

Найбільш вагомі результати досліджень за напрямом Режими електроенергетичних систем і об'єктів та керування ними

Протягом 2020 року наукові дослідження інституту з цього наукового напрямку були спрямовані на розробку моделей та засобів оцінювання похибки прогнозу обсягів відпуску електричної енергії виробниками з відновлювальних джерел енергії та її впливу на ринкову вартість електричної енергії в Україні. Розроблено моделі роботи сонячної електричної станції потужністю 1200 МВт для видавання енергії в ОЕС України за умов детальної оцінки річних погодинних режимів роботи станції такого типу. Показана можливість та доцільність використання інфраструктури Чорнобильської АЕС для розміщення в цьому районі сонячної станції 1200 МВт, яка спроможна забезпечити початкове заміщення потужності виведеної з експлуатації Чорнобильської АЕС. Запропоновано організацію автоматичного регулювання частоти в ОЕС України із залученням лінії постійного струму. Досліджено методи мінімізації впливу насичення магнітопроводу трансформатора струму на точність первинного вимірювального каналу струму, які ґрунтуються на моделі струму короткого замикання, а також методи неперервного моніторингу технічного стану механічних елементів, залишкового комутаційного ресурсу і параметрів газової суміші елегазових вимикачів на напругу 750-330 кВ. Здійснено моделювання характерних режимів системоутворюючих ліній електропередавання магістральних електричних мереж та техніко-економічне порівняння результатів ефективності встановлення керованих пристроїв компенсації реактивної потужності.

У наступному році дослідження в цьому напрямку будуть спрямовані на розробку та верифікацію засобів аналізу ОЕС України в умовах інтеграції ринку електроенергії до ENTSO-E. Буде продовжено удосконалення моделей та методів врахування впливу збільшення частки відновлюваних джерел енергії на функціонування ОЕС України та ринкову вартість електричної енергії в Україні, а також буде розроблено обчислювальні програмні засоби для відлаштування мікропроцесорних засобів захисту від вимірів в непошкоджених фазах в складних електричних мережах ОЕС України. Передбачено дослідження методів прогнозування вузлового навантаження в електричних мережах, розробку моделей підвищення ефективності управління потоками енергії через окремі електричні мережі на основі пристроїв FACTS, зокрема, керованих шунтувальних реакторів.

Запропоновано організацію автоматичного регулювання частоти в ОЕС України із залученням лінії постійного струму. Виконано дослідження на прикладі основної частини ОЕС України та «Бурштинського острова» за умов відключення енергоблоку на Бурштинській ТЕС, результати яких показали, що використання ліній постійного струму дозволяє здійснювати гнучке регулювання перетіканнями активної потужності на інтерфейсі ОЕС України - ENTSO-E, що є важливою складовою під час інтеграції до ENTSO-E (академік НАН України О.В. Кириленко, А.С. Стелюк).

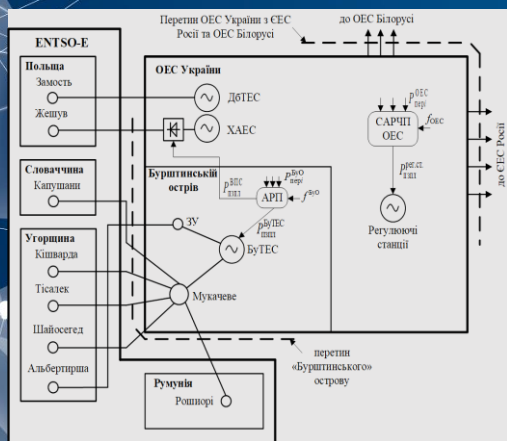
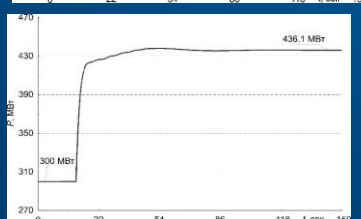
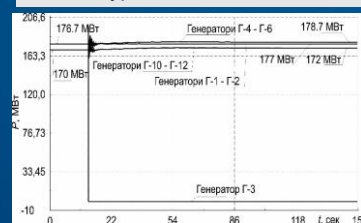


Схема спільної роботи ліній постійного струму в районі ХАЕС та САРЧП Бурштинського острова

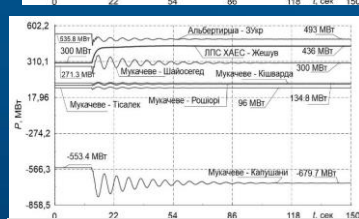
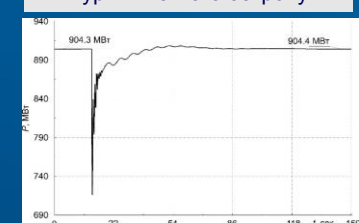
Результати моделювання режимів за частотою та активною потужністю гібридної системи

Потужність генерації Бурштинської ТЕС



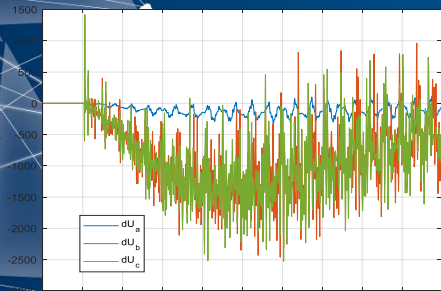
Зміна потоку потужності по вставкам постійного струму

Сальдо перетоків «Бурштинського острова»



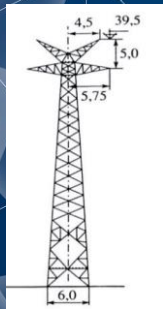
Перетоки потужності в міждержавних лініях перетину «Бурштинського острова»

Вперше виконано порівняльний аналіз математичних та імітаційних моделей ліній електропередачі змінного та постійного струму. Проведені дослідження забезпечують підвищення точності результатів моделювання перехідних електромагнітних процесів гібридних енергосистем при їх проектуванні та експлуатації. Результати орієнтовані на впровадження в перспективних гібридних енергосистемах з метою запобігання розвитку аварійних режимів (чл.-кор. НАНУ В.Г. Кузнецов, Ю.І. Тугай, О.Г. Шполянський).



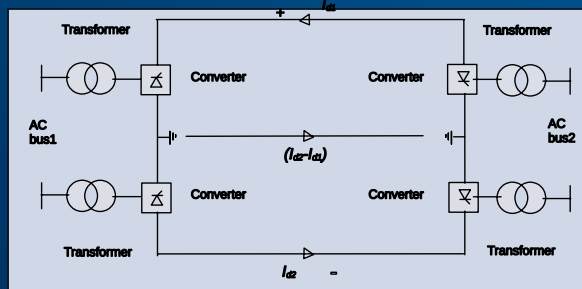
ЛЕП змінного струму 750 кВ

Графік відхилень результатів моделювання діючих значень фазної напруги при постановці лінії під напругу між моделлю з розподіленими параметрами та моделлю з П-подібних ланок з зосередженими параметрами.



Опора ЛЕП

Біполярна ЛЕП ±400 кВ



Заступна схема

Уном, кВ	Рн ЛЕП, МВт	Полюс, N x S, мм ²
±400	1500	3x800

Проведено комплексні дослідження з розробки моделі сонячної електричної станції потужністю 1200 МВт для видавання енергії в ОЕС України за умов детальної оцінки річних погодинних режимів роботи станції такого типу. Показана можливість та доцільність використання інфраструктури Чорнобильської АЕС для розміщення в цьому районі сонячної станції потужності 1200 МВт. Це забезпечує початкове заміщення потужності виведеної з експлуатації Чорнобильської АЕС (академік НАН України Б.С. Стогній, академік НАН України О.В. Кириленко, В.В. Павловський, Л.М. Лук'яненко).

Цифрова планетарна модель генерування СЕС 1200 МВт з урахуванням особливостей її розміщення та роботи

Надпотужна СЕС 1200 МВт

1 Блок 150 МВт

1...8

8 Блок 150 МВт

Інверторна станція 2250 кВА

Number of parallel inverters

1 ... 68

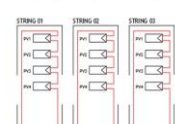
Number of panels per inverter

Number of panels per inverter

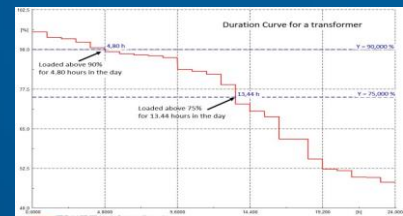
6720 фотопанелей 335 W

PV block 2.25 MWp

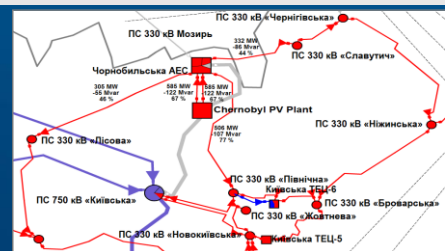
Strings of PV modules



Цифрова квазідинамічна модель фрагменту мереж ОЕС України

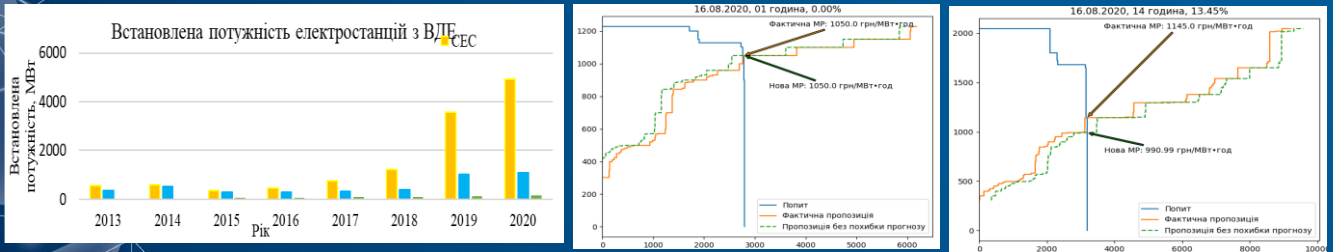


Аналіз схеми видачі потужності Чорнобильської АЕС та можливостей її використання для розміщення надпотужної СЕС



Вперше розроблено моделі, засоби та практичну методику оцінювання похибки прогнозу обсягів відпуску електричної енергії виробниками з відновлювальних джерел енергії та її впливу на ринкову вартість електричної енергії в Україні. Це дало змогу сформулювати рекомендації для прийняття управлінських рішень під час внесення змін до правил купівлі електричної енергії ДП «Гарантований покупець» щодо розрахунку обсягів та вартості небалансів, які створюються виробниками з відновлювальних джерел енергії в Україні (акад. НАН України О.В. Кириленко, І.В. Блінов, Є.В. Парус, О.Б. Рибіна).

Вплив похибки прогнозу на процеси ціноутворення на ринку «на добу наперед»



Методика оцінки вартості похибки прогнозу для ДП «Гарантований покупець»

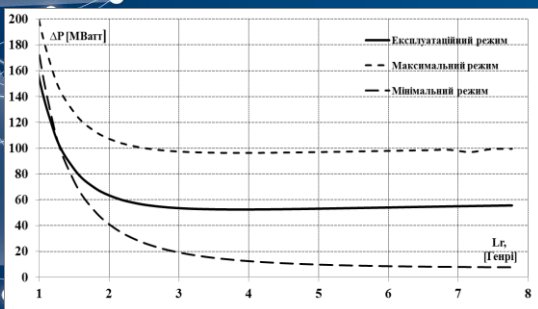


Результати моделювання		
Формули розрахунку	Вартість небалансів ГП (В _{НБ}), грн	Вартість похибки прогнозу (В _{ПР}), грн
До 01.03.2020	-52 014 742,46	829 183,64
Після 01.03.2020	-81 170 359,91	-30 203 857,11

Розроблена модель для прогнозу сумарного відпуску електричної енергії виробниками з ВДЕ забезпечує зниження середньоквадратичної похибки на **8,5%**.

Проведено моделювання характерних режимів системоутворюючих ліній електропередавання магістральних електричних мереж та виконано техніко-економічне порівняння ефективності встановлення керованих пристроїв компенсації реактивної потужності.

Втрати активної потужності в режимах роботи ЛЕП НВН в залежності від індуктивності КШР



Визначено, що застосування керованих шунтувальних реакторів (КШР) забезпечує зниження втрат активної потужності на **6%**, підвищує пропускну здатність електропередач та нормалізує рівні напруги в мережі. Розроблено практичні рекомендації щодо застосування зазначених технічних засобів при модернізації існуючих та побудові нових гнучких ліній електропередавання надвисокої напруги в ОЕС України з урахуванням її інтеграції до ENTSO-E (Ю.І. Тугай, В.В. Кучанський).

Зменшення втрат активної потужності при застосуванні КШР

Режим ЛЕП 750 кВ	Без компенсації		Встановлено ШР		Встановлено КШР	
	ΔP, МВт	ККД, %	ΔP, МВт	ККД, %	ΔP, МВт	ККД, %
P = 350 МВт Q = -100 МВАр U = 780 кВ	10,601	96,971	7,662	97,811	6,658	97,812
P = 1500 МВт Q = -500 МВАр U = 750 кВ	38,669	97,42	33,59	97,76	31,057	97,93
P = 2500 МВт Q = -500 МВАр U = 750 кВ	80,69	96,772	79,01	96,84	75,956	96,962

Регулювання натуральної потужності та пропускну здатності керованими шунтувальними реакторами

