

УДК 681.325:528.94.7

Пашков Д. П., Шевченко Р. Ю.

### ВДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ГІС-ПРОЕКТУВАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕКОЛОГО-АНТРОПОГЕННОГО ЗМІСТУ

*У статті розглядається алгоритм укладання спеціальних карт еколого-антропогенного змісту на основі фотограмметричного оброблення даних дистанційного зондування. Алгоритм складається з багатофункціональних процедур визначення параметрів геодезичної основи екологічних карт, критеріїв вибору космічного зображення залежно від необхідності розв'язання завдань екологічної безпеки, прийомів інтерпретації (дешифрування) космічних знімків та створення відповідної картографічної моделі в середовищі геоінформаційних систем. Алгоритм пройшов успішну апробацію під час створення ГІС екологічної безпеки Донбасу, атрибутивна база даних якої містила пакет різноформатних даних дистанційного зондування. Представлений фрагмент ГІС-карти об'єктів критичної інфраструктури Донецької та Луганської областей. Сформульовані рекомендації щодо застосування діапазонних даних у космічних знімках для більш точної та адекватної інтерпретації матеріалів забруднення навколишнього природного середовища.*

**Ключові слова:** картографічна модель, космічне геозображення (знімок), алгоритм, екологічний моніторинг, фотограмметрична обробка.

**Актуальність.** Дослідження антропогенних факторів забруднення довкілля ведеться найбільш універсальним методом – геоінформаційного картографування на основі даних дистанційного зондування. Тому тепер підвищена увага приділяється моніторингу антропогенного ландшафту з розробленням заходів щодо мінімізації впливу й адаптації природного середовища до трансформацій довкілля. Територіально проблема дослідження лімітована великими міськими агломераціями, такими як: Київська, Харківська, Дніпровська тощо. Особливого значення набуває актуальність вишукування на окупованих територіях Криму та Донбасу.

**Постановка наукової проблеми.** Технологія й система ГІС-проекткування картографічних моделей належать до класу систем підтримки прийняття рішень – управлінських систем, у разі дослідження еколого-антропогенного впливу – управління допустимими рівнями забруднення довкілля забудованих територій. Відповідне моделювання повинно ґрунтуватися на розробці напрямів покращення сприйняття космічних геозображень. Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи «Оцінка та вивчення еколого-техногенного стану Донецької та Луганської областей з метою розробки рекомендацій щодо природно-ресурсного відновлення на екологічних засадах» (№ ДР 0117U006967).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання геоінформаційного регіонального еколого-природоохоронного картографування розкрито в наукових працях В. А. Пересадько; формування геоінформаційних систем на основі просторово-часових моделей висвітлено у монографіях П.І. Жежнич, методологічні підходи до побудови баз картографічних даних ГІС обґрунтовано в роботах М. І. Васюхіна. Проте не дослідженими є наукові питання алгоритмізації ГІС-проекткування карт на основі дешифрування різноформатних баз даних ДЗЗ.

---

Етапи обробки та дешифрування КЗ представлено в науковій літературі [12, 17, 19]. Вченими обґрунтовано, що основою картографічної моделі еколого-антропогенного змісту є ортофотозображення із дешифруванням, що відображено у дослідженнях [8, 10, 12, 16, 20].

**Мета дослідження.** Необхідно побудувати спеціальний алгоритм проектування картографічних моделей на основі оброблення космічних геозображень. Фактично це розроблення інфраструктури геоінформаційної системи для ефективного управління рівнями допустимого забруднення довкілля урбанізованих територій та їх вплив на природні ландшафти.

**Формулювання наукового завдання.**

Розробити методику дешифрування КЗ та оброблення даних ДЗЗ, що сприяють і роблять традиційні методи картографування більш ефективними та економічними (рентабельними).

Апробувати відображення еколого-антропогенної інформації на трансформованих ортофотопланах.

Визначити особливості в метричних характеристиках КЗ для реалізації екологічного моніторингу.

Застосувати вдосконалений алгоритм для екологічного моніторингу Донбасу.

**Результати дослідження.** Алгоритм проектування картографічних моделей пов'язаний з узагальненням панхронологічної екологічної інформації з координатною територіальною прив'язкою, яка несе атрибутивну геоінформацію, що акумулює моніторингові інтегральні дані про вплив на довкілля еколого-небезпечних техногенних чинників у найзручнішому для зіставлення вигляді – цифровій карті спеціального призначення [4].

В основу алгоритму проектування спеціалізованих картографічних моделей покладено принцип «різницевого» сприйняття геозображень, який функціонально пов'язаний з технологією визначення змін показників екологічних характеристик місцевості отриманих та оброблених за визначений моніторинговий період часу [18]. В результаті оцінка факторів патогенного впливу на довкілля території демонструється як диференційне визначення змін поточних природних параметрів [12, 18, 20].

Під час апробації відображення результатів екологічного моніторингу використовують трансформовані ортофотоплани масштабом 1 : 2 000 – 1 : 5 000, а також космічні знімки суміщені в ГІС з топографічною та картографічною основою, де відображуються основні об'єкти місцевості, найбільш важливі виробничі підприємства, а також природні «особливості», які впливають на довкілля (природні аномалії) [14, 15].

Технологічно картографічні моделі еколого-антропогенного змісту проектують, ескизують та дизайнерськи оформлюють у програмному середовищі засобів геоінформаційного оброблення даних дистанційного зондування Землі з подальшим використанням їх в редакторах векторної географіки [14].

Основою тематичного змісту під час розробки картографічної моделі є цифрові спектрзональні або панхроматичні космічні зображення, отримані з різним часовим проміжком. Алгоритм проектування карт здійснюється в певній послідовності етапів [9, 12, 14, 18]. Узагальнену блок–схему алгоритму, вибір і роботу з космічним знімком наведено на рис. 1.

Опускаючи описи технології проектування картографічних моделей, оскільки їх достатньо викладено в літературі [12, 13, 20], розглянемо особливості використання космічних зображень та умови їх отримання.

Для ефективного використання КЗ для потреб проектування картографічної моделі необхідно виконати наступні рекомендації [3]. Перше, це здійснити вибір технічних характеристик відносно оптико-електронної системи бортового спеціального комплексу космічного апарата дистанційного зондування Землі (далі – ОЕС БСК КА ДЗЗ) відповідно до вирішуваного завдання екологічного моніторингу з метою формування спеціального КЗ. Необхідним постає завдання вивчення фізико-географічних характеристик території та особливостей пербігу на них процесів природного і техногенного характеру, що призводять до зміни довкілля на основі даних вже безпосереднього використання і обробки КЗ [3].

У будь-якому разі проведення всіх робіт здійснюється за допомогою спеціальних програмних ГІС-комплексів оброблення космічних знімків та засобів автоматизованого фотограмметричного оброблення. При цьому змістовна складова картографічної моделі формується при проведенні геопросторової прив'язки і дешифруванні (інтерпретації) космічних знімків, які повинні задовольняти вимогам, вказаним раніше, і мають бути представлені в цифровому векторному вигляді [2, 3, 12, 17].

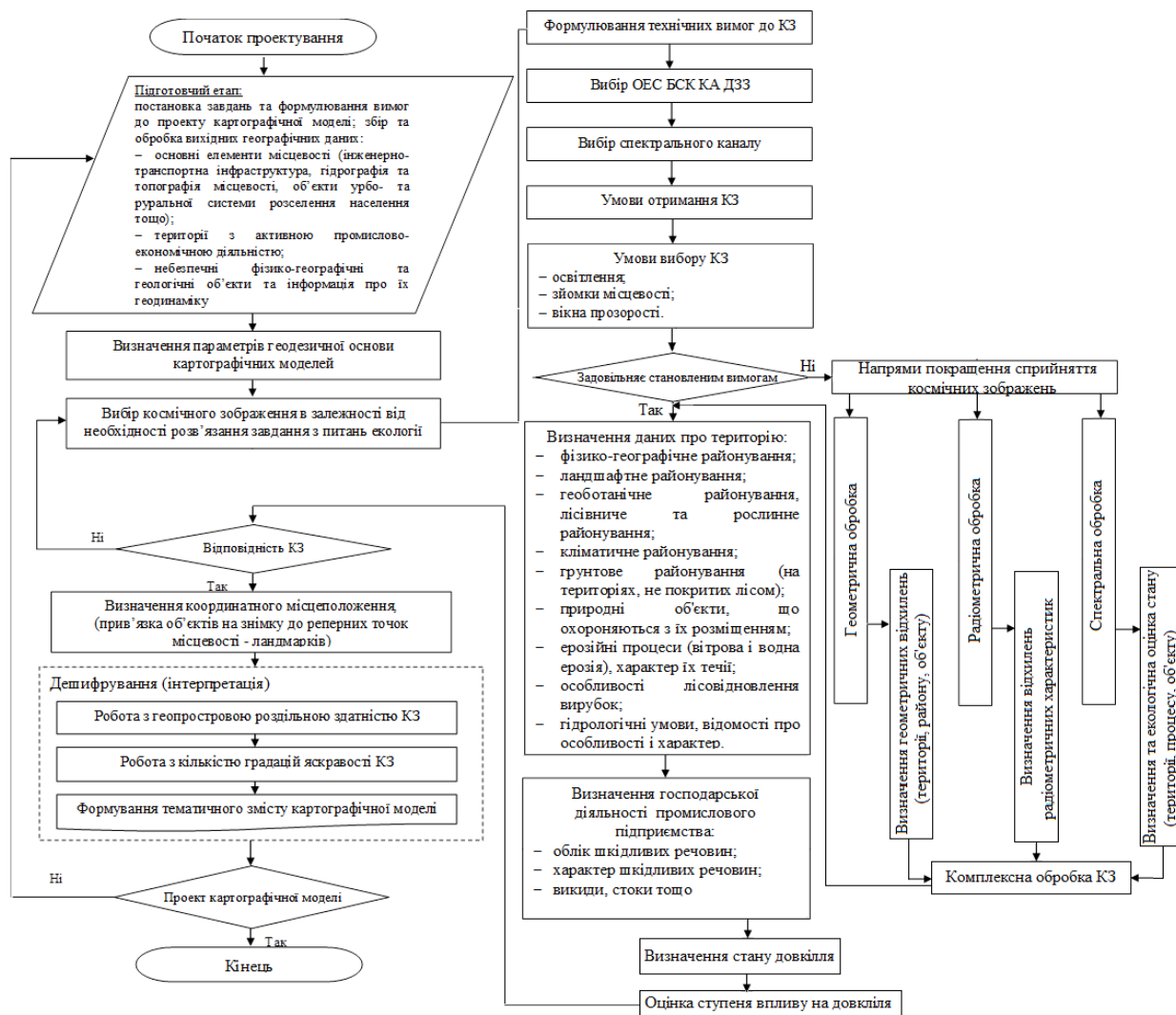


Рис. 1. Блок-схема алгоритму проектування картографічної моделі

Особливістю в разі вибору діапазонів спектральних каналів необхідно враховувати відомості про промислові підприємства, що розташовуються на території, а також про природно-техногенні трансформації, що виникають внаслідок їх функціонування. Для відповідного визначення застосовують різні спектральні характеристики об'єктів, що забруднюють навколишнє природне середовище. Для вибору спектральних каналів, їх кількості та діапазонів в процесі візуального дешифрування об'єктів довкілля можна скористатися відповідними таблицями [2-4, 12, 13].

Просторову роздільну здатність знімків вибирають також на основі таблиць і відомостей про характерні розміри ділянок території та відомостей про масштаби природних процесів на території.

Етап дешифрування охоплює визначення прямих та непрямих ознак об'єктів з використанням: форм зображення об'єкта й характеру межування; кольору або тону зображення об'єкта; текстури (особливості чергування відтінків); сусідства з іншими об'єктами (закономірність геопросторового розташування) [3].

---

Технологічно оброблення різницевого зображення характеризує вірогідність того, що той або інший піксель зображення відповідає проблемній ділянці території, яка піддається природному чи антропогенному геовітальному або гепатогенному впливу [5, 8, 10, 20].

Сутність формування зони перекриття між двома знімками полягає в тому, що з кожного знімку виділяється підмножина пікселів, яка задовольняє двом умовам [1, 12, 20]:

- ділянка території, зіставлена пікселям, які відображаються і на інших знімках;
- пікселі на обох знімках містяться в межах робочої зони відповідних знімків, а не на полях, що залишилися після просторової прив'язки.

Вказані дії виконуються шляхом виділення частини вихідного зображення одного знімка, за допомогою різних масок та виділення частини зображення на кожному зі знімків за маскою [5, 8, 12, 20]. У подальших маніпуляціях використовують лише матеріали для виділених зон.

Далі, за алгоритмом, відбувається оброблення колірної палітри зображення зі статистичною та ймовірнісним обробленням кожного пікселя [2-4], що дає можливість підвищити контрастність і розпізнаваність території [1, 2]. Лише ці пікселі буде видно на результативному геозображенні. Необхідно виділяти кілька діапазонів (наприклад, для позитивних і негативних зображень) з привласненням їм різних контрастних кольорів.

У процесі реалізації екологічного моніторингу, пов'язаного з визначенням кількісних показників шкідливих речовин та їх концентрації в приземній атмосфері є застереження, що стосуються деяких видів космічних знімків, складові компоненти яких не дозволятимуть здійснити виявлення процесів впливу на довкілля [1, 2, 19]. Тому, для покращення якості окремих космічних зображень можна використовувати комплексне оброблення космічних знімків в спеціальних програмних ГІС-комплексах за напрямками (див. рис. 1, 2) [1, 2].

При цьому спеціальні програмні ГІС-комплекси оснащені різними алгоритмами поліпшення зображення, а також картографічною візуалізацією для сприйняття атрибутивних даних, поданих у вигляді векторного або растрового зображення. Алгоритми поліпшення геозображень можуть бути адаптовані відносно тих маніпуляцій над даними дистанційного зондування, які мають бути візуалізовані. Наприклад, фільтрація дає можливість поліпшити виділення контурів або меж, а може бути частиною іншої складнішої процедури. Інші маніпуляції призначені для зниження різних видів апаратних шумів і тим самим можуть бути використані для поліпшення подальшого класифікаційного аналізу. Крім цього, бажано застосовувати статистичні методи для розпізнавання тих або інших об'єктів місцевості на даних ДЗЗ, для проведення їх класифікації за допомогою чисельних методів [20]. Ці методи ефективні для кількісних оцінок під час фотограмметричного оброблення даних дистанційного зондування. Результати, отримані після оброблення й аналізування даних, подаються у зручному вигляді й форматі (цифрові картосхеми, електронні атласи, онлайн-карти на картографічних сервісах та ресурсах Інтернету – спеціалізованих тематичних геопорталах) [5, 6, 7, 18].

Проте, на практиці бувають окремі (частинні) флуктуаційні випадки в процесі ГІС-оброблення. Під час радіометричного оброблення КЗ спектр спостереження класу об'єктів (території) перебуваючи під впливом (що перекривається) іншого спектра об'єктів (процесів) не дає можливості довести, що відповідний спектр відповідає заданному (моніторинговому) об'єкту [4, 11].

У результаті застосування викладеної вище методики створено ГІС критичної інфраструктури Донбасу та шляхи природно-ресурсного відновлення на екологічних засадах. Атрибутивна база даних ГІС ґрунтується на матеріалах аерокосмічної зйомки та дистанційного зондування Землі підконтрольної й непідконтрольної території Донбасу, акумулюванні непросторових баз даних географічних координат об'єктів критичної інфраструктури та їх картографічна візуалізація та моделювання в середовищі геоінформаційної системи QuantumGIS (рис. 2).

Значна увага приділяється дешифруванню (інтерпретації) космічних знімків видимого спектра. Деякі техногенні об'єкти, наприклад, Південно-Донбаський водогін КП "Компанія "Вода Донбасу" ідентифікувалися лише на спектрально-зональних знімках. Характеристики

теплового випромінювання й забруднення опрацьовувалися до космічних геозображень об'єктів теплоенергетики та вугільної промисловості.

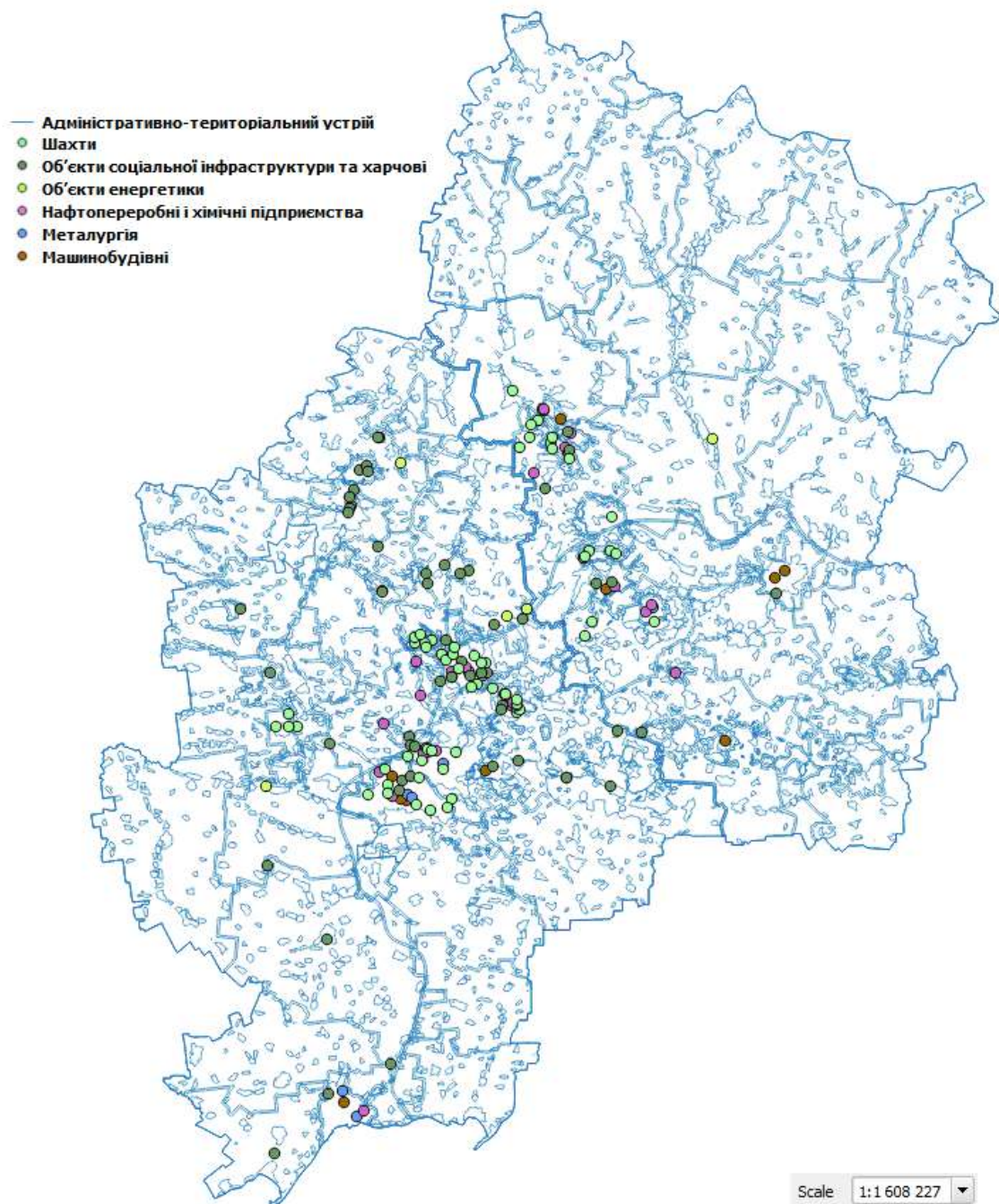


Рис.2. Фрагмент ГІС-моделі територіального розподілу об'єктів критичної інфраструктури Донбасу

**Висновки та перспективи досліджень.** У реальних системах, де реалізуються фотограмметричні вимірювання лише в окремих діапазонах спектральних смуг, виділення об'єктів буде складним. Тому пропонується використовувати багатоспектральні зображення й застосовувати особливості їх дешифрування (інтерпретацію) для картографічного виявлення зон техногенного забруднення за спектральними складовими. При цьому вже є розроблений інструментарій в будь-якому сучасному програмному ГІС-продукті, завдяки якому є можливість програмування власних алгоритмів оброблення космічних зображень.

Пропонований підхід охоплює комплексне оброблення КЗ за складовими геометричного, радіометричного й спектрального характеру. Проте якщо об'єкти дуже малі або прозорі (латентні), коли просторова (видимий спектр) або радіометрична роздільна здатність не дає можливості вирішити завдання ідентифікації, а вплив їх на довкілля величезний (у разі високої концентрації), тоді оброблення КЗ здійснюється виключно на основі спектральної інформації. Перспективним та подальшим етапом продовження наукових досліджень є розроблення методики дешифрування КЗ за багатоспектральними ознаками для екологічного моніторингу антропогенних ризиків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аль-Тамімі Р.К.Н. Возможности использования космических систем наблюдения для экологического мониторинга / Р.К.Н. Аль-Тамімі // П'ята Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» (23-24 квітня 2015 р.). – Полтава, Баку, Кіровоград, Харків: – ПНТУ, ВАЗС АР, КЛА НАУ, ДП ХНДІ ТМ, 2015. – С. 58.
2. Аль-Тамімі Р.К.Н. Космічний моніторинг як комплексний підхід контролю довкілля / Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // Науково-технічний журнал «Стандартизація, сертифікація, якість». – К: ДП «УкрНДНЦ». – 2015. – Вип. 6 (97). – С.64-67.
3. Аль-Тамімі Р.К.Н. Удосконалення методики побудови екологічних карт антропогенного впливу на основі багатоспектральних знімків / Р.К.Н. Аль-Тамімі, Д.Д.Х. Ламі // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: ПНТУ. – 2015. – Вип. 3 (35). – С.61–64.
4. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / [Лялько В.І, Федоровський О.Д., Костюченко Ю.В. та ін.]; за ред. В.І. Лялько і М.І. Попова. – К.: Наукова думка. – 2006. – 357 с.
5. Баранов В.Н. Космическая геодезия / Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. – М.: Недра, 1986. – 408 с.
6. Бусыгин Б.С. Инструментарий геоинформационных систем: [справочное пособие] / Б.С. Бусыгин, И.Н. Гаркуша. – К.: ИРГ «ВБ», 2000. – 172 с.
7. Инструментарий геоинформационных систем: справочное пособие / [Бусыгин Б.С., Гаркуша И.Н., Серединин Е.С., Гаевенко А.Ю.]. – К.: ИРГ «ВБ», 2000. – 172 с.
8. Кац Я.Г. Основы космической геологии / Кац Я.Г., Тевелев А.В., Полетаев А.И. – М.: Недра, – 1988. – 236 с.
9. Клименко М.О. Моніторинг довкілля / Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. – К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 360 с.
10. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований / Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. – М.: ИЦ «Академия», 2004. – 336 с.
11. Кохан С.С. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи / С.С. Кохан, А.Б. Востоков. – К.: Вища школа, 2009. – 511 с.
12. Красовский Г.Я. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды / Г.Я. Красовский, В.А. Петросов – Х.: ХАИ, 1999. – 206 с.
13. Лабудина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / Лабудина И.А. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
14. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков / И.К.Лурье. – М.: КДУ, 2008, – 424 с.
15. Основы экологии и природопользования / [Дикань В.Л., Дейнека А.Г., Позднякова Л.А. и др.]. –Х.: Олант, 2002. – 382 с.
16. Паршина О.И. ДЗЗ – инструмент контроля и управления / О.И. Паршина, А.Ю. Панкратов // Аэрокосмический вестник. – 2005. – № 4 – С.31-33.
17. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.



- 
18. Шипулін В.Д. Основні принципи геоінформаційних систем / Шипулін В.Д. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 313 с.
  19. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
  20. Якунина И.В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг / И.В. Якунина, Н.С. Попов. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.

**Пашков Д.П., Шевченко Р.Ю.**

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА ГИС-ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭКОЛОГО-АНТРОПОГЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ**

*В статье рассматривается алгоритм заключения специальных карт эколого-антропогенного содержания на основе фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования. Алгоритм состоит из многофункциональных процедур определения параметров геодезической основы экологических карт, критериев выбора космического изображения в зависимости от необходимости решения задач экологической безопасности, приемов интерпретации (дешифровки) космических снимков и создания соответствующей картографической модели в среде геоинформационных систем. Алгоритм прошел успешную апробацию при создании ГИС экологической безопасности Донбасса, атрибутивная база данных которой включала пакет разноформатных данных дистанционного зондирования. Представлен фрагмент ГИС-карты объектов критической инфраструктуры Донецкой и Луганской областей. Сформулированы рекомендации по применению диапазонных данных в космических снимках для более точной и адекватной интерпретации материалов загрязнения окружающей природной среды.*

**Ключевые слова:** картографическая модель, космическое геоизображение (снимок), алгоритм, экологический мониторинг, фотограмметрическая обработка.

**Pashkov D.P., Shevchenko R.Yu.**

### **IMPROVING THE ALGORITHM OF GIS-DESIGNING CARTOGRAPHIC MODELS OF ECOLOGICAL AND ANTHROPOGENIC CONTENT**

*The article deals with the algorithm of laying special maps of ecological and anthropogenic content on the basis of photogrammetric processing of remote sensing data. The algorithm consists of multifunctional procedures for determining the parameters of the geodetic basis of ecological maps, criteria for choosing a space image, depending on the need to solve environmental safety problems, techniques for interpreting (decoding) space images and creating an appropriate mapping model in the environment of geographic information systems. The algorithm was successfully tested during the creation of GIS environmental safety Donbass, whose attributive database included a package of diverse data remote sensing. Represented a fragment of the GIS map of objects of critical infrastructure of Donetsk and Lugansk regions. Recommendations for the application of range data in space images for more accurate and adequate interpretation of environmental pollution materials are formulated.*

**Key words:** cartographic model, space geoimage (image), algorithm, ecological monitoring, photogrammetric processing.

### **REFERENCES**

1. Al-Tamymy, R.K.N. (2015). Vozmozhnosity yspolzovanyia kosmycheskykh system nabliudeniia dlia ekolohycheskoho monytorynha [Possibilities of using space surveillance systems for environmental monitoring], *Piata Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia «Suchasni napriamy rozvytku informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii ta zasobiv upravlinnia»*, April 23-24, 2015, Poltava, Baku, Kirovohrad, Kharkiv, p. 58.

- 
2. Al-Tamimi, R.K.N. and Lami, D.D.Kh. (2015). Kosmichnyi monitorynh yak kompleksnyi pidkhid kontroliu dovkillia [Space monitoring as an integrated approach to environmental control], *Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, yakist*, No.6(97), pp.64-67.
  3. Al-Tamimi, R.K.N. and Lami, D.D.Kh. (2015). Udoskonalennia metodyky pobudovy ekolohichnykh kart antropohennoho vplyvu na osnovi bahatospektralnykh znymkiv [Improvement of the method of constructing ecological maps of anthropogenic influence on the basis of multispectral photographs], *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku*, No. 3(35). – pp.61-64.
  4. Lialko, V.I., Fedorovskyi, O.D., and Kostiuhenko, Yu.V. (2006), *Bahatospektralni metody dystantsiinoho zonduvannia Zemli v zadachakh pryrodokorystuvannia* [Multi-spectral methods of remote sensing of the Earth in the problems of environment management], Naukova dumka, Kyiv, 357 p.
  5. Baranov, V.N., Boiko, E.H. and Krasnorulov, Y.Y. (1986), *Kosmycheskaia heodezyia* [Space geodesy], Nedra, Moskva, 408 p.
  6. Busuhyn B.S. and Harkusha, Y.N. (2000). *Ynstrumentaryi heoynformatsyonnuh system: spravochnoe posobye* [Geoinformation System Toolkit: reference manual], YRH «VB», Kyiv, 172 p.
  7. Busuhyn, B.S., Harkusha, Y.N., Seredynyn, E.S. and Haevenko, A.Yu. (2000). «Ynstrumentaryi heoynformatsyonnuh system: spravochnoe posobye» [Instrumentation of geoinformation systems: reference manual], YRH «VB», Kyiv, 172 p.
  8. Kats, Ya.H., Tevelev, A.V. and Poletaev, A.Y. (1988). *Osnovu kosmycheskoi heolohyy* [Fundamentals of space geology], Nedra, Moskva, 236 p.
  9. Klymenko, M.O., Pryshchepa, A.M. and Vozniuk, N.M. (2006). *Monitorynh dovkillia* [Environmental monitoring], Vydavnychiy tsentr «Akademiia», Kyiv, 360 p.
  10. Knyzhnykov, Yu.F., Kravtsova, V.Y. and Tutubalya, O.V. (2004). *Aerokosmycheskye metody heohrafycheskykh yssledovanyi* [Aerospace methods of geographic research], YTs «Akademiya», Moskva, 336 p.
  11. Kokhan, S.S. and Vostokov, A.B. (2009). *Zonduvannia Zemli: teoretychni osnovy* [Remote sensing of the Earth: theoretical foundations], Vyscha shkola, Kyiv, 511 p.
  12. Krasovskyi, H.Ya. and Petrosov, V.A. (1996). *Vvedenye v metody kosmycheskoho monitorynha okruzhaiushchei sredy* [Introduction to the methods of space monitoring of the environment], KhAY, Kharkiv, 206 p.
  13. Labudyna, Y.A. (2004). *Deshyfyrovanye aerokosmycheskykh snymkov* [Interpretation of satellite images], Aspekt Press, Moskva, 184 p.
  14. Lure, Y.K. (2008). *Heoynformatsyonnoe kartohrafyrovanye. Metody heoynformatyky y tsyfrovoi obrabotky kosmycheskykh snymkov* [Geoinformation mapping. Methods of geoinformatics and digital processing of satellite images], KDU, Moskva, 424 p.
  15. Dykan, V.L., Deineka, A.H. and Pozdniakova, L.A. (2002). *Osnovu ekolohyy y pryrodopolzovanyia* [Fundamentals of ecology and envirement management], Olant, Kharkiv, 382 p.
  16. Parshyna, O.Y. and Pankratov, A.Yu. (2005). DZZ – ynstrument kontroliia y upravleniia [Remote Sensing - control and managing tool], *Aerokosmycheskyi vestnyk*, No. 4, pp.31-33.
  17. Chandra, A.M. and Hosh, S.K. (2008). *Dystantsyonnoe zondyrovanye y heohrafycheskye ynformatsyonnye systemy* [Remote sensing and geographic information systems], Tekhnosfera, Moskva, 312 p.
  18. Shypulin, V.D. (2010). *Osnovni pryntsypy heoinformatsiinykh system* [Basic principles of geographic information systems], KhNAMH, Kharkiv, 313 p.
  19. Shovenherdt, R.A. (2010). *Dystantsyonnoe zondyrovanye. Modely y metody obrabotky yzobrazhenyi* [Remote sensing. Models and methods of image processing], Tekhnosfera, Moskva, 560 p.



- 
20. Yakunyna, Y.V. and Popov, N.S. (2009). *Metodu y pryboru kontrolia okruzhaiushchei sredy. Ekologicheskyy monitoryng* [Methods and instruments of environmental control. Environmental monitoring], Tamb. hos. tekhn. un-ta, Tambov, 188 p.

Рецензент: д.т.н., професор Боровий В.О., ПВНЗ «Університет новітніх технологій»

УДК 625.032

Задунай О.С., Азаров С.І.

## ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

У статті розглянуто сучасний стан розроблення аналізу системних ризиків. Наведено деякі підходи, принципи та методи прогнозування ризиків пов'язаних з виникненням надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, які використовуються для своєчасного прогнозування виникнення НС і виявлення їх на стадії зародження. Запропоновано інструментарій для здійснення аналізу й оцінення прогнозованих параметрів антропогенних впливів.

**Ключові слова:** надзвичайна ситуація, збитки, ризик, прогнозування, антропогенний вплив, небезпека, математична модель, моніторинг.

### Вступ

Захист населення й території від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру охоплює систему організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів щодо запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків [1]. Згадані вище заходи реалізуються центральними й місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами і засобами підприємств, установ та організацій незалежно від форм власності і господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення та територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля [2].

Надзвичайна ситуація (НС): стан, що склався на певній території в результаті промислової аварії, іншої небезпечної ситуації техногенного характеру, катастрофи, небезпечного природного явища, стихійного чи іншого лиха, які спричинили або можуть спричинити людські жертви, заподіяння шкоди здоров'ю людей або навколишньому середовищу, значні матеріальні збитки та порушення умов життєдіяльності людей.

Захист населення в НС організують і здійснюють згідно з такими основними принципами [3]:

- пріоритетність завдань, спрямованих на рятування людей та збереження довкілля;
- безумовне надання переваги раціональній та превентивній безпеці;
- вільний доступ населення до інформації про захист населення і територій;
- особиста відповідальність і піклування громадян про власну безпеку, неухильне дотримання ними правил безпеки та дій в надзвичайних ситуаціях;
- відповідальність у межах своїх повноважень посадових осіб за дотримання вимог закону;
- обов'язкова завчасна реалізація заходів, спрямованих на запобігання виникненню НС техногенного і природного характеру та мінімізація їх негативних психосоціальних наслідків;