

УДК 528.8/9:626/628

## СТРУКТУРА БАНКІВ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ГІС УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ МОРСЬКИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ВОД УКРАЇНИ

*Трофимчук О.М.<sup>1</sup>, Радчук В.В.<sup>1</sup>,*

*Красовський Г.Я.<sup>1</sup>, Андреев С.М.<sup>2</sup>, Клочко Т.О.<sup>2</sup>, Крета Д.Л.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору при НАН України*

<sup>2</sup>*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського «ХАІ»*

*E-mail: dimk@xai.edu.ua*

Створення ДДЗ/ГІС технології картографічного забезпечення підтримки рішень з питань управління охороною територіальних вод і морських економічних зон, та навколишнього природного середовища в приморських регіонах Азовського і Чорного морів від негативних впливів на їх сталий стан природних і техногенних чинників, а також планування заходів по попередженню і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

**Ключові слова:** геоінформаційні системи, космічні знімки, управління ресурсами, природне навколишнє середовище, морські територіальні води

### ВСТУП

Для вирішення практичних завдань інформаційного забезпечення завдань управління охороною і раціональним використанням ресурсів морської економічної зони України в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України створений спеціалізований програмно – технологічний комплекс формування і підтримки фондів космічних знімків приморських областей України і її територіальних вод. До них включалися оперативні і архівні знімки повної лінійки розрізнення із широким діапазоном значень показника оперативності. Знімки отримувалися з сайту компанії Digital Globe згідно технології, розробленої і наведеної в роботі [1].

### 1. ДИНАМІЧНІ ФОНДИ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ТА БАНКИ ДАНИХ ПАРАМЕТРІВ АНТРОПОГЕННИХ І ПРИРОДНИХ ЧИННИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ МОРЯ

Системний аналіз основних завдань моніторингу, оцінювання стану та якості територіальних морських вод України з метою забезпечення їх охорони і комплексного використання дав підстави для висновку про доцільність включення до спеціалізованих, предметно - орієнтованих фондів космічних знімків з наступних супутників:

METEOSAT – європейський геостационарний супутник. На сервері <http://www.nottingham.ac.uk/pub/sat-images/> представлені нові і архівні зображення з нього. Найновіші знімки знаходяться на цьому сервері за адресою: <http://www.nottingham.ac.uk/meteosat/graphif.shtml/shtml>.

GMS – японський геостационарний супутник, дані по спектральних діапазонах у глобальному (півкуля) або регіональному масштабі архівуються за останні декілька днів за адресою: <ftp://rsd.gsfc.nasa.gov/pub/Weather/GMS-5/gif/mapped/>.

NOAA - джерело необроблених даних AVHRR – інтерактивний супутниковий архів – за адресою: <http://www.saa.noaa.gov>.

Супутники Sea Star і TERRA (сканери Sea WIFS, MODIS, MISR):

SeaWIFS (американський супутник Sea Star) – це сканер низького просторового розрізнення (1100 м) з 8 спектральними зонами в діапазоні 0.402 - 0.885 мкм.

Сканер MODIS (американський супутник TERRA) має просторовий дозвіл від 250 до 1000 м у 36 спектральних каналах і його дані безкоштовні. Адреса зрзків знімків - <http://www.scanex.ru/rus/gallery/gallery.htm>, а глобального каталогу - <http://modis-250m.nascom.nasa.gov/getdata/browsenew/index.asp>.

Дані доступні і через універсальний каталог EOS Data Gateway: <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>.

Сканер MISR (Multiangle Imaging SpectroRadiometer) на супутнику TERRA, забезпечує зйомку під дев'ятьма кутами одночасно, і таким чином повно описує відбивні характеристики об'єктів земної поверхні. Опис інструменту приведений за адресою <http://www-misr.jpl.nasa.gov/>, а знімки - за адресою <http://eosweb.larc.nasa.gov>.

Геоінформація від супутників Sea Star і TERRA на полярних орбітах (сканери SeaWIFS, MODIS, MISR) має середнє і низьке розрізнення, середнє охоплення. Знімки розповсюджуються безкоштовно.

Супутники середнього просторового розрізнення Landsat TM і ETM+:

Сканери MSS (Multispectral Scanner) і TM (Thematic Mapper) на американських супутниках Landsat підтримують масив багаторічних цифрових космічних зйомок. Супутники Landsat працюють на полярних сонячно-синхронних орбітах, частота повторної зйомки на екваторі 16-18 днів (залежно від супутника). Дані MSS (розрізнення 80 м, 4 широких спектральних зони у діапазоні 0.5 – 1.1 мкм), дані TM (розрізнення 30 м у оптичному, ближньому і середніх інфрачервоних зонах, 120 м в тепловому діапазоні, сім спектральних зон в діапазоні 0.45 – 12 мкм). Смуга огляду для обох сканерів – близько 185 км. Зараз в активному режимі знаходяться КА Landsat-5 (1984 р.) та Landsat-7 (1999 р.). Інформацію можливо отримати на сайті <http://glovis.usgs.gov/>.

Космічна система SPOT (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) має дві оптико - електронні камери HRV (High Resolution Visible). Геометрична роздільна здатність даних Spot при панхроматичному зніманні складає 10 м, при багатозональному – 20 м. Крім високої роздільної здатності цих знімків, є можливість отримання стереопар (за два витки). На космічному апараті Spot-4 встановлено покращений багатоспектральний радіометр HRVIR (High Resolution Visible InfraRed), в якому замість панхроматичного діапазону використовується середній інфрачервоний діапазон, а також є можливість використання одночасно двох камер.

Значна кількість завдань управління охороною і раціональним використанням поверхневих вод вимагає використання знімків із розрізненням до 1 м, наприклад, із супутників ICONOS, QuickBird та їх аналогів, які отримувалися за адресою: [www.maps.google.com](http://www.maps.google.com).

В структурі програмного комплексу підтримки створених фондів розрізняють - каталог, картограму і, власне, космічні знімки з анотацією на дисках DVD. Каталог містить інформацію про наявність знімків у фонді станом на визначену дату. Приклад розділу каталогу наведено в табл.1. Технічні параметри апаратури ДЗЗ кожного супутника відомі. Для наочності, на прикладі для супутника NOAA вони наведені в табл. 2.

Таблиця 1

Склад фонду космічних знімків Чорного та Азовського морів станом на 1.12.09

Космічний апарат	Кількість знімків на Чорне море	Кількість знімків на Азовське море	Тип носія та його номер у архіві
NOAA	4		Диск №1, директорія NOAA
TERRA	4		Диск №1, директорія TERRA
SPOT	8	6	Диск №1, директорія SPOT
LANDSAT	14	7	Диск №1, директорія LANDSAT
QuickBird	12	15	Диск №1, директорія QuickBird

Таблиця 2

Характеристика оптико - електронних систем NOAA

Прилад	Спектральний діапазон	Розрізненість (км)	Полоса знімання, (км)	Період повторної зйомки
AVHRR	0.58 – 0.68 мкм 0.725 – 1.1 мкм 3.55 – 3.93 мкм 10.3 – 11.3 мкм 11.4 – 12.4 мкм	1.1	3000	6 за добу
MSU	50,30 ГГц 53,74 ГГц 54,96 ГГц 67,95 ГГц	115,0	2348	6 за добу
AVSU-A	23,8 ГГц 31,4 ГГц 50,3 – 57,3 ГГц (12 каналов) 89 ГГц	50,0	2054	6 за добу
AVSU-B	89 ГГц 150 ГГц Три канала близько 183 ГГц	50,0	2054	6 за добу
HIRS/3	0.69 мкм 3.76 – 4.57 мкм 6.7.2 – 14.95	20,0	2240	6 за добу

Для представлення наявності інформації та пошуку матеріалів космічної зйомки у архіві складаються картограми. Картограми відображають топографічну карту відповідної території з накладеними на неї прямокутниками – кадрами та стрічками зйомки, окремо для кожного виду знімків.

Наприклад, картограма покриття знімками NOAA території України, включених до фонду, приведена на рис. 1.

Кожен з них супроводжується анотацією, яка містить наступні дані:

NOAA\_17 – назва супутника та його номер;

180909 – дата зйомки: 18 – число, 09 – місяць, 09 – рік.

084840 – час прийому 08 – годин, 48 – хвилин, 40 – секунд.

Знімки надаються у форматах HRP та JPEG (для огляду) і супроводжуються інформацією про калібровку.

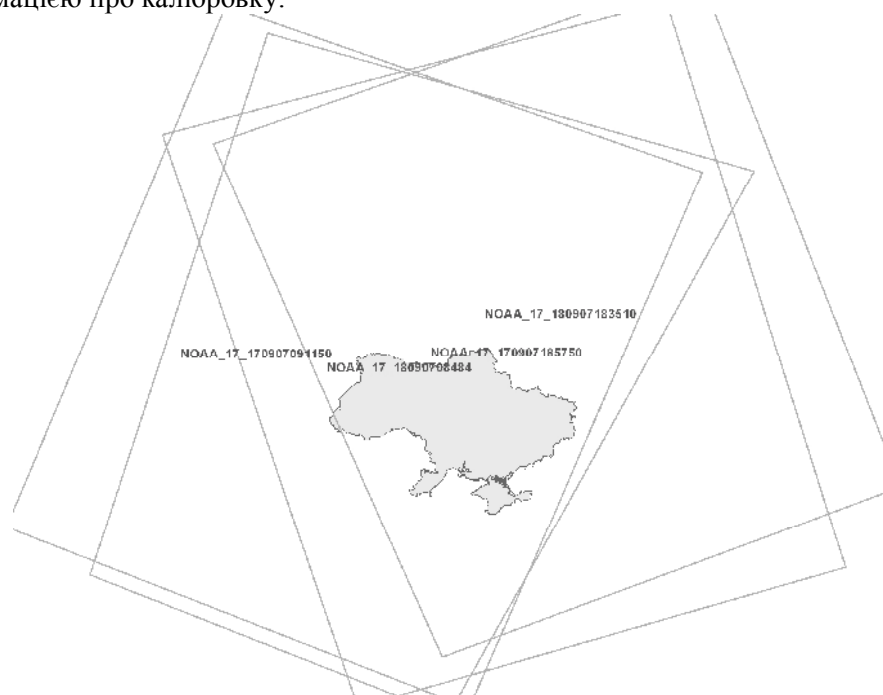


Рис. 1. Картограма покриття знімками NOAA території України.

Особливу практичну цінність для більшості практичних завдань охорони стану та якості морських вод виключної (морської) економічної зони України мають космічні знімки надвисокого розрізнення. У створених їх спеціалізованих динамічних фондах це серії знімків ICONOS і Quick Bird. Для прикладу, наведемо структуру розділу фонду серії космічних знімків Quick Bird.

Компанія Digital Globe отримує з супутника Quick Bird кольорові зображення земної поверхні з розрізненням 0,61 м панхроматичного) та 2,44 м (багатоспектрального кольорового) зображення.

Характеристики оптико - електронної системи Quick Bird приведені в табл.3.

Таблиця 3

## Характеристики оптико - електронної системи Quick Bird

Прилад	Спектральний діапазон, (нм)	Роздільна здатність (м)	Полоса знімання, (км)	Період повторної зйомки (дів)
QuickBird	450-900	0,61	16,5	1-5
	450-520	2,44		
	520-600			
	630-690			
	760-900			

Назва файлу знімка Mariupol\_DG\_20020901\_(L17)\_1-2 складається з наступних даних:

Mariupol – назва найближчого географічного об'єкта;  
 DG – джерело надходження знімка, ресурс DigitalGlobe;  
 20020901 – дата зйомки: рік, місяць, день;

L17 – рівень деталізації знімка, відповідно L16- 3,3 м у пікселі, L17- 1,6 м у пікселі;

1-2 – 1-номер стрічки, 2-номер кадру.

Папка знімка вміщує файли:

Mariupol\_DG\_20020901\_(L17)\_1-2.jp2 – зображення знімка, формат JPEG-2000;

Mariupol\_DG\_20020901\_(L17)\_1-2.jp2.aux.xml – опис знімка;

Mariupol\_DG\_20020901\_(L17)\_1-2.jp2w – World-файл для ArcGIS;

Mariupol\_DG\_20020901\_(L17)\_1-2.map – файл прив'язки для OziExplorer;

Mariupol\_DG\_20020901\_(L17)\_1-2.prj – інформація про проекцію;

Mariupol\_DG\_20020901\_(L17)\_1-2.tab – файл прив'язки для MapInfo.

Зразки спектральних знімків із супутника QuickBird приведено на рис. 2 –3.

Картограма покриття знімками Quick Bird узбережжя Азовського моря – на рис. 4.

Для завдань тематичного дешифрування космічних знімків зі створених їх динамічних фондів розроблялися банки даних параметрів антропогенних і природних чинників впливу на стан і якість поверхневих вод. Джерелами первинної інформації цих банків даних являються відповідні управління обласних державних адміністрацій, а також різноманітні довідники і дані статистичної звітності.



Рис.2. Фрагмент спектрального знімка акваторії Чорного моря (Іллічівськ) із супутника QuickBird.



Рис.3. Фрагмент спектрального знімка акваторії Азовського моря (Маріуполь) із супутника QuickBird.



Рис.4. Картограма покриття знімками QuickBird узбережжя Азовського моря.

Спеціалізовані фонди космічних знімків територіальних вод України і банки даних параметрів антропогенних і природних чинників впливу на їх стан і якість за період 2000-2009р.р. створені і постійно підтримуються в рамках НДР „Розробка і впровадження технологій дистанційного моніторингу морських акваторій і регіональних комп’ютерних систем картографічного забезпечення управління екологічною безпекою в системах «приморський регіон – прибережна зона моря – морська економічна зона» - № ДР 0109 U008910С.

## 2. КАРТОГРАФІЧНІ МОДЕЛІ СТАЛИХ РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД ЧОРНОГО І АЗОВСЬКОГО МОРІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДЗЗ

Прибережні вод Чорного і Азовського морів є важливою складовою рекреаційного потенціалу України. Оскільки вони забруднюються чисельними природними і антропогенними джерелами, актуальною лишається проблема реалізації ефективного моніторингу їх екологічного стану та якості. Один з ефективних підходів практичної реалізації такого моніторингу - використання ДЗЗГІС технологій. Такі технології були практично реалізовані з використанням космічних знімків прибережних вод і приморських регіонів Чорного і Азовського морів, отриманих за останні 10 років. Тематичне дешифрування знімків виконувалося як візуальними так і числовими методами з використанням попередньо розроблених таблиць дешифрувальних ознак забруднення морських вод. На векторній карті глибин морів М 1:200 000, засобами інструментів ГІС ARC/VIEW 9.2 визначалися сезонні контури просторового розподілу нафтопродуктів, зважених речовин, фітопланктону, як трасерів забруднення територіальних вод України. Базуючись на результатах тематичного дешифрування репрезентативної статистики космічних знімків різного розрізнення і параметрів оперативності були синтезовані картографічні моделі сталих ризиків забруднення прибережних вод Чорного і Азовського морів - рис. 5, 6. Ці моделі були впроваджені в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору

НАНУ в складі проекту „Розробка і впровадження технологій дистанційного моніторингу морських акваторій і регіональних комп’ютерних систем картографічного забезпечення управління екологічною безпекою в системах «приморський регіон – прибережна зона моря – морська економічна зона» - № ДР 0109 U008910С у 2007-2009р.р.

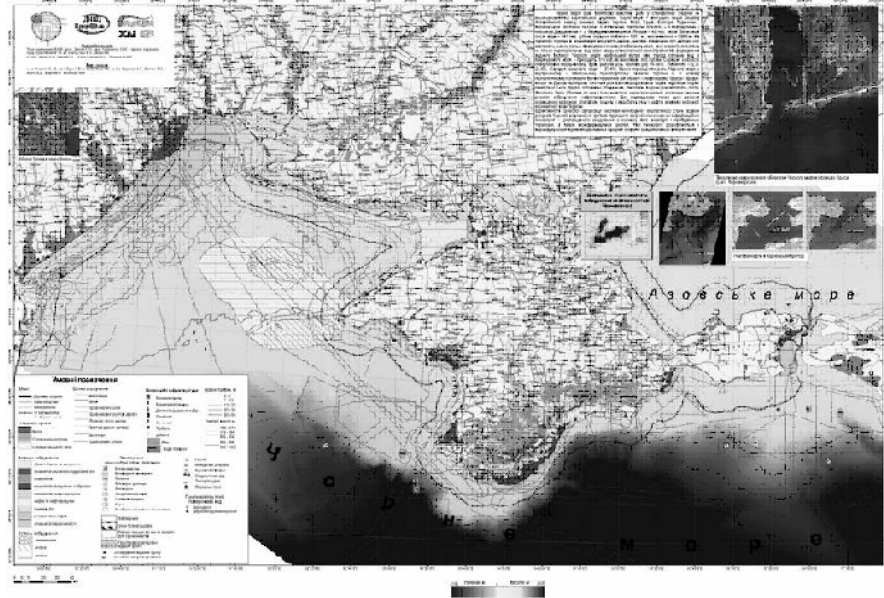


Рис.5. Екологічна карта Чорного моря.



Рис.6. Екологічна карта Азовського моря.



## Список літератури

1. Отримання геоінформації з мережі Інтернет для завдань космічного моніторингу екологічної безпеки регіонів / [Красовський Г.Я., Андреев С.М., Бутенко О.С., Крета Д.Л.] // Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ІПНБ, 2005. – №12. – С.100-142.

**Трофимчук А.Н. Структура банков космических снимков ГИС управления охраной морских территориальных вод Украины / А.Н. Трофимчук, В.В. Радчук, Г.Я. Красовський, С.Н. Андреев, Т.А. Ключко, Д.Л. Крета // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2010. – Т. 23 (62). – № 2 – С. 271-279.**

Создание ДЗЗ/ГИС технологий картографического обеспечения поддержки принятия решений в вопросах управления охраной территориальных вод и морских экономических зон и окружающей природной среды в приморских регионах Азовского и Черного морей от негативных влияний их на состояние природных и техногенных факторов, а так же планирование мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, космические снимки, управления ресурсами, природная окружающая среда, морские территориальные воды.

**Trofimchuk A.N. Structure of banks of space images for GIS management the guard of salt territorial waters of Ukraine / A.N. Trofimchuk, V.V. Radchuk, G.Y. Krasovskiy, S.N. Andreev, D.L. Kreta // Scientific Notes of Taurida National V. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2010. – Vol. 23 (62). – № 2 – P. 271-279.**

Creation of RSE/GIS technology for cartographical maintenance to support decisions concerning management of protection of territorial waters and sea economic zones, and surrounding natural environment in seaside regions of the Azov and Black seas from negative influences on their constant condition of natural and technogenic factors, and also planning of actions for the prevention and liquidation of extreme situations consequences.

**Keywords:** geoinformation systems, space images, resource managements, natural environment, sea territorial waters

*Поступила в редакцію 12.04.2010 г.*