

*Ю.П. Стародуб, д-р фіз.-мат. наук, професор, Т.Є. Рак, канд. техн. наук, доцент, Я.І. Федюк  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНИМИ ПРОЕКТАМИ В МОДЕЛЮВАННІ ЕКОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМОЗНІМКІВ

Розроблено методику використання даних супутникового дистанційного зондування Землі для управління регіональними проектами моделювання екогеофізичних ситуацій щодо західного регіону України. Анонсовано використання даних у проектах вивчення техногенної ситуації, зокрема, пов'язаної з даними супутникового зондування Землі, температурної пожежонебезпечної ситуації, застосувань у лісовому господарстві, вивченні підтоплень, повеней, сніготанення та снігозалигання. Наведено умови управління даними названих категорій формування регіональних портфелів проектів.

*Ключові слова:* регіональні портфелі проектів, моделювання, екогеофізичні процеси.

**Вступ.** Еколого-геофізичний стан багатьох регіонів України потребує застосування проектного підходу до вивчення надзвичайних ситуацій у них шляхом комп'ютерного математичного моделювання. Задачі вивчення еколого-геофізичних проблем часто є недостатньо структурованими, для їх розв'язку використовується не зовсім чіткий алгоритм. Тому цільова задача для вирішення названої проблеми формулюється і розв'язується не зовсім чітко. Напрямом даного дослідження є розвиток менеджменту інформаційних регіональних проектів формування ефективної наукової практичної методології розроблення нових методів і засобів вивчення, передбачення та попередження екологічних проблемних ситуацій із використанням еколого-геофізичних даних.

В умовах центральної-східної Європи і, зокрема, в Україні, все частіше виникають еколого-геофізичні проблеми пов'язані із станом доріг, зсувами, зміщенням, зміною форм гір і пагорбів, доріг, трубопроводів, нафтопродуктопроводів, зміною русел і гирла рік, знелісненням територій. Важливою проблемою також є вивчення ситуацій, пов'язаних із станом дамб, мостів, можливим їх руйнуванням, зокрема, від обледеніння, сейсмічних явищ як природного так і техногенного характеру. У Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності розробляється новий підхід до формування регіональних портфелів проектів з удосконалення безпеки життєдіяльності, попередження небезпечних екогеофізичних ситуацій території України, її західної частини із використанням методів комп'ютерного математичного моделювання [1,2]. Названі дослідження базуються на даних спостережень наземного та супутникового характеру. При попередженні надзвичайних ситуацій використовуються дані Центру прийому і обробки спеціальної інформації навігаційного поля Національного космічного агентства України [3, 4], зокрема, дані про лісистість [5], життєдіяльність щодо сільськогосподарських угідь [6, 7].

**Метою дослідження** є розробити методику управління формування даних інформаційних регіональних проектів щодо моделювання екогеофізичних небезпечних ситуацій для західного регіону України з використанням даних супутникового зондування Землі.

**Методологія дешифрування даних – обґрунтування регіональних проектів** дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) щодо комп'ютерного моделювання еколого-геофізичних проблем безпеки життєдіяльності:

У комп'ютерних технологіях дешифрування матеріалів ДЗЗ використовуються такі дані, [8]:

- зображення хроматичного знімка; зокрема, одновимірні дані – зображення, що складаються з одного шару растрових даних;

- зображення знімка радіолокації;
- зображення одного спектрального діапазону (каналу) спектральної зони знімка;
- зображення, отримане в результаті растрового векторного тематичного даних;
- зображення, що калібруються, в яких яскравість відповідає абсолютним значенням довільних вимірних величин (температурне, магнітне, гравітаційне, сейсмічне поле);
- похідні зображення, отримані за результатами обробки перерахованих вище даних.

Багатовимірні дані – набір растрових шарів одновимірних даних на вибраній території в єдиній системі координат (наприклад, набір зображень, зроблених у різних зонах спектра; набір шарів, які описуються різними геофізичними параметрами), включаючи дані, отримані недистанційними методами, а також тематичні карти, схеми, додаткові матеріали.

Етапи комп'ютерної технології в дешифруванні, зазвичай, наступні:

- формалізовані перетворення одновимірних даних;
- комплексний аналіз багатовимірних даних із залученням додаткової інформації;
- експертна оцінка отриманих варіантів дешифрування;
- повторення етапів формалізованих перетворень і комплексного аналізу даних до отримання прийняттого результату;
- створення остаточного варіанта дешифрування і переведення зображень виявлених об'єктів у векторний формат.

У технології комп'ютерного дешифрування використовують математичні методи комп'ютерного дешифрування, які розділяють на дві групи:

- 1) методи формалізованих перетворень одновимірних даних;
- 2) методи комплексної обробки багатовимірних даних.

Для комплексного аналізу даних використовують методи, що аналізують розподіл ознак як "по вертикалі" (аналіз характеристик багатовимірних даних у одній точці), так і "по горизонталі" (аналіз просторового розподілу характеристик багатовимірних даних). Для цього використовують алгоритми, що реалізують факторний аналіз, кореляційно-регресивний аналіз, тренд-аналіз. Для тематичного дешифрування найбільш перспективним є використання нейрон-мережових технологій комплексного аналізу. В першу чергу, такі технології відрізняє адаптивність до незначних змін умов зйомки в межах аналізу зображення (наприклад, нерівномірний розподіл серпанку), а також можливість залучення в аналіз великого масиву різнорідних даних (наприклад, даних мультисезонного знімання), що дає стійкіший результат при екстраполяції зафіксованого експертного рішення при дешифруванні.

У дешифруванні даних використовується фільтрація, що узагальнює зображення та пригнічує шуми з використанням усереднюючих, медіанних або мажоритарних фільтрів. Застосовується конволюція при обчисленні значень градієнтів та вищих похідних математичних функцій у межах зображень об'єктів. Використовується вейлет – перетворення, метод морфологічного аналізу рельєфу при оцінці геологічних ознак об'єкта шляхом прямого і зворотного вейлет-перетворення з заданими ваговими коефіцієнтами. Дешифрувальні ознаки текстур визначаються із вивченням статистичних характеристик об'єктів у локальних вікнах.

Опис інформаційної системи космічного моніторингу регіональних проектів вивчення природного середовища показано на рис. 1.

У технології комп'ютерного дешифрування даних ДЗЗ використовуються спеціалізовані програмні засоби (ПЗ). Серед найбільш поширених ПЗ просторової обробки матеріалів ДЗЗ можна назвати наступні: ENVI (Research Systems Inc., USA); ERDAS IMAGINE (ERDAS Inc., USA); TNTmips (MicroImages Inc. USA); ER Mapper (Earth Resource Mapping Pty. Ltd., Australia); GRASS (U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories); INTERGRAPH (Intergraph Corporation). Із російських розробок слід відзначити технологічну лінію "СканЭкс" – ScanViewer, IMAGE Transformer, MODIS Processor, IRS Processor, ScanMagic, ScanEX NeRIS. Набуло поширення спеціалізоване ПЗ – методика автоматичного пошуку лінійних елементів та аналізу їх орієнтації і розташування LESSA. Опис названого ПЗ доступний в інтернеті.

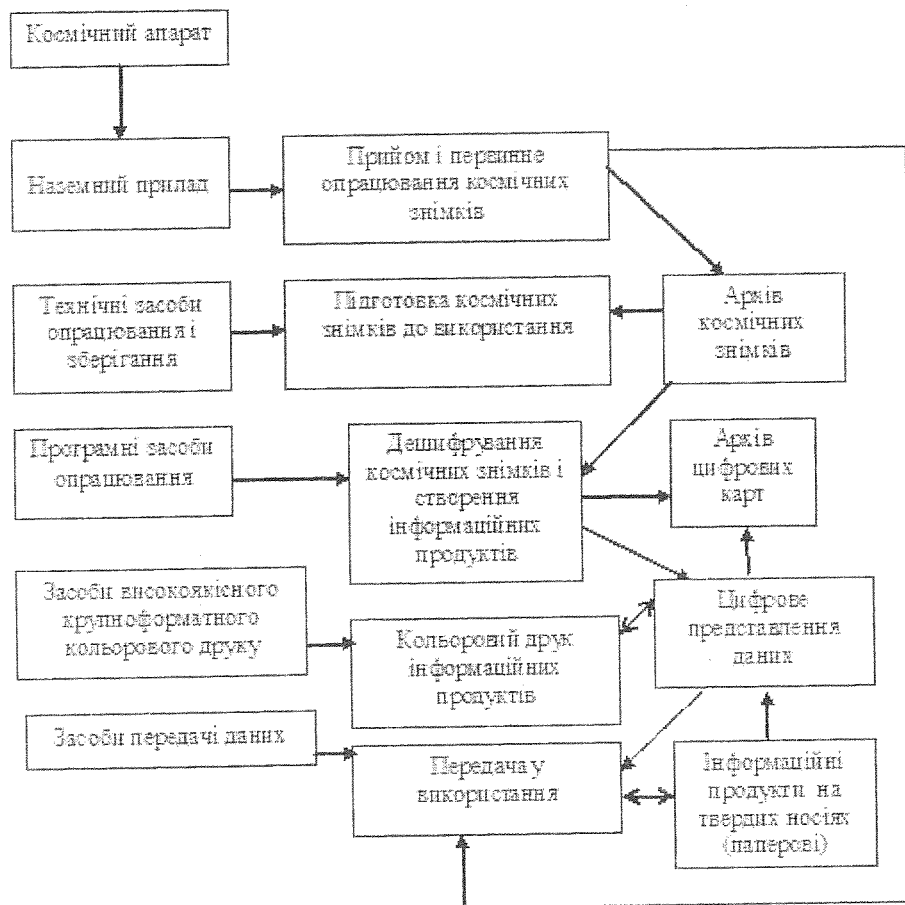


Рис. 1. Інформаційна система космічного моніторингу природного середовища. Засоби забезпечення, інформаційні ресурси, інформаційні процеси і технології

Управління регіональними проектами здійснюється командою за допомогою спеціальних методів, що приводять до успішного досягнення поставленої мети. З ціллю вирішення еколого-геофізичних проблем безпеки життєдіяльності зручними є короточасні проекти (до 3-х років) – науково-дослідні роботи (НДР). Заявка на виконання такого проекту визначається наступним чином:

1. **Формулюється назва проекту:** Визначення можливостей комп'ютерної інтерпретації даних еколого-геофізичних проблем безпеки життєдіяльності.

2. **Дається підстава виконання проекту:** Протокол №... роботи секції ... вченої ради ЛДУ БЖД від «дата»; про розгляд пропозицій щодо виконання НДР за названою темою.

3. **Формулюється мета проекту:** Метою дослідження є розробити нову методику управління формуванням регіональних проектів щодо моделювання небезпечних екогеофізичних ситуацій для західного регіону України з використанням даних супутникового зондування Землі.

4. **Представляються основні проблеми, які вирішує НДР проекту:** В умовах центральної-східної Європи, як і, зокрема, в Україні, все частіше виникають еколого-геофізичні проблеми пов'язані із зсувами, зміщенням, зміною форм гір і пагорбів, доріг, трубопроводів, нафтопродуктопроводів, зміною русел і гірля рік, знелісненням територій, підтопленнями, паводками, засніженням і таненням снігів. Важливою проблемою також є вивчення ситуацій, пов'язаних із станом дамб, мостів, можливим їх руйнуванням, зокрема, від обледеніння, сейсмічних явищ як природного так і техногенного характеру. Розробляється новий під-

хід щодо формування регіональних портфелів проектів з удосконалення безпеки життєдіяльності, попередження небезпечних екогеофізичних ситуацій території України, зокрема, її західної частини із використанням методів комп'ютерного математичного моделювання. Названі дослідження базуються на даних спостережень наземного та супутникового характеру.

На даний час можливими є такі напрямки організації проектів, які стосуються безпеки життєдіяльності території України і, окремо, Карпатського регіону:

- Моделювання техногенних катастроф, включаючи еколого-геофізичні проблеми, пов'язані із станом доріг, зсувами, зміщенням, зміною форм гір і пагорбів, доріг, трубопроводів, нафтопродуктопроводів.
- Моделювання ситуацій, що викликають зміну русел рік, моделювання підтоплень, повеней, дослідження сніготанення та снігозалагання.
- Визначення температури поверхні Землі, картографування і прогноз пожежонебезпеки.
- Вивчення на основі супутникових даних лісистості, знеліснення території у результаті техногенних і природних явищ.
- Життєдіяльності щодо ґрунтів та сільських угідь.

**5. Дається назва і вид науково-технічної продукції, що отримується за результатами виконання НДР проекту:**

Розроблена методологія комп'ютерного моделювання еколого-геофізичних проблем безпеки життєдіяльності із використанням даних натурних спостережень і даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Використовуються комп'ютерні технології дешифрування матеріалів ДЗЗ.

**6. Визначається ступінь новизни НДР, що підлягає розробленню**

У технології комп'ютерного моделювання еколого-геофізичних проблем безпеки життєдіяльності використовуються математичні методи, які розділяють на дві групи:

- 1) методи формалізованих перетворень одновимірних даних;
- 2) методи комплексної обробки багатовимірних даних.

Для формалізованих перетворень одновимірних даних використовуються методи аналізу просторового розподілу характеристик зображення:

Застосовується фільтрація даних – 1) до стану, що узагальнює зображення і пригнічує шуми (усереднюючі, медіанні і мажоритарні фільтри); 2) для побудови похідних зображень застосовуються конволюційні фільтри для обчислення порогових градієнтів, лапласіанів і інших математичних функцій для виділення меж об'єктів; 3) спеціалізовані методи для побудови дешифрувальних ознак і виділення лінійних об'єктів: вейвлет-перетворення (overcomplete wavelets, вейвлети Габора, параметричне перетворення Хафа), метод морфологічного аналізу рельєфу, використовуваного при обробці; 4) для розподілу ознак по просторових масштабах і розподілу на цій основі ознак різних геологічних об'єктів – пряме і зворотне вейвлет-перетворення з управлінням – "ваговими" коефіцієнтами при зворотному перетворенні.

Визначаються статистичні характеристики в локальному вікні – для аналізу дешифрувальних ознак текстур. Параметричне перетворення Хафа, методи типу SUSAN, SNAKE використовують для пошуку і виділення на зображенні заданих форм. Застосовують "форми яскравості", засновані на методах морфологічного аналізу рельєфу, використаного при обробці (з обробкою власних яскравостей зображення замість висот).

Для комплексного аналізу багатовимірних даних використовуються методи, що аналізують розподіл ознак як "по вертикалі" (аналіз характеристик багатовимірних даних у одній точці), так і "по горизонталі" (аналіз просторового розподілу характеристик багатовимірних даних). Для цього використовують алгоритми, що реалізують факторний аналіз, кореляційно-регресивний аналіз, тренд-аналіз. Для комплексного аналізу тематичного дешифрування найбільш перспективним є використання технологій нейронних мереж. Такі технології відрізняє адаптивність до незначних змін умов зйомки в межах аналізу зображення (наприклад, нерівномірний розподіл серпанку), а також можливість залучення в аналіз великого масиву

різномірних даних (наприклад, даних мультисезонного знімання), що дає стійкіший результат при екстраполяції зафіксованого експертного рішення щодо дешифрування. Технології нейронних мереж дозволяють також виконати:

- точкову (піксельну) класифікацію багатозональних зображень на основі спектральних і інших точкових характеристик супутникового знімка;
- контекстуальну класифікацію (з використанням раніше побудованої піксельної класифікації);
- класифікацію параметричних полів перетворення Хафа – для виявлення характерних поєднань прямих ліній в околі кожної точки знімка і побудови класифікації на їх основі;
- класифікацію троянд-діаграм (у кожній точці знімка будується оціночна діаграма ліній-аментів, що проходять через точку, яка використовується як початкові дані для навчання нейронної мережі і класифікації зображення).

Для комплексного аналізу багатовимірних даних також застосовують традиційні статистичні методи обробки – обчислення головних компонент.

У технології комп'ютерного моделювання еколого-геофізичних проблем безпеки життєдіяльності використовуються наступні спеціалізовані програмні засоби: MATHcad, MATLAB, ArcGIS, ENVI, ERDAS, Mapinfo, CorelDRAW. У випадку необхідності додаткової інтерпретації можуть застосовуватись найбільш поширені програмні пакети IMAGINE, TNT, ER Mapper, GRASS, Intergraf, ScanViewer, IMAGE Transformer, MODIS Processor, IRS Processor, ScanMagic, ScanEX NeRIS, LESSA.

**7. Даються пункти використання результатів НДР проекту в господарській діяльності МНС України:** Підприємства МНС України, які забезпечують безпеку життєдіяльності.

**8. Визначається процедура закупівлі (при застосуванні процедури закупівлі в одного учасника називається виконавець роботи) ЛДУ БЖД.**

**9. Задаються терміни виконання НДР проекту:** початок – 01.01.2012, закінчення – 31.12.2015.

**10. Визначається орієнтовна загальна вартість НДР проекту:** визначається авторським колективом залежно від оплати праці виконавців, вартості матеріалів, приладів, відряджень, вартості підрядних робіт, адміністративних витрат, тощо.

**11. Даються очікувані економічні результати** Комп'ютерне моделювання еколого-геофізичних проблем безпеки життєдіяльності дає модель досліджуваних об'єктів, що включає наступне:

- технічну документацію, паспорт об'єкта;
- результат обстеження досліджуваного вузла;
- цифрову тривимірну карту місцевості району моделювання;
- розрахунок і моніторинг за розподілом моделі напружень, поля температур, (можливого деформування, руйнування, пожеж, затоплення);
- аналіз отриманих результатів;
- формування кінцевих інформаційних продуктів.

Описана вище схема розробки технології розв'язання задачі дешифрування знімків узагальнено представлена на рис. 2.

За умови проходження роботи в міністерстві (перемоги в тендері) наступними етапами виконання проекту є: написання плану-завдання, календарного плану, залучення учасників проекту, зокрема, спеціалістів, які працюють у різних організаціях; складання програми робіт, передача її в Державний інформаційний фонд, отримання додаткових даних для виконання проекту, інформації в Державному (геологічному) фонді.

Кожний етап роботи завершується звітом (інформаційним звітом) залежно від вимог замовника і захистом етапу на науково-технічній раді, яку рекомендує замовник.

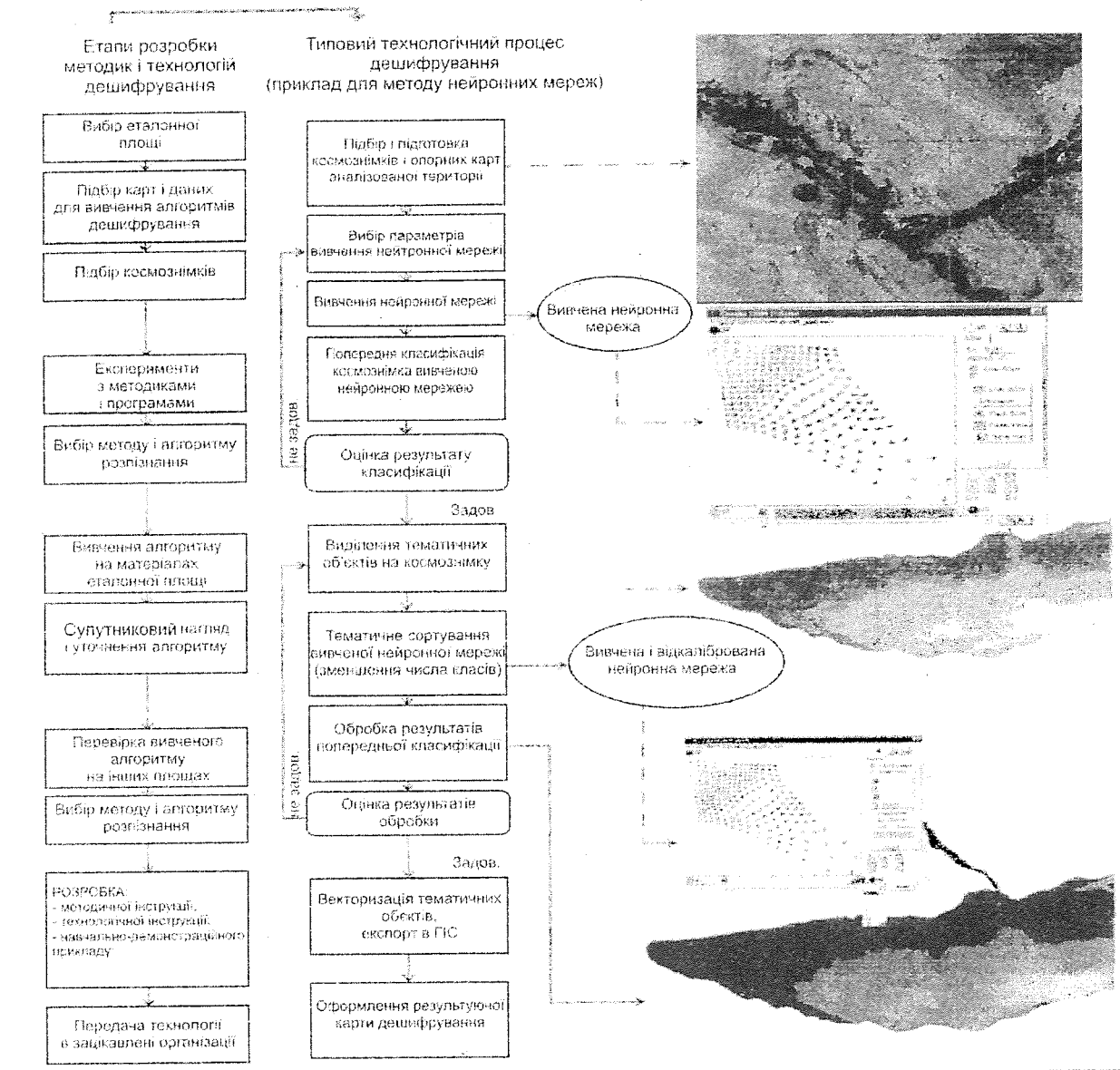


Рис. 2. Порядок і результати розробки технології рішення задачі дешифрування космоснімків

Після успішного завершення всіх етапів проекту робота рецензується, результати захищаються на семінарі, робота передається замовнику (МНС України). Результати виконання регіонального проекту передаються зацікавленим організаціям, вирішується питання про доцільність продовження чи завершення досліджень.

В обробці даних використовується архів даних ДЗЗ Центру прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля, створеного за Рішенням Колегії та Президії науково-технічної ради Національного космічного агентства України № 13/2003 від 11 грудня 2003 р. До складу Центру входять: засоби прийому даних ДЗЗ від вітчизняних та закордонних супутників у різних частотних діапазонах; програмно-технічні комплекси попередньої обробки космічної інформації; програмно-технічні комплекси обробки аерокосмічної інформації до рівнів обробки зображень по міжнародній класифікації.

Дані про розрізнення зображень сучасних космічних систем, представлені в роботах [9,10,11].

## Висновки

1. Розроблено методику використання даних супутникового дистанційного зондування Землі щодо управління регіональними проектами моделювання екогеофізичних ситуацій регіонів України.

2. Запропонована модель формування регіональних проектів вивчення техногенної ситуації, зокрема, пов'язаної з даними супутникового зондування Землі, температурної пожежонебезпечної ситуації, застосувань у лісовому господарстві, вивченні підтоплень, по-венеї, сніготанення та снігозалигання.

3. Розроблено схему системи космічного моніторингу природного середовища забезпечення, інформаційними ресурсами, інформаційними процесами і технологіями.

4. Приведено умови управління даними щодо названих категорій формування регіональних портфелів проектів та порядок розробки технології розв'язання задачі дешифрування космознімків.

## Список літератури:

- 1. Рак Ю.П.** Методи аналізу та оцінки рівня БЖД регіонів України в умовах реалізації проектів регіонального розвитку / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Управління проектами та розвиток виробництва. – 2008. – №2(26). – С. 29 – 39.
- 2. Рак Ю.П.** Механізми формування регіональних портфелів проектів удосконалення безпеки життєдіяльності / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко, Т.С. Рак, Т.Б. Брич // Вісник ЛДУ БЖД. – 2009. – №3. – С. 8 – 15.
- 3. Вишняков В.Ю.** Оброблення інформації дистанційного зондування Землі для вирішення завдань оперативного моніторингу території України / В.Ю.Вишняков, С.В.Гришук, О.М.Глушенко, В.М.Стасюк // Збірник наукових праць. Вип. 11. За матеріалами XV та XVI наукових конференцій ЖВІРЕ, присвячених 100-річчю з дня народження академіка С. П. Корольова/ Житомир. військ. ін-т радіоелектроніки ім. С. П. Корольова. – Житомир: ЖВІРЕ, 2007. – № 1. – С.44-51.
- 4. Збруцький О.В.,** Геокодування знімка дистанційного зондування Землі в задачі навігації штучного супутника /Збруцький О.В., Ганжа А.П. //Наукові вісті НТУУ КПІ. – 2007. – №3. – С. – 110-114.
- 5.** [Електронний ресурс]. –Доступний з <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>
- 6. Пакшин М.Ю.** Прогнозування урожайності озимої пшениці за космічними знімками / М.Ю.Пакшин, І.І.Білан, В.Б.Гаврилюк, В.С.Вахняк // Збірник наукових праць Чернівецького університету. – Чернівці: Рута, 2007. – Вип.360. – С.176-184.
- 7. Білан І.І.** Можливості використання ГІС/ДЗЗ технологій в точному землеробстві / І.І.Білан, М.Ю.Пакшин, О.В.Скубко, В.М.Стасюк // Збірник наукових праць. Вип. 15. За редакцією доктора с.-г. наук, професора, академіка АН ВШ України, ректора університету М.І. Бахмата. – Кам'янець-Подільський, 2007. – С.130-133.
- 8. Аковецкий В.И.** Дешифрирование снимков. М.: Недра, 1983. – 374 с.
- 9. Поліщук Б.В.** Сучасні досягнення і проблеми в дослідженнях розвитку та стану лісів / Б.В. Поліщук // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2008. – Вип.70. – С.38-45.
- 10. В.Дубровський** Космічний моніторинг лісових пожеж за знімками NOAA в УЦМЗР/ Дубровський В., Пархісенко Я.В., Петроченко О.Ю., Потапенко Л.С., Рябоконецько О.Д., Штепа Ю.Н. // Космічна наука і технологія – 2002. – Т.8. – №2-3. – С.246-248.
- 11.** [Електронний ресурс]. –Доступний з <http://wdc.org.ua/uk/book/export/html/140>



*Ю.П. Стародуб, д-р физ.-мат. наук, профессор, Т.Е. Рак, канд. техн. наук, доцент, Я.И. Федюк  
(Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)*

## **УПРАВЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМОСНИМКОВ**

Разработана методика использования данных спутникового дистанционного зондирования Земли для управления региональными проектами моделирования экогеофизических ситуаций относительно западного региона Украины. Анонсировано использование данных в проектах изучения техногенной ситуации, в частности, связанной с данными спутникового зондирования Земли, температурной пожароопасной ситуации, применений в лесном хозяйстве, изучении подтоплений, наводнений, снеготаяния и снегозалежания. Приведены условия управления данными относительно названных категорий формирования региональных портфелей проектов.

*Ключевые слова:* региональные портфели проектов, моделирование, экогеофизические процессы.

*Yu.P. Starodub, Doctor of Sciences (Phys.-Math.), Professor  
T.Ye. Rak, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Ya.I. Fediuk  
(Lviv State University of Vital Activity Safety)*

## **REGIONAL PROJECT MANAGEMENT IN MODELING LIFE SAFETY ECOGEOPHYSICAL PROBLEMS UTILIZING SATELLITE SNAPS**

The method of usage satellite remote sensing for management of regional projects ecogeophysical modeling situations for Western Ukraine is elaborated. Data usage in projects studying of technological situation, especially with the data of satellite sensing, temperature combustible situation in forestry applications, the study of submergence, flooding, snowmelt and snow layering is introduced. The terms of management of these categories of regional portfolios projects is presented.

*Key words:* regional portfolio of projects, modeling, ecogeophysical situations.

