

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента на дисертаційну роботу**  
**Савченко Наталі Панасівни**  
**«Регулювання графіка навантаження електричних мереж за допомогою**  
**споживача - регулятора з кінетичним енергонакопичувачем»**  
**представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук**  
**за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи**

**Актуальність теми.**

Для забезпечення найбільш економічної роботи електроенергетичних систем в пікових частинах добового графіка навантаження необхідно мати достатні маневрені потужності. Для регулювання режиму роботи енергосистеми при піковому навантаженні використовуються гідро- та гідроакумулюючі електростанції, оскільки їх робоча потужність легко змінюється в широких межах - від мінімальної в години малого навантаження енергосистеми до максимальної в пікові години.

В той же час, в енергосистемі України встановлена потужність гідро- та гідроакумулюючих електростанцій складає всього до 11,2%, що недостатньо для забезпечення добового регулювання навантаження. Тому для покриття пікових навантажень використовуються окремі енергоблоки теплових електростанцій, які мають досить високі питомі витрати палива. Енергоблоки теплових електростанцій недостатньо маневрені, підготовка кожного з них до пуску, синхронізація і набір навантаження вимагають значних витрат часу.

Одним з дуже перспективних напрямів економії паливно-енергетичних ресурсів є зниження додаткових витрат, що викликані нерівномірністю режиму електроспоживання і виробництва електроенергії, шляхом залучення споживачів-регуляторів для вирівнювання графіка навантаження енергосистеми (замість використання додаткових резервних маневрених потужностей, що

покривають пікові навантаження в разі різко нерівномірних добових графіків навантаження електроспоживачів). Відмінна особливість споживачів-регуляторів полягає в тому, що вони знижують свої навантаження в години пікових потужностей енергосистеми і переносять їх у зони зниження навантаження. Це стає можливим за рахунок впровадження систем зберігання енергії, які можуть бути встановлені як в електричних мережах високої, так і в мережах низької напруги. Встановлення систем зберігання енергії, основним елементом яких є кінетичний накопичувач енергії, безпосередньо в систему електропостачання споживача-регулятора дозволяє змінювати параметри графіків електричного навантаження.

Таким чином, дослідження, розробка нових і вдосконалення відомих методів регулювання графіків навантаження за допомогою споживачів-регуляторів є актуальною науково-прикладною задачею.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота виконана згідно планів наукових досліджень Донбаської національної академії будівництва і архітектури у рамках науково-дослідної роботи за темою «Розробка науково-методичних та практичних підходів до вдосконалення ресурсо- та енергозбереження на об'єктах будівництва і міського господарства» (№ ДР 0115U001697).

#### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна.**

В представленій до захисту дисертаційній роботі основними результатами досліджень автора є розробка методу регулювання графіків навантаження електричних мереж шляхом впровадження систем зберігання енергії з кінетичним накопичувачем енергії у мережу електропостачання споживача-регулятора з урахуванням виникаючих при цьому ризиків. Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечується коректними постановками завдань, системним підходом при проведенні досліджень, експериментами, проведеними в реальних умовах на сучасному обладнанні.

## **Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність основних результатів досліджень підтверджується коректністю використання математичного апарату та наукових положень. Для розв'язання поставлених задач використовувались фундаментальні положення теоретичної електротехніки, математичного аналізу, теорії ймовірності, теорії розрахунку механічних систем, теорії електроприводу, теорії стійкості розподілених систем, методи математичної статистики, методи теорії математичного моделювання. Достовірність основних результатів досліджень підтверджена коректними числовими даними, отриманими з використанням сучасного прикладного програмного забезпечення (MSExcel, PowerGraph3.38, Mathcad).

**В дисертації Савченко Н.П. отримані результати, які мають суттєву наукову новизну:**

– вперше розроблено метод вирівнювання графіків електричних навантажень споживача-регулятора з урахуванням компенсації ризиків при підключенні його в систему електропостачання кінетичного енергонакопичувача;

– науково обґрунтовано використання в складі кінетичного енергонакопичувача розробленої конструкції маховика зі змінним моментом інерції та дисбалансні вантажі для зменшення енерговитрат в початковий період обертання;

– запропонований метод симетрування навантаження в мережі 0,4 кВ за рахунок використання споживача-регулятора з кінетичним енергонакопичувачем, що дозволило підвищити якість електроенергії за рахунок відсутності комутацій в системі електропостачання;

– вдосконалено математичну модель обміну енергії системи електропостачання будівлі з кінетичним енергонакопичувачем, що дає можливість підвищити точність розрахунків енергії.

### **Значимість отриманих результатів для теорії і практики.**

На основі проведених в дисертаційній роботі досліджень здобувачем розроблені рекомендації для регулювання графіків електричних навантажень енергосистем за допомогою споживача-регулятора з кінетичним енергонакопичувачем. При цьому можливе використання енергонакопичувача для компенсації впливів відхилень показників якості електричної енергії на роботу системи електропостачання споживача-регулятора, що дозволять підвищити ефективність роботи електричних мереж.

### **Практична цінність отриманих результатів.**

Практична цінність отриманих результатів полягає в розробці методики регулювання графіків електронавантаження електричної мережі за допомогою споживачів-регуляторів, які представляють собою адміністративні будівлі з підключеними у систему електропостачання кінетичними енергонакопичувачами. Використання енергонакопичувачів у системі електропостачання дозволяє виконувати симетрування навантаження, що підвищує якість електричної енергії.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у якості науково-методичних рекомендацій в ПрАТСКМЗ (м.Краматорськ), ТОВ «ЕВДА-ЕНЕРГО» (м. Одеса), а також використовуються в навчальному процесі Донбаської національної академії будівництва і архітектури під час курсового проектування та підготовки студентів будівничих спеціальностей.

### **Короткий аналіз змісту дисертації і відповідність його поставленим задачам.**

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження. Зазначено зв'язок роботи з науковими програмами та темами. Визначено об'єкт, предмет і методи дослідження. Наведено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів, а також відомості про публікації та особистий вклад здобувача, впровадження, апробацію і структуру роботи. Обсяг та форма вступу відповідають загально прийнятим вимогам до кандидатської дисертації і є

цілком достатніми для ознайомлення зі змістом положень, що виносяться автором на захист.

**У першому розділі** проаналізована структура генеруючих потужностей об'єднаної електроенергетичної системи України, виявлено, що вона є неоптимальною з точки зору забезпечення ефективного регулювання частоти і потужності в енергосистемі. Проаналізовано вплив нерівномірності графіків електричних навантажень на втрати палива при роботі теплових електростанцій, наведені показники впливу регулювання графіків електричного навантаження на ефективність роботи енергосистеми, обґрунтовано використання споживачів-регуляторів з акумулюючими пристроями як ефективний метод регулювання графіків.

**Другий розділ** присвячений аналізу параметрів і схеми підключення кінетичного енергонакопичувача в систему електропостачання споживача-регулятора. У роботі пропонується використовувати в якості споживача - регулятора систему електропостачання навчально-адміністративного корпусу навчального закладу з кінетичним енергонакопичувачем. Аналіз роботи споживача-регулятора показав необхідність та перспективність його регулювання за допомогою енергонакопичувача.

**Третій розділ** присвячений розробці енергоефективних методів та математичному опису процесів регулювання нерівномірності графіків навантаження споживачами-регуляторами з кінетичним енергонакопичувачем. Виконано аналіз добових графіків споживача-регулятора, проведено аналіз параметрів якості електроенергії, математичне моделювання процесів заряду і розряду кінетичних енергонакопичувачів при використанні в їх складі різних типів двигунів. Розроблені метод симетрування роботи трифазної чотирьох провідної електричної мережі споживача-регулятора, математична модель обміну енергією системи електропостачання з кінетичним енергонакопичувачем.

**Четвертий розділ** присвячений експериментальному дослідженню впливу конструкції кінетичного енергонакопичувача на процеси заряду-

розряду, а також підтвердженню достовірності отриманих теоретично навантажувальних діаграм накопичувачів з двигунами постійного та змінного струму.

Загальні висновки по дисертації є коректними, відображають наукові й практичні результати, отримані автором.

### **Оцінка змісту дисертації та її завершеності.**

Структура дисертації, послідовність викладення матеріалу та його обсяг відповідають встановленим вимогам. Назва теми дисертації відповідає її змісту. Дисертація написана в зрозумілій, доступній формі. Стиль викладення матеріалу логічний, основні положення достатньо аргументовані, в тому числі посиланнями на літературні джерела, дисертаційна робота є завершеною науковою працею.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені у 10 наукових працях, з них: 5 статей – у наукових фахових виданнях України, одна стаття у виданні, яке включене до міжнародних наукометричних баз даних, одна стаття у збірниках матеріалів конференції, одна стаття у інших виданнях, два патенти України.

Аналіз робіт дозволяє зробити висновок, що в них в повному об'ємі опубліковані матеріали дисертації. В цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Список використаних джерел із 117 найменувань охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

У авторефераті розкрито внесок дисертанта в даний науковий напрям, розкриті новизна розробок, теоретичні і практичні значення результатів проведених досліджень. Автореферат відповідає змісту роботи та документу «Основні вимоги до дисертацій та авторефератів дисертацій».

**По змісту та оформленню дисертаційної роботи можна зробити наступні зауваження:**

1. У першому розділі дисертаційної роботи здобувач пропонує використовувати у якості споживачів-регуляторів об'єкти комунально-побутового сектору. При цьому доцільно було б приділити більше уваги таким категоріям споживачів-регуляторів як промисловість та житловий сектор, які мають більшу вагу у споживанні електроенергії та відповідно більше впливають на графіки навантаження електричних мереж.

2. В дисертації слід було б більш детально розглянути переваги та недоліки методів оцінки ризиків у енергетиці стосовно розглянутого споживача-регулятора з кінетичним енергонакопичувачем.

3. У другому розділі, на мій погляд, необхідно було б дослідити та врахувати більшу кількість параметрів які впливають на кількість збереженої енергії для обґрунтування переваг запропонованої конструкції маховика зі змінним моментом інерції у порівнянні з іншими конструкціями.

4. У третьому розділі забагато уваги приділено вибору конструкції електричної машини у складі кінетичного енергонакопичувача, достатнім було б скористатися аналізом існуючих моделей механічних накопичувачів та згідно нього обрати електродвигун для його математичного моделювання.

5. З тексту дисертаційної роботи не зовсім зрозуміло яким чином визначається кількість кінетичних енергонакопичувачів для підключення у систему електропостачання споживача регулятора.

6. Щодо загальної оцінки змісту, структури та оформлення результатів роботи. В дисертаційній роботі велика кількість скорочень (ГЕН, ПУ, КЕН, СП, ЕП, ПАЕС, АЕ та інші), більшість з них не є загальноприйнятими, не всі наведені в переліку умовних позначень - це суттєво ускладнює роботу з текстом. У роботі зустрічаються окремі помилки, в деяких реченнях не вистачає синтаксичних знаків, а в деяких вони є зайвими.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру, не ставлять під сумнів наукову новизну та достовірність одержаних в дисертації результатів.

Вони не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Савченко Н.П., її наукову новизну і практичну цінність.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Савченко Наталі Панасівни “Регулювання графіка навантаження електричних мереж за допомогою споживача-регулятора з кінетичним енергонакопичувачем” за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішене актуальне науково-технічне завдання розробки нових і вдосконалення відомих методів регулювання графіків навантаження за допомогою споживачів-регуляторів при підключенні їх у систему електропостачання систем зберігання енергії.

Виходячи з актуальності теми, достатніх рівнів достовірності та наукової новизни результатів, теоретичного та практичного значень, повноти викладу в опублікованих працях, апробації основних положень, вважаю, що дисертаційна робота цілком відповідає вимогам п.п. 9, 11 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567, а її автор, Савченко Наталя Панасівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи.

Офіційний опонент,  
заст. декана факультету електроенерготехніки  
та автоматики, доцент кафедри електричних  
мереж і систем Національного технічного  
університету України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського»,  
кандидат технічних наук, доцент

  
В.А.Баженов

Вчений секретар  
КПІ ім. Ігоря Сікорського



  
А.А.Мельниченко