

УДК 621.311, 504.064.4  
КП  
№ держреєстрації 0119U101745  
Інв.№

**Національна академія наук України  
Інститут загальної енергетики  
(ІЗЕ НАН України)**

03150, Київ, вул. Антоновича, 172; тел. (044) 294-67-01



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІЗЕ НАН України  
академік НАН України

Михайло КУЛИК

30, 12.2021

**ЗВІТ  
ПРО НАУКОВУ РОБОТУ**

**Н.Е.1.4 ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ СТРУКТУРИ ГЕНЕРУЮЧИХ  
ПОТУЖНОСТЕЙ ОЕС УКРАЇНИ ЗА УМОВ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ТРАДИЦІЙНИХ  
ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ І ПОСИЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ  
ВИМОГ**

цільової програми наукових досліджень НАН України  
**«Інтелектуальна екологічно безпечна енергетика з традиційними та  
відновлюваними джерелами енергії»**  
(«Нова енергетика»)

за договорами № Н.Е.1.4.-19 (100-19) від 2 травня 2019 р.,  
№ Н.Е.1.4.-2020 (501-20) від 2 березня 2020 р.,  
№ Н.Е.1.4.-2021 (501-2021) від 1 березня 2021 р.,  
між Національною академією наук України  
та Інститутом загальної енергетики НАН України  
(остаточний)

Науковий керівник  
ст. наук. співр., канд. техн. наук

Сергій ШУЛЬЖЕНКО

Відповідальний виконавець  
канд. техн. наук

Тетяна НЕЧАСВА

2021

Результати роботи розглянуто вченою Радою ІЗЕ НАН України,  
протокол від 2 грудня 2021 р №10. Рукопис закінчено 28 грудня 2021 р.

## РЕФЕРАТ

Звіт про наукову роботу: 82 с., 11 рис., 17 табл., 47 джерел.

ОБ'ЄДНАНА ЕНЕРГОСИСТЕМА, МАТЕМАТИЧНА НЕЛІНІЙНА МОДЕЛЬ, МОДЕЛЬ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ, ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, СИСТЕМА АКУМУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, СОБІВАРТІСТЬ.

Об'єкт дослідження – Об'єднана енергосистема (ОЕС) України.

Предмет дослідження – розвиток структури генеруючих потужностей ОЕС України в умовах зростання частки генерації на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ) і виконання екологічних вимог.

Мета роботи – дослідження напрямів розвитку структури генеруючих потужностей ОЕС України в умовах зростання частки генерації на ВДЕ та виконання екологічних вимог.

Методи дослідження: системний аналіз роботи об'єднаних енергосистем; модель нелінійної оптимізації; розрахункова модель; модель життєвого циклу; математична модель лінійного програмування; методи статистичного аналізу.

Отримані результати в ході виконання роботи:

– на основі фактичних даних, із використанням статистичних показників розподілу зміни погодинної потужності вітрових (ВЕС) та сонячних електростанцій (СЕС) за 2019 р., які приєднані до ОЕС України, та з урахуванням прогнозованого рівня їх встановленої потужності сформовано характерні профілі потужності цих ВДЕ для кожної доби 2040 року;

– проведено аналіз застосування систем акумулювання електроенергії (САЕ) для компенсації нестабільності генерації електроенергії СЕС та ВЕС, який показав, що із прогнозованим зростанням встановленої потужності СЕС та ВЕС застосування систем накопичення електрохімічного типу на основі літій-іонних акумуляторних батарей є найбільш доцільним рішенням щодо забезпечення надійності роботи енергосистеми в цілому, зокрема, через їх

здатність забезпечувати практично миттєву зміну потужності генерації/накопичення із підтримкою заданих показників її якості;

– вперше розроблено нелінійну математичну модель визначення оптимальної структури СЕС, в складі якої використовуються САЕ, за критерієм мінімальної собівартості виробництва електроенергії та математичну модель формування характерних профілів потужності відпуску електроенергії в енергосистему з СЕС при спільній роботі з системою акумулювання;

– розроблено режими спільної роботи СЕС та системи накопичення із потужністю 37% від встановленої потужності інверторів з перенесенням до пікової частини добового графіка електричного навантаження;

– із застосуванням розробленої в Інституті загальної енергетики (ІЗЕ) НАН України моделі математичного лінійного програмування оптимального завантаження електростанцій при покритті добових графіків електричного навантаження енергосистеми відповідно до сформованих представницьких сценаріїв розвитку потужностей досліджено напрями розвитку структури генеруючих потужностей ОЕС України, яка моделювалась як ізольована енергосистема, в умовах зростання частки генерації на ВДЕ і виконання екологічних вимог;

– визначено, що впровадження САЕ до СЕС впливає на сумарні показники роботи ОЕС протягом року, а саме: зменшуються обсяги виробництва електроенергії вугільних теплових електростанцій (ТЕС) на 20%; зростають обсяги виробництва електричної енергії на атомних електростанціях (АЕС) на 8%; зменшується потреба використання гідроакumuлюючих електростанцій (ГАЕС) на 4,5% та необхідність впровадження загальносистемних САЕ знижується на 57%. При цьому, через скорочення обсягів спалювання вугілля відбувається зменшення викидів двоокису вуглецю, оксидів сірки, окису азоту та пилу на 15-20%.