

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ІНТЕРАКТИВНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ
З ПИТАНЬ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ
УКРАЇНСЬКОГО СЕКТОРУ ЧОРНОГО МОРЯ

Г.Я. Красовський¹, В.В. Радчук², С.А. Загородня²

¹Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", вул. Чкалова, 17, Харків 61070, Україна, e-mail: g_krasovskiy@mail.ru

²Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Чоколівський бульв., 13, Київ 03186, Україна, e-mail: valentyn.radchuk@gmail.com

Визначено структуру і зміст геоінформаційних ресурсів інтерактивної системи підтримки рішень з питань управління екологічною безпекою територіальних вод України в Чорному морі. Ці ресурси ґрунтуються на методах тематичного дешифрування космічних знімків повної лінійки розрізнення та технологіях геоінформаційних систем.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, геоінформаційна система, гранично допустима концентрація, надвисокочастотний інфрачервоний діапазон, діелектрична проникність, ефективна площа розсіювання.

Вступ. Чорне море – об'єкт стратегічних інтересів України. Розвинуті внутрішні й зовнішні транспортні зв'язки через порти Одеси, Іллічівська, Южного, Миколаєва, Херсона, колосальний рекреаційний потенціал узбереж морів, запаси морепродуктів, сировини для хімічної промисловості, будівельних матеріалів, корисних копалин і багато чого іншого обумовлюють важливу роль України в її геополітичному положенні. Водночас територіальні води і морська економічна зона українського сектору Чорного моря зазнають істотного антропогенного навантаження, що суттєво впливає на динаміку формування екологічного стану не тільки морських акваторій, а й приморських регіонів. Визнаючи необхідність спільних зусиль для збереження Чорного моря, країни Чорноморського басейну підписали Конвенцію про захист Чорного моря від забруднення (1992, Бухарест, Румунія). У розвиток положень Конвенції 22 березня 2001 р. Верховною Радою України була прийнята державна "Програма охорони та відтворення довкілля Чорного моря". Для ефективної реалізації положень цієї програми, а також зобов'язань України згідно з Конвенцією необхідно мати сучасну систему фонового, загального і кризового моніторингу територіального моря та виключної (морської) економічної зони України на Чорному морі, а також чинників антропогенного впливу на них. Елементи такої системи як основа підтримки рішень з виконання положень "Конвенції..." функціонують у рамках "Порядку державного моніторингу вод", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. за № 815 [6]. Ефективність зазначеної системи можна істотно підвищити, за-

стосовуючи результати тематичного дешифрування космічних знімків, які отримують користувачі у формі геомоделей з атрибутивними даними у вигляді таблиць або текстів. У цій статті наведено результати синтезу інформаційних ресурсів геоінформаційної системи (ГІС) управління екологічною безпекою територіальних морських вод України на Чорному морі, макет якої розроблено в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору (ІТГІП) НАН України.

Головні чинники забруднення українського сектору Чорного моря. Антропогенне забруднення територіальних вод Чорного моря зумовлюють такі процеси:

- накопичення хімічних токсичних речовин у біоті;
- мікробіологічне забруднення;
- зниження біологічної продуктивності;
- прогресуюча евтрофікація й виникнення мутагенезу та канцерогенезу;
- порушення стійкості екосистем.

До основних чинників забруднення територіальних вод України на Чорному морі належать: 1) річковий стік; 2) скиди промислових, побутових і каналізаційних стічних вод, а також поверхневого стоку з територій приморських міст; 3) аварійні скиди нафтопродуктів під час їх транспортування танкерним флотом або підводними трубопроводами, побудова морських платформ для пошуку і розробки родовищ вуглеводнів, підводні викиди нафти та газу; 4) безпосереднє надходження забруднювальних речовин внаслідок господарської діяльності на шельфі; 5) атмосферні опади.

Чинники 1 і 2 впливають на рівень забруднення територіального моря постійно, чинники

3–5 – епізодично, залежно від характеру непрогнозованого збігу обставин природного й техногенного походжень. Проведені в останні роки комплексні дослідження показали стійке забруднення Чорного моря. Морська вода й донні осадки містять у різних концентраціях практично всі забруднювальні речовини, які перевищують значення гранично допустимої концентрації (ГДК) і трапляються найчастіше в окремих районах великих міст і особливо у гирлах великих річок.

Понад 60 % забруднювальних речовин Чорного моря надходить з річковим стоком із усього басейну – території близько 20 країн індустріальної Європи. Головним чинником антропогенного забруднення північно-західної частини Чорного моря в межах України є стік основних європейських рік – Дніпра, Дунаю, Дністра й Південного Бугу, що вносить у морські води більше 296 км³ забруднених річкових вод [9]. До складу забруднювальних речовин входять мінеральні добрива, органічні речовини, нафтопродукти, промислові відходи. До цього чинника додаються забруднення від військової активності, морського і річкового транспорту, збільшення обсягів перевезень сирової нафти й нафтопродуктів, видобутку нафти й газу на шельфі. У загальне забруднення морського середовища свій внесок робить і вторинне забруднення, спричинене нагромадженням забруднювальних речовин у донних осадах і в живих придонних організмах. На якість прибережних вод Чорного моря впливають берегові джерела антропогенного забруднення, передусім відходи великих населених пунктів на узбережжі, скиди промислових підприємств, муніципальні стічні води, зливи й дощові стоки з берегової прибережної водозбірної зони, інфраструктура судноплавства – порти, судноремонтні та суднобудівні заводи, якірні стоянки, днопоглиблювальні заходи. Слід зазначити, що в акваторіях українських портів за останні роки спостерігається стабілізація рівня нафтових забруднень продуктів (ГДК – 0,05 мг/л). А ось для донних осадків портових акваторій характерно регулярне нагромадження продуктів антропогенного походження. У зв'язку зі зниженням кисневого режиму придонних шарів води знижується окисний потенціал, відбувається деградація хімічних сполук у донних осадах. Так, у донних осадах деяких портів зафіксовано високі значення концентрації нафтопродуктів, важких металів, фенолів, СПАР та інших токсичних сполук. Це призводить до вторинного забруднення морської води під час проведення днопоглиблювальних робіт і дампінгу. Зауважимо, що одним з важливих джерел надходження забруднювальних речовин у прибережні райони є аварійні ситуації під час проведення вантажно-розвантажувальних робіт нафтопродуктів та інших речовин у портах, а також

аварійні викиди з очисних муніципальних споруд. На стан прибережних вод Чорного моря в районах великих міст істотно впливає поверхневий стік, який формується в періоди інтенсивного танення снігів і зливових опадів. Через відсутність централізованої зливової каналізації й очищення в деяких приморських містах цей стік транспортує в море забруднювальні речовини, зокрема нафтопродукти, феноли, тетраетилсвінець, бензопирени та ін.

Інформаційний фонд ГІС підтримки рішень з питань управління екологічним станом морських акваторій. Інформаційна підтримка прийняття рішень щодо планування природоохоронних заходів, мета яких – забезпечення національних і міжнародних вимог до рівня екологічної безпеки акваторій територіальних вод і морської економічної зони українського сектору Чорного моря, ґрунтується на аналізі складових бази даних щодо геопросторових та технологічних параметрів чинників збудження показників екологічного стану морських екосистем. Сучасним підґрунтям методології синтезу такої бази даних є технології ГІС і методи тематичного дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [3]. За технологіями ГІС будують картографічні зображення просторово розподілених об'єктів із заданими типами зв'язків відповідно до інформації, яку накопичено в базах даних тими чи іншими методами моніторингу або яка характеризує техніко-економічні параметри цих об'єктів. Крім того, ці технології дають змогу:

- забезпечувати користувача широким спектром інструментів аналізу наявної інформації, відкривати не відомі раніше характеристики, зв'язки, закономірності, тенденції змін досліджуваних об'єктів і процесів, можливості динамічного аналізу і відображення даних, і, отже, спостерігати за часовими змінами їх стану;
- візуалізувати географічну інформацію, в тому числі отриману методами ДЗЗ;
- розширювати функціональні можливості під потреби конкретного користувача, використовуючи вмонтовані середовища програмування, а також зовнішні програмні модулі.

Всі сучасні ГІС-платформи містять вичерпний набір функцій запитів. Завдяки цьому можна створювати множину різних об'єктів, у тому числі й просторових, на базі заданих критеріїв, які, в свою чергу, також можна формувати в категоріях просторових відношень. Найпростіша форма просторових запитів полягає в отриманні характеристик об'єкта за вказівкою його курсором на моніторі і навпаки, коли відображаються об'єкти за вказаними їхніми атрибутами. У розвинутих ГІС-платформах допускається відбирати об'єкти за заданою ознакою, наприклад, віддалення від одно-

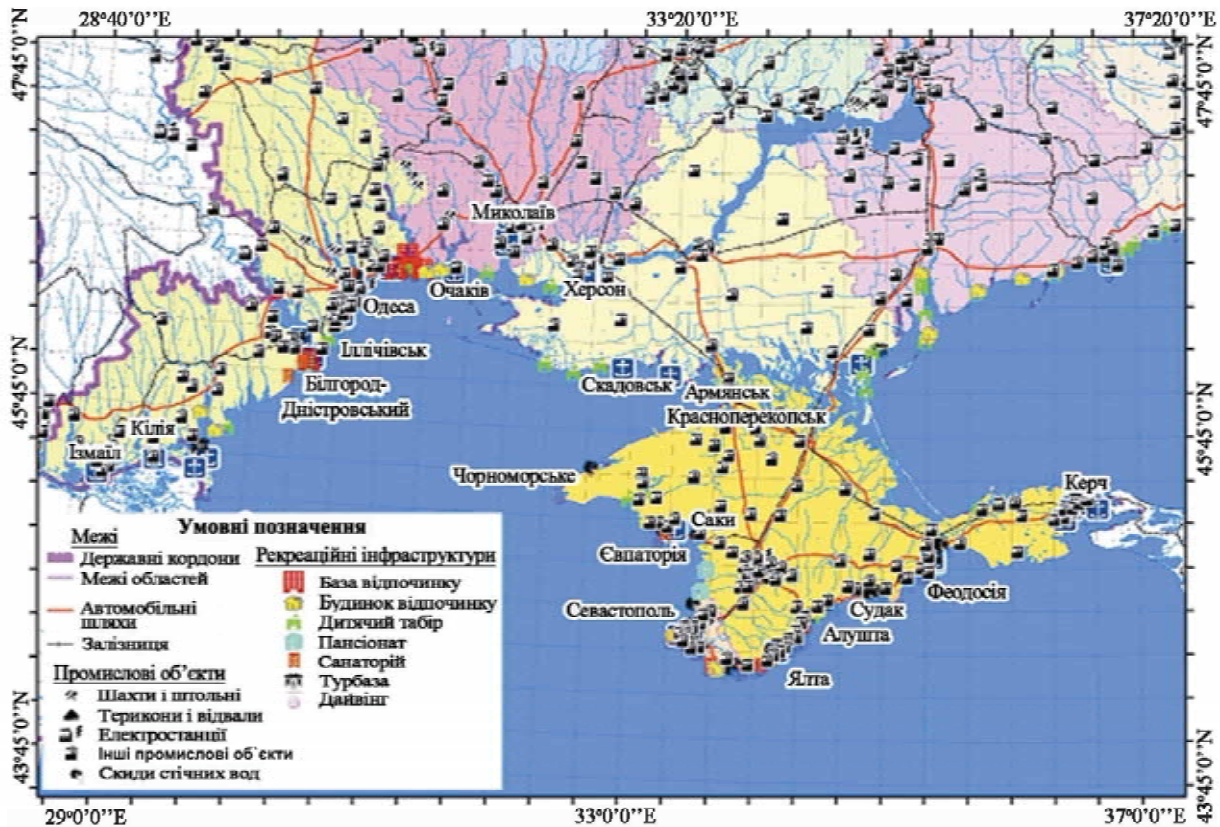


Рис. 1. Техногенне навантаження прибережних територій українського сектору Чорного моря

Fig. 1. Man-caused load of the Black Sea Ukrainian sector coastal territory

го з них, суміжності, збігання за заданими критеріями тощо. Просторовий аналіз має також функції розрахунку топографічних параметрів місцевості – відстані, площини, кути. Важлива особливість ГІС-платформ полягає у тому, що є можливість виводити графічну інформацію на принтер чи плотер з використанням широкої кольорової гами, а текстову чи графічну – на принтери відповідних форматів. Цю інформацію можна також передавати по Інтернету.

Виходячи з можливостей сучасних ГІС-платформ в ІТГІП НАН України на базі програм ARC\VIEW 10.0 розроблено макет інтерактивної системи картографічної підтримки завдань управління екологічною безпекою територій прибережних областей та українського сектору акваторії Чорного моря.

Топографічною основою системи визначено:

- векторні топографічні карти територій приморських областей у масштабах 1 : 100 000 – 1 : 200 000;
- векторна карта глибин Чорного моря в масштабі 1 : 200 000.

Тематичні геомоделі екологічного змісту для територій причорноморських областей об'єднано у такі розділи:

- техногенні й природні чинники екологічної безпеки;
- відновлювальні природні ресурси, їх екологічний стан;

- об'єкти природно-заповідного й рекреаційного фондів.

Кожен розділ охоплює індивідуальний набір геопросторових тематичних шарів у векторній або растровій формах, а також атрибутивних даних у табличній або текстовій формах стосовно кожного з включених до цих шарів об'єктів. На рис. 1 наведено приклад геомоделі техногенного навантаження територій причорноморських областей.

Геомоделі техногенного навантаження українського сектору морської акваторії складаються з таких тематичних шарів:

- морські й річкові порти;
- судноплавні шляхи й канали;
- виділені райони морських акваторій (якірні стоянки, місця затоплених суден і вибухонебезпечних речовин);
- звалища ґрунту;
- морські бурові платформи пошуку і видобутку природного газу й нафти;
- скиди стічних вод.

На рис. 2 наведено приклад геомоделі просторового розподілу чинників техногенного навантаження ділянки українського сектору Чорного моря.

До її змісту включені: урбанізовані території; морські й річкові порти; судноплавні шляхи й канали; виділені райони морських акваторій (місця, очищені від мін і відкриті для судноплавства, якірні стоянки, поховання вибухонебезпечних речовин, рибальські угіддя).

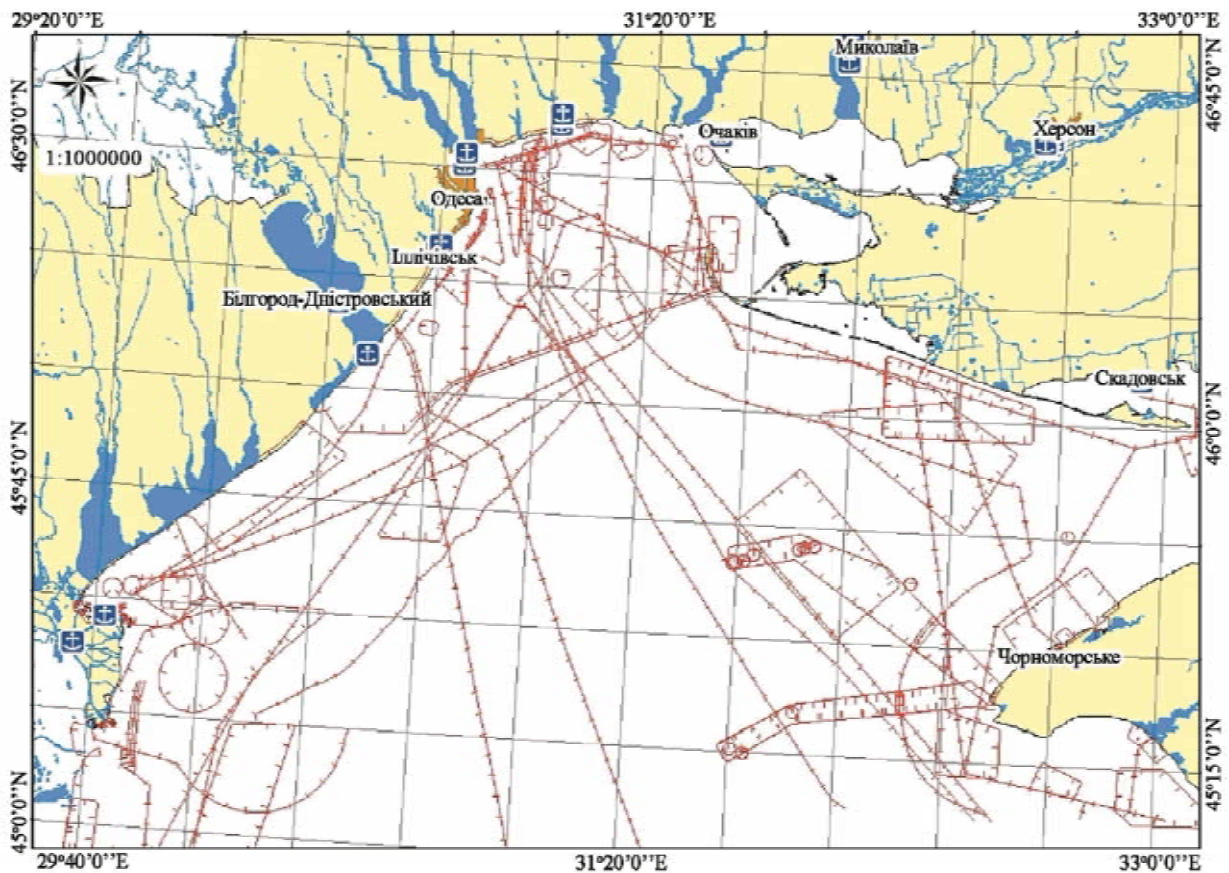


Рис. 2. Просторовий розподіл чинників техногенного навантаження північно-західної частини Чорного моря
 Fig. 2. Spatial distribution of man-caused load factors within north-west part of the Black Sea

Прояви впливу цих чинників на екологічний стан морських вод можна реалізувати в режимі його моніторингу. Як зазначено вище, сучасна концепція моніторингу екологічних показників стану морських вод базується на методах ДЗЗ.

У створеній у ІТГПІ НАН України спеціалізованій інтерактивній системі ці методи залучені до вирішення завдань синтезу картографічних моделей зон впливу на екологічні показники морських вод не тільки чинників їх техногенного навантаження у сталих і аварійних режимах їх функціонування, а й природних процесів [1, 10]:

- абразії берегів;
- винесення річкового і поверхневого стоку з урбанізованих територій;
- евтрофікації морських вод.

Для цього було залучено космічні знімки повної лінійки роздільності з широким діапазоном оперативності: від декількох десятків хвилин (знімки NOAA, геопортал <http://www.saa.noaa.gov>, рис. 3) до декількох десятків діб (знімки надвисокого розрізнення QuickBird, Ikonos, Aster і деяких інших). Частина з них знаходяться на порталі: <http://www.spaceimaging.com>. Зразки таких знімків показано на рис. 3–6.

Тематичним дешифруванням подібних знімків синтезовано картографічні моделі просторового розподілу забруднень морських акваторій

під впливом техногенних або природних чинників. Теоретичне підґрунтя такого дешифрування базується на аналізі просторового розподілу зональних яскравостей водної поверхні, що знає впливу завислих речовин на глибину формування зворотного дифузного розсіювання або поверхневих плівок, наприклад, нафти чи нафтопродуктів [7]. Наявність суттєвих розбіжностей у розподілі яскравостей водних поверхонь з аномальними концентраціями завислих речовин різного походження у визначених ділянках оптичного діапазону ілюструє рис. 7. Саме внаслідок цих розбіжностей можна синтезувати картографічні моделі забруднених морських акваторій під впливом техногенних і природних чинників (рис. 8), а також просторового розподілу фітопланктону (рис. 9). Технології такого синтезу запропоновано в монографіях [4, 5] та докторській дисертації [2].

Окрема проблема екологічної безпеки морських акваторій – нафтові забруднення, особливо під час аварійних ситуацій на підводних нафтогонах, судах, морських платформах. Такі забруднення моря достатньо надійно ідентифікуються на космічних знімках як оптичного, так й надвисокочастотного (НВЧ) діапазонів [8]. Одна із суттєвих переваг знімків НВЧ-діапазону полягає у можливості їх отримання незалежно від хмарності

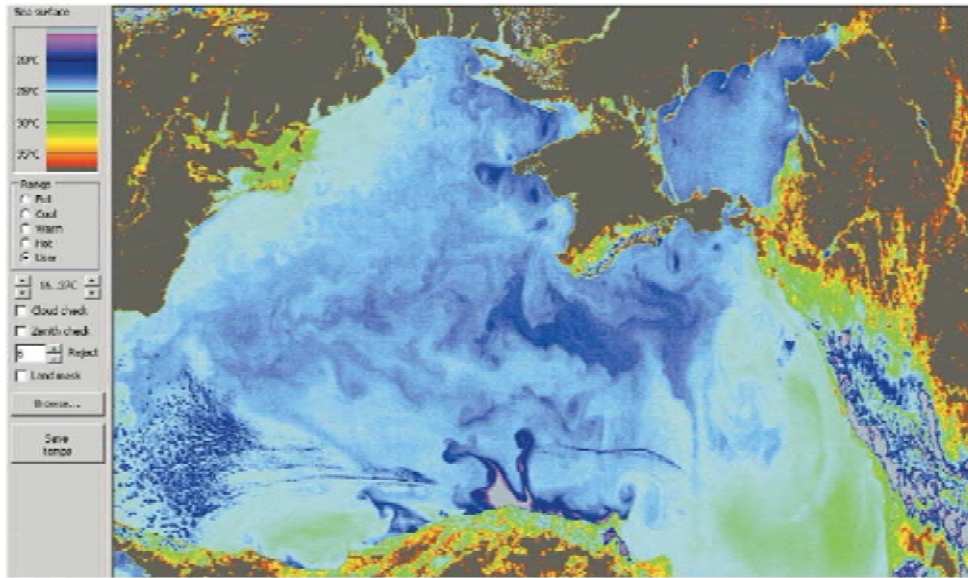


Рис. 3. Розподіл температур поверхні Чорного моря (знімок NOAA)
 Fig. 3. Temperature distribution on the Black Sea surface (NOAA image)



Рис. 4. Акваторія порту Іллічівськ (знімок QuickBird)
 Fig. 4. Illichivsk Port water area (Quick Bird image)



Рис. 5. Винесення стоку Дунаю (знімок IKONOS)
 Fig. 5. The Danube River flow export (IKONOS image)



Data set: ASTER LIB REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V003
 Granule: SC:AST_L1B:003:2012933663
 Local granule ID: AST_L1B-003_07092000092253_050820030849411.hdf
 Acquired: on 2000-07-09 09:22:53.0Z
 Center lat/lon: 46.65° Lat, 30.61° Lon

Рис. 6. Абразія берегів в Одеській обл. (знімок Aster)
 Fig. 6. Marine erosion in Odessa region (Aster image)

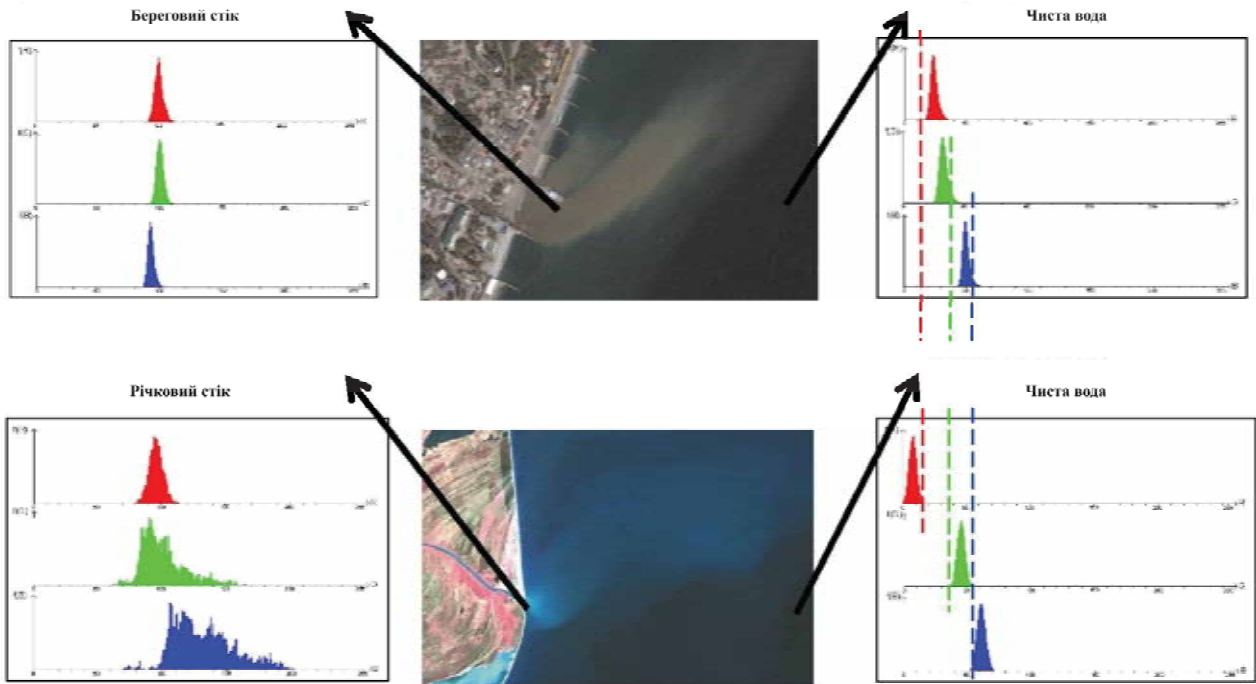


Рис. 7. Гістограми яскравостей в “червоній”, “зеленій” і “блакитній” ділянках оптичного діапазону поверхонь забруднених і умовно чистих ділянок моря

Fig. 7. Intensity histogram in “red”, “green” and “blue” sites of the optical spectrum of the contaminated and conditionally clean sea areas

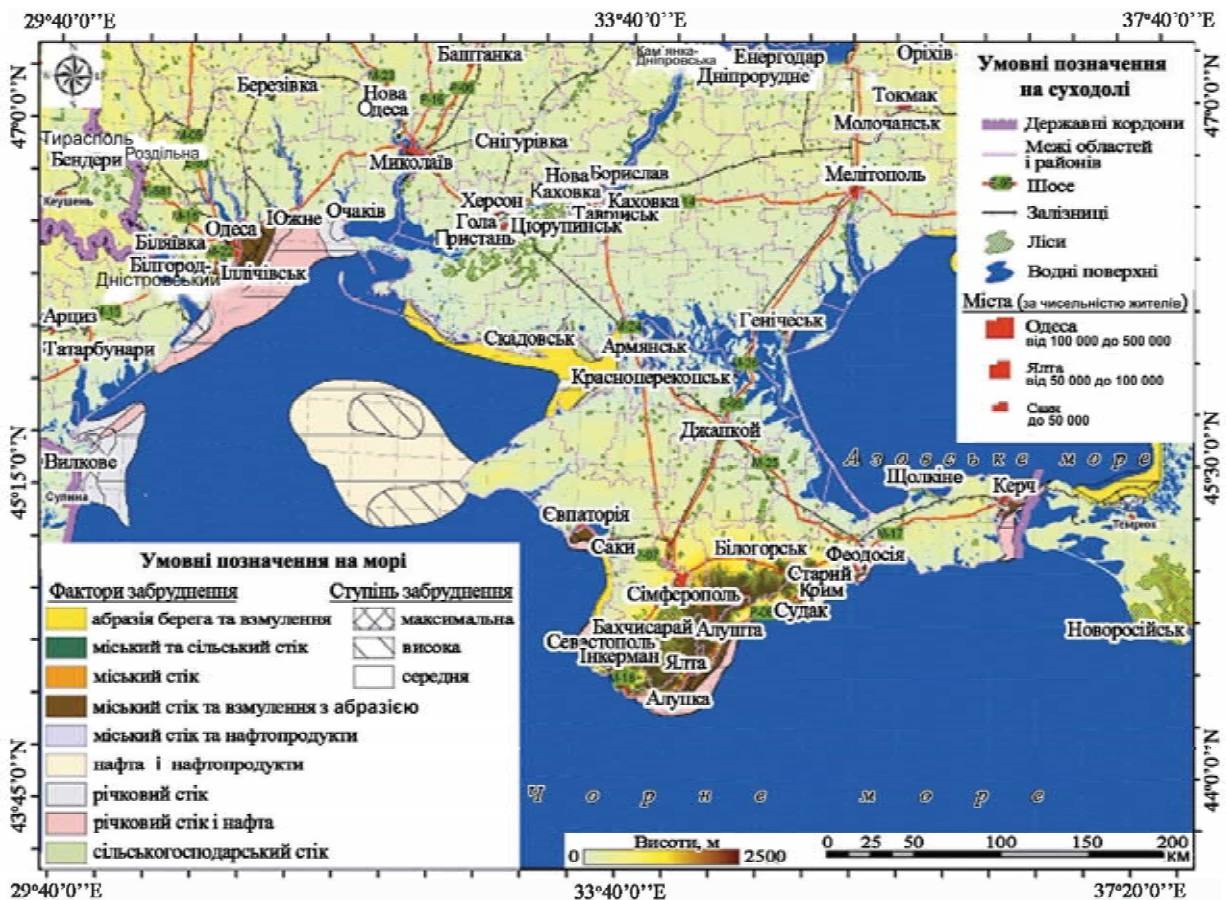


Рис. 8. Забруднення територіальних вод моря поверхневим стоком урбанізованих територій і забрудненим річковим стоком

Fig. 8. The Sea territorial waters contamination by effluent stream from urban areas and polluted river run-off

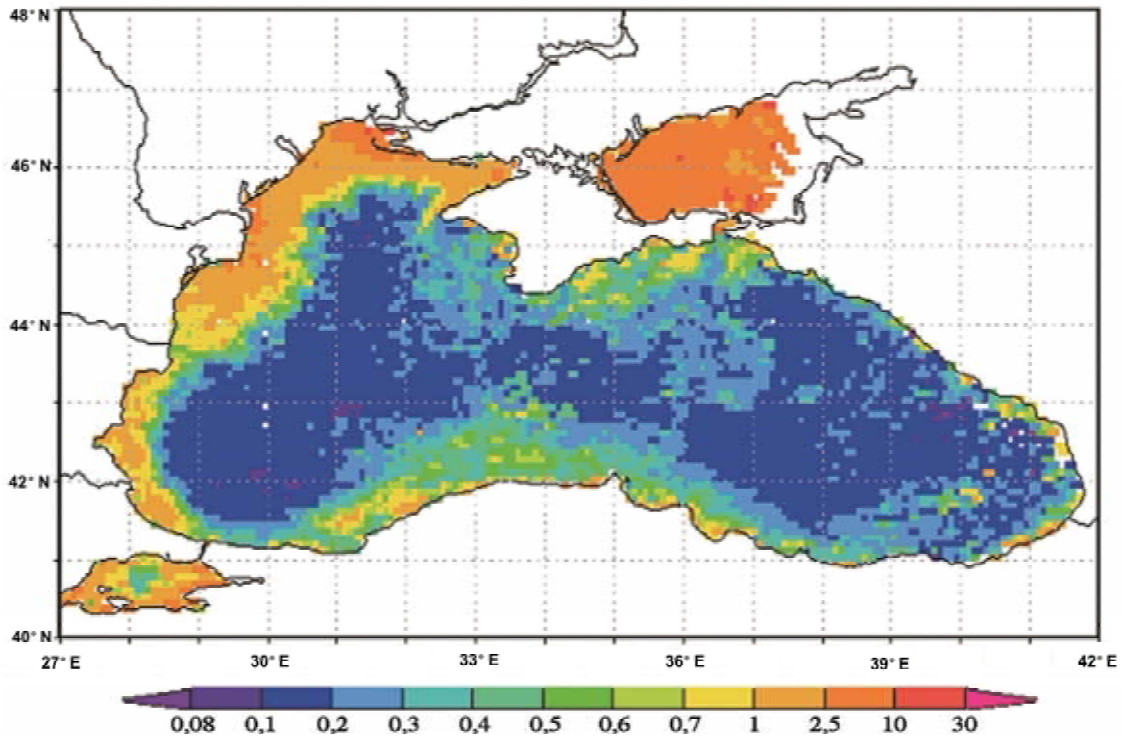


Рис. 9. Просторовий розподіл хлорофілу в Чорному морі 28.07.2014 р.
 Fig. 9. Spatial distribution of chlorophyll in the Black Sea of 07/28/2014

неба. На рис. 10 показано зразок таких знімків ділянок моря, прилеглих до Керченської протоки в період їх аварійного забруднення у другій половині листопада 2007 р. Радіолокаційні методи ідентифікації нафтових забруднень у НВЧ-діапазоні ґрунтуються на контрасті ефективної площі розсіювання (ЕПР) радіолокаційного сигналу ділянок акваторій з наявними та відсутніми нафтовими плівками. Плівки впливають на характер хвилювання морської поверхні, інтенсивність та спектр якого зазвичай розглядають у рамках двомасштабної моделі, згідно з якою структуру поверхні описують накладанням дрібномасштабної (вітрової) складової хвилювання на великомасштабну (гравітаційну). У разі двомасштабної структури поверхні відбитий сигнал поблизу напрямку дзеркального відбивання визначається великомас-

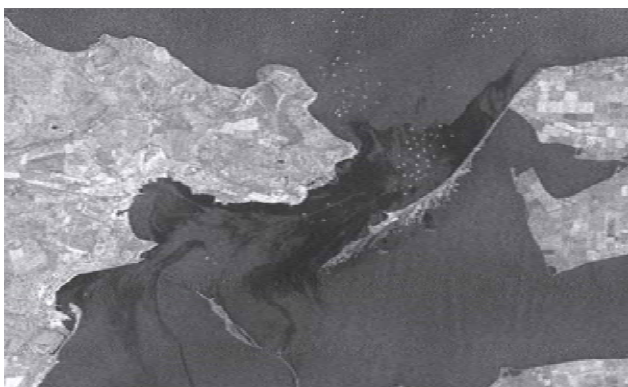


Рис. 10. Нафтові забруднення Керченської протоки станом на 16.11.2007 р. як наслідок аварійних ситуацій на судах
 Fig. 10. Oil contamination of the Kerch Strait as of 16/11/2007 as a result of accident situations on the ships

штабною компонентою, а на відстані від цього напрямку — дрібномасштабною. Найважливішими чинниками впливу на дрібномасштабну компоненту хвилювання є швидкість вітру і наявність поверхневих плівок. Зі збільшенням швидкості вітру підсилюється дрібномасштабна компонента хвилювання водної поверхні, що призводить до зростання ЕПР за кутів радіолокації $\theta > 10^\circ$. Це збільшення яскравіше виражене за $\theta > 30^\circ$. Наявність на водній поверхні нафтової плівки, навпаки, пригнічує дрібномасштабну складову, що зумовлює зменшення ЕПР за $\theta > 30^\circ$ і його збільшення на квазідзеркальній ділянці.

Висновки. Інформаційну підтримку рішень з питань управління екологічною безпекою територіальних вод України на Чорному морі можна ефективно забезпечити засобами інтегрованої інфраструктури супутникових геоінформаційних ресурсів. Склад і структура таких ресурсів визначені для середовища спеціалізованої ГІС, макет якої розроблено в ІТГІП НАН України. Топографічна основа ГІС — векторні карти територій причорноморських областей і акваторії Чорного моря масштабу 1 : 200 000. Створене в середовищі цього макета методичне і програмно-алгоритмічне супроводження синтезу тематичних геомodelей техногенного навантаження Азово-Чорноморського басейну та просторове — розподілу показників забруднення морських акваторій і показників їх екологічного стану, ґрунтуються на використанні інструментів ліцензійних програмних комплексів ARG VIEW — версія 10.0 і ERDAS-2000.

1. Андреев С.М. Розробка картографічних моделей морських акваторій та прибережних територій з застосуванням геоінформаційних технологій / С.М. Андреев, Д.Л. Крета, В.В. Радчук // VII Міжнар. наук.-практ. конф. "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами з надзвичайних ситуацій". – К.; Харків; АР Крим, 2008. – С. 112–117.
2. Бутенко О.С. Методология прогнозирования развития антропогенных аномалий на основе логико-алгебраических моделей комплексирования данных мониторинга экосистем: дис. ... д-ра техн. наук. – Харьков, 2011. – 445 с.
3. Инфраструктура спутниковых геоинформационных ресурсов и их интеграция: сб. науч. тр. / под ред. М.А. Попова, Е.Б. Кудашева. – К. : ООО "Карбон-Сервис", 2013. – 190 с.
4. Красовський Г.Я. Космічний моніторинг екологічної безпеки водних екосистем з застосуванням геоінформаційних технологій / Г.Я. Красовський. – К. : Інтертехнологія, 2008. – 486 с.
5. Красовський Г.Я. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря / Г.Я. Красовський, В.В. Радчук, О.М. Трофимчук. – К. : Інформаційні системи, 2010. – 302 с.
6. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод від 20 липня 1996 р. № 815 [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/815-96-%D0%BF> (дата звернення: 03.11.2015). – Назва з екрана.
7. Распознавание загрязнений морских акваторий с использованием искусственных дешифровочных признаков / Г.Я. Красовский, А.Н. Трофимчук, В.А. Слободян, А.Н. Брашеван // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць. – 2008. – Вип. 2. – С. 93–104.
8. Слободян В.А. Алгоритм распознавания загрязнений Черного и Азовского морей / В.А. Слободян, А.Н. Брашеван // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 2(29). – С. 85–89.
9. Стан довкілля Чорного моря: Національна доповідь України, 1996–2000 роки. – Одеса: Астропринт, 2002. – 80 с.
10. Структура банків космічних знімків ГІС управління охороною морських територіальних вод України / О.М. Трофимчук, В.В. Радчук, Г.Я. Красовський, С.М. Андреев, Т.О. Ключко, Д.Л. Крета // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия "География". – 2010. – Т. 23(62), № 2. – С. 271–279.

Надійшла до редакції 23.11.2015 р.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ПО ВОПРОСАМ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ УКРАИНСКОГО СЕКТОРА ЧЕРНОГО МОРЯ

Г.Я. Красовский¹, В.В. Радчук², С.А. Загородняя²

¹Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", ул. Чкалова, 17, Харьков 61070, Украина, e-mail: g_krasovskiy@mail.ru

²Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Чоколовский бульв., 13, Киев 03186, Украина, e-mail: valentyn.radchuk@gmail.com

Определены структура и содержание геоинформационных ресурсов интерактивной системы поддержки решений по вопросам управления экологической безопасностью территориальных вод Украины в Черном море. Эти ресурсы базируются на методах тематического дешифрирования космических снимков полной линейки различия и технологиях геоинформационных систем.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, геоинформационная система, гранично допустимая концентрация, сверхвысокочастотный инфракрасный диапазон, диэлектрическое проникновение, эффективная площадь рассеивания.

INFORMATION RESOURCES OF INTERACTIVE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION MANAGEMENT OF THE BLACK SEA UKRAINIAN SECTOR

G.Y. Krasovsky¹, V.V. Radchuk², S.A. Zagorodnya²

¹M.E. Zhukovsky National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", 17 Chkalova Str., Kharkiv 61070, Ukraine, e-mail: g_krasovskiy@mail.ru

²Institute of Telecommunications and Global Information Space, NAS of Ukraine, 13 Chokolovsky Bld., Kyiv 03186, Ukraine, e-mail: valentyn.radchuk@gmail.com

Purpose. An interactive system proves to allow us to put into practice the concept of centralized processes of data collection, systematization, accumulation and storage, as well as providing the interested user with primary data for information support of decision-making related to protection and effective use of renewable natural resources of the coastal land and sea areas. In addition, can enable regional authorities to operate much more effectively in decision grounding, planning and making since it permits to remove duplication of essential primary environmental data searching processes and

ensures their rapid updating. It should be noted that remote sensing technologies for sea areas, along with geoinformation tools, allow us to get current information of high accuracy and good visual presentation. The above permits to obtain quantitative estimation of sea pollution of catastrophic proportion and to identify coastal sites in terms of decision-making related to prioritizing remedial actions. Also, there is a significant social, environmental and economic effect due to the economy of time and human and financial resources.

Design/methodology/approach. The major advantage of the sea water areas remote sensing methods is that they ensure: high observability, possibilities of getting instantaneous information on large sites of sea water areas; possibility of moving from discrete valuation of the sea waters environmental state in certain selected areas to identification of their infinite spatiotemporal distribution; possibility of identifying environmental state of distant sea sites. It makes sense to integrate the above methods with geoinformation technologies within the structure of an interactive decision-making support system with regard to environmental safety management issues in the Ukrainian sector of the Black Sea. The present article is devoted to identifying informational resources for this system.

Findings. Modern geoinformation systems offer new opportunities for the above results to be generalized because they provide for geospatial data management and allow: to create cartographic images of the sea sites with the given types of connections between information and data bases of technical-and-economic parameters of discharge sources into the sea outfall; to present dynamics of the current sea waters pollution levels and predict the speed and tendencies of their spreading; to visualize sea sites state characteristics in the form of thematic maps on a topographic full scope basis.

Practical value/implications. Practical implication of the results from environment-oriented interpretation of space images increases when they are analyzed together with assessment of environmental components state made using contact methods. The above peculiarities of ERS and GIS permit to discover previously unknown characteristics, interrelations and tendencies in the environmental state particular sea sites. The article presents cartographic models of environmental state of the Black Sea offshore strip constructed by means of thematic decoding of space images. Of specific interest are models obtained in NOAA processing of images that are received in real timing by the space image receiving station of the National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute".

Keywords: remote sounding of the Earth, geoinformation system, maximum permissible concentration, superhigh frequency range, dielectric constant, efficient area of dispersion.

References:

1. Andreev S.M., Kreta D.L., Radchuk V.V. Rozrobka kartohrafichnykh modeley morskykh akvatoriy ta pryberezhnykh terytoriy z zastosuvannyam heoinformatsiynykh tekhnolohii. VII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia "Suchasni informatsiyni tekhnolohiyi upravlinnya ekolohichnoyu bezpekoyu, pryrodokorystuvannyam, zakhodamy z nadzvychnykh sytuatsiy". Kyiv; Kharkiv; AR Krym, 2008, pp. 112-117 (in Ukrainian).
2. Butenko O.S. Metodologija prognozirovaniya rozvitija antropogennykh anomalij na osnove logiko-algebraicheskikh modelej kompleksirovaniya dannyh monitoringa ekosistem. *Dis. ... d-ra tehn. nauk.* Harkov, 2011, 445 p. (in Ukrainian).
3. Infrastruktura sputnikovykh geoinformatsionnykh resursov i ikh integratsiya. Sbornik nauchnykh trudov; eds M.A. Popov, E.B. Kudashev. Kiev, Karbon-Servis, 2013, 190 p. (in Russian).
4. Krasovskiy G.Y. Kosmichnyi monitorynh ekolohichnoi bezpeky vodnykh ekosystem z zastosuvanniam heoinformatsiynykh tekhnolohii. Kyiv, Intertekhnolohiia, 2008, 486 p. (in Ukrainian).
5. Krasovskiy G.Y., Radchuk V.V., Trofimchuk O.M. Suchasni informatsiini tekhnolohii ekolohichnoho monitorynhu Chornoho moria. Kyiv, Informatsiini systemy, 2010, 302 p. (in Ukrainian).
6. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 20 lypnia 1996 no. 815 "Pro zatverdzhennia Poriadku zdiisnennia derzhavnoho monitorynhu vod". Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/815-96-%D0%BF> (Accessed 03 November 2015).
7. Krasovskiy G.Y., Trofimchuk A.N., Slobodjan V.A., Brashevan A.N. Raspoznavanie zagryazneniy morskich akvatoriy s ispol'zovaniem iskusstvennykh deshifrovochnykh priznakov. *Ekologichna bezpeka ta prirodokoristuvannja: zbirnyk naukovykh prats*, 2008, iss. 2, pp. 93-104 (in Russian).
8. Slobodyan V.A., Brashevan A.N. Algorithm of recognition contaminations of Black and Azov seas. *Radioelektronni i kompyuterni systemy*, 2008, no. 2, pp. 85-89 (in Russian).
9. Stan dovkillia Chornoho moria: Natsionalna dopovid Ukrainy, 1996?2000. Odesa, Astroprynt, 2002, 80 p. (in Ukrainian).
10. Trofimchuk A.N., Radchuk V.V., Krasovskiy G.Y., Andreev S.N., Kreta D.L. Structure of banks of space images for GIS management the guard of salt territorial waters of Ukraine. *Scientific Notes of Taurida National V. Vernadsky University. Series: Geography*, 2010, vol. 23, no. 2, pp. 271-279 (in Ukrainian).

Received 23/11/2015