

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Чернія Дмитра Івановича
«Методологія та обчислювальні технології моделювання аерогідродинамічних
процесів», яка подана на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук зі спеціальності

01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дослідження. Сучасні вимоги до безпеки технологічних процесів, підтримки високого рівня надійності, стійкості споруд, та забезпечення контролю за станом навколишнього середовища потребують не тільки високого рівня проектних робіт з передбаченням та врахуванням імовірних загроз, а і прогнозування розвитку небажаних або небезпечних процесів з забезпечення вчасного реагування на них з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій. Тобто, все більш важливим стає вчасне запобіжне реагування з активним впливом на розвиток процесів, що почалися в результаті природних катастроф або техногенних аварій задля зменшення або послаблення їх шкідливих наслідків. Так, при виникненні метеорологічних катаклізмів, виникненні надзвичайних ситуацій на територіях або критичних гідрологічних процесів в акваторіях, що сталися внаслідок техногенних або природних катастроф, з викидом забруднюючих речовин в повітря або водне середовище, саме прогнозування їх розповсюдження під впливом різноманітних факторів стає основною задачею для вчасного визначення сценаріїв ефективного запобігання небезпечному впливу. Розвиток обчислювальної техніки призвів до того, що саме математичне моделювання стає одним з основних інструментів прогнозування швидкоплинних процесів. При цьому виникає потреба в обчислювальних технологіях, здатних забезпечувати моделювання динамічних процесів та виявлення критичних впливів у масштабі реального часу, що визначається гострою необхідністю їх застосування в моделюючих системах, призначених для виявлення загроз небезпечних аварій і катастроф та прогнозування їх наслідків. Саме на математичних методах та технологіях швидких обчислень базується ядро систем оперативного прогнозування, які призначені для інформаційного забезпечення систем підтримки прийняття рішень та забезпечення управління швидкоплинними процесами, що робить тему досліджень надзвичайно актуальною. Тема дисертаційної роботи відповідає основним завданням, з підвищення ефективності математичного моделювання та забезпечення створення ефективних програмних засобів комп'ютерної реалізації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, основної частини із шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

В першому розділі представлено огляд і аналіз існуючих методів та актуальних питань в галузі математичного моделювання, визначено невирішені проблеми та задачі щодо створення систем моделювання здатних забезпечити прогнозування швидкоплинних процесів в реальному масштабі часу. У другому розділі обґрунтовано розщеплення вихідної задачі на систему задач та представлено методологію побудови системи математичних моделей. Третій розділ присвячено дискретизації моделей на основі інтегральних представлень, методам обчислень та обчислювальним схемам. В четвертому розділі розглядаються побудова методів та алгоритмів обчислювальних технологій моделювання циркуляційних течій і динамічних систем. П'ятий розділ присвячено експериментальним методам, методиці та технології моделювання течій на лабораторному стенді з плоским каналом, який має перешкоди та границі складної криволінійної форми, а також представлено результати експериментальних досліджень. Шостий розділ присвячено комп'ютерному моделюванню динамічних систем та прогнозуванню наслідків аеродинамічних та гідродинамічних процесів. Наведено результати досліджень в галузі будівельної аеродинаміки, в машинобудуванні, в гідротехніці, в галузі контролю екологічного стану акваторій та досліджень тривимірних аерогідродинамічних явищ та ефектів. У висновках викладено основні наукові та практичні результати.

Структура роботи відповідає меті та поставленим завданням. Робота виконана на належному теоретичному рівні, а її обсяг відповідає змістовному наповненню.

Новизна наукових положень дисертаційного дослідження. Наукова новизна запропонованих в дисертації положень полягає в розв'язанні наукової проблеми спеціалізації методів моделювання для забезпечення прогнозування та керування швидкоплинними процесами в режимі реального часу. Основні результати роботи полягають в наступному:

- 1) розроблено нову методологію побудови обчислювальних технологій, здатних забезпечити моделювання за умов реального часу, призначених для застосування в комп'ютерних системах експрес-прогнозування швидкоплинних аерогідродинамічних процесів;
- 2) запропоновано нову методологію опису циркуляційної течії та побудови моделей процесів у шарі скінченної товщини навколо перешкод, яка базується на розщепленні задач та застосуванні підходу Лагранжа при побудові математичних моделей адвекції поверхневих забруднень в акваторіях;
- 3) розроблено обчислювальну технологію, що базується на дискретизованих моделях сингулярних та гіперсингулярних інтегральних представлень, методах та алгоритмах перетворення систем дискретних особливостей, яка надає можливість визначати за умов реального часу динамічні параметри аерогідродинамічних процесів та явищ.

- 4) запропоновано метод та алгоритм перетворення системи дискретних особливостей для коректного обчислення значень характеристичних функцій дискретизованих математичних моделей, які засновані на сингулярних та гіперсингулярних інтегральних представленнях.
- 5) удосконалено метод створення моделей дискретних тривимірних багатозв'язних вихрових структур, встановлено особливості взаємодії струменевих течій з граничною поверхнею та виявлено умови виникнення ефекту інверсії струменю при заданій формі отвору;
- 6) удосконалено модель Лагранжа розповсюдження забруднень на водній поверхні, яка базується на методах розв'язування задач адвекції в областях з гладкою границею. В моделі враховано впливи зовнішніх факторів на формування домінуючих течій;
- 7) набув подальшого розвитку топологічний підхід до побудови дискретизованих моделей тривимірних вихрових течій з розривами полів швидкостей, як узагальнення методу дискретних вихорних елементів;
- 8) набув подальшого розвитку метод дискретних особливостей в частині його застосування в системах експрес-прогнозування швидкоплинних аерогідродинамічних процесів;
- 9) набули подальшого розвитку методологія гідродинамічних досліджень, тестування та верифікації моделей нестационарних течій на лабораторному стенді з плоским каналом скінченої товщини, з перешкодами та межами довільної форми.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій. Обґрунтованість та достовірність наукових положень дисертації забезпечується: коректною постановкою математичних задач, застосуванням класичних методів аналізу, використанням верифікованих математичних моделей, контрольованою точністю обчислювальних методів, повторюваністю обчислювального та лабораторного експерименту, узгодженістю між собою аналітичних, чисельних та експериментальних результатів, які були отримані у процесі досліджень, узгодженістю результатів дисертаційних досліджень з результатами інших авторів за даною тематикою.

Практичне значення одержаних результатів. Представлені в дисертаційній роботі результати - математичні моделі, методи, алгоритми, обчислювальні технології та методологічні підходи призначені для практичного застосування в моделюючих комп'ютерних системах інженерно-технологічного спрямування: в проектно-конструкторських, в інформаційно-моделюючих системах, системах підтримки прийняття рішень, в комп'ютерних системах прогнозування та забезпечення керування швидкоплинними процесами.

На даний час вони вже впроваджені в Україні та за кордоном (в Казахстані), що підтверджується відповідними актами: Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського, ДП «Київський науково-дослідний інститут гідроприладів»(ДК«УКРОБОРОНПРОМ»), Актюбінського науково-дослідного геологорозвідувального нафтового інституту

«АктюбНИГНИ» (Республіка Казахстан), Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Університету ім.К.Жубанова (Республіка Казахстан), Київського науково-дослідного інституту судових експертиз Міністерства Юстиції України, Національного авіаційного університету України.

Повнота викладених результатів дисертації в опублікованих працях. Результати дисертації опубліковано у 59 роботах: в 3-х монографіях (зі співавторами), 25 статтях, у тому числі в фахових вітчизняних та зарубіжних виданнях. З опублікованих робіт 4 індексовані у базі Scopus та Web of Science, 20 статей у виданнях, які входять до інших міжнародних наукометричних баз, 30 робіт опубліковані в збірниках наукових праць і тезах міжнародних конгресів, симпозіумів та конференцій. Опубліковані роботи повною мірою розкривають суть та зміст дисертаційного дослідження.

Автореферат дисертації, оформлений у відповідності з існуючими вимогами МОН України, дає вірне та достатньо повне уявлення про дисертаційну роботу та зміст основних результатів.

Зауваження та побажання щодо матеріалів дисертації.

1. В роботі мало уваги приділяється теоретичному доведенню окремих положень, сформульованих у вигляді тверджень, задовольняючись посиланням на результати що представлені в літературних джерелах.
2. В роботі не приділено достатньої уваги питанням єдиності розв'язків.
3. В авторефераті не наведено всього комплексу параметрів подібності процесів для натурного та лабораторного моделювання.
4. В авторефераті явно не вказано, що застосування адвекційної моделі масопереносу для комп'ютерного моделювання може залишатися коректним тільки для короткочасного прогнозування.
5. Враховуючи, що результати досліджень призначені для застосування в комп'ютерних системах експрес-прогнозування швидкоплинних аерогідродинамічних процесів в реальному часі, бажано було б продовжити дослідження в напрямку оптимізації обчислень на основі їх паралелізації.
6. В дисертаційній роботі де-не-де зустрічаються помилки, технічного характеру.

Наведені зауваження ні в якому разі не зменшують цінність результатів роботи.

Висновок. Дисертаційна робота представляє собою завершене наукове дослідження з актуальної тематики, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати. В роботі вирішена важлива науково-технічна проблема спеціалізації методів моделювання для забезпечення прогнозування та керування швидкоплинними процесами в реальному масштабі часу. Дисертаційна робота Чернія Дмитра Івановича «Методологія та обчислювальні технології моделювання аерогідродинамічних процесів» відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи та

всім вимогам постанови Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013р., а її автор Черній Д.І. заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент:

заступник директора Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України,
член-кореспондент НАН України,
доктор фіз.-мат. наук, професор



О.М. Хіміч