

# **З В І Т**

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

# **Основні напрями наукової діяльності ІЗЕ НАН України (пост. Президії НАН України від 26.02.97 р. № 83)**

**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 ПЕР**

**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**

# Структура ІЗЕ НАН України

**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**

## 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

2019 р. головних наукових співробітників – 2 (середній вік – 76 років);  
 провідних наукових співробітників – 1 (середній вік – 55 роки);  
 старших наукових співробітників – 20 (середній вік – 59,6 роки);  
 наукових співробітників – 6 (середній вік – 60,6 роки);  
 молодших наукових співробітників – 4 (середній вік – 51,5 років);  
 молодих наукових співробітників (до 35 р.) – 3 (середній вік – 29 років).

# Використання розробок ІЗЕ НАН України у 2019 році

<p>Президія НАН України</p>	<p>Лист Міністерства екології та природних ресурсів України від 11.03.2019 №5/4-9/2677-19</p>	<p>Зауваження та пропозиції до проекту Національних кадастрів антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990–2017 рр.</p>
<p>Президія НАН України</p>	<p>Доручення 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»</p>	<p>Інформаційно-аналітичні матеріали та пропозиції до проекту рекомендацій парламентських слухань:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. «Екологізація поверхневих вод в Україні шляхом раціональної експлуатації гідроелектростанцій»;</li><li>2. «Урахування екологічних вимог до теплових електростанцій ОЕС України при її приєднанні до енергосистеми Євросоюзу»;</li><li>3. «Пріоритети екологічної політики в атомній енергетиці України»</li></ol>
<p>Президія НАН України</p>	<p>Запит т.в.о. Президента НАН України академіка НАН України В.П. Горбуліна від 19.08.2019</p>	<p>Інформаційно-аналітичні матеріали стосовно поточних запасів вугілля на теплових електростанціях Об'єднаної енергосистеми України</p>

# Використання розробок ІЗЕ НАН України у 2019 році (продовження)

<p><b>Президія НАН України</b></p>	<p><b>Доручення 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»</b></p>	<p><b>Пропозиції для підготовки проекту відповідної постанови НАН України та сформульовані проблеми державного значення, що відповідають цілям сталого розвитку, у вирішенні яких можуть взяти участь фахівці Інституту</b></p>
<p><b>Президія НАН України</b></p>	<p><b>Доручення Президента НАН України академіка НАН України Б.Є. Патона</b></p>	<p><b>Матеріали з ключових критично важливих питань розвитку енергетичного комплексу України та визначено питання, які українська наука може взяти до виконання на себе</b></p>
<p><b>Президія НАН України</b></p>	<p><b>Відповідно до ОКК від 04.12.2019 № 523 на виконання Указу Президента України «Про рішення РНБОУ від 02.12.2019 «Про невідкладні заходи щодо забезпечення енергетичної безпеки»</b></p>	<p><b>Аналітична записка стосовно заходів з нарощування обсягів видобутку природного газу в Україні у контексті забезпечення енергетичної безпеки</b></p>

# Використання розробок ІЗЕ НАН України у 2019 році (продовження)

<p>Президія НАН України</p>	<p>Розпорядження Президії НАН України від 08.08.2018 за №459</p>	<p>На виконання Плану заходів, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 06.06.2018 № 497-р.</p>	<p>Виконання завдань 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 Інститут затверджений відповідальним</p>
<p>Президія НАН України</p>	<p>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» План заходів НАН України на 9 ст.</p>	<p>п. 3. Затвердити таких головних виконавців основних тематичних блоків завдань діяльності наукових установ НАН України з реалізації заходів зазначеного Плану: 3.2. Інститут загальної енергетики НАН України (акад. НАН України М.М. Кулик) – проблеми зменшення викидів парникових газів та їх абсорбції</p>	<p>Відповідальні за виконання від НАН України: Інститут загальної енергетики НАН України; Інститут відновлюваної енергетики НАН України; Інститут газу НАН України; Інститут вугільних енерготехнологій НАН України. Терміни виконання: 2018 – 2030 рр., постійно, щорічно</p>

## Дані щодо фінансування ІЗЕ НАН України

Показник	2015	2016	2017	2018	2019
Загальне фінансування, тис. грн	6 845,6	6 214,3	7 935,3	10 016,3	10 711,4
1.1. Фундаментальні дослідження, КПКВК 6541030/ 6541230	5 311,3	4 577,3	5 966,5	<u>6 675,7</u> 1 199,0	<u>7 309,9</u> 1 199,0
1.2. Прикладні дослідження	1 518,9	1 471,0	1 847,0	1 972,2	2 202,4
1.3. Госпдоговори, <u>тис. грн</u> %	<u>0</u> 0	<u>166,0</u> 3	<u>121,8</u> 2	<u>169,4</u> 2	<u>0</u> 0
Середня заробітна плата, грн	4 254	4 828	5 736	10 296	12 159
2.1. Наукові співробітники	4 665	6 172	7 674	13 084	16 131
2.2. АУП	3 249	3 282	5 516	6 872	7 544
Середня заробітна плата молодих наукових співробітників (до 35 р.)	2 933	3 415	6 442	7 466	7 038
Кількість бюджетних тем	18	17	16	17	15
Кількість госпдоговорів	0	5	2	3	0



## Видавнича діяльність ІЗЕ НАН України

Роки	Вид видання				Кількість публікацій на 1 наукового співробітника з пров. інженерами / без пров. інженерів
	моно-графії, 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

## Захист кандидатських дисертацій співробітниками ІЗЕ НАН України

<b>Роки</b>	<b>Кількість захистів</b>
<b>2015</b>	<b>3</b>
<b>2016</b>	<b>2</b>
<b>2017</b>	<b>2</b>
<b>2018</b>	<b>-</b>
<b>2019</b>	<b>1</b>

## **Міжнародне співробітництво ІЗЕ НАН України у 2019 році**

**Участь у реалізації двосторонньої угоди між Комітетом із системного аналізу при Президії НАН України та Міжнародним інститутом прикладного системного аналізу (ПАСА) (Відень, 2000-2019 роки).**

**Участь в роботі міжнародних організацій з проблематики Рамкової конвенції ООН про зміну клімату.**

**У рамках роботи Технічного комітету ТК-48 співпраця з міжнародними технічними комітетами зі стандартизації:**

**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;**

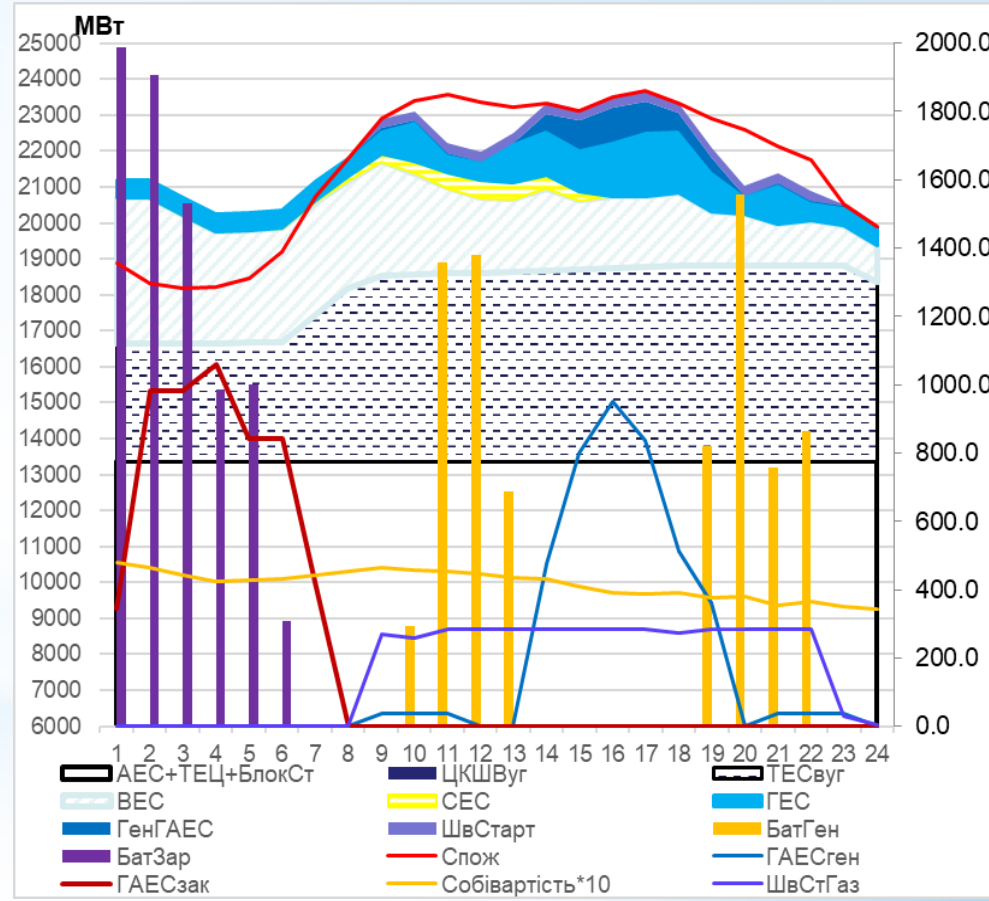
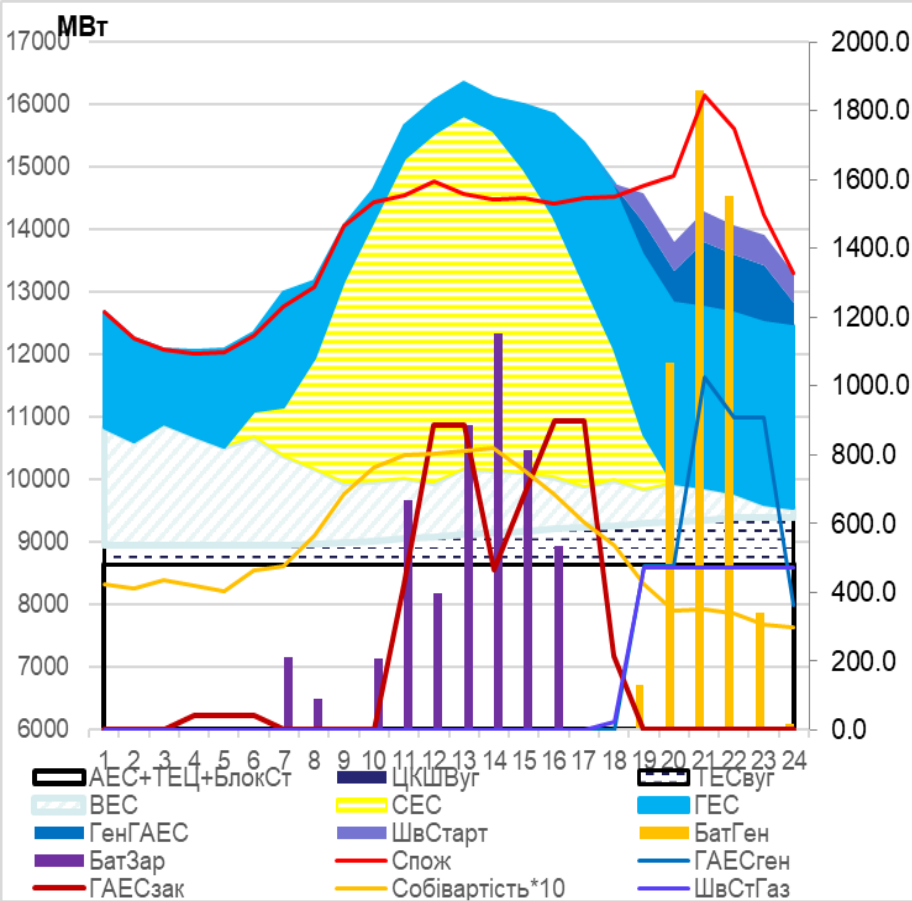
**CENELEC: CLC/TC 88 Wind turbines;**

**CENELEC: CLC/SR 105 Fuel cell technologies;**

**CENELEC: CLC/SR 117 Solar thermal electric plants.**

**Результати розрахунків для 2040 р. (повінь):**  
**Встановлена потужність:** ВЕС – 5 ГВт, СЕС – 10 ГВт,  
 ШвСтарт – 589 МВт (50x11.79МВт), АБ – 5ГВтг (1900 МВт)  
**Генерація:** АЕС+ТЕЦ+БлСт – 8650x24 МВт год,  
 ТЕС – 11510 МВт год за добу (склад енергоблоків:  
 0x800МВт, 7x300МВт, 4x200МВт)  
 ГЕС – 40100 МВт год за добу  
**Макс потужність:** ВЕС – 1947 МВт, СЕС – 5661 МВт  
**Собівартість (EUR/МВтг):** Min/Max/Середн. – 30/82/54

**Результати розрахунків для 2040 р. (Зима - абс.максимум):**  
**Встановлена потужність:** ВЕС – 5 ГВт, СЕС – 10 ГВт,  
 ШвСтарт – 589 МВт (50x11.79МВт), АБ – 8ГВтг (2000 МВт)  
**Генерація:** АЕС+ТЕЦ+БлСт – 13350x24 МВт год,  
 ТЕС – 113992 МВт год за добу (склад енергоблоків:  
 1x800МВт, 16x300МВт, 2x150МВт)  
 ГЕС – 19535 МВт год за добу  
**Макс потужність:** ВЕС – 4075 МВт, СЕС – 492 МВт  
**Собівартість (EUR/МВтг):** Min/Max/Середн. – 34/48/42



**ПРОГНОЗНІ ОБСЯГИ ВИДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ НА КОНТРОЛЬОВАНИХ УКРАЇНСЬКОЮ  
ВЛАДОЮ ТЕРИТОРІЯХ, НА ПЕРІОД ДО 2040 РОКУ, тис.т**

<b>Підприємство</b>	<b>2019 р. (факт)</b>	<b>2025 р.</b>	<b>2030 р.</b>	<b>2035 р.</b>	<b>2040 р.</b>
<i><b>Перспективні державні шахти</b></i>					
ш. ім. М.С. Сургая	621,4	1140	1425	1520	1520
ш/у Південнодонбаське № 1	415,8	950	1045	1050	1050
ш. Капітальна	380,4	1425	1710	1900	1900
ш. Краснолиманська		1520	1615	1710	1710
ш. Курахівська	17,8	475	570	660	660
ш. № 1/3 Новогродівська	258,4	950	950	950	950
ш. Котляревська	21,7	760	805	805	805
ш. Україна	61,8	620	660	660	660
ш. Центральна	148,5	285	285	285	285
ш. Торецька	76,2	190	190	190	190
ш. Тошківська	30,1	425	570	570	570
ш. Гірська	66,7	425	570	570	570
ш. Золоте	2,6	475	570	570	570
ш. Карбоніт	50,9	425	570	570	570
ш. Привольнянська	13,3	475	570	665	665
ш. Новодружеська	10,5	665	850	855	855
ш. ім. Д.Ф. Мельникова	130,4	665	760	760	760
ш. Лісова	222	285	285	285	285
ш. Червоноградська	213,4	570	665	760	760
ш. Степова	236,5	950	1235	1425	
ш. Бужанська	39,6	240	240	240	240
<b>Державні шахти всього:</b>	<b>3541,8</b>	<b>13915</b>	<b>16140</b>	<b>17000</b>	<b>15575</b>
<b>Приватні шахти всього:</b>	<b>27682,2</b>	<b>32385</b>	<b>27380</b>	<b>27275</b>	<b>26075</b>
<b>Буровугільний комплекс:</b>		<b>1425</b>	<b>1900</b>	<b>2280</b>	<b>2280</b>
<b>Шахти новобудови (7 шахт):</b>		<b>855</b>	<b>10640</b>	<b>15770</b>	<b>15770</b>
<b>РАЗОМ :</b>	<b>31224</b>	<b>48480</b>	<b>56060</b>	<b>62625</b>	<b>59700</b>

## Сценарій виконання НПСВ

## Сценарій виведення існуючих енергоблоків без реконструкції

Етапи	2025	2030	2035	2040
Встановлена потужність всього, ГВт, в тому числі	49.8	51.9	54.7	54.5
АЕС	13.8	14.8	15.0	15.0
ТЕС вугільні, з них	15.0	13.7	15.6	18.0
ТЕС вугільні нові	0.6	0.6	2.7	5.7
ТЕС вугільні реконструкція	5.9	10.4	12.9	12.3
ТЕС газові нові	1.5	1.8	1.8	1.8
ТЕЦ	5.3	5.1	3.6	3.0
ВЕС	2.3	3.3	4.4	4.5
СЕС	5.0	6.3	7.4	5.3
ГЕС та ГАЕС	6.9	6.9	6.9	6.9
Викиди SO <sub>2</sub> , тис.т	677.1	276.9	85.7	99.2
Викиди NO <sub>x</sub> , тис.т	71.7	45.7	35.9	44.0
Викиди пилу, тис. т	29.4	13.0	4.7	5.3
Викиди CO <sub>2</sub> , млн т	62.7	60.9	68.4	85.3

Етапи	2025	2030	2035	2040
Встановлена потужність всього, ГВт, в тому числі	46.9	53.5	58.5	59.2
АЕС	13.8	14.8	15.0	15.0
ТЕС вугільні, з них	12.1	15.1	19.2	22.5
ТЕС вугільні нові	2.4	13.2	19.2	22.5
ТЕС вугільні реконструкція	0.0	0.0	0.0	0.0
ТЕС газові нові	1.5	2.0	2.0	2.0
ТЕЦ	5.3	5.1	3.6	3.0
ВЕС	2.3	3.3	4.4	4.5
СЕС	5.0	6.3	7.4	5.3
ГЕС та ГАЕС	6.9	6.9	6.9	6.9
Викиди SO <sub>2</sub> , тис.т	955.9	215.5	78.8	91.4
Викиди NO <sub>x</sub> , тис.т	91.2	47.3	37.6	43.3
Викиди пилу, тис. т	40.7	10.2	4.2	4.9
Викиди CO <sub>2</sub> , млн т	64.1	57.1	61.7	77.1

## Загальні інвестиції у розвиток ТЕС, \$млрд

	2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Будівництво ТЕС	2.9	0.4	4.4	6.3
Реконструкція ТЕС	4.2	3.2	0.0	0.0
Всього за період	7.1	3.6	4.4	6.3
Кумулятивно	7.1	10.7	15.1	21.4

	2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
Будівництво ТЕС	6.6	23.0	12.9	7.1
Кумулятивно	6.6	29.6	42.5	49.6

**Вхідні показники та результати розрахунку середньозваженої собівартості електроенергії літій-іонного накопичувача та ВЕС**

Показник		Одиниця виміру	Значення		
			ВЕС	АБ	
Питомі капіталовкладення у встановлену потужність		\$/кВт	1400	1132	
Термін будівництва		років	1	1	
Термін експлуатації		років	20	20	
Щорічні витрати на експлуатацію та технічне обслуговування		\$/кВт	55,0	53,4	
Середньозважена собівартість електроенергії	КВВП ВЕС 30%	\$/МВт год	85,1	ВЕС+	168.7
	КВВП ВЕС 40%		63,8	АБ	126.5

**Вхідні показники для резервної електростанції**

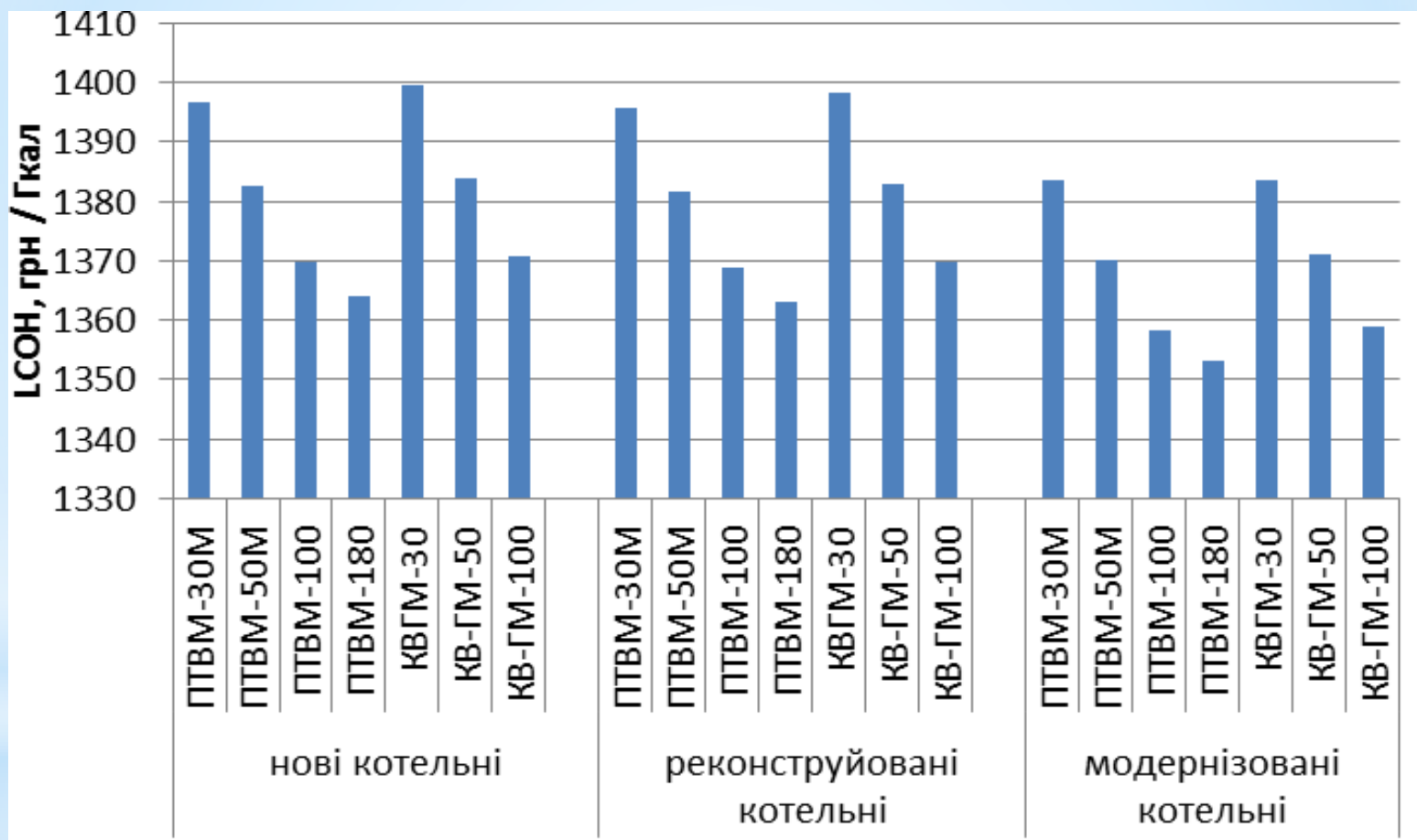
Показник	Одиниця виміру	Значення	
		пгу	Вуг. ТЕС
Питомі капіталовкладення у встановлену потужність	\$/кВт	1100	2200
Термін будівництва	років	4	5
Термін експлуатації	років	40	40
Коефіцієнт доступності потужності	%	85%	85%
Питомі витрати палива	кг у.п./МВт год	246,0	315,4
Вартість природного газу	\$/т у.п.	270	-
Вартість вугілля	\$/т у.п.	-	120

**Середньозважені собівартості виробництва електроенергії при спільній роботі ВЕС, акумуляційної системи накопичення енергії та резервної маневреної електростанції**

КВВП ВЕС	Плата за викиди CO <sub>2</sub> , \$/т	Середньозважена собівартість виробництва електроенергії, \$/МВт год		Обсяги викидів CO <sub>2</sub> , млн. т	
		ПГУ+АБ+ВЕС	Вуг. ТЕС+АБ+ВЕС	ПГУ	Вуг. ТЕС
30%	0.4	113.2	107.6	12.5	27.4
	30	121.2	125.2		
	100	140.2	166.9		
40%	0.4	105.7	102.9	10.7	23.5
	30	112.5	117.8		
	100	128.6	153.2		

## Результати обчислення LCOH - середньозваженої собівартості теплової енергії за життєвий цикл

для котлів типу ПТВМ та КВ-ГМ котельнь, які включені до НПСВ,  
з урахуванням заходів по дотриманню екологічних вимог



Різниця у показниках LCOH для новозбудованих і реконструйованих котлів дуже незначна.  
Економічно вигідніше зробити заміну котлів, що побудовані до 1980 р. та модернізувати котли, що встановлені після 1980 р.



# Сценарії розвитку котелень СЦТ з НПСВ в умовах екологічних обмежень

**20 існуючих котелень загальною потужністю 5,44 ГВт**

сценарій	<b>заміна на нові</b>	<b>реконструкція</b>	<b>модернізація</b>	<b>перемаркування</b>
група котлів / котелень потужність	> 60 років 0,675 ГВт	40...60 років 3,518 ГВт	< 40 років 1,252 ГВт	на < 50 МВт на один димар*
переваги	сучасне ефективне та екологічне обладнання, ККД > 96%	середні затрати на екологічні заходи і ремонт, подовження терміну	малі затрати на екологічні заходи, подовження терміну	мінімальні затрати, м'які екологічні вимоги, подовження терміну
недоліки	великі затрати	технології 1960 р. ККД < 90%	технології 1980 р. ККД < 94%	зношеність та застарілість
затрати (питомі затрати)	20,25 млн. \$ (30 \$/кВт)	52,77 млн. \$ (15 \$/кВт)	12,52 млн. \$ (10 \$/кВт)	10 тис. \$/котел (котельня)

\* вихід з-під дії Директиви 2010/75/ЄС

**загальні капітальні затрати на розвиток цих котелень СЦТ складають**

**~ 2,31 млрд. грн. (85,54 млн. \$)**

# **З В І Т**

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