

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
КОСТЮЧЕНКА ЮРІЯ ВАСИЛЬОВИЧА

«КОМПЛЕКСУВАННЯ ДАНИХ СУПУТНИКОВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ
І МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ОЦІНКИ
ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ І БЕЗПЕКИ»,

**поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.07.12 - дистанційні аерокосмічні дослідження**

Актуальність теми дослідження. Дисертаційна робота присвячена актуальним питанням вивчення ризиків надзвичайних ситуацій (НС) засобами супутникового спостереження. Наразі постає гостра проблема у необхідності інтегрування зусиль фахівців для визначення особливостей формування та розповсюдження НС, розроблення системи заходів із зменшення економічних, соціальних та екологічних втрат на подолання їхніх довготривалих наслідків.

Зокрема, особливої уваги набувають методи моніторингу та спостереження земної поверхні на основі супутниковых технологій. Застосування даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і методик аналізу просторово-розподілених даних забезпечить ефективне ведення моніторингу та контролю стану довкілля. У зв'язку з цим актуальність дисертаційного дослідження пов'язана з необхідністю розроблення моделей навколошнього середовища, які оперують даними ДЗЗ, та спрямовані на отримання сукупності оцінок небезпечних природних явищ на основі аналізу взаємопов'язаних небезпечних геологічних і геофізичних процесів, кліматичних та екологічних змін.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Обґрунтованість запропонованого в дисертації підходу підтверджується повнотою та адекватністю фізичного опису ключових процесів переносу в природних системах. При розробленні запропонованих методів використовувалися відомі апробовані фізико-математичні та статистичні моделі окремих процесів.

Достовірність отриманих результатів, зокрема модельного підходу та отриманих оцінок, підтверджується відповідними розрахунками, коректністю запропонованих методик спостереження земної поверхні у порівнянні з існуючими світовими аналогами, порівняльним аналізом даних, отриманих за допомогою запропонованого підходу, а також використанням апробованих методів оброблення даних.

Усе це свідчить про високий ступінь достовірності та обґрунтованості результатів дисертації.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних наукових літературних джерел, який налічує 278 посилань. Обсяг роботи складає 378 сторінок, з яких 271 сторінка основного тексту. Дисертація містить 92 рисунки, 28 таблиць, 257 формул.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях. Основні результати досліджень опубліковані у 48 друкованих працях, з них 23 – статті у фахових періодичних виданнях, 25 – розділи у збірниках та монографіях, 21 робота опубліковаана англійською мовою, 12 робіт входять до наукової бази SCOPUS.

Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

Загальна характеристика роботи, новизна розроблених наукових положень.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми з точки зору сучасного розвитку робіт з геоекологічної безпеки, ДЗЗ і геоінформатики, відображенено місце та роль дисертаційного дослідження в реалізації відповідних міжнародних та національних наукових програм та ініціатив, сформульовано наукову проблему, визначено об'єкт та предмет дослідження, викладено коротку загальну характеристику роботи.

У *першому* розділі «Аналітичний огляд стану досліджень в галузі застосування супутниковых зйомок в комплексі методів моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій» здійснено проблемно – орієнтований аналіз стану досліджень у галузі застосування методів ДЗЗ та аналізу просторово-розділених даних для вивчення ризиків НС природного походження. Визначено тенденції кількісних та якісних змін частоти та інтенсивності НС, відображенено взаємозв'язок між виникненням та наслідками НС.

У розділі обґрунтовано основну ідею роботи, яка полягає в застосуванні моделей енергомасообміну та формуванні сигналу земних утворень для обґрунтування критеріїв та індикаторів НС, що дозволяють обрати оптимальні методики й алгоритми оцінювання ризиків за даними ДЗЗ.

Встановлено, що наразі основними задачами, які вирішуються в галузі вивчення надзвичайних ситуацій із застосуванням методів ДЗЗ та просторового аналізу, є детектування надзвичайної ситуації, пре- і пост- ситуативний моніторинг, короткострокові прогнози (зокрема, прогнозування опадів). Перспективними задачами виступають системи завчасного попередження, аналіз тенденцій (в тому числі кліматичних) і довгострокове прогнозування як складова системи прийняття рішень. Особливої уваги потребують довгострокові стратегії управління безпекою й ризиками надзвичайних ситуацій.

Також у розділі проаналізовані загальні засади визначення небезпеки надзвичайних ситуацій та запропоновано використання інтегрального поняття ризику як ймовірності реалізації комбінованого ефекту впливу природних та антропогенних чинників, що створюють передумови для виникнення надзвичайних ситуацій, реалізація яких носить імовірнісний характер, або як ймовірність настання негативних наслідків ймовірнісної події, що розвивається в певному середовищі за умов, які характеризуються різнопідвидами невизначеностями.

У другому розділі «Моделі водообміну в геосистемах та індикатори екстремальних гідрогеологічних процесів» відображені питання впливу процесів у системі «атмосфера – літосфера» на формування параметрів гідрологічної та гідрогеологічної безпеки територій, зокрема схарактеризовані процеси формування інтегрального поверхневого стоку, інфільтрації опадів у ґрунти і формування режиму вологості ґрунтів. Запропоновано підхід до оцінки випаровування через ґрутовий покрив, вкритий рослинністю, зокрема використовуючи розроблені у досліженні кореляційні залежності між вегетаційними параметрами рослинності (*LAI*, *SAVI*, *NDVI*).

У розділі обґрунтовано підхід та проведено моделювання впливу рослинного покриву на формування басейнового водозбору та гідрологічного режиму територій. Встановлено, що задача контролю гідрологічних та гідрогеологічних ризиків за допомогою дистанційних методів моніторингу може бути зведеною до визначення методики аналізу набору індикаторів стану поверхні, що забезпечують контроль змін показників реакції локальних екосистем на зміни водного балансу за визначеними типами земних покровів, відповідно до попередньо проведеної проблемно-орієнтованої класифікації досліджуваної ділянки.

У розділі відображено шляхи використання феноменологічних моделей енергомасообміну в природних системах, спрямованих на визначення параметрів ключових процесів, що впливають на водообмін територій для визначення інформаційних ознак розвитку небезпечних явищ гідрологічного та гідрогеологічного характеру з використанням даних ДЗЗ.

У третьому розділі «Методи просторового моделювання даних в задачах оцінювання загроз та ризиків, індукованих довгостроковими змінами довкілля» проаналізовано можливість врахування впливу кліматичних процесів на формування параметрів гідрологічної та гідрогеологічної безпеки територій.

Розглянуті методи нелінійної просторово-часової регуляризації даних для аналізу результатів метеорологічних спостережень.

Проведено аналіз рушійних сил надзвичайних ситуацій шляхом проблемно-орієнтованої просторово-часової регуляризації даних. На його основі оцінено ймовірності проявів екстремальних кліматичних явищ за результатами аналізу даних метеорологічних спостережень. Автором

запропоновано метод визначення явної форми співвідношення, який дозволяє оцінювати розподіли екстремальних показників кліматичних параметрів по відношенню до відомих середніх значень.

У розділі також наведені основи підходу до регіоналізації моделей довгострокових змін за даними регуляризованих регіональних спостережень. Для оцінки ризиків, індукованих довгостроковими змінами, запропоновано метод оцінки мір ризику за результатами спільногого аналізу багатовимірних мультиваріативних величин.

У цілому в розділі запропоновано набір методик, які складають методологічну базу для оцінки довгострокових ризиків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із змінами клімату та довкілля.

У четвертому розділі «Методичні аспекти застосування аерокосмічних зйомок при вирішенні завдань екологічної безпеки та сталого природокористування» проведено аналіз та оптимізацію існуючих методик використання даних ДЗЗ для розроблення методологічних зasad оцінки довгострокових ризиків надзвичайних ситуацій з використанням даних супутникового спостереження. Зокрема, запропоновано підхід до методик оцінки ризиків небезпечних процесів гідрологічного та гідрогеологічного характеру на основі використання даних супутникового спостереження та аналізу просторово-розподілених даних, оцінено показники основних змінних для конкретних сенсорів. Відображені основи підходу до визначення регіональних ризиків ландшафтних пожеж за даними супутникових спостережень.

Наукова цінність дисертації. У роботі наведено теоретичне обґрунтування та запропоновано нове вирішення наукової проблеми комплексування даних ДЗЗ, моделювання енергомасообміну в природних системах та наземних калібрувальних вимірювань для оцінювання ризиків надзвичайних ситуацій.

У роботі вперше запропоновано інтегрований підхід до статистичного аналізу даних спостережень, який базується на модифікованому методі нелінійного кернелівського аналізу головних компонент, і дозволяє отримувати регуляризовані розподіли в одиницях, інваріантних щодо характеру даних. Вперше подано кількісні індекси (IoD та IoI) для оцінки ефективності заходів управління ризиками.

Розроблено та адаптовано нові інтегровані моделі енергомасообміну в природних системах та моделі формування корисного сигналу для використання в задачах оцінки ризиків за даними ДЗЗ; вперше створено комплекс взаємопов'язаних детермінованих і стохастичних моделей аналізу просторово розподілених даних спостережень та вимірювань в задачах оцінки ризиків. Запропоновано методики визначення вологості ґрунту для використання в задачах оцінки паводкової небезпеки, відображені підвищення відносної достовірності методу від 2-4 до 6-8%; істотно вдосконалена модель евапотранспірації, що дозволяє визначати просторово

розділені характеристики рослинного покриву за даними ДЗЗ в задачах оцінки водного балансу поверхні, відмічено підвищення відносної достовірності методу до 8%.

Вперше запропоновано й розроблено метод нелінійної просторово-часової регуляризації для аналізу даних наземних спостережень з метою отримання регуляризованих розподілів региональних показників, показано підвищення відносної достовірності методу до 20%; метод оцінки комплексних мір ризику за результатами спільногого аналізу багатовимірних мультиваріативних величин на основі непараметричних кернелівських купула-функцій, отримано сталі кореляції між базовими показниками ризиків, відображені підвищення відносної достовірності методу від 3-5 до 6-8% для різних оцінюваних показників.

У роботі набули подальшого розвитку методи оцінювання ризиків на основі розроблених моделей, запропонованих методів аналізу даних, а також з використанням підходу, що базується на використанні правила Байеса; вперше зроблено довгострокові оцінки ризику надзвичайних ситуацій природного походження для території України, відображені підвищення відносної достовірності методу від 2-5 до 9-10%; розроблено нові та вдосконалено існуючі проблемно-орієнтовані методи комплексування, запропоновано та обґрунтовано використання спектральних індексів, визначені підходи до їх наземної завірки й калібрування.

Доцільно відмітити розроблення та удосконалення методологічних засад моделювання, представлених у роботі. Зокрема визначено, що сукупність ймовірнісних методів оцінювання показників ризиків істотно підвищує достовірність оцінки кількісних показників ризиків при використанні детермінованих фізико-математичних моделей; при цьому оцінки невизначеностей залишаються задачею, яка потребує окремого розгляду за допомогою додаткових проблемно-орієнтованих методик; відображені високу достовірність прогнозних розрахунків параметрів ризиків надзвичайних ситуацій.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.07.12 - дистанційні аерокосмічні дослідження.

Прикладна цінність дисертації. Запропоновані у дисертаційному дослідженні моделі, методи та підходи до інтерпретації матеріалів аерокосмічної зйомки використані при реалізації Загальнодержавних цільових науково-технічних космічних програм України, зокрема при відпрацюванні аерокосмічних технологій та методик дистанційного зондування Землі.

Запропоновані підходи та розроблені на їхній основі методики контролю й моніторингу ландшафтних пожеж впроваджено в Черкаській академії пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля.

Розроблений комплекс методів оцінки ризиків надзвичайних ситуацій та методика контролю і моніторингу надзвичайних ситуацій

гідрогеологічного характеру впроваджені в Державному комунальному підприємстві «Плесо» Київської міської державної адміністрації.

Рекомендації щодо впровадження результатів дисертації. Коло практичних застосувань результатів роботи, на наш погляд, не обмежується розглянутими в ній впровадженнями. Результати, які були одержані автором роботи, можуть бути використані при вирішенні завдань моніторингу довкілля на регіональному й базовому рівнях.

Зauważення по роботі.

1. У дисертаційній роботі використані різномірні геопросторові дані, зокрема дані дистанційного зондування Землі, одержані на основі AVHRR/NOAA, MODIS/EOS Terra & Aqua, серії SPOT, серії Landsat, інших космічних систем. Проте часто вирішення цілої низки проблемних питань у задачах оцінювання геоекологічних ризиків і безпеки повинні базуватись на даних актуальних космічних зйомок, особливо, якщо проблеми виникають на локальному (базовому) рівні й потребують термінового вирішення. Тому в роботі доцільно було б зупинитись на використанні комерційних супутниковых систем високого просторового розрізnenня та виокремити їхню роль у системі моніторингу довкілля та безпеки.

2. Форми подання концептуальної моделі, структурних, структурно-функціональних схем доцільно узгоджувати згідно до вимог серії стандартів ISO 19100 «Географічна інформація / Геоматика» та стандарту ДСТУ ISO 19101 «Географічна інформація. Еталонна модель».

3. Доцільно було б детальніше зупинитись на оцінюванні статистичних показників прогнозування одержаних у дисертаційній роботі параметрів (зокрема, показників стоку, кліматичних та метеорологічних показників, надзвичайних ситуацій).

Наведені зауваження мають окремий характер, не знижують достатньо високий науковий рівень дисертаційної роботи і не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України до докторських дисертацій.

У цілому дисертаційна робота Костюченка Ю.В. «Комплексування даних супутниковых спостережень і математичного моделювання в задачах оцінки геоекологічних ризиків і безпеки», є завершеною науковою працею, яка містить нові теоретичні положення.

У роботі одержані нові науково обґрунтовані результати, які забезпечують ефективне розв'язання важливої науково-прикладної проблеми комплексування даних ДЗЗ, моделювання енергомасообміну в природних системах та наземних калібрувальних вимірювань для оцінки ризиків НС.

Вважаю, що дисертаційна робота «Комплексування даних супутниковых спостережень і математичного моделювання в задачах оцінки геоекологічних ризиків і безпеки» задовільняє вимогам МОН України до

докторських дисертацій, а її автор Костюченко Ю.В. заслуговує присудження
наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.07.12 -
дистанційні аерокосмічні дослідження.

Офіційний опонент,

завідувач кафедри геоінформатики і аерокосмічних

досліджень Землі Національного університету

біоресурсів і природокористування України,

д-р техн. наук, доцент

Кохан С.С.

С.С. Кохан

Бішар Кохан *засвідчу*
Чеснік сергій *Зірашовський О.Д.*

