

ВІДГУК

**офіційного опонента д.т.н., професора Кучерука В.Ю. на дисертаційну роботу
Бейнера Петра Сергійовича**

**«Інформаційно-вимірювальна система моніторингу температурного режиму
гідротехнічних споруд АЕС», подану на здобуття наукового ступеня кандидата
технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти**

Дисертаційна робота П.С. Бейнера складається із переліку умовних позначень та скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 162 сторінки друкованого тексту, які містять 138 сторінок основного тексту, з 42 рисунками, 16 таблиць та список використаних літературних джерел з 163 найменувань на 17 окремих сторінках та 3 додатка на 7 сторінках.

Дисертацію оформлено відповідно до вимог, які ставляться до таких робіт в документі «Вимоги до оформлення дисертацій та авторефератів дисертацій» (Бюл. ВАК України, № 9-10, 2011).

Дисертаційна робота, що опонується, є завершеною працею, яка містить в собі нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності є досягненням для розвитку комп'ютерних систем – суттєвим внеском у вирішення важливої науково-практичного завдання удосконалення інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) температурного режиму відкритих гідротехнічних споруд (ГТС) атомних електростанцій (АЕС), що дозволило оптимізувати роботу АЕС за рахунок підвищення точності й достовірності результатів моніторингу гідротермічних параметрів її ГТС і прогнозу температурного режиму циркуляційної води, яка охолоджує конденсатори турбін АЕС, і, як наслідок, підвищити їх коефіцієнт корисної дії (ККД), відповідно, і продуктивність станції.

Актуальність обраної теми

На ГТС АЕС, які беруть участь в системі охолодження циркуляційної води, потрібно проводити моніторинг гідротермічних параметрів, а також метеорологічних показників в районі розташування АЕС, з метою визначення ефективності ГТС при мінливих погодних умовах і різних режимах роботи АЕС. Для ІВС моніторингу температурного режиму циркуляційної води в ГТС на багатьох об'єктах атомної енергетики, як в Україні, так і за кордоном, гостро стоїть задача підвищення достовірності вимірювання та прогнозування гідротермічних показників охолоджуючої води для складання оптимального графіка навантажень на турбіни АЕС та зменшення споживання електроенергії на власні потреби із-за необхідності коригування температури циркуляційної води у випадку її відхилення від оптимальної.

Важливість вирішення проблеми підвищення ККД АЕС і, зокрема, за рахунок мінімізації технологічних втрат, неодноразово підкреслювалась в Рішеннях директивних органів України і, зокрема, у таких як Указ Президента від 23.02.1994 № 64/94 «Про невідкладні заходи щодо розвитку атомної енергетики і формування ядерно-паливного циклу в Україні» та Розпорядженні КМУ від 24.07.2013 № 1071 «Про затвердження Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» тощо.

У зв'язку з цим тема роботи, яка спрямована на вирішення однієї з задач цієї проблеми – вдосконаленню ІВС моніторингу гідрометеорологічних параметрів в

умовах розташування АЕС, для підвищення достовірності прогнозу температурного режиму у її ГТС і, як наслідок, ККД АЕС, - безумовно важлива і актуальна.

Новизна та обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, полягає в тому, що в ній з метою підвищення ККД АЕС шляхом об'єктивного прогнозу температурного режиму води, яка охолоджує конденсатори турбіни станції, на основі виконаних аналізу, теоретичних та експериментальних досліджень розроблено ІВС моніторингу температурного стану циркуляційної води в ГТС з урахуванням метеорологічних факторів в реальних умовах експлуатації АЕС і, в першу чергу:

1) **вперше розроблено** метод формування єдиної бази даних метеорологічної та гідротермічної інформації для ІВС моніторингу температурного ГТС, що дозволило не тільки виконати комплексну, системну обробку даних, а й використовувати довгострокову метеорологічну інформацію з урахуванням «рози вітрів» в місці розташування АЕС для більш точного і достовірного прогнозування гідротермічного режиму циркуляційної води, яка охолоджує конденсатори турбіни станції;

2) **удосконалено** метод підвищення відмовостійкості мережі передачі інформації ІВС моніторингу температурного режиму ГТС шляхом розробки структурно-алгоритмічної організації безпроводної сенсорної мережі передавання даних із засобів вимірювання відповідних фізичних величин, розподілених на великих відстанях;

3) **отримав подальший розвиток** метод передачі гідрометеорологічних параметрів в ІВС моніторингу режиму ГТС АЕС шляхом використання імовірнісного перетворення інформації в каналах зв'язку, що дозволило підвищити її ступінь захисту і завадостійкості.

Обґрунтованість наукових результатів, положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, підтверджуються чітким формулюванням мети, коректністю постановки і вирішення завдань дослідження, використанням апробованих методів теорії побудови ІВС, положень теорії баз даних, методів побудови безпроводних сенсорних мереж, принципів імовірнісного подання даних.

Достовірність наукових результатів, положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, підтверджується результатами виконаних репрезентативних експериментальних досліджень.

Верифікацією розроблених алгоритмів та запропонованих методів є їх широка апробація на національному та міжнародному рівнях, а також впровадження в практику національного господарства.

Таким чином, отримані здобувачем нові науково обґрунтовані результати в сукупності є вагомим досягненням у вирішенні науково-прикладної задачі в галузі комп'ютерних систем – вдосконалення ІВС моніторингу гідротермічних параметрів АЕС для оптимізації функціонування її турбін, зниження енерговитрат на її забезпечування і, як наслідок, підвищення ККД станції.

Практична цінність отриманих у дисертації результатів полягає у тому, що в ній розроблено:

- принцип формування єдиної бази даних метеорологічної та гідротермічної інформації про ГТС, що дозволяє виконувати комплексну, системну обробку даних й використовувати отримані результати для більш точного і достовірного

прогнозування гідротермічного режиму циркуляційної води, яка бере участь у системі оборотного водопостачання не тільки АЕС, але й будь-яких ТЕС, де використовуються оборотні системи охолодження агрегатів;

- методики створення розподіленої системи збору метеорологічної та гідротермічної інформації у ГТС на базі енергоефективної бездротової сенсорної мережі з підвищеною стійкістю до відмов, що дозволило дистанційно вимірювати температуру води в контрольних точках, розташованих на протяжній відстані між собою.

Рівень впровадження

Результати дисертаційної роботи впроваджені у:

- ВП «Запорізька АЕС» (м. Енергодар), де використано розроблену комп'ютерну програму моніторингу температурного режиму циркуляційної води в ГТС, що дозволило шляхом централізації інформації підвищити ефективність використання режимної карти її роботи;

- ДП «Сакська гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція» (м. Саки), де розроблені методи автоматизації процесу проведення моніторингу гідротермічного режиму водних об'єктів з використання Internet-технологій та побудови сервіс-орієнтованих систем; дозволили скоротити час і підвищити достовірність параметрів, що підлягають контролю.

Окрім того, результати дисертаційної роботи застосовано у навчальному процесі кафедри авіаційних приладів та вимірювань Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» в курсах: «Температурні вимірювання», «ІВС промислового призначення», «Інформаційно-діагностичні системи» та «Автоматизація вимірювань».

Все це підтверджує практичну цінність роботи.

Доцільно рекомендувати більш широке використання результатів виконаних досліджень на теплових електростанціях, які використовують оборотні схеми водопостачання.

Повнота викладення основних наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, в опублікованих здобувачем працях має місце, а саме: за темою дисертації опубліковано 9 статей у наукових фахових виданнях України (5 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз), 1 – у закордонному періодичному спеціалізованому виданні, 1 – Свідоцтво про реєстрації авторського права на твір.

В усіх публікаціях є повний опис наукових результатів, що засвідчують їх достовірність.

Робота пройшла широку апробацію: її основні наукові положення, висновки та рекомендації доповідались та обговорювалися на 12 науково-технічних і науково-практичних конференціях, семінарах.

Публікації в повному обсязі відображають основні результати дисертаційної роботи.

Авторська участь здобувача в спільних працях відзначена у висновку організації, де виконувалася дисертація. Аналіз цього висновку дозволяє зробити висновок, що основні результати дисертаційної роботи, які виносяться на захист, отримані безпосередньо здобувачем.

Зміст дисертаційної роботи відповідає: паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти, як формулі: «Спеціальність охоплює проблеми

створення ефективного інструментального забезпечення інформаційних технологій: організацію принципово нових і вдосконалення існуючих комп'ютеризованих та комп'ютерних систем і мереж, їх апаратних і програмних засобів, розподілених комп'ютерних систем, методів та засобів реалізації комунікацій в них», так і напрямку дослідження: «Теоретичні засади, методологічні, алгоритмічні та програмно-апаратні засоби опрацювання інформації, представлені формалізованими знаннями та природомовними об'єктами»; профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.050.14.

Автореферат дисертації адекватно відображає основний зміст, положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи.

Однак, незважаючи на те, що дисертаційна робота П.С. Бейнер, в цілому, виконана на досить високому рівні, їй властиві деякі недоліки:

1. Назва роботи має деяку некоректність: доцільно окрім АЕС додати ТЕС, тому що для охолодження циркуляційної води на теплових станціях використовують аналогічні гідроохолоджувачі, а принцип збору, зберігання, захисту, обробки, передачі, вводу, виводу та перетворення інформації буде аналогічний. Тому більш логічною назвою роботи є «Інформаційно-вимірювальна система моніторингу температурного режиму гідротехнічних споруд АЕС та ТЕС».

2. У першому розділі дисертаційної роботи дуже бажано було б навести

- конкретні приклади сучасних ІВС, які сьогодні використовуються на АЕС і ТЕС, у тому числі і за кордоном,
- перелік апаратних та програмних засобів, які використовуються у таких системах, а також вказати їх переваги і недоліки.

3. В підрозділі 1.3 «Втрати інформації у каналах зв'язку» не здійснено чисельних розрахунків цих втрат.

4. У підрозділі 2.1 «Математичні моделі гідротермічних процесів у відкритих ГТС АЕС» наведено лише систему рівнянь гідротерміки водоймищ-охолоджувачів. Але до відкритих ГТС також можна віднести бризкальні басейни та градирні, тому доцільно було розглянути й ці типи гідроохолоджувачів. Також потрібно було б здійснити математичне моделювання гідротермічних процесів на прикладі ГТС Запорізької АЕС.

5. У роботі наведена загальна структурна схема безпроводної сенсорної мережі (БСМ) для моніторингу гідротермічних параметрів на ГТС Запорізької АЕС (рис. 27, стор. 44). Але, як відомо, оборотні системи водопостачання на АЕС використовують для охолодження циркуляційної води водоймища-охолоджувачі, бризкальні басейни та градирні, які мають наступні схеми підключення: паралельне, послідовне та комбіноване. Отже доцільно було навести загальну структурну схему БСМ не для конкретного об'єкту, а для 3-х схем підключення гідроохолоджувачів.

6. У підрозділі 2.3.2 «Підвищення криптографічної стійкості шифрів БСМ» дуже бажано було б навести реальні приклади, де використовується метод імовірнісного перетворення інформації в каналах зв'язку, а також порівняльний аналіз з іншими сучасними криптографічними алгоритмами.

7. Підрозділ 3.2 «Вибір та обґрунтування засобів розробки програмного комплексу» носить дещо оглядовий характер.

8. Для більш коректної оцінки запропонованої ІВС моніторингу гідротермічних параметрів ГТС АЕС у четвертому розділі бажано було би виконати розрахунок економічного ефекту та досягнутого ККД АЕС.

9. В роботі мають місце неточності, некоректності і, зокрема:
- повторення тексту, наприклад: на стор. 62 і стор. 102 використовується один і той самий перелік засобів метеорологічного контролю;
 - таблиці 3.13 та 3.14 доцільно перенести у Додаток;
 - лістинг програми, який наведено у третьому розділі, доцільно перенести у Додаток.

Але, незважаючи на те, що зроблені зауваження безумовно знижують, як відмічалось раніше, досить високу оцінку роботи, можна констатувати, що вони не стосуються основних положень дисертації, що виносяться на захист.

Оцінка дисертації загалом

На основі проведеного аналізу можна зробити **висновок**, що дисертаційна робота П.С. Бейнер є завершеною науковою працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати, що у сукупності вирішують важливу науково-прикладну задачу розробки ІВС моніторингу температурного режиму ГТС гідрометеорологічних параметрів в натурних умовах розташування АЕС, для підвищення ККД АЕС, відповідає науковому рівню робіт, що подаються на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

За актуальністю, практичною цінністю, обґрунтованістю результатів виконаних досліджень, кількістю публікацій та ступенем апробації дисертаційна робота Бейнер П.С. «Інформаційно-вимірвальна система моніторингу температурного режиму гідротехнічних споруд АЕС» задовольняє вимогам п. 9, 11 – 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою КМУ від 24.07.2013 р. № 567, щодо кандидатських дисертацій, діючих на сьогодні пунктів Наказів Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» від 17.10.2012 № 1112 та від 03.12.2012 № 1380, а її автор Бейнер Петро Сергійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри метрології та промислової автоматики
Вінницького національного технічного університету,
д.т.н., професор

В.Ю. Кучерук



Підпис

ПОСВІДЧУЮ

Зав. канцелярією