

## **ВІДГУК**

*офіційного опонента - д.т.н. професора Ваніна Віктора Антоновича  
на дисертаційну роботу Чернія Дмитра Івановича*

*«Методологія та обчислювальні технології моделювання  
аерогідродинамічних процесів»,*

*яку представлено на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук за спеціальністю*

*01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи*

**Актуальність теми дослідження** Вчасне передбачення виникнення та розвитку небезпечних або небажаних процесів для забезпечення вчасного реагування та запобігання виникненню надзвичайних ситуацій є актуальною проблемою сьогодення. З розвитком обчислювальної техніки математичне моделювання стає одним з основних інструментів для прогнозування еволюції параметрів складних процесів в різних предметних галузях. Так, при виникненні метеорологічних та гідрологічних катаклізмів, надзвичайних ситуацій на підприємствах, 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.

Потреба в обчислювальних технологіях, здатних забезпечувати моделювання динамічних процесів та виявлення критичних впливів у масштабі реального часу, визначається гострою необхідністю їх застосування в моделюючих системах, призначених для виявлення загроз небезпечних аварій і катастроф та прогнозування їх наслідків. Ці технології призначені для систем оперативного прогнозування, інформаційного забезпечення систем підтримки прийняття рішень та забезпечення управління швидкоплинними процесами. Все це робить тему досліджень надзвичайно **актуальною**.

**Наукова новизна** положень і результатів, отриманих в дисертаційній роботі полягає в тому, що автором:

- запропоновано нову методологію опису циркуляційної течії у шарі скінченної товщини навколо перешкод при застосуванні підходу Лагранжа до побудови математичних моделей адвекції поверхневих забруднень в акваторіях;
- розроблено нову методологію побудови обчислювальних технологій, здатних забезпечити моделювання за умов реального часу;
- розроблено нову обчислювальну технологію, в якій використано властивості дискретизованих моделей заснованих на сингулярних та гіперсингулярних інтегралах, методи та алгоритми перетворення систем дискретних особливостей, яка надає можливість визначати динамічні



параметри аерогідродинамічних процесів та явищ в масштабі реального часу;

- створено новий метод та алгоритм перетворення системи дискретних особливостей для коректного обчислення значень характеристичних функцій дискретних математичних моделей для сингулярних та гіперсингулярних інтегральних рівнянь;
- удосконалено метод побудови моделей дискретних тривимірних багатозв'язних вихрових структур, встановлено особливі властивості моделей взаємодії струменевих течій з граничною поверхнею та виявлено умови виникнення ефекту інверсії струменю при заданій формі отвору;
- вдосконалено модель розповсюдження забруднень на водній поверхні, яка базується на Лагранжевому підході до розв'язування задач адвекції в областях з гладкою границею. В моделі враховано впливи додаткових зовнішніх факторів на формування домінуючих течій;
- набув подальшого розвитку топологічний підхід до побудови дискретних моделей тривимірних циркуляційних течій з розривами полів швидкостей, як узагальнення методу дискретних вихрових елементів;
- набув подальшого розвитку метод дискретних особливостей, що надає можливість його застосування в системах експрес-прогнозування швидкоплинних аерогідродинамічних процесів;
- подальшого розвитку отримала методологія модельних гідродинамічних досліджень, 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 Обґрунтування напряму досліджень базується на аналізі реального стану існуючих спеціалізованих обчислювальних методів та галузей їх застосування. Визначення предмету і об'єкту наукового дослідження призвело до комплексного підходу до розгляду проблеми. Визначена автором мета дослідження полягає в розв'язанні науково-прикладної проблеми підвищення ефективності моделювання аерогідродинамічних процесів та систем шляхом врахування їх особливостей і спеціальних властивостей, створення технологій моделювання, придатних для застосування в комп'ютерних системах прогнозування та керування швидкоплинними процесами в масштабі реального часу, зумовила логіку та структуру роботи.

Дисертаційна робота складається з шести розділів в яких:

- представлено огляд і аналіз існуючих методів та актуальних питань в галузі математичного моделювання, визначено невирішені проблеми щодо створення систем моделювання та прогнозування швидкоплинних процесів в реальному масштабі часу та визначено завдання щодо їх вирішення;



- розглянуто постановки системи задач та представлено методологію побудови системи математичних моделей;
- розглянуто дискретизації моделей, побудованих на основі інтегральних представлень;
- представлено основні дослідження, що пов'язані з побудовою методів та алгоритмів обчислювальних технологій моделювання циркуляційних течій і динамічних систем;
- розглянуто експериментальні методи моделювання течій на лабораторному стенді;
- представлено результати комп'ютерного моделювання динамічних систем та прогнозуванню наслідків аеродинамічних та гідродинамічних процесів в природних областях із застосуванням розроблених моделей та технологій.

У висновках представлено основні наукові та практичні результати.

Зміст дисертаційної роботи, автореферату та перелік основних опублікованих праць автора дозволяє зробити висновок, що положення, які характеризуються науковою новизною, мають високий рівень обґрунтованості та достовірності.

Достовірність результатів отриманих в дисертаційній роботі забезпечено коректністю постановок математичних задач, застосуванням класичних методів аналізу та підтверджується повторюваністю обчислювального і лабораторного експерименту, якісним та кількісним узгодженням аналітичних, чисельних і експериментальних результатів.

**Повнота викладення основних положень дисертації в опублікованих працях** Основні положення та результати дисертації віддзеркалено в 59 опублікованих роботах: в окремих главах монографії (зі співавторами), в 25 статтях, у тому числі в фахових вітчизняних та зарубіжних виданнях (із яких – 5 без співавторів), з опублікованих робіт 4 індексовані у базі Scopus та Web of Science, 20 статті у виданнях, які входять до інших міжнародних наукометричних баз. Всі положення, які виносяться на захист, отримані автором самостійно. З опублікованих по темі дисертації робіт налічується 30 робіт в збірниках наукових праць і тезах 2-х міжнародних конгресів, 6 симпозіумів та 22-х конференцій які мають міжнародний статус.

Перелік робіт, що приведені в авторефераті, в повній мірі розкривають зміст дисертаційного дослідження. Автореферат дисертації, оформлений у відповідності з існуючими вимогами МОН України віддзеркалює зміст дисертації та дає достатньо повне уявлення про дисертаційну роботу та зміст основних результатів. Дисертаційна робота виконана на належному теоретичному рівні, а її структура, зміст, обсяг та оформлення відповідають вимогам МОН України. Зміст роботи віддзеркалює послідовність досліджень виконаних дисертантом. Результати кандидатської дисертації Д.І.Чернія «Чисельне моделювання течій ідеальної нестисливої рідини в областях з



різномісними непроникними рухомими границями», за спеціальності 01.02.05 «механіка рідини газу та плазми», яку було захищено в Інституті гідромеханіки НАН України в 2001 році, не використовуються в якості результатів докторської дисертації.

Дисертаційна робота являє собою завершену наукову працю, яка за всіма формальними ознаками відповідає вимогам МОН України та умовам постанови Кабінету Міністрів України (№567 від 24.07.2013р.).

**Практична цінність результатів** виконаного дослідження визначається їх впровадженням при побудові інформаційних, моделюючих, комп'ютерних прогнозуючих систем, а також для формування навчальних програм освітніх установ. Результати дисертаційної роботи, в вигляді систем математичних моделей, методів, алгоритмів, обчислювальних технологій та методичних матеріалів мають впровадження в науково-виробничих, науково-дослідних та освітніх установах в Україні та за її межами - в Казахстані, що підтверджується відповідними актами: Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського, ДП «Київський науково-дослідний інститут гідроприладів», Київського науково-дослідного інституту судових експертиз Міністерства Юстиції України, Національного авіаційного університету України, Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Актюбінського науково-дослідного геологорозвідувального нафтового інституту «АктюбНИГНИ» (Казахстан), Університету ім.К.Жубанова (Казахстан).

**Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційної роботи:**

1. В дисертації доцільно було би більше уваги приділити доведенню окремих положень, що сформульовані у вигляді тверджень.
2. В авторефераті, в 5-му розділі, не наведено всіх параметрів із забезпечення подібності процесів при моделюванні.
3. В дисертаційній роботі зустрічаються помилки технічного характеру та некоректного перекладу українською окремих речень та термінів.
4. В роботі не аналізуються поставлені задачі на наявність у них розв'язку.
5. Автор використовує назви процесів «адвекція» та «перенос», вважаючи їх різними, але насправді вони еквівалентні. Рівняння руху, записані в різних системах координат (лагранжева, ейлерова) мають різний вигляд, але це не повинно маскувати єдність моделей фізичного процесу.
6. Автор досягає прискорення розрахунків характеристик течії спрощуючи її модель гідродинамічної течії. При цьому втрачаються важливі особливості течій Тому такий підхід повинен доповнюватися більш детальними моделями руху рідини на етапі остаточного прийняття рішення при оцінці надзвичайних ситуацій та їх наслідків.



7. В авторефераті та дисертації автор із рівняння (39) використовує його наслідки (40,41) із підвищеною особливістю. Автор не пояснює, звідки виникає друга похідна за напрямом при збереженні градієнта. Взагалі, як автор складає скалярні та векторні величини в виразі 41 автореферату. Відмічаю, що в дисертації такого немає.

Наведені зауваження не зменшують значимість та цінність результатів роботи.

**Загальний висновок** Дисертаційна робота Д.І.Чернія, є закінченим, самостійно виконаним комплексним науковим дослідженням важливої науково-технічної проблеми спеціалізації методів моделювання для забезпечення створення ефективних програмних засобів комп'ютерної реалізації прогнозування та керування швидкоплинними процесами в реальному масштабі часу. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи. Тема роботи є актуальною, результати, що одержані в роботі є новими, відповідають поставленим цілям і задачам та мають безсумнівне наукове та практичне значення. Плагіат відсутній.

Дисертаційна робота Чернія Дмитра Івановича «Методологія та обчислювальні технології моделювання аерогідродинамічних процесів» за своїм обсягом, змістом, за проблемами, які досліджуються і розв'язуються, за результатами та за всіма іншими формальними ознаками відповідає вимогам МОН України та вимогам постанови Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013р., до докторських дисертацій, а здобувач заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри вищої математики  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»



Підпис професора Віктора ВАНІНА засвідчую \_\_\_\_\_