



Національна академія наук України

Виступ

академіка-секретаря Відділення фізико-технічних проблем енергетики

НАН України

академіка НАН України

О.В. Кириленка

Структура Відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

Інститут електродинаміки НАН України

Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України

Інститут газу НАН України

Інститут загальної енергетики НАН України

Інститут теплоенергетичних технологій НАН України

Інститут відновлюваної енергетики НАН України

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України

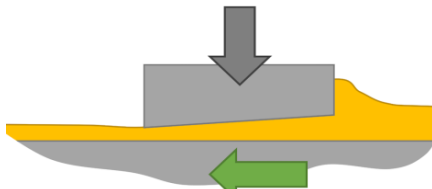
Відділення цільової підготовки НТУУ КПІ ім. Сікорського

ДП «Державний НТЦ з ядерної та радіаційної безпеки»

Теорія змазки та турбулентної течії в мікроканалах з урахуванням проковзування.

Спільні роботи з університетом TH Köln

Вперше розроблена аналітична теорія турбулентної течії в мікро каналах та теорія течії мастила в тонких щілинах.



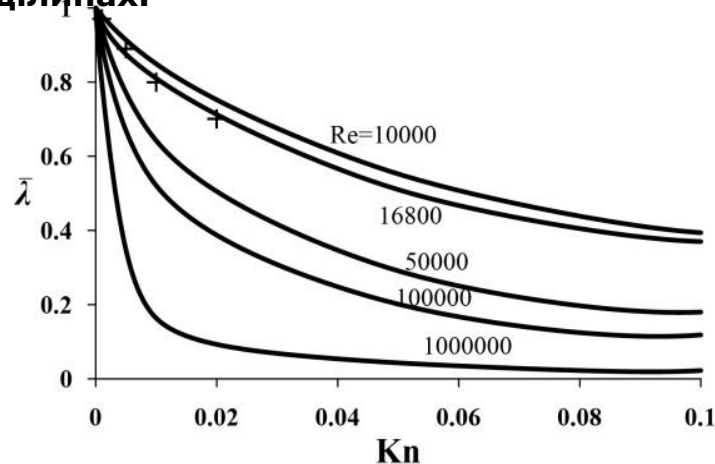
$$\alpha - \frac{1}{6\kappa} \left(5 + 6 \sqrt{1 - \frac{8\sqrt{2}\alpha}{\text{Re}\sqrt{\lambda}}} \right) - 4\sqrt{2} \frac{\alpha^2}{\text{Re}\sqrt{\lambda}} + \text{Kn} \frac{\text{Re}\sqrt{\lambda}}{8\sqrt{2}} + \frac{1}{\kappa} \ln \left(1 - \sqrt{1 - \frac{8\sqrt{2}\alpha}{\text{Re}\sqrt{\lambda}}} \right) = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{\lambda}}$$

Коефіцієнт тертя

Проведено моделювання течії мастила в тонких щілинних каналах з рухомою стінкою в умовах ковзання. Отримано аналітичний та чисельний розв'язки. Встановлено, що зі збільшенням інтенсивності ковзання (зростання значення числа Кнудсена) зміна тиску послаблюється, а величина гідростатичної підйомної сили зменшується.

Результати впроваджені на ТОВ «Тотал Флюїд Менеджмент»

- Avramenko, A. A., Shevchuk, I. V., Tyrinov, A. I., Kovetskaya, M. M., & Dmitrenko, N. P. (2022). Simulation of the lubricant flow in thin slot channels with a moving wall under slip boundary conditions. *Physics of Fluids*, 34(3), 032009.
- Avramenko, A. A., Tyrinov, A. I., & Shevchuk, I. V. (2022). Application of Prandtl, von Kármán, and lattice Boltzmann methods to investigations of turbulent slip incompressible flow in a flat channel. *Physics of Fluids*, 34(10), 102002.



Нормований коефіцієнт тертя.

Лінії – розрахунки, точки – дані з [Min, and Kim, 2004]

Турбулентний потік у мікроканалі аналізували на основі аналітичного та чисельного моделювання. Аналітичні рішення були отримані з використанням моделі довжини змішування та моделі подібності пульсації швидкості для турбулентної в'язкості. Показано, що збільшення числа Кнудсена призводить до збільшення витрати. Причому найбільш помітне підвищення спостерігається в пристінній зоні.

Сфера застосування: Охолодження мікроелектронних пристроїв та розробки сучасних підшипників

Пасивний будинок типу «НУЛЬ - ЕНЕРГІЇ»

Система кліматизації пасивного будинку на базі ТН типу ВДЕ-6,3:

- на основі відновлюваних джерел енергії;
- потужність опалення- 2,6 кВт; потужність ГВП - 3,4 кВт;
- резервування – твердопаливний котел, пілетниця пальник;
- аварійне опалення – повітряне конвективне від опалюваної печі;
- догрів рекуперативного вентиляційного повітря.



Пасивний будинок типу «НУЛЬ - ЕНЕРГІЇ»

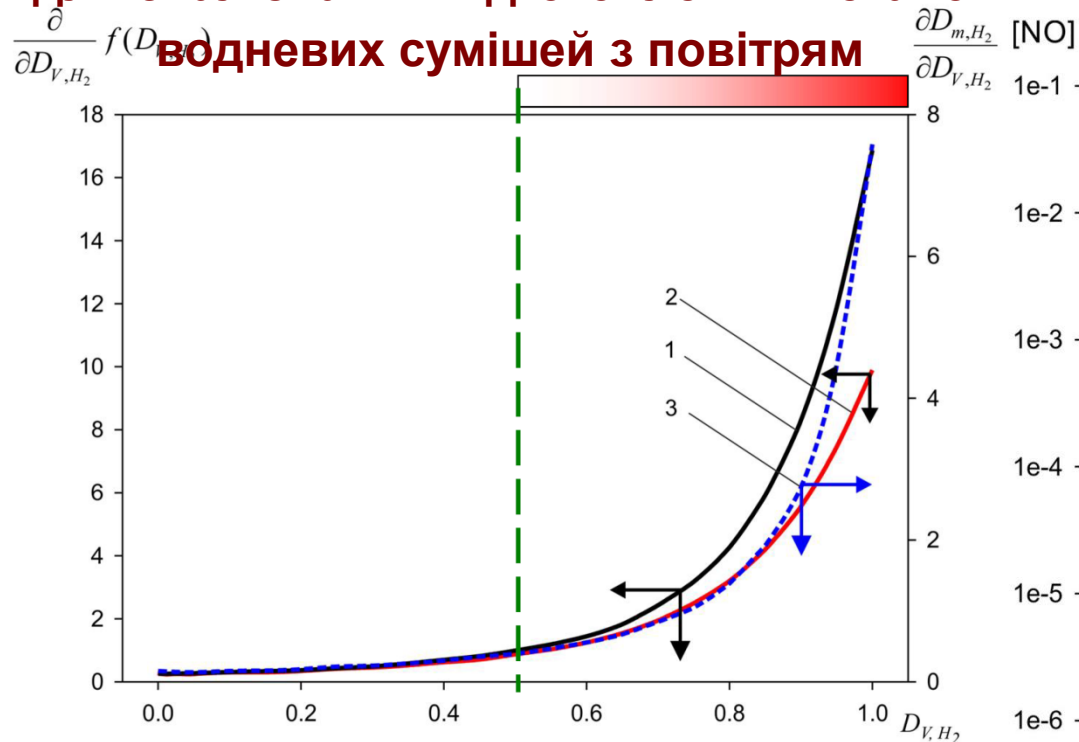


На 1 кв. м. потужність 10 Вт,
традиційне опалення – 80 Вт.

Загалом 15 кВт·годин на 1 кв. м в рік,
по Україні - 257 кВт·годин



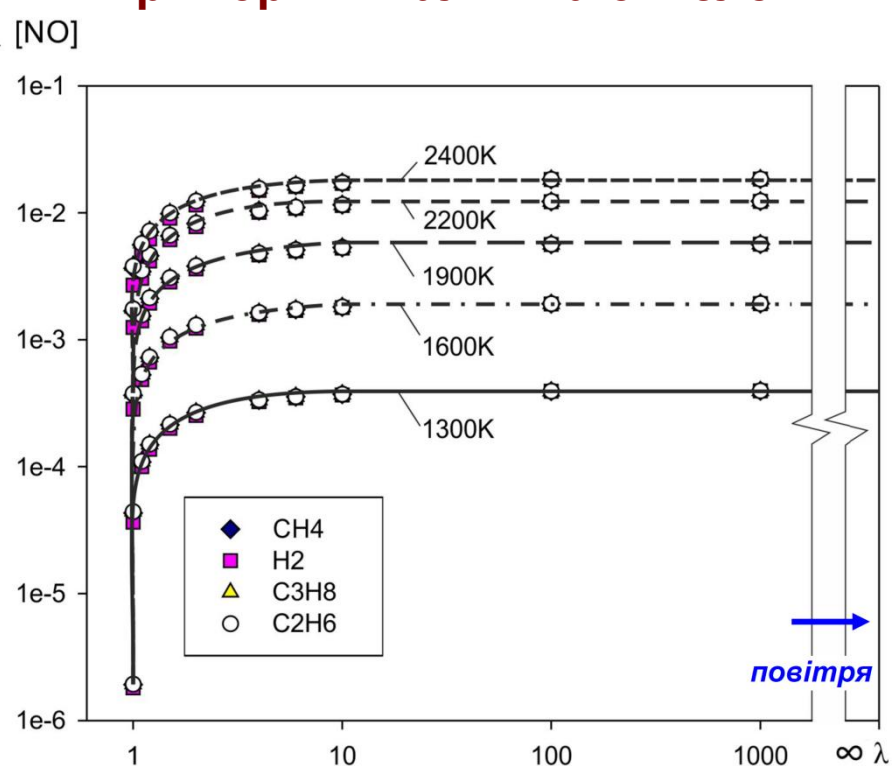
Визначення допустимої долі вмісту H_2 для спалювання підготовлених метано-водневих сумішей з повітрям



Похідні, для функцій від $D_{V,H2}$:

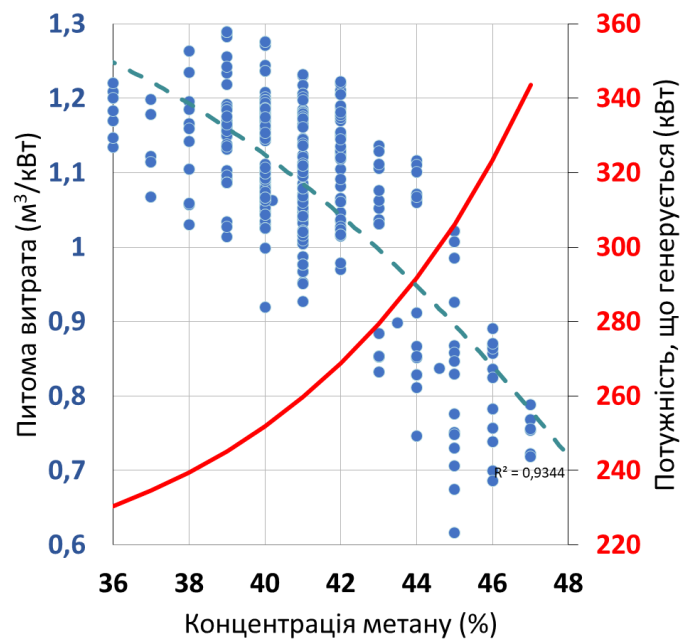
1 – максимальна швидкість ламінарного полум'я $S_{L,max}$ м/с за відповідного α ; 2 – швидкості ламінарного полум'я S_L , м/с, при коефіцієнті надлишку повітря $\lambda = 1$; 3 – масові частки H_2 у паливі (пунктирна лінія).

Едність походження оксидів азоту при горінні палив та окисленні



Мольні частки NO в залежності від коефіцієнта надлишку повітря

Розроблені технологічні схеми процесів амінового абсорбційного вилучення CO₂ для збагачення біогазу



№	Компанія	Потужність, МВт
1	ТОВ "Агробудтехнології"	0,630
2	ТОВ "Агропідприємство "Зелі"	0,125
3	ТОВ "АЕУ Енерго"	0,999
4	ТОВ "Біогаз Енерджі"	0,669
5	ТОВ "Біогаз Енерджі-Тернопіль"	0,669
6	ТОВ "Біогаз-Україна"	2,134
7	ТОВ "Біогаз-Україна"	1,067
8	ТОВ "Кліар Енерджі"	0,660
9	ТОВ "Кліар Енерджі"	1,083
10	ТОВ "Кліар Енерджі"	0,845
11	ТОВ "Кліар Енерджі"	0,330
12	ТОВ "Кліар Енерджі"	0,845
13	ТОВ "Кліар Енерджі-Одеса"	3,509
14	ТОВ "Кліар Енерджі-Кременчук"	0,845
15	ТОВ "Кліар Енерджі-Кременчук"	1,003
16	ТОВ "Кліар Енерджі-Херсон"	0,625
17	ТОВ "Кліар Енерджі-Херсон"	1,154
18	ТОВ "Кліар Енерджі-Херсон"	1,083
19	ТОВ "Кліар Енерджі-Чернівець"	1,131
20	ТОВ "Ланкаст"	2,126
21	ТОВ "ЛНК"	1,083
22	ТОВ "ЛНК"	0,885
23	ТОВ "ЛНК"	1,083
24	ТОВ "ЛНК"	1,083
25	ТОВ "ЛНК"	0,600
26	ТОВ "ЛНК"	0,635
27	ТОВ "ПФ "ЛОТУС"	3,600
28	ТОВ "Мастеренерго Інвест"	0,667
29	ТОВ "Міжнародний центр газу"	0,220
30	ТОВ "ТІС Еко"	0,200
31	ТОВ "ТІС Еко"	0,922
		32,380

Потужність, що генерується (кВт)



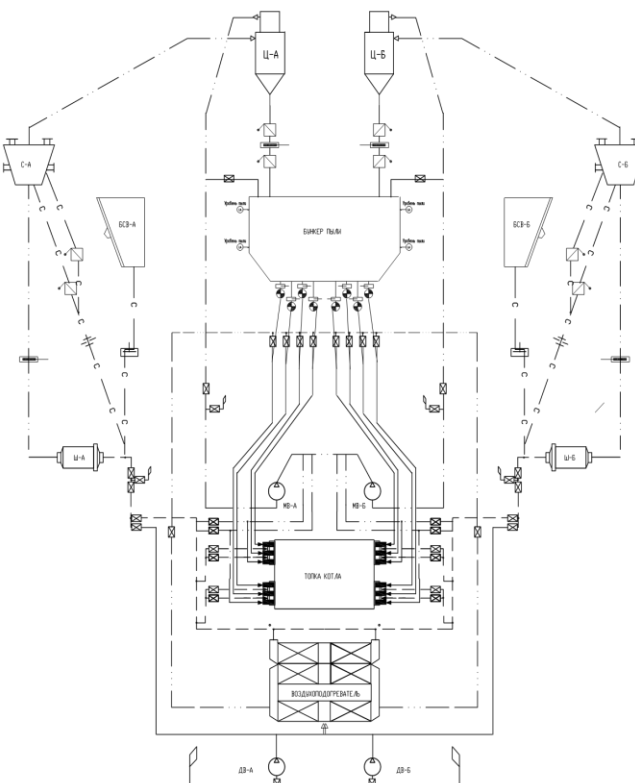
Розроблено наукове підґрунтя та технічні рішення з переведення на газове вугілля трьох антрацитових котлоагрегатів Дарницької ТЕЦ з максимальним використанням наявного обладнання до початку опалювального сезону, що стало важливим чинником підтримання критичної інфраструктури енерго- і теплозабезпечення в умовах повномасштабної агресії РФ

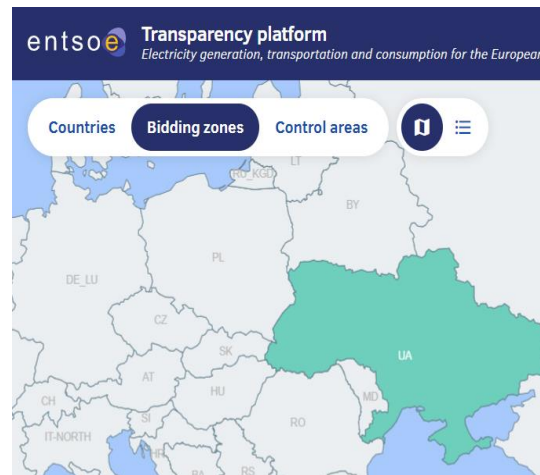
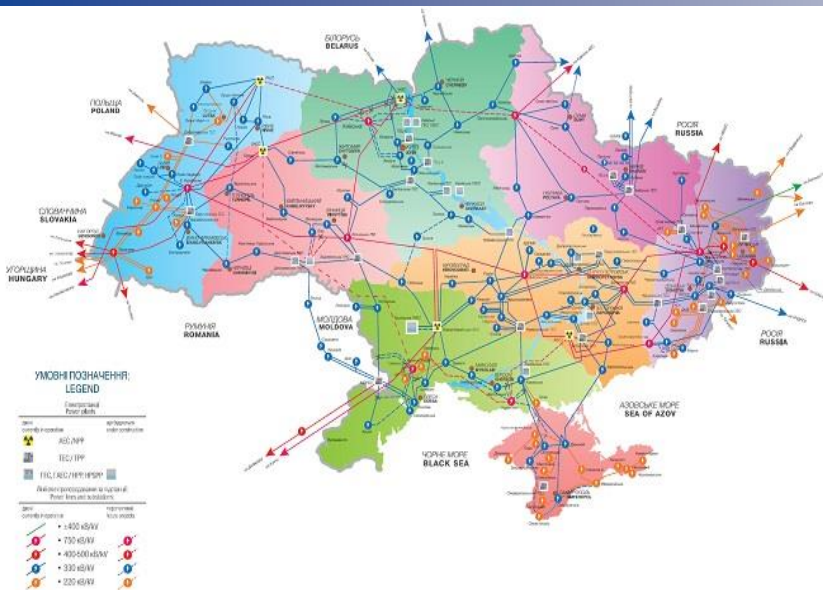
В якості основного технічного рішення для переведення котлів ТП-15, ТП-47 на газове вугілля з дотриманням норм безпечної експлуатації пилосистем обрано:

- переведення існуючих пилосистем з сушки гарячим повітрям на сушку сумішшю гарячого та холодного повітря зі зниженням температури аеросуміші за млином до 70°C;
- переведення транспорту пилу до пальників з гарячого на слабопідігріте повітря зі зменшенням діаметру пилопроводів для збільшення швидкості потоку аеросуміші до 25 м/с та зниженням температури аеросуміші перед пальником до менше 160°C.

Обґрунтування обраних технічних рішень виконувалось за допомогою повірочних теплових розрахунків котлів, позонних розрахунків топкових камер, витратно-теплових розрахунків пилосистем і витратно-швидкісних розрахунків пилопроводів та пальників.

Технологія пиловидного спалювання з рідким шлаковидаленням, котли та пальникові пристрої при цьому залишились без змін, що дозволило ввести котли в експлуатацію до початку зими.

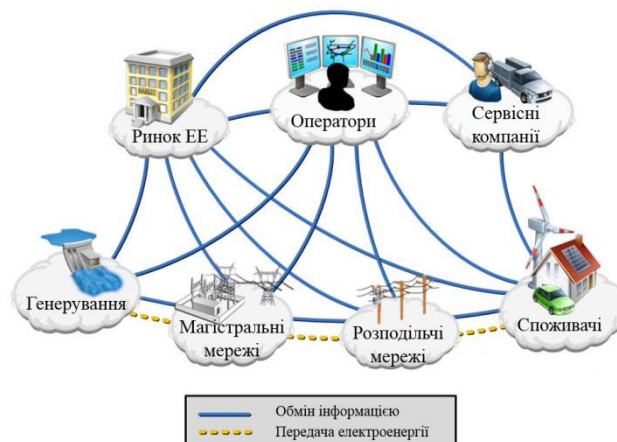




Модель ОЕС України, що сумісна з моделями Європейських систем та план її відновлення після виникнення системної аварії

Моделі для оцінки наслідків об'єднання ринку електричної енергії України з ринками країн Європи

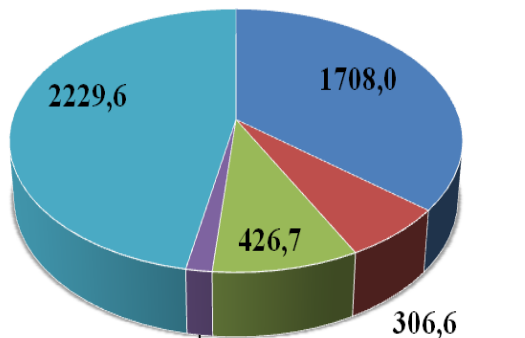
Стандарти для розвитку ОЕС України згідно концепції Smart Grid





ЕКОНОМЕФЕКТ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ КАБЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ КПШ ПАТ "ЗАВОД ПІВДЕНКАБЕЛЬ"



- ефект від підвищення стійкості кабельних ЛЕП до військових і терористичних атак та стихійних погодних катаклізмів;
- ефект від зовнішньої економічної діяльності;
- ефект від виробництва;
- бюджетний ефект держави;
- соціальна ефективність нововведень

Загальний економічний ефект > 6,1 млрд. грн. від впроваджень за 2017-2021 рр.

СИЛОВІ КАБЕЛІ ТА СІП



Запорізька АЕС
Енергодар, Україна



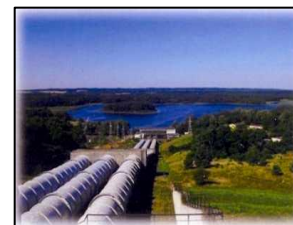
Ботієвська ВЕС
Приморський Посад, Україна



Електростанція
Ополе, Польща



Бушерська АЕС, Іран



Насосна електростанція
Жидово, Польща



АЕС,
Куданкулам, Індія



Модернізація кабельно-провідникових виробів дозволить:

- зменшити кількість аварій і відключень при військових і стихійних впливах;**
- підвищити безпеку їх використання в містах і селищах України.**

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЯВИЩ, ПРОЦЕСІВ І ОБ'ЄКТІВ



Розвинуто **теоретичні засади об'єктно-орієнтованої ідентифікації явищ, процесів і об'єктів**, що базується на дослідженнях інформаційного ресурсу – характеристик шумових полів, які утворюються об'єктами енергетики. **Вперше в світі** запропоновано конструктивні моделі шумових сигналів об'єктів енергетики, які враховують ретроспективну і поточну інформацію про стан об'єкта та відображають його життєвий цикл. Застосування конструктивних моделей шумових сигналів відкриває можливості аналізування поточного стану об'єкта енергетики, включаючи моніторинг викидів в атмосферу та використання цієї інформації для прогнозування подальшого його функціонування. Це **відповідає кращим світовим аналогам** і використовуватиметься в енергетиці та в процесі контролю техногенно-небезпечних об'єктів **(чл.-кор. НАН України В.П. Бабак, Л.М. Щербак, С.І. Ковтун)**.



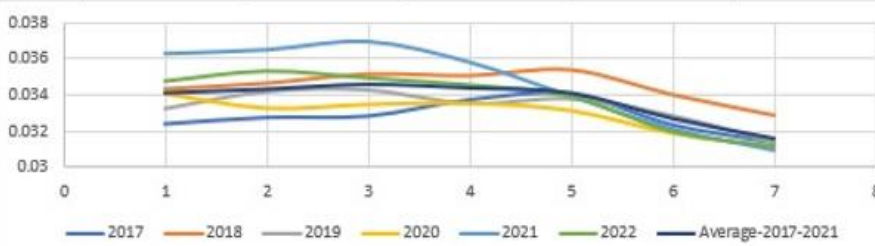
ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ТА КРИВИХ ПОПИТУ НА ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ В ОЕС УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Month	WeekNo		1	2	3	4	5	6	7	
2	↑	1	↑	3 2017	0.03249	0.03365	0.03398	0.0337	0.03402	0.03175	0.03049
3		1		3 2018	0.0346	0.03515	0.03465	0.03363	0.0337	0.03178	0.03161
4		1		3 2019	0.03227	0.03242	0.0289	0.03313	0.03201	0.03052	0.03142
5	Місяць	↑	3	2020	0.0328	0.0321	0.0335	0.0326	0.0327	0.0321	0.0316
6				2021	0.0321	0.0336	0.03348	0.0335	0.0327	0.0321	0.0316
7		1	Номер тижня		0.03327	0.03365	0.03348	0.0335	0.0327	0.0321	0.0316
8		1	5	Average-2017-2021	0.03287	0.03326	0.03352	0.03334	0.0327	0.0321	0.0316
9				2022/(2017-2021)	101.2	101.2	99.9	100.6	100.5	101.1	101.6
10											
11	Month	WeekNo		1	2	3	4	5	6	7	
12		1	4	2017	0.03243	0.03278	0.03286	0.03376	0.03407	0.03237	0.0314
13		1	4	2018	0.03431	0.03462	0.03512	0.03504	0.03535	0.034	0.03288
14		1	4	2019	0.03325	0.0342	0.03429	0.03353	0.0338	0.03285	0.03136
15		1	4	2020	0.03408	0.03648	0.0335	0.03355	0.03315	0.0319	0.03117
16		1	4	2021	0.03627	0.03328	0.03693	0.03358	0.03394	0.03216	0.03099
17		1	4	2022	0.03472	0.03526	0.03489	0.03451	0.03387	0.03195	0.03116
18		1	4	Average-2017-2021	0.03407	0.03427	0.03454	0.03434	0.03406	0.03265	0.03156
19				2022/(2017-2021)	101.9	102.9	101.0	100.5	99.4	97.8	98.7

Вперше в Україні запропонована модель математичного програмування навантаження потужностей генерування електричної та теплової енергії, в якій **одночасно** забезпечується **виконання двох балансів** виробництва-споживання – електричної та теплової енергії відповідно до графіків споживання кожної доби року та оптимізується використання електричних теплогенераторів, які споживають електричну енергію з урахуванням графіка навантаження та відпускають теплову енергію відповідно до потреб абонентів, підключених до системи централізованого теплопостачання. Це дозволяє вирівняти графіки електричних навантажень і уникнути тимчасових зупинок теплових електростанцій у нічні години доби, що суттєво покращує умови їх експлуатації. Результати **впроваджено в «НЕК «Укренерго» за господарчим договором від 28.09.2022 №1916 (С.В. Шульженко, О.І. Тесленко, Т.П. Нечаєва, В.О. Дерій).**



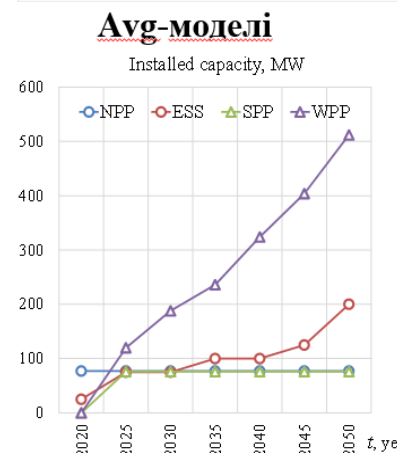
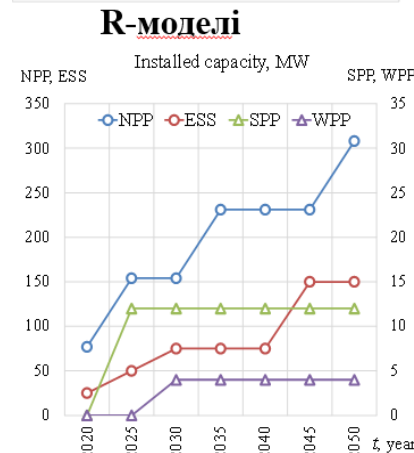
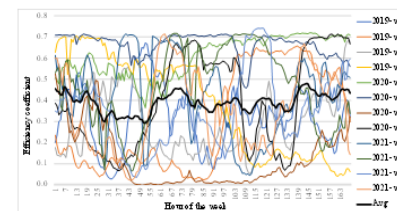
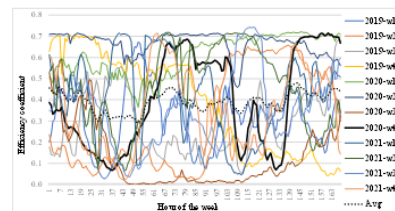
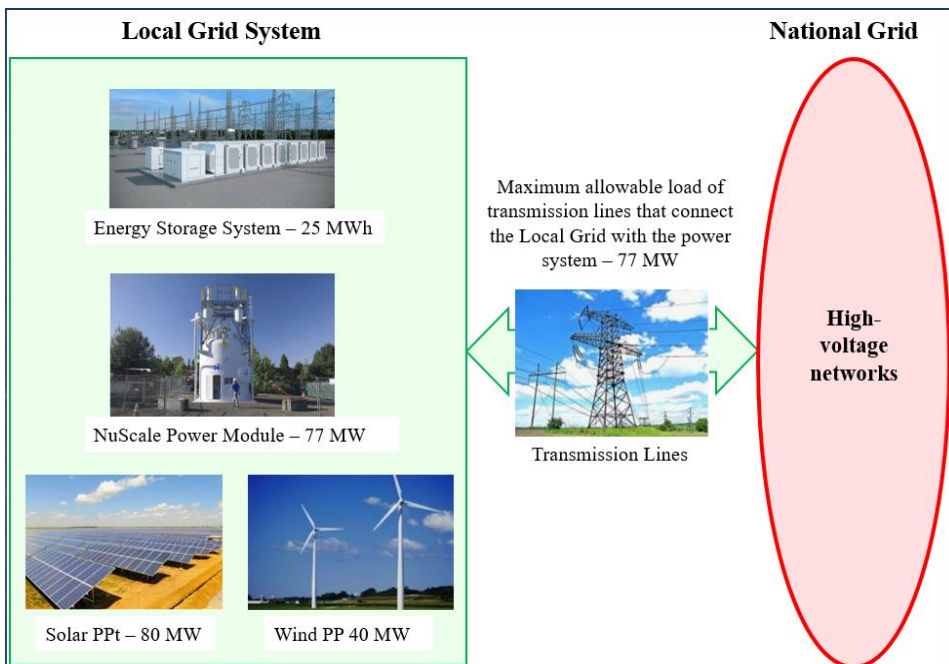
Графіки відносного добового споживання протягом тижня для кожного року



Програмно-
цільова та
конкурсна
тематика

**ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ (РЕЗУЛЬТАТИ):
РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ОЕС УКРАЇНИ З
ВЕЛИКИМИ ЧАСТКАМИ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
ЕНЕРГОБЛОКАМИ АЕС ТА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ, ЩО
ВИКОРИСТОВУЮТЬ ВДЕ**

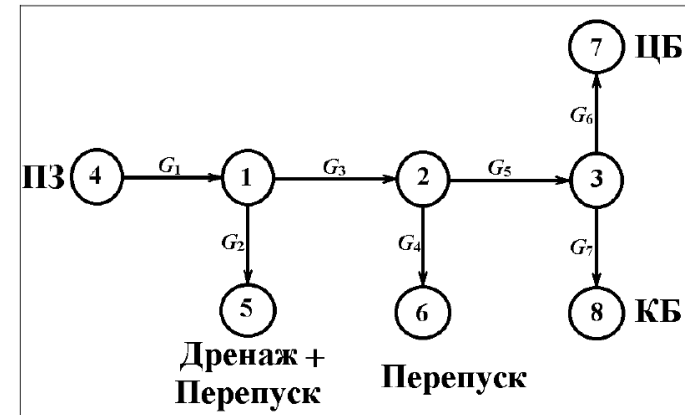
На основі ієрархічної кластеризації даних розроблені репрезентативні моделі ВЕС та СЕС, які відтворюють непередбачуваність та мінливість режимів навантаження електростанцій таких типів. В результаті проведених досліджень вирішена актуальна задача забезпечення адекватності прогнозних моделей розвитку генеруючих потужностей енергосистем з великими частками ядерної та відновлюваної енергетики, що, зокрема, є вкрай актуальним для повоєнного відновлення енергетики України.



МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ПАЛИВНИХ СИСТЕМАХ ЛІТАКІВ

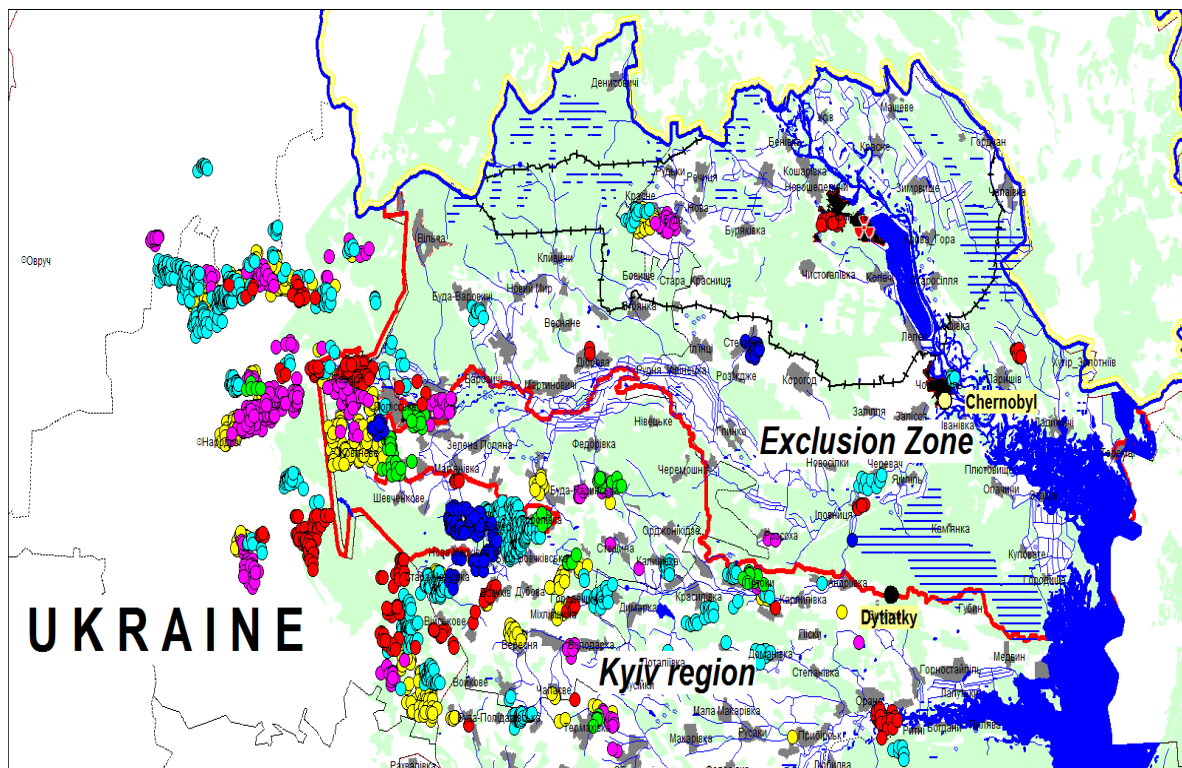
Створено комп'ютерні моделі розрахунку нестационарних гідравлічних процесів в системах наддуву та дренажу і температури палива баках паливної системи літака з урахуванням необхідності отримання значень параметрів потоку щонайменше один раз на хвилину на протязі всього часу кожного з польотних завдань при їх значній кількості. Розроблене програмне забезпечення є основою для оцінювання займистості паливного бака транспортних літаків сімейства АН.

Моделі та розроблене програмне забезпечення передані ДП "АНТОНОВ" для верифікації в натурних льотних та наземних випробуваннях.



Результати прикладних наукових досліджень Інституту проблем безпеки АЕС НАН України з наукового напрямку безпека експлуатації ядерних установок

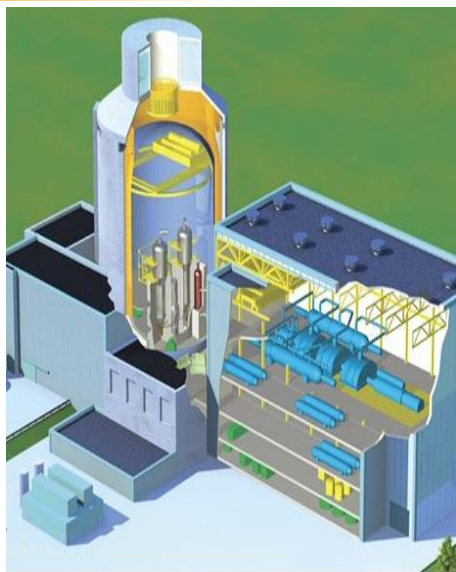
На основі статистичного аналізу часових рядів даних вимірювання питомої активності повітря та супутникової метеорологічної інформації з використанням сучасних методів математичного моделювання досліджено розповсюдження радіоактивних аерозолів, які потрапили в атмосферу як результат лісових пожеж у чорнобильській зоні відчуження та біля її границь протягом 11–31 березня 2022 року внаслідок збройного вторгнення російських військ на територію України.



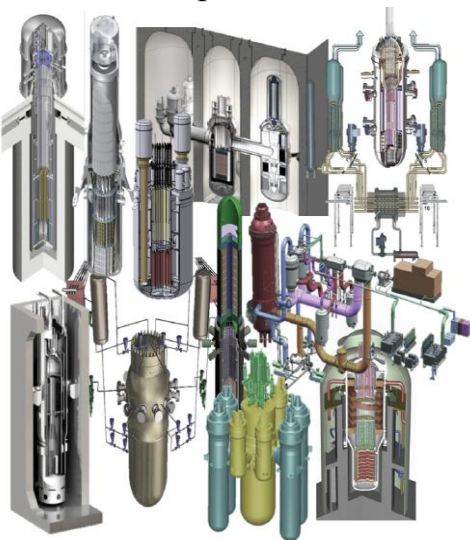
Розташування основних районів пожеж у чорнобильській зоні відчуження та біля її границь: 11 березня (сині кола), 14–16 березня (зелені), 17–19 березня (фіолетові), 20–21 березня (жовті), 22–24 березня (блакитні) та 25–29 березня 2022 р. (червоні)

Результати роботи використані в рамках спільної україно-японської програми «Наукове технічне партнерство в інтересах сталого розвитку» (SATREPS) за підтримки Японського Агентства з науки і технологій (JST) і Японського агентства міжнародного співробітництва (JICA). Прогностичні оцінки були оперативно передані до НАН України, Національної комісії з радіаційного захисту населення України, Державної інспекції ядерного регулювання України, а також викладені на офіційному веб-сайті Інституту проблем безпеки АЕС НАН України.

Результати фундаментальних наукових досліджень Інституту проблем безпеки АЕС НАН України з наукового напрямку безпека експлуатації ядерних установок



Реактор AP1000



Проекти малих модульних реакторів

В Інституті проблем безпеки АЕС НАН України за допомогою дослідження сучасного стану та перспектив розвитку ядерних технологій у світі з урахуванням впливу невизначеності різних факторів шляхом комплексного порівняльного аналізу різних ядерно-енергетичних технологій розроблено наукові та техніко-економічні основи оптимального вибору головного обладнання перспективних ядерних установок. Наукові та науково-практичні результати у вигляді багатокритеріальних методологічних рекомендацій впроваджено у Державне підприємство НАЕК «Енергоатом», що дозволяє розвинути енергетичну галузь України за рахунок будівництва ядерних установок, які відповідають міжнародним вимогам з безпеки.



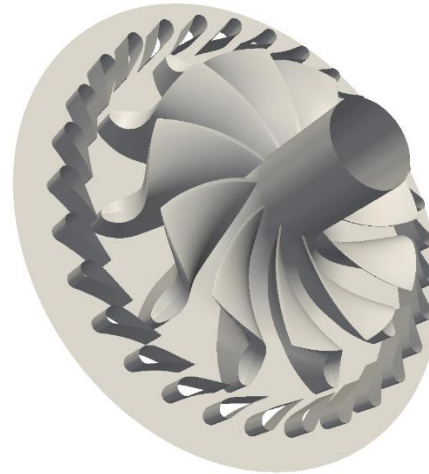
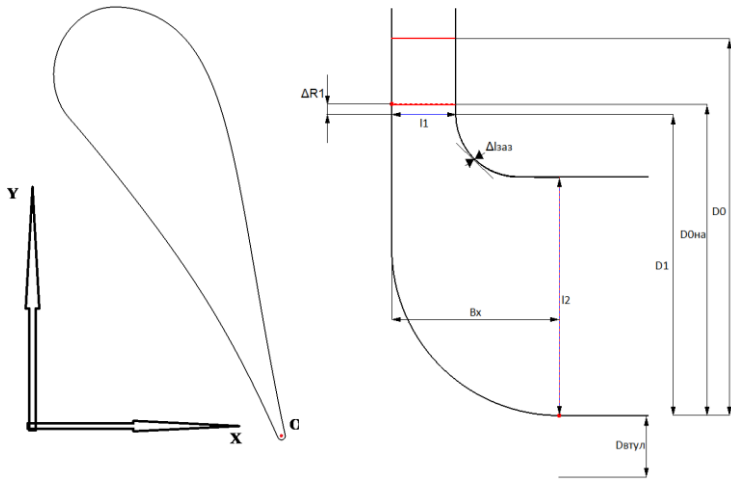
Тренажер малого модульного реактора



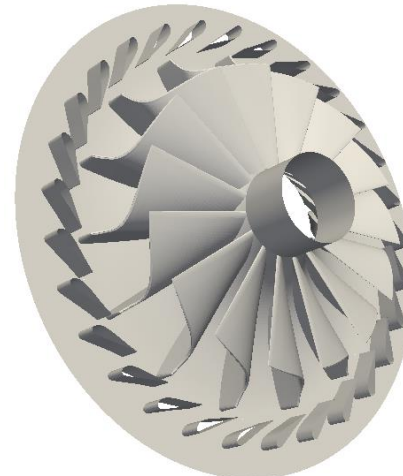
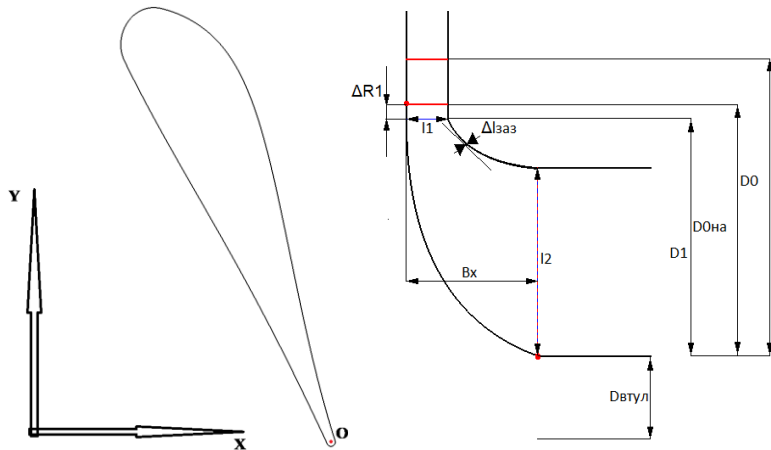
Дванадцятимодульна АЕС з малим модульним реактором NuScale

ЗАГАЛЬНА МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ФОРМИ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН ДОЦЕНТРОВИХ ТУРБІН ДЛЯ АВІАЦІЙНИХ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

РОЗРОБКА ПРОСТОРОВОЇ ФОРМИ ТА РОЗРАХУНОК ГАЗОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ДОЦЕНТРОВОЇ ТУРБІНИ ПОВІТРЯНОГО СТАРТЕРА ПОТУЖНІСТЮ 150 кВт



ВАРІАНТ 1. ПРОТОЧНА ЧАСТИНА З ПРОФІЛЬОВАНИМИ ЛОПАТКАМИ РОБОЧОГО КОЛЕСА



ВАРІАНТ 2. ПРОТОЧНА ЧАСТИНА З ТОНКИМИ ЛОПАТКАМИ РОБОЧОГО КОЛЕСА

ВИСОКЕФЕКТИВНА ПАРОВА ТУРБІНА З УЛЬТРА-СУПЕРКРИТИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПАРИ ДЛЯ ЕНЕРГОБЛОКІВ ТЕС УКРАЇНИ І СВІТУ

Початкові параметри пари турбін світових лідерів

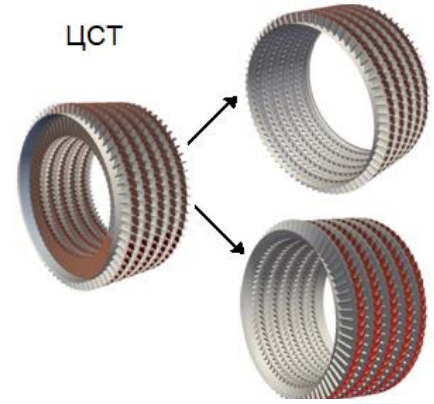
Початкові ультра-суперкритичні параметри світових лідерів турбінбудування
 General Electric -> 330bar/670°C
 Mitsubishi Power -> 330bar/630°C
 Siemens -> 328bar/630°C



ЦВТ



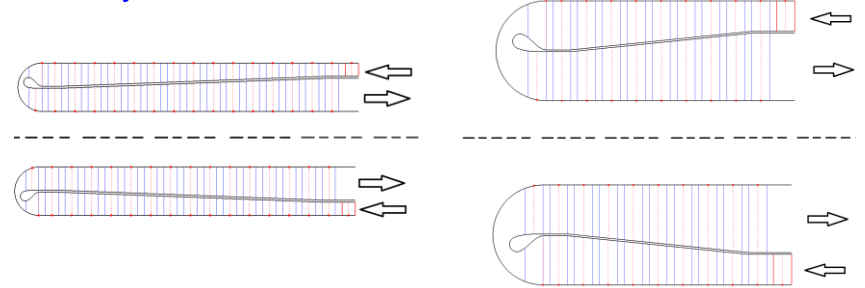
ЦСТ



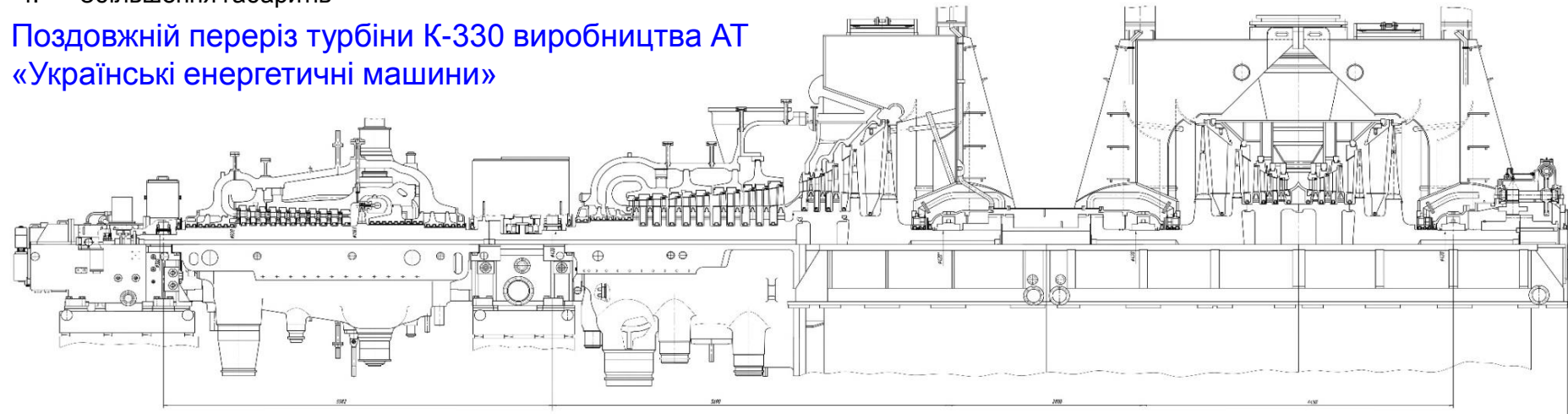
3D форма та середній меридіональний переріз нових проточних частин циліндрів високого та середнього тиску

Проблеми переходу на ультра-суперкритичні параметри пари

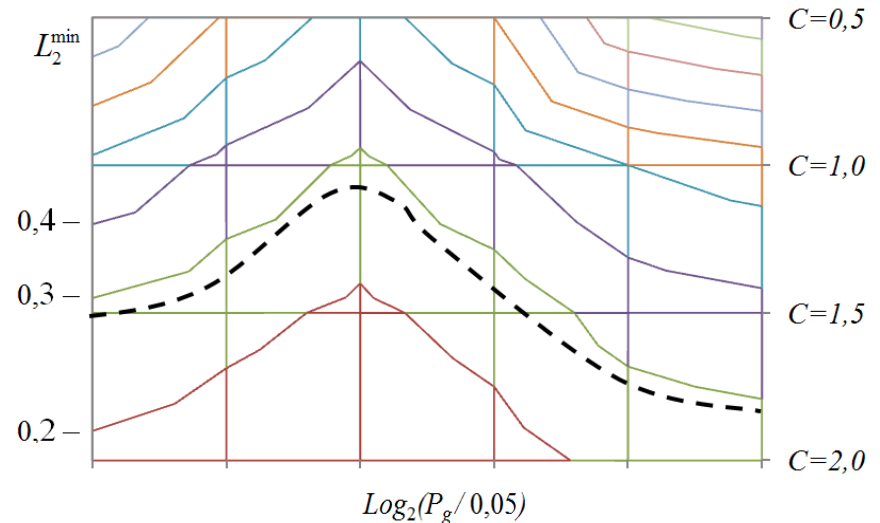
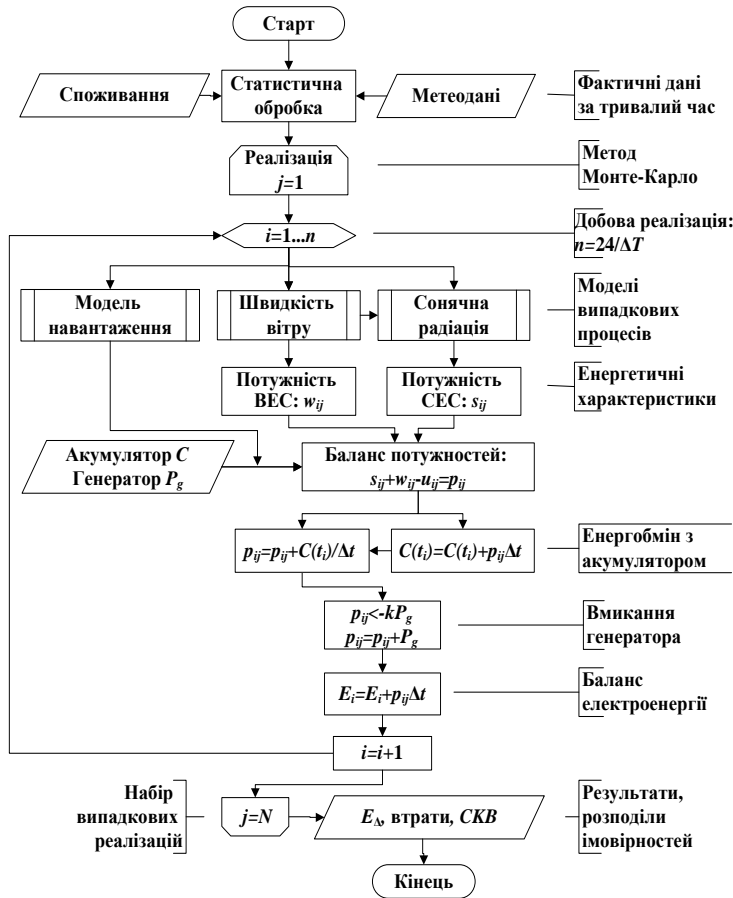
1. Для спрацьовування більшого теплового перепаду потрібна більша кількість ступенів
2. Проблеми з міцністю конструктивних елементів
3. Збільшення осьових навантажень
4. Збільшення габаритів



Поздовжній переріз турбіни К-330 виробництва АТ «Українські енергетичні машини»



НДР “Особливості функціонування і умови забезпечення оптимальності комбінованих систем енергопостачання на основі відновлюваних джерел енергії різних видів з урахуванням випадкових процесів генерування та споживання”



Оптимізація втрат навантаження при різних алгоритмах балансування

Вдосконалено математичну модель електроенергетичної системи з урахуванням можливостей інтегрування відновлюваних джерел енергії на локальному та загальносистемному рівнях, що дає можливість дослідити роботу енергосистеми за умов «зеленого переходу», забезпечує наукове підґрунтя для розроблення стратегії розвитку енергетики для досягнення енергетичної безпеки і декарбонізації економіки при зростанні частки ВДЕ та «зеленого» водню, особливо в умовах повоєнної відбудови (С.О. Кудря, М.П. Кузнєцов, О.О. Рубаненко, О.О. Кармазін).

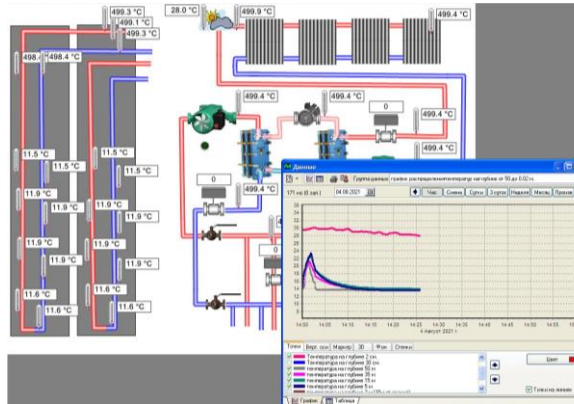
Імітаційна модель комбінованої енергосистеми з ВДЕ і засобами балансування потужностей

НДР “ Розробити системи комбінованого енергопостачання об’єктів соціальної сфери з використанням відновлюваних джерел енергії різних видів “



1-3 – видобувна (поглинальна) свердловина;
 4 – прилад для охолодження повітря;
 5 – прилад для опалювання;
 6 – сонячний колектор;
 7-9 – насос; 10 – запірна арматура.

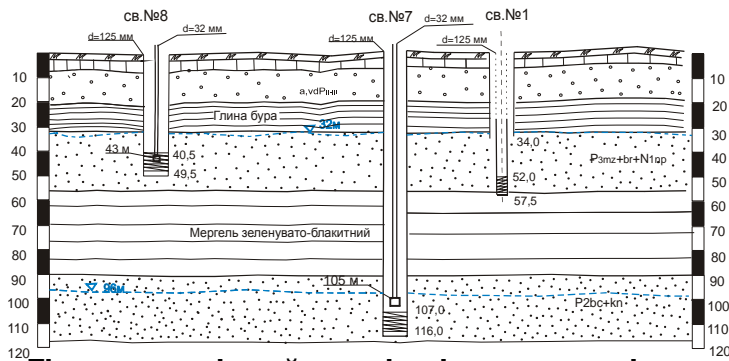
Приклад сонячно-геотермальної системи теплопостачання



Система диспетчеризації теплофізичних процесів



Автоматизована двоосьова трекерна система



Гідрогеологічний розріз ділянки дослідження та технічні характеристики свердловин



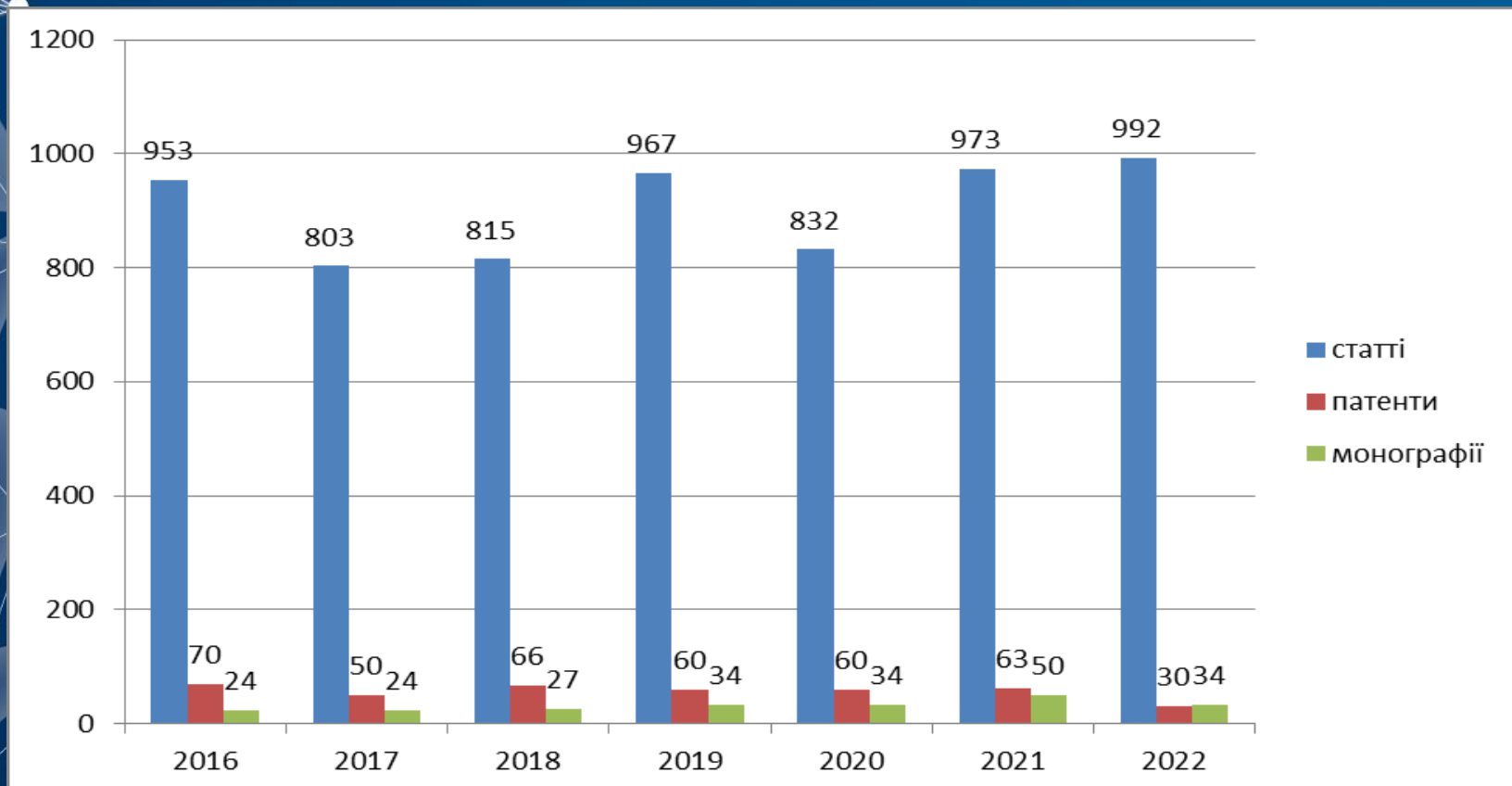
Елементи системи генерування та накопичення електричної і теплової енергії



Вирішено ряд задач по забезпеченню електричною та тепловою енергією об’єктів соціальної сфери та громадського призначення, шляхом створення локальних енергосистем на базі використання відновлюваних джерел енергії різних видів, визначено підходи до оптимізації складу енергетичних технологій і алгоритмів їх роботи, розроблено рекомендації щодо побудови комбінованих енергосистем гібридного типу. Робота спрямована на досягнення передусім соціального ефекту в результаті підвищення енергетичної безпеки споживачів в умовах нестабільності централізованого енергопостачання (Т.В. Суржик, О.В. Зур’ян, Ю.П. Морозов, Г.О. Четверик).

ВИДАВНИЧА ТА ВИНАХІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ

Фахівцями ВФТПЕ НАН України в 2022 р. опубліковано 992 статті, з яких 690 входять до науково-метричних баз (біля 70%) (в 2021 р. опубліковано 973 статті, з яких 683 входять до науково-метричних баз (біля 70%); в 2020 р. опубліковано 832 статті, з яких 585 входять до науково-метричних баз (біля 70%); в 2019 р. опубліковано 967 статей, з яких 641 входе до науково-метричних баз (66%); в 2018 р. опубліковано 815 статей, з яких 570 входять до науково-метричних баз (66%); в 2017 році опубліковано 779 статей, 470 з яких входять до науково-метричних баз (60%), а в 2016 році - 924 статті, 510 з яких входять до науково-метричних баз (55%).



Захист дисертацій

**Фахівцями ВФТПЕ НАН України
захищено**

1 докторську дисертацію

**(в 2021 р. – 10, 2020 р. – 9, 2019 р. - 11,
2018 р. - 8, 2017 р. – 8)**

**кандидатські - (в 2021 р. – 20, 2020 р. –
14, 2019 р. - 25, 2018 р. - 15, 2017 р. - 22).**

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of white lines connecting small white dots. The lines and dots form a complex, abstract shape that resembles a stylized letter 'E' or a similar geometric structure. The background is a solid blue color.

Дякую за увагу!