

# З В І Т

## Інституту загальної енергетики НАН України з наукової та науково-організаційної діяльності у 2019 році

### 1 Загальні дані

*Інформація до цього розділу наведена на слайдах №№ 1–10.*

*У Додатку А наведена інформація стосовно наукових робіт, виконання яких завершилось у 2019 році.*

Основні напрями наукової діяльності Інституту загальної енергетики НАН України (далі – ІЗЕ НАН України) відповідно до Постанови Президії НАН України від 26.02.97 р. № 83 такі:

– наукові основи прогнозування розвитку енергетики, системний аналіз та оптимізація структури енергокомплексу;

– дослідження проблем структурного розвитку енергетики України з урахуванням екологічних вимог, формування паливно-енергетичних балансів та оптимізація обсягів імпорту-експорту паливно-енергетичних ресурсів;

– системний аналіз та прогнозування науково-технічного прогресу в енергетиці, дослідження основних напрямів підвищення енергоефективності та енергозбереження, прогнозування та реалізація потенціалу енергозбереження;

– наукові основи управління енергетикою в нових економічних умовах, формування нормативно-правової бази та економічного середовища для функціонування і розвитку енергетики.

У структурі ІЗЕ НАН України наявні такі наукові відділи:

– відділ оптимізації структури паливно-енергетичного комплексу;

– відділ ефективності енерговикористання та оптимізації енергоспоживання;

– відділ оптимізації розвитку паливних баз;

– відділ прогнозування розвитку та управління функціонуванням електроенергетики;

– відділ прогнозування розвитку атомної та відновлюваної енергетики.

У 2019 році загальна чисельність працівників ІЗЕ НАН України складала 73 особи, з них – 43 наукових працівника (табл. 1).

Таблиця 1 – Кадровий склад ІЗЕ НАН України

Показник	2015	2016	2017	2018	2019
Загальна чисельність	94	82	76	75	73
Наукові співробітники/ доктори наук/кандидати наук	55/ 3/27	50/ 3/29	46/ 5/27	43/ 4/23	43/ 4/26
Інші спеціалісти науково-дослідних підрозділів	12	9	9	9	8
Загальні і допоміжні служби	27	23	21	23	22
Сумісники	3	2	2	3	1
Молоді наукові співробітники	9	6	6	2	3

У 2019 році в Інституті працювало 2 головних наукових співробітника (середній вік – 76 років), 1 провідний науковий співробітник (вік – 55 років), 20 старших наукових співробітника (середній вік – 59,6 років), 6 наукових співробітника (середній вік – 60,6 років), 4 молодших наукових співробітника (середній вік – 51,5 років), 3 молодих наукових співробітника віком до 35 років (середній вік – 29 років).

У 2019 році загальна кількість пропозицій, аналітичних матеріалів, експертних висновків тощо, надісланих до вищих державних органів країни, склала 8 одиниць, зокрема:

– пропозиції і зауваження до проекту Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990–2017 роки відповідно до листа Президії НАН України від 19.03.2019 № 9п/474-8 за дорученням Міністерства екології та природних ресурсів України від 11.03.2019 №5/4-9/2677-19;

– інформаційно-аналітичні матеріали та пропозиції «Екологізація поверхневих вод в Україні шляхом раціональної експлуатації гідроелектростанцій» до проекту рекомендацій парламентських слухань на тему «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні

п'ять років» відповідно до листа Президії НАН України від 10.10.2019 № 9п/8 за дорученням Прем'єр міністра України О.В. Гончарука від 09.10.2019 № 32380/1/1-19 до пункту 2 постанови Верховної Ради України від 18.09.19 № 103-ІХ «Про проведення парламентських слухань на тему: «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років»;

– інформаційно-аналітичні матеріали та пропозиції «Урахування екологічних вимог до теплових електростанцій ОЕС України при її приєднанні до енергосистеми Євросоюзу» до проекту рекомендацій парламентських слухань на тему «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років» відповідно до листа Президії НАН України від 10.10.2019 № 9п/8 за дорученням Прем'єр міністра України О.В. Гончарука від 09.10.2019 № 32380/1/1-19 до пункту 2 постанови Верховної Ради України від 18.09.19 № 103-ІХ «Про проведення парламентських слухань на тему: «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років»;

– інформаційно-аналітичні матеріали та пропозиції «Пріоритети екологічної політики в атомній енергетиці України» до проекту рекомендацій парламентських слухань на тему «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років» відповідно до листа Президії НАН України від 10.10.2019 № 9п/8 за дорученням Прем'єр міністра України О.В. Гончарука від 09.10.2019 № 32380/1/1-19 до пункту 2 постанови Верховної Ради України від 18.09.19 № 103-ІХ «Про проведення парламентських слухань на тему: «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років»;

– інформаційно-аналітичних матеріалів стосовно поточних запасів вугілля на теплових електростанціях Об'єднаної енергосистеми України відповідно до запита т.в.о. Президента НАН України академіка НАН України В.П. Горбуліна від 19.08.2019;

– пропозиції для підготовки проекту відповідної постанови НАН України та сформульовані проблеми державного значення, що відповідають цілям

сталого розвитку, у ви-рішенні яких можуть взяти участь фахівці ІЗЕ НАН України, за дорученням Президента НАН України академіка НАН України Б.Є. Патона на виконання Указу Президента України від 30.09.2019 № 722/2-019 «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року»;

– матеріали з ключових критично важливих питань розвитку енергетичного комплексу України та визначено питання, які українська наука може взяти до виконання на себе, відповідно до листа академіка-секретаря ВФТПЕ НАН України від 04.06.2019 № 70/26-16.2 за дорученням Президента НАН України академіка НАН України Б.Є. Патона;

– аналітичної записки стосовно заходів з нарощування обсягів видобутку природного газу в Україні у контексті забезпечення енергетичної безпеки відповідно до ОКК від 04.12.2019 № 523 на виконання Указу Президента України «Про рішення РНБОУ від 2 грудня 2019 року «Про невідкладні заходи щодо забезпечення енергетичної безпеки».

На виконання Плану заходів, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 06.06.2018 № 497-р. відповідно до розпорядження Президії НАН України від 08.08.2018 за №459 ІЗЕ НАН України виконував завдання п. 172 «Плану заходів з реалізації етапу «Реформування енергетичного сектору (до 2020 року)» Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», за які він затверджений відповідальним, з наданням щоквартальних звітів.

На виконання розпорядження Президії НАН України від 15.01.2018 р. № 26 «Про виконання плану заходів Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року», ІЗЕ НАН України був затверджений одним з відповідальних за виконання від НАН України основного тематичного блоку завдань діяльності наукових установ НАН України з реалізації заходів зазначеного Плану – Проблеми зменшення

викидів парникових газів та їх абсорбції. Терміни виконання: 2018 – 2030 рр., постійно, щорічно.

Загальний обсяг фінансування ІЗЕ НАН України у 2019 році становив 10711,4 тис. грн (табл. 2).

Таблиця 2 – Дані щодо фінансування ІЗЕ НАН України, тис. грн

Показник	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Загальне фінансування, тис. грн</b>	<b>6845,6</b>	<b>6214,3</b>	<b>7935,3</b>	<b>10016,3</b>	<b>10711,4</b>
1.1.Фундаментальні дослідження, КПКВК 6541030/ 6541230	5311,3	4577,3	5966,5	6675,7 1199,0	7309,9 1199,0
1.2. Прикладні дослідження	1518,9	1471,0	1847,0	1972,2	2202,4
1.3. Госпдоговори, тис. грн/%	0/0	166,0/3	121,8/2	169,4/2	0/0
Середня заробітна плата, грн	4254	4828	5736	10296	12159
2.1. Наукові співробітники	4665	6172	7674	13084	16131
2.2. АУП	3249	3282	5516	6872	7544
Середня заробітна плата молодих наукових співробітників (до 35 р.)	2933	3415	6442	7466	7038
Кількість бюджетних тем	18	17	16	17	15
Кількість госпдоговорів	0	5	2	3	0

З 1999 року ІЗЕ НАН України видає фаховий науковий збірник «Проблеми загальної енергетики». Збірник включено до переліку фахових видань, в яких публікуються результати наукових досліджень на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата технічних наук, до загальнодержавної реферативної бази даних «Україніка наукова», до міжнародної бази наукового цитування Ulrich's Periodicals Directory. Збірник індексується у міжнародних наукометричних базах даних Index Copernicus та Google Scholar. Електронне видання наукового збірника зберігається у Національній бібліотеці імені В.І. Вернадського, реферати статей друкуються в Українському реферативному журналі «Джерело». У 2019 році вийшло з друку 4 випуски накладом 120 прим. кожний. Загальні показники видавничої діяльності ІЗЕ НАН України наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Видавнича діяльність ІЗЕ НАН України

Роки	Вид видання				Кількість публікацій на 1 наукового співробітника з пров. інженерами / без пров. інженерів
	монографії, кількість	підручники, методики, стандарти, брошури, кількість	статті у вітчизняних/зарубіжних виданнях, кількість	тези, кількість	
2015	–	4	45 / 3	6	1,14 / 1,32
2016	1	7	36 / 6	10	1,28 / 1, 46
2017	2	3	33 / 0	11	1,11 / 1,29
2018	3	7	35 / 0	14	1,37 / 1,51
2019	1	–	36 / 3	22	1,65 / 1,82

У 2019 р. в ІЗЕ НАН України був проведений успішно захист кандидатської дисертації за спеціальністю 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси».

Міжнародне співробітництво ІЗЕ НАН України у 2019 році складалось з такої діяльності. Співробітники ІЗЕ НАН України у 2019 році виконували наукову роботу «Дослідження процесів розвитку енергетики як фактору сталого розвитку соціально-економічної системи із забезпеченням її економічної ефективності, технічної надійності, мінімізації впливу на природне середовище та викидів парникових газів» за темою прикладних наукових досліджень Комітету з системного аналізу при Президії НАН України «Комплексне моделювання управління безпечним використанням продовольчих, водних і енергетичних ресурсів з метою сталого соціального, економічного і екологічного розвитку» в межах спільних досліджень з Міжнародним інститутом прикладних системних досліджень (IIASA, Австрія).

Співробітники Інституту приймали участь у роботі міжнародних організацій з проблематики Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, а також у рамках роботи Технічного комітету ТК 48 співпрацюють з міжнародними технічними комітетами із стандартизації (обмін текстами стандартів,

проведення голосувань щодо прийняття міжнародних стандартів у галузі енергозбереження):

- ISO/TC 301 Energy management and energy savings;
- ISO/TC 180/SC5 Solar energy / Collectors and other components;
- IEC TC 88 Wind energy generation systems;
- IEC TC 105 Fuel cell technologies;
- IEC TC 117 Solar thermal electric plants;
- CENELEC: CLC/TC 13 Electrical energy measurement and control;
- CENELEC: CLC/TC 82 Solar photovoltaic energy systems;
- CENELEC: CLC/TC 88 Wind turbines;
- CENELEC: CLC/SR 105 Fuel cell technologies;
- CENELEC: CLC/SR 117 Solar thermal electric plants.

## **2 Найбільш вагомими науковими результатами, отриманими в ІЗЕ НАН України у 2019 році**

*Інформація до цього розділу наведена на слайдах №№ 11–16.*

1. Розроблена та досліджена нова модель випуску продукції в системі засобів input-output, яка ґрунтується на даних доданої вартості. Виконано порівняння можливостей і показників нової моделі та моделі Леонтєва аналогічного призначення. У векторно-матричній формі установлені і досліджені взаємозв'язки між векторами кінцевого споживання та доданої вартості. Доведена рівність відповідних діагональних елементів інверсних матриць нової моделі та моделі Леонтєва. Наведені результати контрольних розрахунків за новою моделлю та моделлю Леонтєва, які підтвердили адекватність нової моделі. Надані оцінки можливих напрямів розрізненого і сумісного використання зазначених моделей у класі задач, які досліджуються засобами апарату input-output.

2. В теорії міжгалузевого балансу запропонована і всебічно досліджена нова модель рівноважних цін, яка, на відміну від існуючих, базується не на

балансі витрат, а на балансі випуску. Вона строго математично обґрунтована і не має жодних методичних похибок і обмежень. Окрім того, матриця нової моделі має діагональну структуру, що надає їй додаткові важливі переваги: рівноважні ціни можуть бути визначені в аналітичній формі, а ціни прогнозного етапу та їх відхилення завдяки цьому можна розрахувати через рівноважні ціни базового періоду. Таких можливостей існуючі моделі рівноважних цін не мають.

3. Досліджено перспективи та проблеми розвитку Об'єднаної енергосистеми України в умовах її приєднання до енергосистеми Євросоюзу і гіпертрофованого використання у її складі вітрових (ВЕС) та сонячних (СЕС) електростанцій. Досліджено ключові проблеми функціонування ВЕС у складі ОЕС України: визначення типу і потужності регуляторів, що здатні забезпечити стабільність частоти в енергосистемі з великими ВЕС; визначення конкурентоздатності ВЕС на ринку електроенергії, що працюють в енергосистемах із забезпеченням нормативних вимог за частотою. Досліджено стан технологічної бази та наявність економічного підґрунтя для гіпертрофованого розвитку ВЕС та СЕС у складі ОЕС України, який має місце у поточному часі.

Проведений аналіз дії закону «Про альтернативні джерела енергії» в умовах ОЕС України стосовно вітрових та сонячних електростанцій. Цей закон не був економічно та екологічно обґрунтованим і надав дуже великі преференції власникам ВЕС та СЕС (надзвичайно високі тарифи на їх електроенергію; віднесення витрат на регулюючі та резервні потужності на рахунок споживача; принцип «бери або плати» у відносинах власників ВЕС і СЕС із ринком електроенергії; зобов'язання енергосистеми давати дозволи на підключення ВЕС та СЕС без обмежень і т. ін. Наслідком цього є те, що станом на кінець жовтня 2019 року загальна потужність функціонуючих та заявлених до введення ВЕС та СЕС склала біля 12,55 ГВт. Такої потужності ВЕС та СЕС (джерела з нульовою гарантованою потужністю) ОЕС України прийняти не



зможе. Показано, що у поточному стані усього прибутку, який отримує ринок електроенергії в Україні, буде замало для розрахунків з власниками ВЕС та СЕС.

Зроблено висновок про те, що необхідно терміново прийняти закон, який анулює усі преференції будівництва і експлуатації ВЕС та СЕС в енергосистемі України. В іншому випадку енергоринок в Україні збанкрутує, а економіку країни чекає дефолт.

4. Вперше розроблено нову модель математичного програмування з цілочисельними змінними «Диспетчеризації генеруючих потужностей при покритті графіків електричних навантажень ОЕС України». В моделі враховані суттєві особливості режимів експлуатації існуючих в Україні енергоблоків ТЕС, АЕС, ТЕЦ, гідроагрегатів ГЕС та ГАЕС, вітрових та сонячних електростанцій, обмежень імпорту та експорту електроенергії із сусідніми енергосистемами, а також особливості залучення перспективних технологій генерації, перетворення та зберігання електроенергії, зокрема, генеруючих потужностей на базі двигунів внутрішнього згорання, літій-іонних акумуляторних батарей. Використання комп'ютерної реалізації моделі, на відміну від відомих на поточний момент аналогічних програмних комплексів, дозволяє гнучко моделювати режими експлуатації ГАЕС, зокрема, режими одночасної роботи в насосному та генераторному режимах гідроагрегатів різних ГАЕС, що забезпечує досягнення балансу між споживанням та генерацією електроенергії в енергосистемі за рахунок застосування більш широкого кола режимів експлуатації ГАЕС.

Розроблена модель використана для визначення режимів навантаження генеруючих потужностей, що забезпечують дотримання балансів між споживанням та генерацією електроенергії для ізолюваного режиму роботи ОЕС України, що є обов'язковою умовою для приєднання енергосистеми України до ENTSO-E. Результати виконаних розрахунків дозволили визначити оптимальні режими використання балансуєвих потужностей, зокрема,

гідроагрегатів ГАЕС, енергоблоків вугільних ТЕС та акумуляторних батарей. Розрахунки, виконані відповідно до сценарію зростання потужностей вітрових та сонячних електростанцій до рівня 5 ГВт та 10 ГВт у 2040 році, свідчать, що за рахунок застосування акумуляторних батарей ємністю 8 ГВт годин можливо забезпечити збалансованість покриття годинного характерного добового графіка електричних навантажень зимового дня із збереженням генерації вітчизняних АЕС на рівні 10 ГВт (*слайд № 11*).

5.3 використанням удосконаленої моделі технологічного розвитку вуглевидобування розроблено прогнозну структуру вугільної промисловості на контрольованих українською владою територіях, на період до 2040 року, в якій враховано закриття збиткових шахт, введення в дію нових шахт, технологічне оновлення діючих шахт, відродження і розвиток буровугільного комплексу (*слайд № 12*). Як видно з таблиці на слайді приватні шахти вже вичерпали свій потенціал видобутку, тому державні шахти після модернізації можуть значно підвищити свою частку у загальному видобутку. Будівництво нових шахт замість тих, що вибули через вичерпаність запасів дасть змогу наростити видобуток на 15,8 млн т.

Максимального видобутку вугілля 62,6 млн т буде досягнуто у 2035 році, у т. ч. державними шахтами – 17,0 млн т. До 2040 року видобуток поступово зменшуватиметься до 59,7 млн т, у т. ч. на державних шахтах – до 15,6 млн т.

На модернізацію державних шахт на підконтрольній території до 2025 року необхідно інвестувати (в цінах 2015 року) біля 3,9 млрд грн, на будівництво нових шахт – 90–100 млрд грн. Відродження буровугільної промисловості можливо здійснити за 3 роки, для чого необхідно залучити 4,5 млрд грн.

6. Визначено прогнозні структури генеруючих потужностей ОЕС України з використанням удосконаленої частково-цілочисельної математичної моделі прогнозування розвитку електроенергетичної системи в умовах забезпечення європейських нормативних вимог до викидів забруднюючих

тепловими електростанціями (ТЕС) за двома сценаріями реалізації заходів на існуючих ТЕС. У першому сценарії реалізації заходів на існуючих ТЕС, визначених у Національному плані скорочення викидів (НПСВ), проведення реконструкції 12,3 ГВт ТЕС потребує приблизно 7 млрд дол. США, а необхідне введення 6 ГВт нових вугільних ТЕС та 1,8 ГВт ТЕС на природному газі потребує додатково 14 млрд дол. США (*слайд № 13*). Для сценарію зняття з експлуатації існуючих ТЕС по досягненню граничного строку їх роботи необхідно до 2040 року ввести 22,5 ГВт нових вугільних ТЕС та 2 ГВт ТЕС на природному газі, що потребуватиме загальних капіталовкладень на рівні 47 млрд дол. США. За обома сценаріями досягаються практично однакові загальносистемні обсяги викидів забруднюючих речовин та забезпечується додержання сучасних нормативних вимог щодо цих викидів. (*Результати отримано про виконанні наукової роботи за КПКВ 6541230*).

7.3 Використанням розробленої математичної моделі життєвого циклу спільної роботи систем накопичення енергії на основі акумуляторних батарей, електростанцій на відновлюваних джерелах енергії та традиційних маневрених ТЕС в умовах стабільного відпуску електроенергії проведено розрахунки середньозваженої собівартості виробництва електроенергії системи, яка складається з ВЕС, літій-іонного накопичувача та резервної вугільної ТЕС або парогазової установки (ПГУ). Результати розрахунків показують, що при існуючому податку за викиди  $\text{CO}_2$  використання вугільної ТЕС в якості резервної станції більш економічно ефективно при спільній роботі ВЕС та літій-іонної акумуляційної системи. Податок за викиди  $\text{CO}_2$  на сучасному європейському рівні 30 дол. США/т, а у перспективі на рівні 100 дол. США/т, який розглядається для країн з розвинутою економікою, забезпечує більшу рентабельність використання резервної ПГУ при поточному рівні ціни на природний газ (*слайд № 14*). Використання ПГУ в такій системі забезпечує більш ніж удвічі менші обсяги викидів  $\text{CO}_2$  порівняно з використанням вугільної ТЕС.

8. Для потужних опалювальних котелень системи централізованого теплопостачання (СЦТ), що увійшли до Національного плану скорочення викидів, визначено природоохоронні заходи та їх техніко-економічні показники, зокрема, розглянуто: рециркуляцію димових газів; подачу третинного повітря; ступеневе спалювання палива; впровадження малотоксичних пальників зі зниженим утворенням оксидів азоту.

В результаті моделювання варіантів впровадження цих заходів та їх комбінацій за показником середньозваженої собівартості теплової енергії за життєвий цикл (*слайд № 15*) виявлено, що найбільш ефективним є комбінування заходів з впровадження малотоксичних пальників з рециркуляцією димових газів безпосередньо в паливно-повітряну суміш, що дозволить зменшити викиди оксидів азоту до рівня вимог Директиви 2010/75/ЄС. Для впровадження цих заходів визначено сумарні питомі капітальні витрати (160–280 тис. грн/МВт встановленої теплової потужності котла) та додаткові витрати електроенергії на рециркуляцію димових газів (0,2–0,56 кВт·год/МВт·год теплової енергії).

Сформовано три сценарії розвитку груп опалювальних котелень потужністю понад 50 МВт СЦТ до 2040 року (*слайд № 16*) з урахуванням сучасних екологічних обмежень: прогресивний (заміна фізично зношених та технологічно застарілих котлоагрегатів на сучасні енерго- та екологоефективні), традиційний (повна реконструкція існуючих застарілих котлоагрегатів для досягнення нових екологічних вимог з подовженням терміну експлуатації обладнання) та консервативний (модернізація існуючих котлоагрегатів для забезпечення відповідності новим екологічним вимогам).

Для опалювальних котелень СЦТ, що включені до НПСВ, визначено необхідні капітальні витрати для реалізації цих сценаріїв, які сумарно складають близько 2,31 млрд грн (85,54 млн дол. США).

Результати дослідження представлені на засіданні експертної групи при Міністерстві розвитку громад та територій України та рекомендовані для

використання при стратегічному плануванні перспективного розвитку СЦТ України. *(Результати отримано про виконанні наукової роботи за КПКВ 6541230).*

Інформація Інституту загальної енергетики НАН України за науковими роботами, виконання яких завершилось у 2019 році

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
<p><b>Розвиток математичних та програмно-інформаційних засобів дослідження основних напрямів перспективного розвитку галузей енергокомплексу країни з урахуванням міжнародних та внутрішніх екологічних угод та обмежень</b></p> <p><b>КПКВ 6541230</b> (фундаментальна, Цільова програма наукових досліджень ВФТПЕ НАН України «Фундаментальні дослідження процесів перетворення та використання енергії»)</p>	09.2018 – 12.2019	Удосконалення й розвиток математичних та програмно-інформаційних засобів дослідження основних напрямів перспективного розвитку галузей енергокомплексу країни з урахуванням міжнародних та внутрішніх екологічних угод та обмежень	<p>– Удосконалена частково-цілочисельна математична модель прогнозування функціонування й розвитку електроенергетики за рахунок введення нових загальних обмежень на викиди забруднюючих речовин від існуючих теплових електростанцій.</p> <p>– Удосконалені моделі життєвого циклу технологій виробництва електроенергії на органічному викопному шляхом урахування динаміки зміни плати за викиди забруднювачів та двоокису вуглецю.</p> <p>– Удосконалена математична модель технологічного розвитку вуглевидобування, яка враховує обсяги виділення шахтного метану, необхідні виробничі потужності обладнання для його утилізації та обсяги капітальних витрат на таке обладнання.</p> <p>– Доопрацьована оптимізаційна модель прогнозування розвитку газової галузі на тривалу</p>	<p>– Аналіз та пропозиції до Проблемної записки щодо необхідності розроблення та впровадження першочергових науково-технічних заходів з екологізації програми розвитку гідроенергетики на період до 2026 р. (доручення Відділення наук про землю НАН України, 03.12.2018).</p> <p>– Інформаційно-аналітичні матеріали «Урахування екологічних вимог до теплових електростанцій ОЕС України при її приєднанні до енергосистеми Євросоюзу» до проекту рекомендацій парламентських слухань на тему «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років», 27.11.2019 (доручення Прем'єр міністра України О.В. Гончарука).</p> <p>– Інформаційно-аналітичні матеріали стосовно поточних запасів вугілля на теплових</p>	<p>– 1 розділ у колективній монографії;</p> <p>– 6 статей у фахових журналах, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних;</p> <p>– 3 тези доповідей на міжнародних конференціях</p>

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
			<p>перспективу, яка враховує сучасні обмеження на викиди забруднюючих речовин.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Удосконалений методичний підхід до оцінки середньої вартості теплової енергії за життєвий цикл, який відрізняється врахуванням витрат на екологічні заходи.</li> <li>– Розвинута математична модель прогнозування функціонування й розвитку опалювальних котелень системи централізованого тепlopостачання України з урахуванням сучасних екологічних обмежень.</li> <li>– Удосконалена модель трифазового полідисперсного потоку з урахуванням ряду додаткових фізичних явищ.</li> <li>– Доопрацьовані програмно-інформаційні засоби реалізації зазначених математичних моделей.</li> <li>– Сформовані та досліджені сценарії проведення реконструкції теплових електростанцій з метою виконання вимог Національного плану скорочення викидів та</li> </ul>	<p>електростанціях ОЕС України (доручення т.в.о. Президента НАН України академіка НАН України В.П. Горбуліна, 20.08.2019)</p>	

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
			<p>визначені обсяги необхідних для цього інвестицій.</p> <p>– Для вугільної галузі визначено ефективні технології і оптимальну комплектацію очисних комплексів для переоснащення державних шахт за умови досягнення ними максимальних обсягів виробництва та забезпечення екологічної безпеки, Визначено необхідне фінансове забезпечення програм модернізації галузі.</p> <p>– Для систем централізованого тепlopостачання сформовано три групи опалювальних котелень, для кожної з яких обґрунтовано пропозиції щодо їх розвитку для досягнення відповідності сучасним екологічним вимогам і визначено необхідні капітальні витрати.</p> <p>– Для газової галузі показано, що проведення заміни потужних газоперекачувальних агрегатів для виконання вимог Національного плану скорочення викидів із збереженням поточної конфігурації ГТС недоцільно.</p> <p>– За поточних умов функціонування</p>		



Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
			<p>електроенергетики виконано порівняльний аналіз техніко-економічних показників традиційної САРЧП і САРЧП, запропонованої в Інституті загальної енергетики НАН України, яка ґрунтується на використанні споживачів-регуляторів, найефективнішими з яких є теплонасосні станції, що працюють у складі систем централізованого теплопостачання, який показав, що запропонована САРЧП забезпечує чистий річний прибуток обсягом 70,14 млрд грн (у цінах 2018 року) і термін окупності капіталовкладень 0,67 року, економічний ефект від її впровадження складає 68,33 млрд грн щорічно</p> <p>– Удосконалена комп'ютерна програма вибору оптимальних геометричних характеристик скрубера та розрахунку режимів його роботи для зменшення викидів твердих частинок</p>		

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
<p><b>Дослідження та прогнозування технологічних зрушень в ядерній енергетиці та розроблення її структури на довгострокову перспективу</b> (відомча, фундаментальна)</p>	<p>01.2017 – 12.2019</p>	<p>Визначення довгострокових напрямів розвитку ядерної енергетики з урахуванням очікуваних технологічних зрушень, зумовлених науково-технічним прогресом, підвищення вимог до безпеки як існуючих, так і перспективних об'єктів ядерної енергетики, подовження терміну експлуатації існуючих АЕС, очікуваного масштабного зняття з експлуатації існуючих енергоблоків АЕС в середньостроковій перспективі, що обумовлює зменшення встановленої потужності національної атомної енергетики та робить необхідним впровадження компенсуючих</p>	<p>– Удосконалений метод прогнозування розвитку атомної енергетики на довгострокову перспективу з урахуванням динаміки вводу-виводу атомних енергоблоків. – Удосконалена частково-цілочисельна динамічна оптимізаційна модель довгострокового прогнозування розвитку електроенергетичної системи, в якій враховано вибуття існуючих атомних енергоблоків, технологічну доступність новітніх енергоблоків, режимні особливості їх експлуатації. – Удосконалені моделі життєвого циклу атомних технологій, в яких враховано очікувані зміни фізико-технічних та техніко-економічних показників перспективних енергоблоків АЕС. – Доопрацьовані програмно-інформаційні засоби реалізації математичних моделей. – Визначені пріоритетні напрями структурних змін в атомній енергетиці України із забезпеченням підвищення стійкості, надійності та</p>	<p>– Інформаційно-аналітичні матеріали «Пріоритети екологічної політики в атомній енергетиці України» до проекту рекомендацій парламентських слухань на тему «Пріоритети екологічної політики Верховної Ради України на наступні п'ять років» 27.11.2019 (доручення Прем'єр міністра України О.В. Гончарука). – Наукова доповідь «Моделювання розвитку генеруючих потужностей України із значною часткою базових потужностей АЕС та відновлюваною енергетикою» на науково-практичному семінарі «Моделювання ринку електроенергії та комерційний облік електроенергії», який проводили НКРЕКП України, Агентство США з міжнародного розвитку (USAID), Національна асоціація членів комісій з регулювання комунальних підприємств США (NARUC) 04.11.2019</p>	<p>– 4 статі у фахових журналах, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних</p>

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
		потужностей, зокрема, перспективних реакторів середньої та малої одиничної потужності з урахуванням можливості їх використання в маневрових режимах	ефективності функціонування об'єднаної енергосистеми		
<b>Прогнозування структур енергозабезпечення економіки України з урахуванням підвищених вимог енергетичної безпеки в умовах окупації частини її території</b> (відомча, прикладна)	01.2017 – 12.2019	Розроблення пріоритетних напрямів підвищення енергетичної безпеки при енергозабезпеченні економіки країни в умовах окупації частини її території та із врахуванням заміщень видів енергоносіїв	– Деталізована в частині електроенергетичного сектора балансово-оптимізаційну модель енергозабезпечення економіки країни, заснована на мережному поданні варіантів паливозабезпечення і функціонування об'єктів виробництва електричної та теплової енергії, яка забезпечує розрахунки паливно-енергетичних балансів з можливостями представлення в структурі системи енергозабезпечення заходів з реконструкції окремих генеруючих джерел енергокомплексу країни. – Вперше розроблена балансово-оптимізаційна модель	Аналітична записка стосовно заходів з нарощування обсягів видобутку природного газу в Україні у контексті забезпечення енергетичної безпеки (доручення т.в.о. Президента НАН України академіка НАН України В.П. Горбуліна на виконання Указу Президента України «Про рішення РНБОУ від 02.12.2019)	– 4 статі у фахових журналах, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних; – 4 тези доповідей на міжнародних конференціях

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
			<p>енергозабезпечення країни в умовах суттєвих обмежень джерел надходження енергоносіїв, невизначеності прогнозної структури потреби на паливно-енергетичні ресурси, зростання впливу безпекових чинників на перспективні напрями розвитку економіки, яка призначена для розрахунку прогнозних паливно-енергетичних балансів із врахуванням досяжних обсягів видобутку первинного палива, структури потужностей генерування електричної і теплової енергії, структури потреби на всі види енергетичних ресурсів у секторах економіки країни за умови мінімальних порушень вимог енергетичної безпеки.</p> <p>– Розраховані прогнозні енергетичні баланси та визначені обсяги енергозабезпечення економіки у 2020–2040 рр. за прогнозних макроекономічних показників її розвитку</p>		

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
<p><b>Розроблення структури комплексів споживачів-регуляторів для покриття графіків навантажень енергосистем на основі електричних теплогенераторів</b> (відомча, прикладна)</p>	<p>01.2017 – 12.2019</p>	<p>Розроблення обґрунтування на створення комплексів споживачів-регуляторів на основі електричних теплогенераторів з визначенням місць їх розміщення на територіях енергосистем, які знаходяться в структурі Об'єднаної енергетичної системи України</p>	<p>– Нова математичну модель для визначення потужності та кількості електротеплових генераторів для використання їх в системах централізованого теплопостачання з метою компенсації коливання навантаження енергетичних систем. – Сформована база даних фактичних основних техніко-економічних характеристик електричних котлів та теплових насосів. – Визначена потреба у регулюючих потужностях для забезпечення регулювання електричних навантажень ОЕС України, встановлено, що без додаткової акумуляції потенціал теплової потужності електричних теплогенераторів для систем централізованого теплопостачання загалом по Україні становить 2631,3 МВт, а при використанні акумуляційних можливостей теплових мереж СЦТ – понад 3 000 МВт. – Сформовані для кожної енергосистеми варіанти</p>	<p>Результати було використано з метою надання консультативних послуг при підготовці документу «Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей (доопрацьований)», ДП «НАЕК «Укренерго», 2018 (Лист НЕК «Укренерго» від 19.11.2019 № 01/44709)</p>	<p>– 7 статей у фахових журналах, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних</p>

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
			<p>комплексів електротеплових генераторів загальною електричною потужністю 2,5–3,0 ГВт, для кожного з яких визначено ефективність за критерієм мінімальної собівартості відпуску теплової енергії.</p> <p>– Показано, що за рахунок впровадження електротеплових генераторів в межах СЦТ можливо зменшити час роботи енергоблоків ТЕС у неекономічних режимах, що дозволить скоротити річне споживання ними палива на 157,4 тис. т у. п. та витрати на їх експлуатацію і ремонт; зменшити споживання природного газу в СЦТ на 548–678 млн м<sup>3</sup>.</p> <p>– Підготовлені рекомендації щодо впровадження комплексів електротеплових генераторів в системах централізованого теплопостачання</p>		

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
<p><b>Визначення поточного стану, техніко-економічних показників функціонування інтегральних енергетичних систем та перспектив їх розвитку в Україні</b> (відомча, прикладна)</p>	<p>01.2017 – 12.2019</p>	<p>Визначення пріоритетних напрямів розвитку та економічно-доцільних обсягів впровадження конкурентоздатних відновлюваних джерел теплової та електричної енергії як складових інтегральних енергетичних систем, зокрема, на рівні домогосподарства, селища та міста, а також в межах Об'єднаної енергосистеми України</p>	<p>– Вперше розроблена математична модель процесів регулювання частоти і потужності в об'єднаних енергосистемах з вітровими електростанціями та акумуляторними батареями, яка забезпечує формування найбільш ефективних законів регулювання. – Розроблена математична модель визначення середньозваженої собівартість накопичення (зберігання) енергії за життєвий цикл як для кожного накопичувача окремо, так і для їх сумісної роботи в складі гібридних систем з вітровими та сонячними електростанціями. – Визначена необхідна потужність акумуляторних батарей для забезпечення нормативної точності регулювання частоти і потужності в інтегральних ОЕС. – Сформовані сценарії, які забезпечують дотримання балансів між споживанням та генерацією електроенергії для ізольованого режиму роботи ОЕС України, що є необхідною умовою при приєднанні енергосистеми України до ENTSO-E, та визначені</p>	<p>– Відповіді на запитання Держенергоефективності України стосовно законодавства ЄС щодо оподаткування енергетичних продуктів, світових практик фіскальних методів стимулювання енергоефективності та можливостей їх ефективного застосування в Україні (лист Президії НАН України від 18.05.2017 № 9п/896-8). – Пропозиції до відповіді на депутатське звернення народного депутата України Ю.А. Шаповалова від 25.07.2018 № 344/01-147 щодо екологічного стану басейну р. Дніпро за дорученням Першого віцепрем'єр-міністра – Міністра економічного розвитку і торгівлі України С.І. Кубіва від 03.08.2018 № 30917/1/1-18. – Надання консультативних послуг при підготовці документу «Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей (доопрацьований)»,</p>	<p>– 5 статей у фахових журналах, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних</p>

Назва НДР	Строки виконання	Мета	Отримані нові теоретичні та науково-практичні результати	Місце та форма впровадження результатів	Публікації
			оптимальні режими використання балансуєчих потужностей (гідроакумуючих електростанцій та акумуляторних батарей)	ДП «НАЕК «Укренерго», 2018 (Лист НЕК «Укренерго» від 19.11.2019 № 01/44709)	