

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Годуна Олега Вікторовича

на тему «Прогнозне моделювання ядерно-паливних циклів на основі аналізу трендів», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми.

Відповідно до Енергетичної стратегії до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» (затверджено розпорядженням КМУ від 18.08.2017 №. 605-р), планується подальша експлуатація енергоблоків АЕС України з забезпеченням приблизно 55% від загального відпуску електроенергії в Україні. На відміну від інших видів генерації, виробництво електроенергії на АЕС передбачає поступове накопичення ядерного матеріалу. Постає питання з дослідження та визначення напрямків економічно прийняттого поводження з відпрацьованим ядерним паливом та опроміненим ядерним матеріалом, що потребує порівняльного оцінювання різних ядерно-паливних циклів (ЯПЦ), у тому числі, відмінних від тих, що застосовуються в Україні сьогодні та характеризуються іншими техніко-економічними параметрами та організаційно-технічними взаємозв'язками складових компонентів. Приймаючи до уваги строк експлуатації енергоблоків АЕС, що може сягати 80 років, а також час поводження з відпрацьованим ядерним паливом до 100 років, оцінка ЯПЦ несе ознаки прогнозного аналізу.

Крім того, актуальність роботи підсилюється сучасним станом та перспективами розвитку ринку електричної енергії, зокрема з урахуванням зростання частки відновлювальних джерел енергії, виникненням боргів за відпущену АЕС електричну енергію в межах виконання спеціальних обов'язків ДП НАЕК «Енергоатом», що обумовлює необхідність моделювання довгострокових прогнозів частки АЕС у виробництві електроенергії в Україні для різної вартості будівництва АЕС та визначення структури генеруючих потужностей в ОЕС України.

Методи та засоби математичного моделювання набули широкого застосування для оцінки ЯПЦ. Розгляд доступної інформації показує наявність результатів досліджень відкритого ЯПЦ, який проведено без врахування зміни вхідних даних у часі на всьому інтервалі дослідження з аналізом одного обраного параметру. Для цього застосовуються відповідні математичні моделі та розрахункові засоби. Разом з тим, є актуальним розгляд інноваційних ЯПЦ, заснованих на складних взаємозв'язках складових елементів з проведенням їх порівняльного аналізу за переліком індикаторів. Також, ідентифіковано наступні недоліки наявних методів та засобів моделювання ЯПЦ, а саме:

- сучасні методи засновані на розгляді відкритого ЯПЦ, що не дає можливості всебічного аналізу частково-замкненого та замкненого ЯПЦ;
- відсутній математичний підхід до агрегації результатів багатокритеріальної порівняльної оцінки варіантів конфігурацій ЯПЦ, який

*ГПМЕ 8к.251
09.09.2020р.*

дозволяє аналізувати ЯПЦ за переліком різнофізичних критеріїв оцінки з метою забезпечення інтерпретації результатів прогнозного моделювання;

- відсутній математичний підхід до застосування аналізу чутливості результатів моделювання ЯПЦ на основі варіативності вхідного параметру для врахування змінності у часі техніко-економічних параметрів ЯПЦ та забезпечення адекватності моделі ЯПЦ для цілей прогнозного моделювання.

Це призводить до необхідності створення відповідних математичних моделей ЯПЦ, підходу до формування первинної інформації та переліку індикаторів порівняльної оцінки, дослідження моделей у різних режимах їх функціонування та інтерпретації результатів моделювання для цілей прогнозного моделювання.

Забезпечення адекватності математичних моделей та подальший розвиток методів прогнозного аналізу ЯПЦ є актуальними задачами, вирішення яких дозволяє впливати на прийняття управлінських рішень щодо розвитку атомної енергетики.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Достовірність результатів досліджень.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційного дослідження достатньо обґрунтовані та достовірні, що досягнуто за рахунок:

- системної постановки задачі досліджень та належного теоретичного їх обґрунтування;

- послідовності виконання та інтерпретації результатів експериментальних розрахунків;

- деталізованого теоретичного дослідження властивостей ЯПЦ, покладених в основу нових методів та моделей;

- використання ретроспективної інформації для моделювання та контрольних показників для перевірки правильності виконаних розрахунків;

- застосування обраних методів для досягнення цілей дослідження (теорія прийняття рішень, метод технічного аналізу трендів, метод арифметичного ковзаючого середнього) проведено є обґрунтованим та переконливим.

Отримані висновки та рекомендації є достатніми. Достовірність результатів дослідження підтверджується світовою практикою розвитку ЯПЦ.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Визначено недоліки існуючих моделей та засобів математичного моделювання ЯПЦ для цілей прогнозного аналізу

2. Запропоновано підхід з удосконалення математичної моделі відкритого ЯПЦ для розгляду відмінних від відкритого ЯПЦ схем реалізації організаційно-технічної структури ЯПЦ. Це дало змогу розробити математичні моделі частково-замкненого та замкненого ЯПЦ для цілей прогнозного моделювання.

3. Запропоновано метод формування первинної інформації ЯПЦ на основі аналізу трендів, що дозволяє розглядати ЯПЦ як динамічну систему та забезпечити відповідність цілям прогнозного моделювання.

4. Запропоновано метод порівняльної оцінки ЯПЦ за переліком різнофізичних індикаторів для забезпечення всебічного аналізу.

5. Отримав подальшого розвитку метод аналізу чутливості для оцінки моделей ЯПЦ для цілей прогнозного аналізу. Метод дозволяє врахувати змінність у часі техніко-економічних параметрів ЯПЦ та забезпечити адекватність моделі ЯПЦ інтерпретації отриманих результатів оцінки.

6. Розроблено та застосовано для отримання практичного результату комп'ютерні моделі частково-замкненого та замкненого ЯПЦ України.

Значення отриманих результатів для теорії і практики.

Практичне і теоретичне значення отриманих результатів визначається тим, що виконані автором дослідження спрямовані на розвиток ЯПЦ та атомної енергетики України у довгостроковій перспективі.

Розроблені під час виконання роботи методи прогнозного моделювання можуть бути застосовані для аналізу відмінних від атомної енергетики джерел генерації та енергетичних систем у цілому.

Одержані результати знайшли використання у практичній діяльності, зокрема результати роботи впроваджені у ДП «НАЕК «Енергоатом», Інституті фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій Національного Наукового Центру «Харківський фізико-технологічний інститут» НАН України, що підтверджено відповідними актами впровадження наведеними в Додатку Г дисертації.

Повнота викладення результатів в опублікованих матеріалах.

Результати дисертації опубліковано у 16 наукових працях, що відповідають вимогам ДАК України, у тому числі: 9 наукових статтях, які індексуються міжнародними наукометричними базами; 5 збірниках міжнародних форумів МАГАТЕ, 2 матеріалах наукової конференції. В опублікованих працях викладено у повному обсязі основні отримані результати.

Рівень та кількість публікацій відповідають чинним вимогам, що висуваються до кандидатських дисертаційних робіт.

Структура та зміст дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотації українською, російською та англійською мовами, списку публікацій здобувача, переліку скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Загальний обсяг дисертації складає 185 сторінок, у тому числі, 141 сторінка основного тексту, включаючи 25 таблиць та 35 рисунків.

У вступі наведено загальну характеристику дисертації, актуальність теми, зв'язок роботи із науковими програмами, планами та темами, мету, завдання та методи дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію та опублікування результатів.

У першому розділі наведено загальну інформацію з методів моделювання та розробки математичних моделей ЯПЦ, проведено критичний аналіз методологічних підходів та сучасних програмних засобів моделювання ЯПЦ,

проаналізовано наявні підходи з критеріальної порівняльної оцінки ЯПЦ, представлено інформацію з застосування аналізу чутливості та аналізу трендів для цілей прогнозного моделювання. Показано широке застосування аналітичного, імітаційного та оптимізаційного методів побудови моделей ЯПЦ. Проведено аналіз і порівняння наявних методів моделювання ЯПЦ. Наведено математичний опис, який покладено в основу програмного засобу MESSAGE MESSAGE.

У другому розділі запропоновано математичну модель з опису потоків ядерного матеріалу у різних ЯПЦ, представлено підхід з формування ключових індикаторів (КІ) порівняльної оцінки ЯПЦ, запропоновано математичний метод багатокритеріальної оцінки ЯПЦ за множиною обраних КІ, запропоновано підхід з застосування часових трендів для аналізу первинної інформації та метод аналізу чутливості моделі ЯПЦ по вхідним даним для цілей прогнозу оцінки ЯПЦ.

У третьому розділі наведено опис зв'язків складових елементів при побудові комп'ютерних моделей ЯПЦ, запропоновано алгоритм побудови комп'ютерних моделей частково-замкненого та замкненого ЯПЦ, формування яких можливо здійснити в середовищі програмного засобу MESSAGE. Наведено приклади побудови моделей ЯПЦ України.

У розділі 4 наведено результат апробації інструментарію прогнозного моделювання з використанням аналізу часових трендів до оцінки напрямків розвитку ЯПЦ України у довгостроковій перспективі та порівняння результатів моделювання з поточним світовим досвідом розвитку ЯПЦ. Проведено верифікацію моделі відкритого ЯПЦ.

У додатках наведено опис складових елементів ЯПЦ та сформований перелік вхідних даних для комп'ютерного засобу MESSAGE, аналіз чутливості результатів прогнозу оцінки різних ЯПЦ, список публікацій та акти про впровадження результатів дисертаційної роботи.

Структура дисертаційного дослідження характеризується логічністю побудови і смисловою взаємопов'язаністю окремих розділів. Текст дисертації є зрозумілим і прозорим, добре ілюстрований.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертаційної роботи в повній мірі відображає основні завдання, відображає основний зміст дисертаційної роботи, суть наукових положень, практичну значущість та висновки.

Таким чином, Годун О.В., провівши сукупність наукових досліджень, спираючись на сучасні методи досліджень і технічні засоби, досяг поставлену мету – удосконалення методів організації процесу прогнозного моделювання ЯПЦ, зокрема за рахунок розробки відповідних математичних моделей частково-замкненого та замкненого ЯПЦ, застосування аналізу трендів до підготовки первинної інформації, дослідження моделей у різних режимах їх функціонування та інтерпретації результатів моделювання.

Зауваження до роботи

1. Тема дисертаційної роботи сформульована широко та носить дещо загальний характер. Метою роботи є удосконалення методів організації процесу прогнозного моделювання ЯПЦ за рахунок розробки відповідних математичних моделей частково-замкненого та замкненого ЯПЦ, застосування аналізу трендів до підготовки первинної інформації, дослідження моделей у різних режимах їх функціонування та інтерпретації результатів моделювання. Таким чином, можливо говорити про удосконалення методів забезпечення адекватності комп'ютерних моделей ЯПЦ для цілей прогнозного аналізу.

2. У розділі 4.1 для апробації інструментарію прогнозного моделювання з використанням часового аналізу трендів для розрахункової оцінки ЯПЦ застосовано розрахункову програму MAGATE NEST. Увагу сконцентровано на отриманих результатах застосування цієї розрахункової програми для визначення техніко-економічних параметрів ЯПЦ, разом з тим, у роботі відсутній опис математичного апарату даної програми, що не дозволяє повністю оцінити обґрунтованість її вибору.

3. В розділі 4.5. автор пропонує врахування додаткових рішень щодо обґрунтування конкурентної привабливості АЕС в умовах впровадження альтернативної генерації, зокрема і відновлювальних джерел енергії, після 2030 року шляхом врахування можливих ризиків, що виникають при реалізації різних типів виробництва електроенергії. Однак в роботі не уточнюється яким чином виконано розрахунок частки АЕС у виробництві електроенергії в Україні для різної вартості будівництва АЕС та визначено структуру генеруючих потужностей ОЕС України для сценарію з урахуванням ризиків впливу різних видів генерації.

4. Щодо загальної оцінки змісту, структури та оформлення результатів роботи. У роботі зустрічаються граматичні помилки, стилістичні неточності і описки, по тексту зустрічаються русизми, частина рисунків має російські або латинські скорочення але кількість їх допустима.

5. В авторефераті не достатньо наведені пояснення складових математичних виразів (1, 6, 7), що ускладнює сприйняття викладеного матеріалу.

Проте зазначені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву результати досліджень. Вони не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Годуна О.В.

Загальні висновки

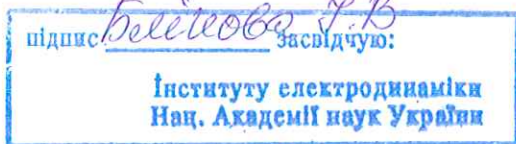
Дисертаційна робота Годуна Олега Вікторовича на тему «Прогнозне моделювання ядерно-паливних циклів на основі аналізу трендів» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані та практично важливі результати, що присвячені вирішенню науково-практичної задачі забезпечення адекватності прогнозного моделювання ЯПЦ, покращують підходи до застосування комп'ютерних розрахункових засобів для аналізу ЯПЦ та удосконалюють методи організації процесу прогнозного моделювання ЯПЦ, зокрема за рахунок розробки відповідних математичних моделей частково-замкненого та замкненого ЯПЦ, а також шляхом застосування аналізу трендів до підготовки первинної інформації.

Отримані у дисертаційній роботі результати дослідження відповідають паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, а саме: «Розвиток, ефективне використання методів обчислювальної математики стосовно вирішення проблем дослідження, проектування, виготовлення та експлуатації об'єктів нової техніки й нових технологій» та «Розроблення нових методів організації та оптимізації процесів моделювання, тобто процесів підготовки й використання моделюючих систем як носіїв досліджуваних моделей. Зокрема: підготовка первинної інформації, визначення складу та структури, настроювання та верифікація, перевірка та забезпечення якості комп'ютерних моделей чи інших моделюючих засобів, дослідження моделей у різних режимах їх функціонування, інтерпретація результатів моделювання».

Дисертаційна робота за актуальністю теми, обґрунтованістю та достовірністю наукових положень, новизною досліджень і практичною цінністю отриманих результатів відповідає пп. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 і вирішує важливу наукову задачу – удосконалення методів організації процесу прогнозного моделювання ЯПЦ, дослідження моделей у різних режимах їх функціонування та інтерпретації результатів моделювання, а її автор – Годун Олег Вікторович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи (технічні науки).

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ:

Доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,
заступник директора з наукової роботи
Інституту електродинаміки НАН України



[Handwritten signature]

І.В. Блінов

Ст. сисематор Олександрівна Т. А. Олександрівна