

М.Г. Маліч, Г.Л. Щербаков, Д.В. Лайков, В.О. Герасимчук

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОМБІНОВАНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ

*Анотація. Розробка концепції розподіленої енергогенерації в умовах техногенних катастроф є актуальною проблемою. Метою статті є обґрунтування нової структури та особливостей функціонування інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) параметрів технологічного процесу комбінованих енергосистем, яка побудована з використанням математичних методів аналізу технологічних процесів на принципах сучасної елементної бази та комп'ютерних технологій. Застосування ІВС дозволяє реалізувати моніторинг протікання технологічного процесу функціонування комбінованої енергосистеми, підвищити надійність функціонування технологічного обладнання та суттєво підвищити ефективність роботи.*

*Ключові слова: Інтелектуальна інформаційно-вимірювальна система, комбінована енергосистема, база знань, фреми, параметри технологічного процесу, ефективність.*

В сучасній економічній моделі розвитку країни концепція розподіленої енергогенерації постійно набуває актуальності, а в окремих випадках (техногенні катастрофи, війна) – є необхідною і, практично, єдиною при вирішенні проблем локального забезпечення промисловості та населення тепловою та електричною енергіями.

Особливо активно розвивається напрям створення таких комбінованих енергосистем на основі екофільних інноваційних технологій, які дозволяють в якості енергоносіїв використовувати місцеву сировину, зокрема, побутового сміття, промислових відходів та спеціальних зелених насаджень [1-4].

Цей напрям базується на комбінації найбільш ефективних галузевих технологій, зокрема, сольволізу, анаеробного зброджування біомаси, високотемпературного піролізу та інших.

Для забезпечення оптимальних режимів функціонування таких комбінованих енергосистем необхідно мати достовірну інформацію про поточний стан всіх технологічних процедур функціонування енергосистеми.

Саме з цією метою автори пропонують застосовувати інтелектуальну інформаційно-вимірювальну систему (ІВС), структура якої представлена на рис. 1.

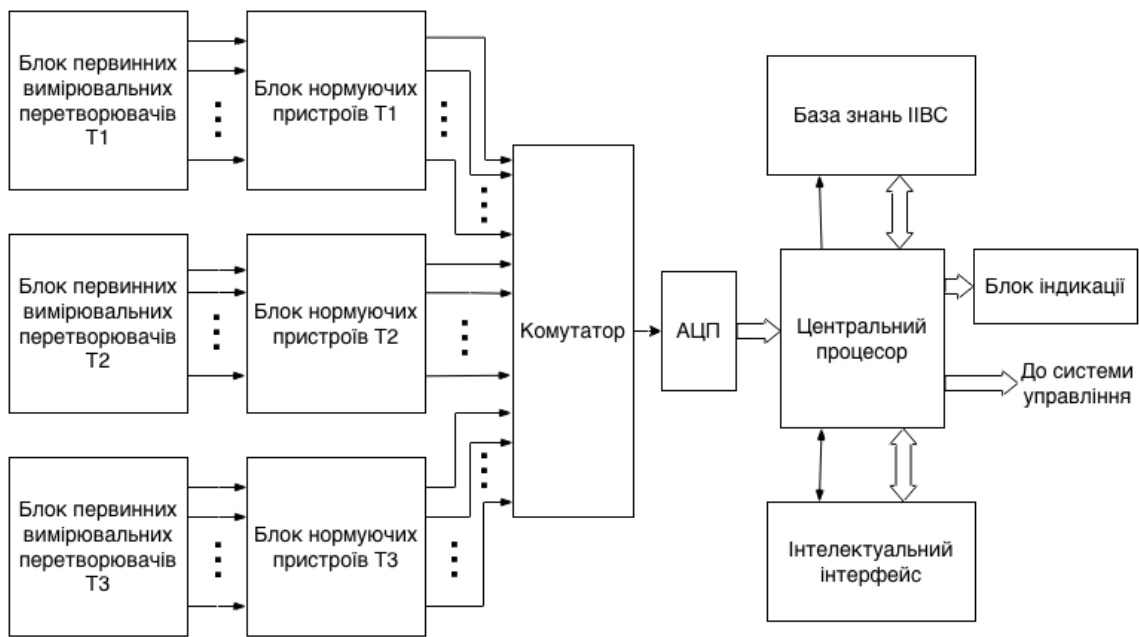


Рисунок 1 - Структура інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи

ІІВС складається із сукупності різноманітних первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) фізичних вимірюваних величин в інші фізичні величини (наприклад, напругу постійного струму) зручні для квантування [5].

Вихідні сигнали датчиків нормуються в блоках нормуючих пристроїв та через комутатор поступають на вхід аналого-цифрового перетворювача (АЦП), з виходу якого отриманий цифровий код (тобто цифрове значення вимірюваного параметра технологічного процесу) поступає на вхід центрального процесора, в пам'яті якого формується спеціальний фрейм, в слотах якого записуються результати вимірювання всіх параметрів технологічного процесу в поточний момент часу. Цей фрейм називається фрейм-відгук.

ІІВС функціонує у відповідності з алгоритмом, представленим на рис. 2, а саме, вимірювальна система по чергово опитує всі датчики першого такту роботи комбінованої енергосистеми (тобто такту реалізації технології сольволізу) і розміщує їх у слотах фрейму-відгуку даного такту. Потім аналогічно вимірювальна система опитує датчики другого та третього тактів роботи комбінованої енергосистеми.

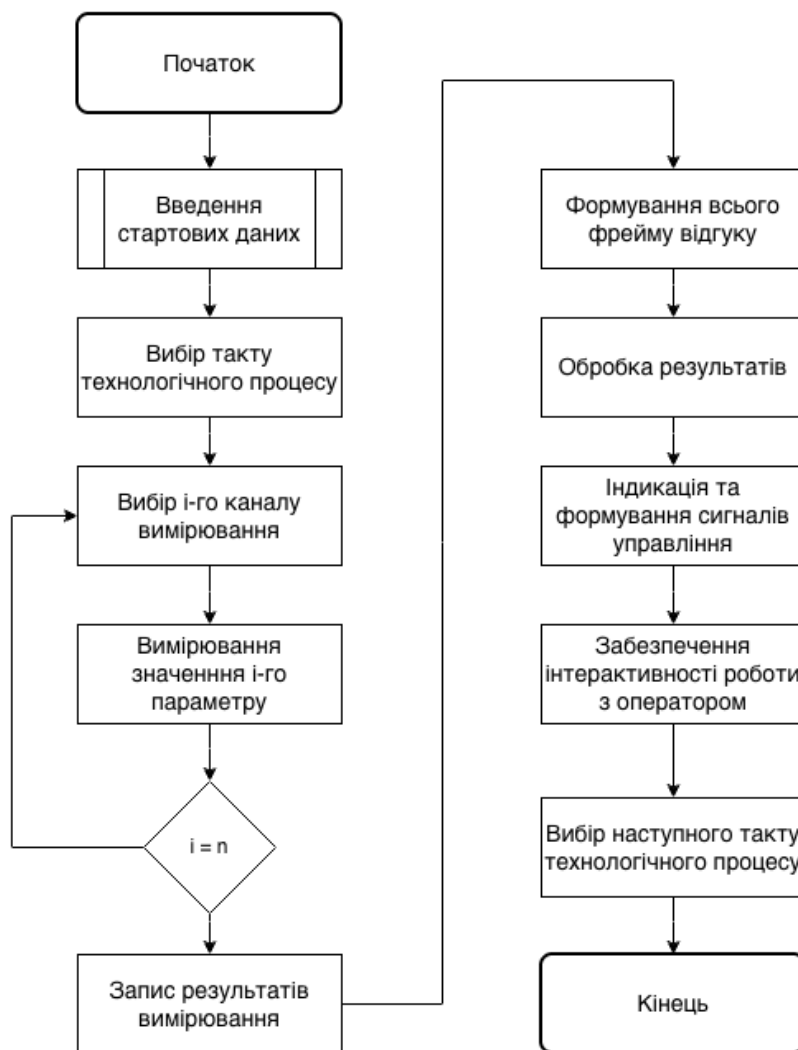


Рисунок 2 - Алгоритм функціонування інтелектуальної ІВС в одному із тактів роботи енергосистеми

Паралельно відбувається процес порівняння результатів вимірювання кожного конкретного параметра технологічного процесу з його допустимими значеннями, які знаходяться в фреймах-еталонах, розміщених у базі знань ІВС [6-8].

На рис 3 приведений фрагмент бази знань інтелектуальної ІВС.

Допустимі значення параметрів технологічного процесу комбінованої енергосистеми задані у вигляді конкретних діапазонів можливих їх значень. Якщо результат вимірювання конкретного параметра технологічного процесу не виходить за межі допустимого діапазону ІВС продовжує опитувати наступні датчики. У випадку, якщо результат вимірювання виходить за межі допустимого діапазону відбувається наступне. Перше. Цей результат виводиться на табло блоку індикації та включається звукова і світлова сигналізація про факт невідповідності значення даного параметра його допустимому діапазону.

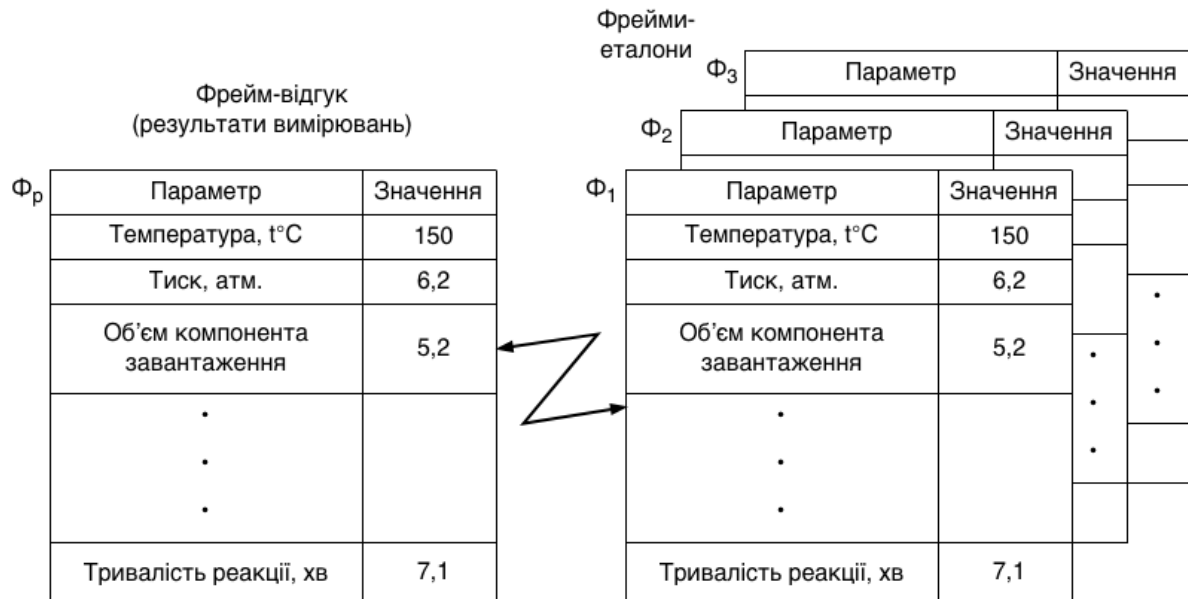


Рисунок 3 - Фрагмент бази знань інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи

Паралельно формується сигнал на систему автоматичного управління роботою комбінованої енергосистеми, який, в залежності від його пріоритету, може або змінити режим роботи енергосистеми, або зупинити його в критичних ситуаціях [7].

Роль оператора даної ПВС зводиться до наступного. Після отримання повідомлення про невідповідність режиму технологічного процесу заданим варіантам, оператор може терміново подати команду або на зміну режиму роботи, або на його термінову зупинку (наприклад, при постійному зростанні тиску в технологічних ємностях комбінованої енергосистеми). Для цього в ПВС передбачений інтелектуальний інтерфейс, до складу якого входить лінгвістичний (діалоговий) процесор, що дозволяє оператору простим голосовим повідомленням керувати системою. При цьому управління побудоване таким чином, щоб пріоритет оператора був вищий за пріоритет ПВС.

В розпорядженні оператора є можливість перевести роботу комбінованої енергосистеми в окремі тимчасові безпечні режими функціонування. ПВС в таких випадках працює в режимі порадики оператора.

Застосування таких алгоритмів роботи комбінованої енергосистеми в сукупності з запропонованою ПВС є доцільним і необхідним на етапах пошуку оптимальних режимів її функціонування.

**Висновки.** Запропонована ПВС дозволяє реалізувати моніторинг протікання технологічного процесу функціонування комбінованої енергосистеми, яка реалізує інноваційну технологію отримання теплової та електричної енергії.

Технічні та метрологічні особливості запропонованої ПВС забезпечують можливість ефективного управління роботою комбінованої енергосистеми, оптимізацію режимів її функціонування та запобігання аварійних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зубенко В.О., Березюк І.А., Волков І.В. Використання інформаційних технологій для оптимізації управління споживанням енергії. Таврійський науковий вісник. 2024. No 5. С. 33 – 39. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.5.4>
2. Камбур О., Тюлькіна К., Панова Т. Використання інструментів бізнес аналітики для оцінки перспектив розвитку альтернативних джерел енергії в Україні. Економіка та суспільство. 2022. No 35. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-35-15>
3. Кофанов О. Є., Зозульов О. В., Кофанова О. В. Інноваційність і планування бізнес-процесів стартапів у контексті зеленого енергетичного переходу. Маркетинг і цифрові технології. 2023. Т. 7. No 3. С. 95–114. DOI: <https://doi.org/10.15276/mdt.7.3.2023.7>
4. Щербаків Г.Л., Маліч М.Г. Патент на корисну модель №143959. Спосіб формування енерготехнологічної захисної лісосмуги Щербаківа. Опубл. 2020, Бюл. № 16
5. Elta catalogue 51, 2019, ISBN 91-88032-8
6. Гуржій А.М., Основи інформаційних технологій, Київ, Літера ЛТД, 2023 – 288 с
7. Романов В.Н., Інтелектуальні засоби вимірювання, РІЦ, 1994 – 280 с.
8. Янковська А.Е., Кузоваткін А.Н., Алгоритми побудови та використання голічних тестів., Штучний інтелект, Донецьк, ПІІІ «Наука і освіта», 2002, №2 – с 330-337.

REFERENCES

1. Zubenko V.O., Bereziuk I.A., Volkov I.V. Vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii dlia optymizatsii upravlinnia spozhyvanniam enerhii. [Using information technology to optimize energy consumption management] Tavriiyskyi naukovyi visnyk. 2024. No 5. С. 33 – 39. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.5.4>
2. Kambur O., Tiulkina K., Panova T. Vykorystannia instrumentiv biznes analityky dlia otsinky perspektyv rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii v Ukraini. [Using business analytics tools to assess the prospects for developing alternative energy sources in Ukraine] Ekonomika ta suspilstvo. 2022. No 35. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-35-15>
3. Kofanov O. Ye., Zozulov O. V., Kofanova O. V. Innovatsiinist i planuvannia biznes-protseviv startapiv u konteksti zelenoho enerhetychnoho perekhodu. [Innovation and business process planning for startups in the context of the green energy transition.] Marketynh i tsyfrovi tekhnolohii. 2023. T. 7. No 3. С. 95–114. DOI: <https://doi.org/10.15276/mdt.7.3.2023.7>
4. Shcherbakov H.L., Malich M.H. Patent na korysnu model №143959. Sposib formuvannia enerhotekhnolohichnoi zakhysnoi lisosmuhy Shcherbakova. [Patent for utility model No. 143959. Method for forming an energy-technological protective forest belt by Shcherbakov]. Опубл. 2020, Бюл. № 16
5. Elta catalogue 51, 2019, ISBN 91-88032-8
6. Hurzhii A.M., Osnovy informatsiinykh tekhnolohii [Fundamentals of Information Technology], Kyiv, Litera LTD, 2023 – 288 с
7. Romanov V.N., Intelktualni zasoby vymiryuvannia, RITs [Intelligent measuring devices], 1994 – 280 с.

Iankovska A.E., Kuzovatkin A.N., Alhorytny pobudovy ta vykorystannia holichnykh testiv. [Algorithms for constructing and utilising holistic tests], Shtuchnyi intelekt, Donetsk, IPShI «Nauka i osvita», 2002, №2 – с 330-337.

Received 12.09.2025.  
Accepted 15.09.2025.

***Intellectual information and measurement system  
of parameters of the technological process of combined power systems***

*The article considers the development of an intelligent information and measurement system for the parameters of the technological process of combined energy systems, which is based on the concept of distributed energy generation. The actuality of the development is related to increasing the stability and reliability of energy systems in the context of man-made disasters and military conflicts. The purpose of the article is to justify the new structure and features of the intellectual information and measurement system, taking into account the parameters of the technological process of combined energy systems. The intelligent information and measurement system is built using mathematical methods of technological process analysis based on modern element base and computer technologies. The utilisation of such a system enables the monitoring of the technological process of a combined energy system, increases the stability of technological equipment, and significantly improves operational efficiency.*

**Маліч Микола Григорович** - д.т.н., Український державний університет науки та технологій, кафедра галузевого машинобудування, Дніпро, Україна, n22051957m@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4967-5378>

**Щербаків Геннадій Лаврентійович** - к.т.н., ТОВ «Санрайз», Павлоград, Україна, sunrise1@consunrise.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6177-8960>

**Лайков Дмитро Вікторович** - аспірант, Український державний університет науки та технологій, кафедра галузевого машинобудування, Дніпро, Україна, luckydnep@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6852-2825>

**Герасимчук Віктор Олексійович** - магістр, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна, viktor.gerasimchuk@outlook.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2894-2799>

**Malich Mykola Hryhorovych** - Doctor of Technical Sciences, Ukrainian State University of Science and Technologies, Department of Industrial Engineering, Дніпро, Ukraine, n22051957m@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4967-5378>

**Shcherbakov Hennadii Lavrentiiovych** - Doctor of Technical Sciences (Ph.D.), «Sunrise» LLT, Ukraine, sunrise1@consunrise.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6177-8960>

**Laikov Dmytro Viktorovych** - Postgraduate Student at the Department of Industrial Engineering, Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine, luckydnep@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6852-2825>

**Herasymchuk Viktor Oleksiiovych** - Master Student, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine, viktor.gerasimchuk@outlook.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2894-2799>