

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В  
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА**



**XL  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СПЕЦІАЛІСТІВ  
ІНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В  
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА НАН УКРАЇНИ**



**Збірник тез конференції  
11 травня 2022 р.**

**Київ – 2022**

УДК 621.3 + 004 + 519.6 : 620.9

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Інституту проблем моделювання в енергетиці  
ім. Г.Є. Пухова НАН України  
(протокол №3 від 05 травня 2022 р.)

Організаційний комітет:  
В.В. Мохор, В.О. Артемчук, С.Ф. Гончар, А.В. Яцишин та ін.

Програмний комітет:  
В.В. Мохор, В.О. Артемчук, С.Ф. Гончар, О.О. Попов та ін.

Відповідальний за випуск:  
В.О. Артемчук

Abstracts of the XL Scientific and technical conference of young scientists and specialists of G.E. Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, May 11, 2022 / PIMEE of NAS of Ukraine. - 2022. - 124 p.

Зб. тез XL Науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 11 травня 2022 р. / ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2022. – 124 с.

© Автори публікацій, 2022

© Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова  
НАН України, 2022

## ЗМІСТ

**S.S. Shevchenko**

GENERAL APPROACH TO MODELING NON-CONTACT SEALS OF CENTRIFUGAL MACHINES ..... 6

**A.A. Vladimírsky, I.A. Vladimírsky, I.P. Krivoruchko**

TEST BENCH INTRINSICALLY SAFE CIRCUITS ..... 11

**A.A. Vladimírsky, I.A. Vladimírsky, I.P. Krivoruchko, G.V. Anfimova**

REGISTRATION OF ASSOCIATED EVENTS IN THE MOVEMENT METER ..... 13

**I.V. Kotsiuba, M.M. Chaikin**

PROBLEMS OF ENSURING CYBERSECURITY OF EPES FACILITIES IN WAR CONDITIONS..... 15

**R.V. Shytiuk**

OPTIMIZATION OF ASSETS MAINTENANCE IN ENERGY SECTOR ..... 18

**В.В. Шкарупило, В.В. Душеба**

МОДЕЛЬНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО СИНТЕЗУ ФОРМАЛІЗОВАНИХ ПОДАНЬ ..... 20

**І.В. Блінов, С.О. Зайцев**

ПИТАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ТА ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АВАРІЙНИХ СТАНІВ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ УКРАЇНИ ..... 23

**Д.О. Олефір, І.В. Блінов**

АСПЕКТИ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ГЕС ТА ГАЕС НА РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ..... 26

**Д.А. Левкін, А.В. Левкін**

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕКОНОМІКИ..... 30

**А.Д. Пінчук, Р.С. Одарченко**

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ КІБЕРВІЙН..... 31

**Б.Н. Плєскач, В.Д. Самойлов**

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ..... 33

**А.В. Давидюк**

КІБЕРЗАХИСТ СИСТЕМ КРИТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ ..... 37

**С.В. Дубровський**

МОДЕЛІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК..... 39

**С.Ф. Гончар, О.О. Бакалинський**

МЕТОДИКА АГРЕГУВАННЯ РИЗИКІВ У ВИПАДКУ МНОЖИНИ СУМІСНИХ ВИПАДКОВИХ ПОДІЙ..... 40

**Є.С. Чернозьомов**

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ В ОПТИЧНІЙ СИСТЕМІ СОНЯЧНОГО КОНЦЕНТРАТОРА..... 42

**В.С. Подгуренко, В.Є. Терехов**

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІАМЕТРУ ТА ВИСОТИ ОСІ ВІТРОКОЛЕСА НА ПРИРІСТ РІЧНОГО ВИРОБІТКУ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ..... 45

**С.М. Дяченко**

ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ СОНОТРОДІВ, ЯК РЕЗОНАТОРА КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ..... 48

**С.С. Лоскутов**

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ БАГАТОФАКТОРНОГО КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ..... 52

**О.С. Потенко**

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТИПІВ DDOS-АТАК ТА МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ВІД НИХ..... 55

**А.М. Давиденко, С.Я. Гільгурт, О.С. Потенко, О.Г. Кіслов**

ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ В КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ..... 57

**В.В. Горський**

ТРИЕТАПНИЙ МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ..... 59

**О.О. Бакалинський, Д.В. Пахольченко**

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРЗАХИСТУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ..... 62

**Я.П. Лукашевич, В.А. Євдокімов**

ОБґРУНТУВАННЯ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ОБ'ЄКТІВ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВИХ РОЗВИТКУ ТА МЕХАНІЗМІВ ПІДТРИМКИ ГАЛУЗІ ..... 65

**В.А. Євдокімов, А.В. Полухін**

ВАЖЛИВІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПОПИТУ НА РИНКУ «НА ДОБУ НАПЕРЕД» В ПРОЦЕСІ МОДЕЛЮВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЦІНОВОЇ ПОЗИЦІЇ НА ПРОДАЖ НА РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ..... 69

**В.В. Мохор, О.В. Цуркан, Р.П. Герасимов, В.П. Яшенков, Т.М. Клименко**

ВІДНОШЕННЯ МІЖ ЕКТОРАМИ ВПЛИВУ СОЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ НА БЕЗПЕКУ СОЦІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ..... 72

**Ю.О. Кириленко, І.П. Каменева, В.О. Артемчук,****О.О. Попов, А.В. Яцишин, В.О. Ковач**

МОДЕЛЮВАННЯ АТМОСФЕРНОЇ ДИСПЕРСІЇ ТА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНИХ НАСЛІДКІВ ПОДІЙ З РОЗЛИВОМ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩ ..... 73

**Д.О. Дімітрієва, В.В. Шкарупило**

ОГЛЯД НЕФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ КРИТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ..... 78

**А.О. Лепатєв**

ПОБУДОВА МНЕМОСХЕМИ ПРИ АВТОМАТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ СТРУКТУРНИХ ДАНИХ МОДЕЛІ РЕЖИМУ ..... 80

**В.В. Станиціна**

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НАСЕЛЕННЯ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ ПОМІСЯЧНО ... 83

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІАМЕТРУ ТА ВИСОТИ ОСІ ВІТРОКОЛЕСА НА ПРИРІСТ РІЧНОГО ВИРОБІТКУ ВІТРОЕЛЕКРИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Величина річного виробітку електроенергії ВЕУ є основним критерієм оцінки ефективності її роботи у конкретних вітрокліматичних умовах. Найчастіше вона представляється у вигляді згортки [2] двох функцій: кривої потужності (КП) ВЕУ із заданими технічними характеристиками, та диференціального розподілу швидкості вітру на території, що розглядається.

Проте, останнім часом намітилася тенденція виробників ВЕУ не опубліковувати КП своїх виробів, що істотно ускладнює проведення розрахунків виробітку електроенергії. Крім того, при підборі ВЕУ під конкретні вітрові умови нерідко виникає потреба у розрахунках виробітку електроенергії ВЕУ з параметрами, які відсутні в обмеженому асортименті представлених на ринку моделей.

Розробка математичної моделі (ММ) множинної лінійної регресії [3] річного виробітку електроенергії ВЕУ, що визначає вплив окремих параметрів (пояснюючих факторів): діаметру вітроколеса (ВК)  $D$ , висоти осі ВК  $H$  та номінальної потужності генератора  $P$  та інших на величину річного виробітку ВЕУ у вигляді функції  $Q = f(P, D, H)$  істотно спрощує проведення подібних розрахунків, оскільки потрібно лише одноразове визначення річного виробітку вибірових моделей ВЕУ на декількох висотах розташування осі ВК.

За даними вітрових вимірів на майданчику пілотної Аджигольської ВЕС, розташованій в Північному Причорномор'ї України з використанням КП ВЕУ потужністю 1,5 – 3,2 МВт було розроблено ММ виду (тут  $Q$  у МВт·год;  $P$  у МВт;  $D$  та  $H$  у метрах)

$$Q_1 = -7126,25 + 1348,594 \cdot P + 97,52617 \cdot D + 28,81139 \cdot H \quad (1)$$

На сьогоднішній день область адекватності ММ (1) (до 3,2 МВт) недостатня. Так, за останні роки, номінальна потужність вітропарків України, що вводяться в експлуатацію, істотно зростає і наближається до значення у 5 МВт. Тенденція зростання номінальної потужності продовжується, що вимагає перерахунку коефіцієнтів ММ (1).

У подальшій роботі за даними [1] був сформований набір з 16-ти КП ВЕУ потужністю 3,5 – 8 МВт та з урахуванням даних багаторічних висотних вітрових вимірювань поблизу с. Іванівка Миколаївської області, було визначено теоретичні виробітки даних ВЕУ на висотах 50, 80, 100, 120, 140 та 160 м (всього 96 значень).

Отримана нова ММ виду:

$$Q_2 = -15260,7 + 1195,699 \cdot P + 137,2119 \cdot D + 73,08151 \cdot H \quad (2)$$

показує суттєве зростання коефіцієнтів при  $D$  (на 40 %) та  $H$  (на 150 %), а вплив умовного 1 МВт потужності генератора навпаки дещо знизився (на 11%).

Подальше дослідження було спрямоване на визначення факторів, що вплинули на зміни даних коефіцієнтів. Для цього за даними [1] були сформовані набори з декількох моделей ВЕУ однакового виробника потужністю 2; 2,5 та 2,45 МВт (наприклад, ВЕУ Vestas V112; V117; V126 та V136 потужністю 3,45 МВт) та з урахуванням даних вітрових вимірювань поблизу с. Іванівка, було визначено теоретичні виробітки даних ВЕУ на висотах 50, 80, 100, 120, 140 та 160 м.

На першому етапі були визначені прирости  $dQ$  річного виробітку ВЕУ на 1 м висоти (у МВт·год) у кожному діапазоні висот з прив'язкою до його середини (наприклад, для діапазону 50 – 80 м це точка 65 м і т.д.). Результати співставлення представлені на рис. 1.

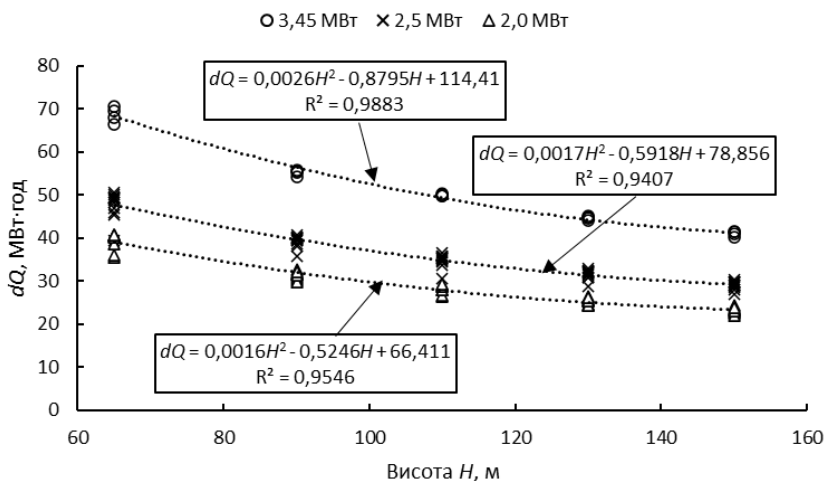


Рис.1 Залежність приросту річного виробітку ВЕУ від висоти осі ВК для умов Північного Причорномор'я України

Рис.1 наглядно ілюструє що, відповідно існуючої світової тенденції поступового збільшення усіх параметрів ВЕУ ( $P$ ,  $D$ ,  $H$ ), саме параметр номінальної потужності генератора ВЕУ  $P$  суттєво впливає на зростання величини приросту річного виробітку ВЕУ  $dQ$  на 1 м висоти (коефіцієнт при  $H$ ), тоді як збільшення висоти розташування осі ВК має протилежну дію. А високі показники коефіцієнтів детермінації підтверджують незначний вплив діаметру ВК  $D$  на даний приріст.

Другий етап дослідження був спрямований на визначення впливу збільшення діаметру ВК на 1 м на приріст річного виробітку  $dQ$  (рис. 2).

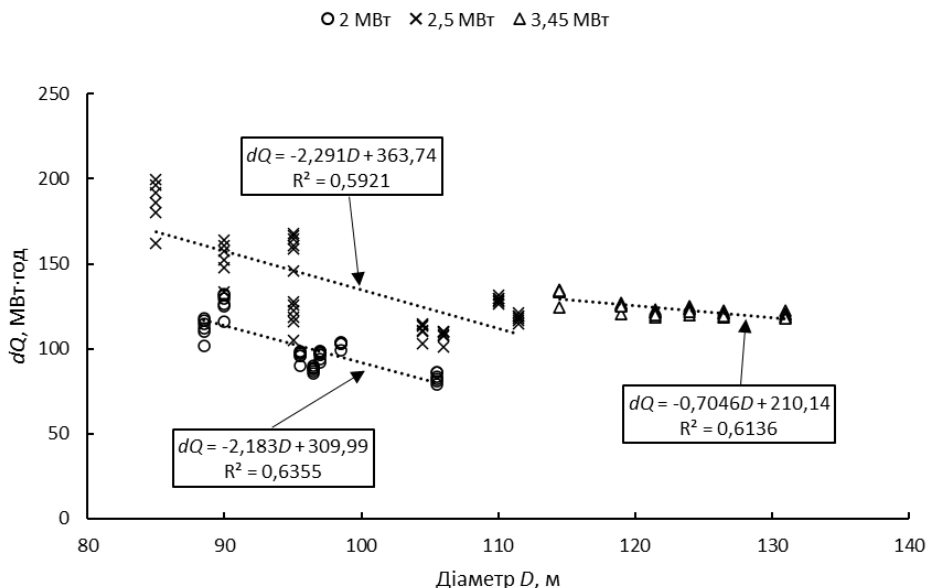


Рис. 2 Залежність приросту річного виробітку ВЕУ від діаметру ВК для умов Північного Причорномор'я України

З рис. 2 видно, що зростання величини приросту річного виробітку ВЕУ  $dQ$  на 1 м діаметру (коефіцієнт при  $D$ ) також зумовлене відповідним збільшенням номінальної потужності генератора  $P$ , а не діаметру ВК  $D$ . Разом з тим отримані залежності потребують уточнення через досить низьку якість отриманої статистики.

- [1] База даних сайту <https://en.wind-turbine-models.com>
- [2] Васько П.Ф. Определение технических показателей эффективности использования агрегатов в Украине / П.Ф. Васько, А.А. Брыль, П.П. Пекур // Энергетика и электрификация. – 1995. – №2. – С. 48 – 51.
- [3] Подгуренко В.С. Математическая модель задачи эффективности и один из методов её решения для увеличения выработки электроэнергии ветроэлектростанциями / В.С. Подгуренко, О.М. Гетманец, В.Е. Терехов // Моделивання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова – 2019. – Вип. 86. – С. 50 – 55.

**XL  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СПЕЦІАЛІСТІВ  
ІНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В  
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА НАН УКРАЇНИ**

*ПРИСВЯЧЕНА ДНЮ НАУКИ В УКРАЇНІ*

Збірник тез конференції  
11 травня 2022 р.

Abstracts of the XL Scientific and technical conference of young scientists and specialists of G.E. Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, May 11, 2022 / PIMEE of NAS of Ukraine. - 2022. - 124 p.

Зб. тез XL Науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 11 травня 2022 р. / ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2022. – 124 с.

**Інформаційна підтримка:**



[Сторінка конференції на  
сайті Інституту](#)

[Telegram канал  
РМВ НАН України](#)

