

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, УКРАЇНА  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ШТАТУ ПЕНСІЛЬВАНІЯ, США  
УНІВЕРСИТЕТ ВІТОВТА ВЕЛИКОГО, ЛИТВА  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ ДОСЛІДНИЦЬКО-ІННОВАЦІЙНИЙ ЦЕНТР  
ІНСТИТУТУ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, УГОРЩИНА  
ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ІНСТИТУТ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, ЧЕСЬКА РЕСПУБЛІКА  
ІНСТИТУТ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НАН УКРАЇНИ  
БІОЕНЕРГЕИЧНА АСОЦІАЦІЯ УКРАЇНИ  
НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ ІНЖЕНЕРІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА  
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ  
«Біоенергетичні системи»  
МАТЕРІАЛИ



29 травня 2020  
Житомир, Україна

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
POLISSIA NATIONAL UNIVERSITY, UKRAINE  
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE  
THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY DEPARTMENT, USA  
VYTAUTAS MAGNUS UNIVERSITY, LITHUANIA  
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH AND INNOVATION CENTER  
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, HUNGARY  
RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING,  
CZECH REPUBLIC  
INSTITUTE OF RENEWABLE ENERGY OF THE NAS OF UKRAINE  
BIOENERGY ASSOCIATION OF UKRAINE

IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
CONFERENCE  
“Bio-energy Systems”  
PROCEEDINGS



May 29, 2020  
Zhytomyr, Ukraine

УДК 620.91:338.439.02

Б63

Рекомендовано до друку Вченою радою Житомирського національного агроекологічного університету, протокол № 10 від 27 травня 2020 р.

ISBN 978-617-7684-36-6

Б63. *Біоенергетичні системи*: Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи», 29 травня 2020 р. – Житомир: Поліський національний університет, 2020. – 242 с.

*Bio-energy Systems: Proceedings IV International Scientific and Practical Conference, May 29, 2020.* – Zhytomyr (Ukraine): Polissia National University, 2020. – 242 p.

До збірника увійшли матеріали доповідей учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Висвітлено результати наукових досліджень та практичний досвід щодо вирішення актуальних програм розвитку біоенергетичних систем та комплексів.

Матеріали рекомендовано для науковців, викладачів, фахівців підприємств, аспірантів та студентів.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Зміст даної книги є виключно відповідальністю авторів.

Передрук, тиражування, розповсюдження інформації без дозволу Поліського національного університету забороняється.

Відповідальні за випуск:

*Савелій Кухарець* – директор НІІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, д.т.н., професор;

*Олександр Медведський* – секретар НІІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, к.т.н., ст. викл.

ISBN 978-617-7684-36-6

© Колектив авторів, 2020

© Вид-во «Поліського університету», 2020

**Науковий комітет**

**Олег Скидан** – ректор Поліського національного університету університету, д.е.н., професор;

**Людмила Романчук** – проректор із наукової роботи та інноваційного розвитку Поліського національного університету, д.с.-г.н., професор;

**Геннадій Голуб** – професор кафедри тракторів, автомобілів та біоенергосистем НУБіП, д.т.н., професор;

**Степан Кудря** – професор, д.т.н., директор інституту відновлюваної енергетики НАН України;

**Григорій Гелетуха** – голова правління Біоенергетичної асоціації України;

**Egidijus Šarauskis** – Full member of the Lithuanian Academy of Sciences, professor, Director of Institute of Agricultural Engineering and Safety of Vytautas Magnus University, Lithuania;

**Daniel Edward Ciolkosz** – PH.D., P.E., Assistant Research Professor of Agricultural and Biological Engineering, The Pennsylvania State University, Department of Agricultural and Biological Engineering, Co-Director, Penn State Center for Biorenewables, USA;

**Petr Jevič** – CSc, prof. h.c. Research Institute of Agricultural Engineering, p.r.i., Czech Republic

**Jonas Čėsna** – assoc. prof. dr., faculty of Agricultural Engineering, Agriculture Academy of Vytautas Magnus University, Lithuania;

**Szalay Kornél** – dr., National Agricultural Research and Innovation Center Institute of Agricultural Engineering, Hungary;

**Іван Грабар** – зав. кафедри процесів, машин та обладнання в агроінженерії, д.т.н., професор;

**Валерій Журавльов** – зав. кафедри вищої та прикладної математики, д.ф.-м.н., професор;

**Савелій Кухарець** – директор НІІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, д.т.н., професор;

**Богдан Шелудченко** – професор кафедри механіки та інженерії агроекосистем, к.т.н., професор.

**Організаційний комітет**

**Ярослав Ярош** – декан факультету інженерії та енергетики Поліського національного університету, д.т.н, доцент;

**Олександр Медведський** – секретар НІІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, к.т.н., ст. викл.;

**Олександр Ковальчук** – декан факультету обліку та фінансів, к.е.н., доц.

**Олена Сукманюк** – заступник декана факультету інженерії та енергетики, к.і.н., доцент;

**Наталія Цивенкова** – заступник декана факультету інженерії та енергетики з наукової роботи, к.т.н., доцент;

**Василь Савченко** – зав. кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, к.т.н., доцент;

**Юрій Гончаренко** – зав. кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, к.т.н., доцент;

**Олег Плужніков** – інженер кафедри механіки та інженерії агроекосистем;

**Віктор Білецький** – доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, к.т.н., доцент

<i>Деревянко Д.А., Кирилюк О.В.</i>	Встановлення фракційного складу компонентів вихідної зернової суміші для аеродинамічного сепаратора сад-4	189
<i>Медведський О.В., Коваль В.В.</i>	Покращення транспортувальних характеристик колекторів доїльних апаратів	191
<i>Коваль В.В.</i>	Оцінка конструкційно-технологічних рішень колекторів доїльних апаратів	193
<i>Єременко О.І., Войналович О.В.</i>	Технічні засоби безпеки на пелетному виробництві	196
<i>Купчук І.М., Андронік В.П.</i>	Перспективи підвищення ефективності функціонування систем акумулювання енергії в галузі вітроенергетики	199
<i>Поліщук В.М., Білецький В.Р.</i>	Оцінка виходу біогазу при сумісному зброджуванні гною великої рогатої худоби з фузом	204
<i>Задорожний І.С., Кравчук Д.О.</i>	Аналіз шляхів підвищення надійності збиральних машин	206
<i>Домінський В.О.</i>	Особливості використання дизельного біопалива в системах живлення common-rail	208
<i>Смолінський С.В.</i>	Аналіз стратегій роботи зернозбирального комбайна в процесі збирання зернових культур	211
<i>Забродський П.М., Шелудченко Б.А.</i>	Дослідження факторів впливу на траєкторію руху частинок ґрунту при обробітку дисковими робочими органами	214
<i>Єременко О.І., Войналович О.В., Лись О.М.</i>	Аналіз небезпек і шкідливостей на виробництві паливних брикетів з біомаси	217
<i>Tryboi O. V.</i>	Prospects of Growing Energy Crops on Marginal Lands for the Production of Heat in Ukraine	220
<i>Erdei A.</i>	The Future of the Railways in Hungary: More Green Electrification, Less Diesel	223
<i>А.В.Новицький, С.З.Хмельовська, А.М.Хмельовський</i>	Напрями забезпечення працездатності машин та обладнання лісового комплексу	228
<i>В.І.Мельник, Ю.Ю.Бабіюк</i>	Світовий досвід формування системи захисту та покращення ґрунтів аграрного призначення	230
<i>Токarchuk D.</i>	Systems Based on Organic Waste of the Agricultural Sector Bioenergy	233
<i>Ярош Я.Д., Кондратюк А.М.</i>	Особливості використання компактних ґрунтообробних знарядь	236

## ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ В ГАЛУЗІ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ

*Купчук І.М., кандидат технічних наук, старший викладач  
Андронік В.П., студент, спеціальність 208 «Агроінженерія»  
Вінницький національний аграрний університет*

В країнах ЄС, на даний час галузь вітроенергетики є найбільш перспективною та такою, що характеризується стрімкою динамікою нарощування об'ємів генерації для виробництва електроенергії (рис. 1) [1].

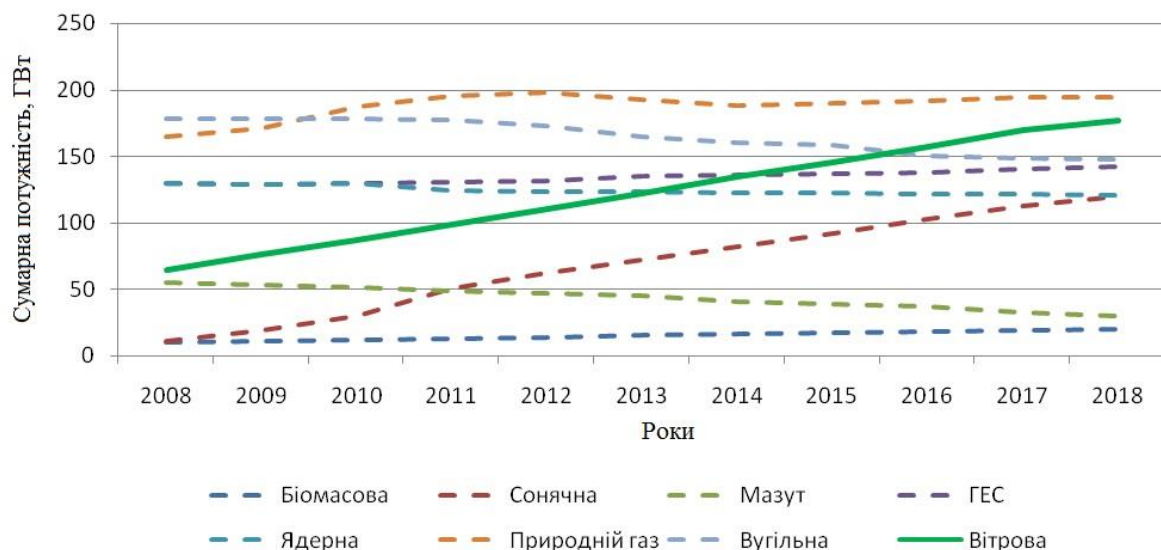


Рис. 1 – Сумарна потужність електрогенерації в ЄС 2008-2018 рр.

Для ефективної генерації електричної енергії сучасними вітрогенераторами (вертикальними та гребневими) достатньою є швидкість вітру від 1,0 – 1,5 м/с, а номінальний режим роботи починається при 2-3 м/с [2], що відповідає метеорологічним показникам території Вінницької області та підтверджує можливість використання ВДЕ [3]. При цьому нівелювати вплив стохастичності вітрового навантаження та, як наслідок, стабілізувати графік вироблення електричної енергії можна за рахунок використання комбінованих систем енергозабезпечення, зокрема вітро-сонячного типу та оснащення їх сучасними високоефективними системами зберігання електроенергії. Тому дослідження присвячені створенню та оптимізації таких систем є **актуальними** та мають практичну цінність.

Технічні рішення щодо резервування енергії мають різну вартість, ємність та швидкодію (рис. 2, 3), а вибір тієї чи іншої системи потрібно

здійснювати з огляду на конкретні вимоги до виробничих процесів підприємства, графік добового та річного споживання енергії, склад та параметри автономної енергетичної системи тощо [2].

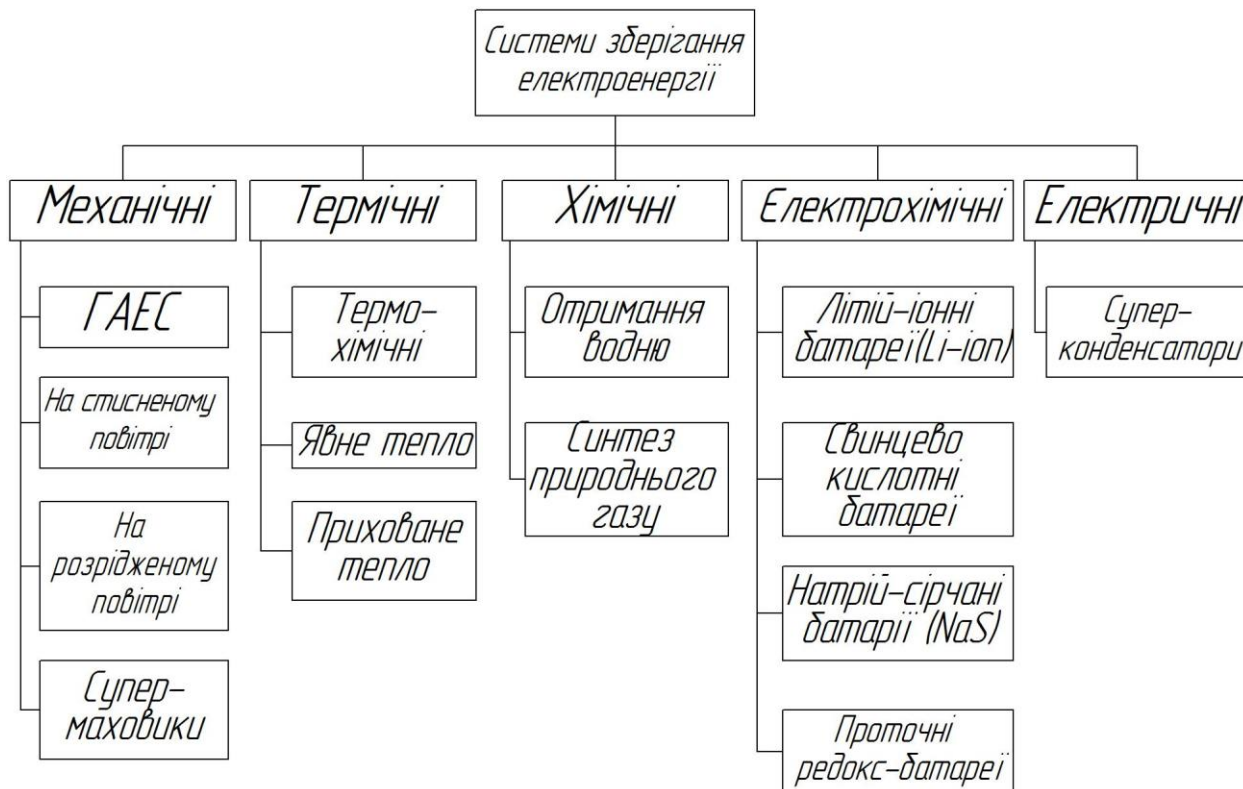


Рис. 2 – Основні типи систем зберігання енергії [2]

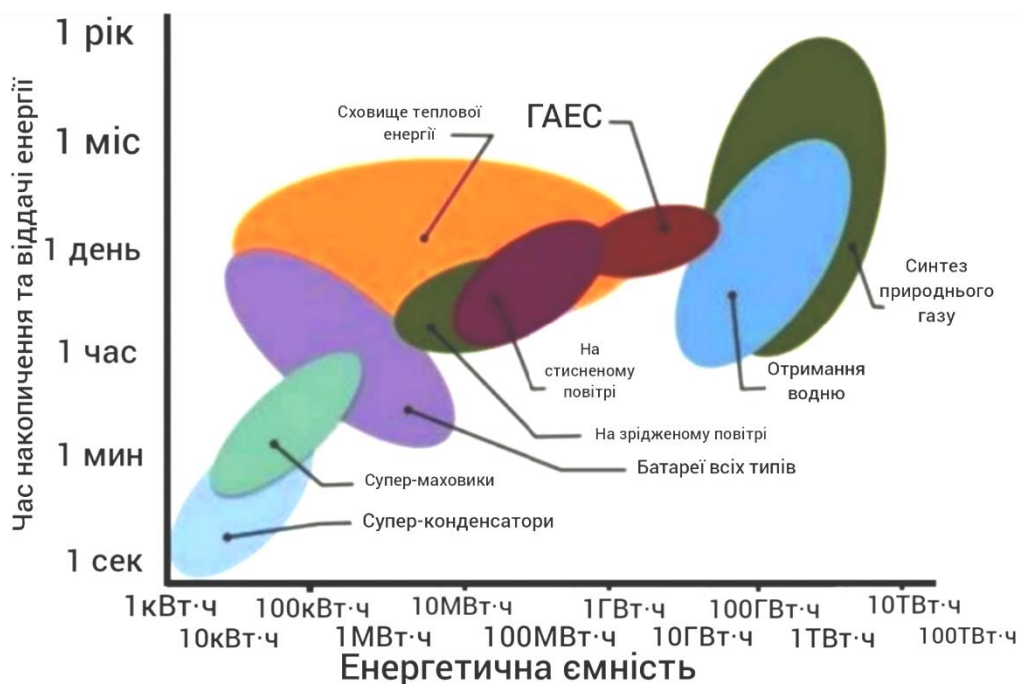


Рис. 3 – Хакаактеристика систем акумулювання енергії

З огляду на простоту конструкції, високу надійність та високу швидкодію акумулювання/віддачі енергії, маховики успішно конкурують з іншими технологіями в області зберігання енергії, особливо при вітрогенерації. Як відомо, одним із найбільш вагомих параметрів маховика є його момент інерції, що характеризується квадратичною залежністю від його радіуса, а збільшення цього показника має прямопропорційний вплив на енергетичну ємність системи при акумулюванні кінетичної енергії.

Проте, при великих значеннях інерційності є можливим виникнення ситуації, коли маховик спричиняє гальмування вітродвигуна та роботу асинхронного генератора в режимах нижче номінального, як наслідок це призведе до зменшення ККД вітроелектростанції. При надлишковому вітровому навантаженні, низькі значення моменту інерції можуть спричинити ситуацію, коли енергоємність маховика менша за надлишок, що створюється вітродвигом, а генератор працює в режимі перевантаження, тобто вище номінального значення [4].

Враховуючи вищесказане, на базі лабораторії «Теорії механізмів і машин» Вінницького національного аграрного університету була запропонована схема маховика з чотирма інерційними елементами, що розташовані опозитно один відносно одного та рівновіддалені від осі обертання (рис. 4) [4, 5].

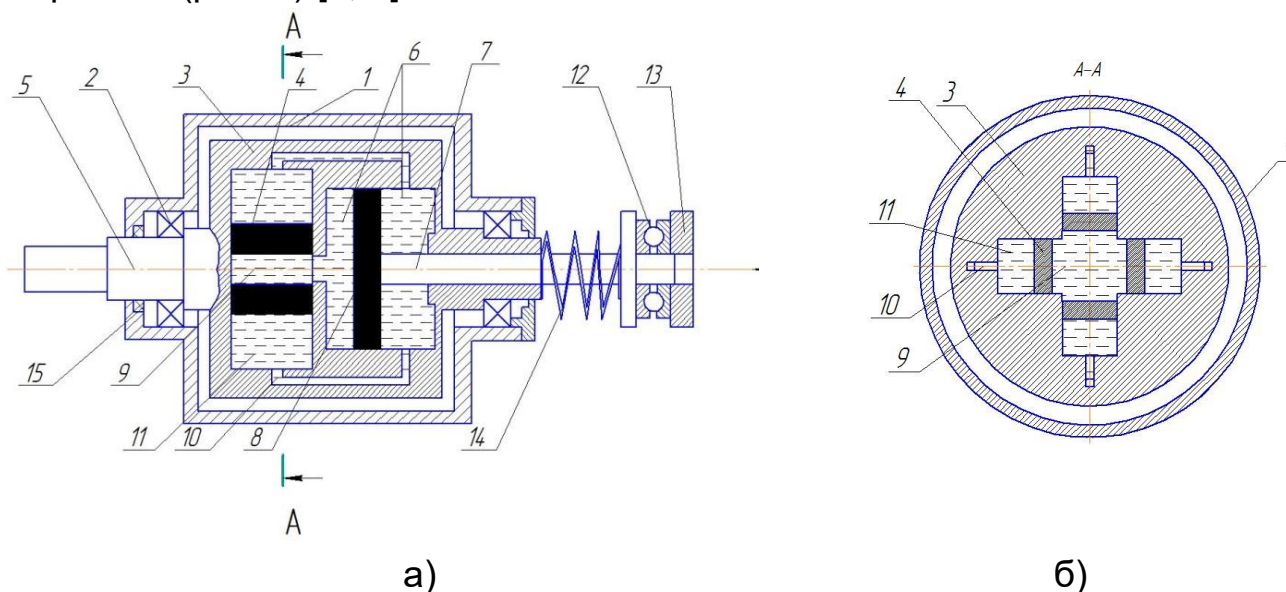


Рис. 4 – Маховик: а) – Принципова схема; б) переріз за А-А:

1 – корпус; 2 – опори; 3 – основа; 4 – інерційні елементи; 5 – приводний вал; 6 – гідроциліндр; 7 – шток; 8 – поршень; 9, 11 – порожнина; 10 – канали; 12 – упорний підшипник; 13 – натискний пристрій; 14 – пружина; 15 – ущільнення.



В запропонованій конструкції, після прикладання сили  $F$  до натискного пристрою 13 відбувається стиснення пружини 14 та переміщення штока 7 з поршнем 8 ліворуч, що зумовлює стиск та подачу робочої рідини з лівої частини робочої камери гідроциліндра 6 в порожнину 9 та відповідно переміщення інерційних елементів 4 від осі обертання до периферії. Водночас це призводить до витіснення робочої рідини з порожнини 11 та подачі її через канали 10 в праву частину робочої камери гідроциліндра 7. При знятті сили  $F$  натискного пристрою 13 під дією пружини 14, шток 7 з поршнем 8 рухається в зворотному напрямку, що призводить до перерозподілу об'ємів робочої рідини та переміщення інерційних елементів від периферії до осі обертання [5].

При запуску вітрогенератора маховик потрібно налаштувати на мінімальне значення моменту інерції ( $e_E = \min$ ). При надлишку вітрового навантаження до натискного пристрою прикладають силу  $F$ , збільшуючи момент інерції до значення коли кількість обертів вітрогенератора буде рівна номінальній кількості обертів генератора ( $n_{ВД} = n_G$ ). У випадку провалу вітрового навантаження запас кінетичної енергії маховика, деякий проміжок часу, забезпечуватиме роботу асинхронного генератора у номінальному режимі. Для нівеляції гальмівного ефекту при частковому зменшенні сили вітру, потрібно зняти силу  $F$  з натискного пристрою, до моменту, поки генератор не вийде на номінальний режим роботи [4].

На нашу думку, запропоноване конструктивне рішення є одним із перспективних варіантів стабілізації роботи вітроенергетичної системи автономного електропостачання, а його використання дає можливість безступеневої зміни радіуса  $r_m$  в режимі реального часу, тобто забезпечує можливість адаптивного керування значенням моменту інерції  $J$ , а як наслідок, енергоємністю  $E$  системи накопичення.

### Список використаних джерел

1. Wind Europe. European Statistics – Statistics. Wind energy in Europe in 2018 – Trends and statistics. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2018.pdf> (дата звернення – 21.12.2019).

2. Калетнік Г.М. Перспективи підвищення енергетичної автономії підприємств апк в рамках виконання енергетичної стратегії України / Г.М. Калетнік // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2019. – Вип. 4. – С.90-98. (DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)).

3. Український гідрометеорологічний центр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate\\_stations/](https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/) (дата звернення – 14.05.2020).

4 Солона О.В. Перспективи стабілізації роботи вітроенергетичної системи автономного електропостачання / О.В. Солона, І.М. Купчук // Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції: збірник наукових праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч.2. (20-21 березня 2019 р., м. Кам'янець-Подільський). – Тернопіль : Крок, 2019. – С. 86-88.

1. Пат. № 124327 України, МПК F16F 15/30 (2006.01). Маховик «VDMI» / Янович В.П., Купчук І.М.; власник Вінн. нац. аграр. ун-т № u201707514; заявл. 17.07.2017; опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7.