рахунок розвитку науково-виробничих партнерств.
- Розширення в економіці кола потенційних «бенефіціарів» від досліджень і розробок, підтримуваних державою.
- Покращення умов для поширення в економіці передових технологій.
- Залучення додаткових недержавних ресурсів в інноваційну сферу.
- Консолідація ресурсів на пріоритетних напрямках інноваційного розвитку.
- Селекція кращих технологій, формування «центрів переваги» в секторі досліджень і розробок, розвиток системи зв'язків.
- Розширення можливостей за оцінкою пріоритетності для соціально-економічного розвитку різних науково - технологічних напрямків.

ВИСНОВКИ

Передбачається виділення на цілі істотних обсягів фінансування для проведення дослідницьких робіт, безпосередньо пов'язаних з їх практичною реалізацією підприємствами малого та середнього бізнесу та промисловістю. Особливістю «технологічних платформ» є їх формування, як результат потреб виробництва для досягнення цілей і стратегії стійкого і ресурсно-поновлюваного розвитку сучасного суспільства.

Технологічні платформи - комунікаційний інструмент об'єднання зусиль різних зацікавлених сторін (держави, бізнесу, науки) у визначенні інноваційних викликів, розробці програми стратегічних досліджень і визначенні шляхів її реалізації. Він спрямований на активізацію зусиль по створенню перспективних комерційних технологій, нових продуктів (послуг), на залучення додаткових ресурсів для проведення досліджень і розробок на

основі участі всіх зацікавлених сторін, вдосконалення нормативно-правової бази в галузі науково-технологічного, інноваційного розвитку.

Як правило, формування ТП ініціюється великим європейським бізнесом, різного роду галузевими об'єднаннями промислових виробників і т.п., представники яких входять до т.зв. Групи Вищого Рівня (High Level Group). Для розробки ТП ініціатори платформи утворюють Дорадчий Комітет (Advisory Committee), в який входять представники ЄС, наукової спільноти, дрібного і середнього бізнесу, організації та об'єднання споживачів, різні недержавні організації та ін. Одночасно формуються Національні Групи Підтримки (National Support Groups) з представників зацікавлених країн і регіонів. Для розробки наукової складової ТП створюється Науковий Рада (Scientific Council), куди входять провідні експерти з даної проблеми, що представляють академічну і прикладну науки.

ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ

1. Що таке «технологічна платформа»?
2. Що дозволяє забезпечити технологічні платформ ЄС?
3. Які ви знаєте принципи РТП?
4. Які ви знаєте цілі РТП?

ЛІТЕРАТУРА

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Smart Grid: Концептуальные положения // Профессиональный журнал. – 2010. – №03 (75) – С.66-72.
2. Интеллектуальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fskees.ru/press_center/media_on_fnc/?ELEMENT_ID=531, свободный.
3. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) // Энергоэксперт – 2009 – №4 – С.42-49.
4. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ikien.ru/data/Zamena/Prezent_En_V/Morgin.pptx, свободный.

5. Инфраструктура Smart Grid перенесет мировые сети электропередач из XIX в XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/092909.html>, свободный.

6. Рубаненко О.Є., Лесько В.О., Рубаненко О.О. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAS 801. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 134 с.

Тема: **Розвиток технологічних платформ**

Курс: **1 Інтелектуалізація ЕЕС**

Заняття: **8 Основні напрямки розвитку технологічних платформ**

Вид заняття Теоретичне

ЗМІСТ

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Розвиток п'яти груп ключових проривних технологій

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Першочергові заходи в рамках ТП

2.2 Сектора економіки, в яких затребувана розподілена енергетика

2.3 Цілі і завдання

2.4 Основні технологічні напрямки

3 ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

3.1 Висновки

3.2 Контрольні питання

ЛІТЕРАТУРА

ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Розвиток п'яти груп ключових проривних технологій

Для створення нового інноваційного технологічного базису енергетики передбачається розвивати п'ять груп ключових проривних технологій :

- вимірювальні прилади та пристрої, в першу черг, smart - лічильники та smart - датчики ;

- вдосконалені методи управління: розподілені інтелектуальні системи управління та аналітичні інструменти для підтримки комунікацій на рівні об'єктів енергосистеми, що працюють в режимі реального часу і дозволяють реалізувати нові алгоритми та методики управління енергосистемою, включаючи управління її активними елементами;

- вдосконалені технології і компоненти електричної мережі: гнучкі передачі змінного струму FACTS, надпровідні кабелі, напівпровідникова, силова електроніка, накопичувачі;

- інтегровані інтерфейси і методи підтримки прийняття рішень, управління попитом, розподілена система моніторингу і контролю (DMCS), розподілена система поточного контролю за генерацією (DGMS), автоматична система вимірювання протікають процесів (AMOS), а також нові методи планування і проектування як розвитку, так і функціонування енергосистеми та її елементів;

- інтегровані комунікації, які дозволяють елементам перших чотирьох груп забезпечувати взаємозв'язок і взаємодію один з одним.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Першочергові заходи в рамках ТП

По лінії організаційного розвитку техплатформи заплановані наступні напрямки: розвиток організаційної структури, включаючи органи управління і формування робочих груп за напрямками; забезпечення міжплатформної взаємодії; залучення в роботу ТП стратегічних партнерів.

Серед пріоритетів по лінії реалізації проектів виділяються:

- Концепція Smart grid для розподільних мереж.
- Створення комплексу технічних засобів і нормативно-методичного забезпечення систем управління попитом споживачів електроенергії.
- Створення та дослідно-промислова локальних системи енергопостачання на основі розподілених джерел електричної та теплової енергії.

2.2 Сектора економіки, в яких затребувана розподілена енергетика

- важкодоступні і віддалені місцевості, де енергозабезпечення споживачів традиційно пов'язано з дорожнечею і складністю доставки палива;
- нові виробництва, засновані на «цифрових технологіях» і особливо чутливі до якості електропостачання. У централізованій електричній мережі складно забезпечити необхідний рівень якості електроенергії, але можливо в локальній мережі на основі автономних джерел живлення (що не виключає резервного з'єднання із загальною мережею);
- сфера комунального енергопостачання та тих видів сервісу або виробництва, де постійно споживається і електрична і тепла енергії, що робить актуальним впровадження когенераційних установок, максимально наближених до споживача і адаптованих до особливостей його попиту;
- мобільні споживачі (транспорт, будівництво, лісозаготівля, геологорозвідка, туризм, полювання, сільське господарство, аварійні та рятувальні служби, побутові споживачі та ін.)
- Домогосподарства, котеджі (резервне і « додаткове» енергопостачання)

2.3 Цілі і завдання

Основною метою створення ТП «Мала розподілена енергетика Росії» є інноваційно-технологічне забезпечення структурної перебудови російської енергетики шляхом переходу від традиційної, «жорстко» централізованої

системи, з перевагою в ній великих джерел генерації, до різноманітності типів і форм розвитку енергетики.

Дана технологічна платформа формується для :

- створення національної науково-технологічної та виробничо-інжинірингової бази, здатної забезпечити масштабне створення систем розподіленої енергетики на основі передових технологій;
- досягнення технологічного лідерства і конкурентоспроможності в обраних напрямках (технологіях) та розвитку діяльності учасників платформи на глобальних ринках;
- формування внутрішнього попиту на інноваційні рішення в сфері локальної енергетики і малої розподіленої енергетики;
- розвитку законодавчої та нормативно-правової бази з метою створення сприятливих умов розвитку малої розподіленої енергетики в Росії.

2.4 Основні технологічні напрямки

- Типи двигунів на газовому паливі ГТУ, мікротурбіни, ПГУ малої потужності, газопоршневі ДВС.
- Типи двигунів на довільному паливі, двигуни зовнішнього згорання.
- Газифікація місцевих ресурсів. Отримання типового газового палива на місці.
- Малі когенераційні установки. Принцип когенераційного вироблення енергії поруч зі споживачем.
- Комплексні локальні енергосистеми Модульні комплекси, що комбінують генерацію різних видів, у т.ч. ВДЕ.
- Паливні елементи. Енергетика нового покоління (воднева енергетика).

ВИСНОВКИ

Новий інноваційний технологічний базис енергетики передбачає розвивати п'ять груп ключових проривних технологій :

- вимірювальні прилади та пристрої, в першу черг, smart - лічильники та smart - датчики ;

- вдосконалені методи управління: розподілені інтелектуальні системи управління та аналітичні інструменти для підтримки комунікацій на рівні об'єктів енергосистеми, що працюють в режимі реального часу і дозволяють реалізувати нові алгоритми та методики управління енергосистемою, включаючи управління її активними елементами;

- вдосконалені технології і компоненти електричної мережі: гнучкі передачі змінного струму FACTS, надпровідні кабелі, напівпровідникова, силова електроніка, накопичувачі;

- інтегровані інтерфейси і методи підтримки прийняття рішень, управління попитом, розподілена система моніторингу і контролю (DMCS), розподілена система поточного контролю за генерацією (DGMS), автоматична система вимірювання протікають процесів (AMOS), а також нові методи планування і проектування як розвитку, так і функціонування енергосистеми та її елементів;

- інтегровані комунікації, які дозволяють елементам перших чотирьох груп забезпечувати взаємозв'язок і взаємодію один з одним.

По лінії організаційного розвитку техплатформи заплановані наступні напрямки: розвиток організаційної структури, включаючи органи управління і формування робочих груп за напрямками; забезпечення міжплатформної взаємодії; залучення в роботу ТП стратегічних партнерів.

ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ

1. Які ви знаєте п'ять груп ключових проривних технологій?
2. Які пріоритети по лінії реалізації проектів виділяються?
3. Яка основна мета створення ТП?
4. Назвіть основні технологічні напрямки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Smart Grid: Концептуальные положения // Профессиональный журнал. – 2010. – №03 (75) – С.66-72.
2. Интеллектуальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fskees.ru/press_center/media_on_fnc/?ELEMENT_ID=531, свободный.
3. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) // Энергоэксперт – 2009 – №4 – С.42-49.
4. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ikien.ru/data/Zamena/Prezent_En_V/Morgin.pptx, свободный.
5. Инфраструктура Smart Grid перенесет мировые сети электропередач из XIX в XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/092909.html>, свободный.
6. Рубаненко О.Є., Лесько В.О., Рубаненко О.О. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAC 801. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 134 с.

Матвійчук В.А., Рубаненко О.Є., Рубаненко О.О., Тунько І.О.

Інтелектуалізація електроенергетичних систем

КОНСПЕКТІ ЛЕКЦІЙ

Навчально-методичний посібник для підготовки студентів освітнього рівня «Магістр» в галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» – Вінниця, видавничий центр ВНАУ: 2018р. – 109с.

Видання здійснюється в авторській редакції

Підписано до друку

Наклад 50 прим. Зам. №