

**В. М. Триснюк<sup>1</sup>**  
**О. М. Трофимчук<sup>1</sup>**  
**Т. В. Триснюк<sup>1</sup>**

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕХНОПРИРОДНИХ ГЕОСИСТЕМ РЕГІОНУ**

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

*Розглянуто просторово-часові методи регіональної системи моніторингу. Побудова системи комплексного моніторингу природного стану, а також ренатуралізаційних та деградаційних трансформацій екосистем на основі кореляційного синтезу даних дистанційного зондування є результатами наземних лабораторно-польових вимірювань і перевірки адекватності розроблених методів і моделей.*

*Модель оцінювання впливу екологічного стану навколишнього середовища на здоров'я населення є завершенням моніторингових досліджень і прийняттям управлінських рішень щодо оптимізації заходів для поліпшення медико-екологічних умов.*

**Ключові слова:** екологічна безпека, здоров'я населення, екологічний моніторинг, інструментально-лабораторний контроль, природно-техногенні загрози.

### **Вступ**

Одним з пріоритетних напрямків національної безпеки України є забезпечення екологічно та техногенно-безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства, збереження навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. В техногенних системах, коли діяльність людини є вирішальним фактором в процесі трансформації геологічного і суміжних середовищ, на чільне місце виходять методологічні засади екологічної безпеки в межах системи «людина—техносфера».

Механізм прогнозування припускає використання великої кількості змінних і чинників, що, відповідно, приводить до стрімкого нагромадження експериментальних даних у розглянутій прикладній сфері й ускладнює комплексну інтеграцію [1]. Побудова прогнозу динаміки аномалій й отримання на його основі оцінки можливих наслідків потребує не тільки регулярного виконання серії спостережень, але й наявності ефективних способів їхнього оброблення.

*Метою роботи є розробка теоретичних основ екологічної безпеки техноприродних геосистем у межах регіональних територій та її вплив на здоров'я населення.*

Ретроспективний аналіз літературних джерел забезпечує виділення найвагоміших науково-практичних результатів покомпонентного вивчення територій Тернопілля. В останній час поглиблюються та деталізуються знання з різних наукових напрямків: техніко-економічного (О. М. Трофимчук, Є. О. Яковлев, В. І. Мокрий), природничого (Г. І. Рудько, В. І. Лялька, А. Б. Качинський, О. М. Адаменко, В. В. Радчук, В. Б. Мокін, Я. М. Семчук). Наукометричний огляд підтверджує, що сучасна практика управління екологічної безпеки територіями Тернопільської області не достатньо використовує інформаційні технології для прийняття управлінських рішень забезпечення екологічної безпеки.

### **Результати дослідження**

Результати моніторингу якості водних екосистем фізико-хімічними методами, виконано з метою формування тестових полігонів контролю якості природних поверхневих вод Тернопільської області. ДЗЗ/ГІС технології та наземні полігонно-калібрувальні роботи є важливою складовою формування інформаційної бази даних впливу антропогенних навантажень на еколого-відновний потенціал природних та штучно створених водойм [2]. Надійніші і точні результати реалізації завдання отримуються за використання як первинних даних багатозональних космічних знімків високої просторової роздільної здатності. Ідентифіковані розробленими алгоритмами аномалії космічних зображень лімно-систем Дністровського каньйону використано як екологічний індикатор процесів евтрофікації та стану і динаміки змін техногенних водних комплексів гідромеліоративних систем, рибогосподарських ставів, озерних екосистем рекреаційно-господарського та природо-заповідного фонду (рис. 1).

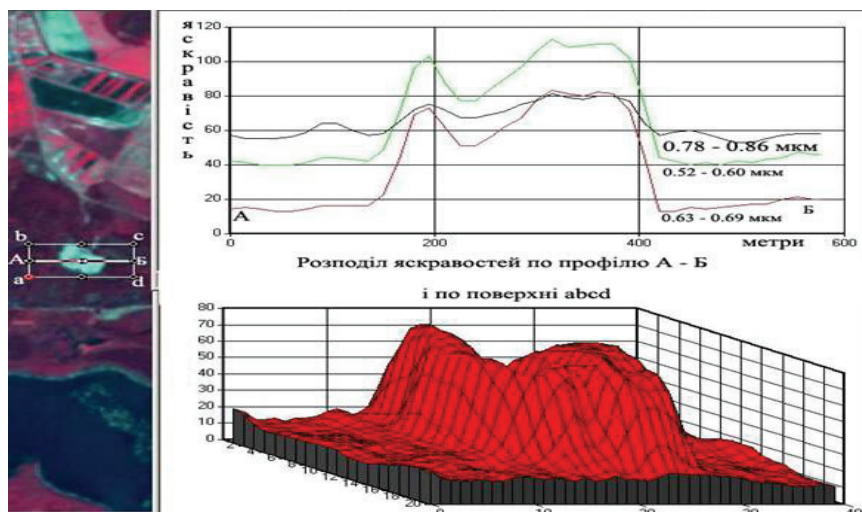


Рис. 1. Ідентифікація аномалії (річкове угруповання водної рослинності) на водному дзеркалі р. Дністер

Згідно з дослідженнями авторів кількісне співвідношення важких металів у воді можна подати такими рядами: квітень —  $Pd < Cd < Cu < Co$ ; травень —  $Pb < Cd < Co < Cu$ ; липень —  $Cd < Cu < Co < Pb$ ; серпень —  $Cd < Cu < Co < Pb$ ; вересень —  $Cd < Co < Pb < Cu$ ; листопад —  $Co < Cd < Cu < Pb$ ; лютий —  $Cd < Co < Cu < Pb$  [3].

Водойма є своєрідною лотично-лентичною екосистемою, що представлена взаємопов'язаними елементами: водосховище — основне русло річки — додаткові водойми (комплекс невеликих водойм). Під час виконання комплексного оцінювання забруднення в межах техноприродних геосистем досліджена спеціалізація забруднення регіону, охарактеризовані медико-екологічні параметри забруднення території та встановлено статистичну залежність між концентраціями мікроелементів у ґрунтах, водних ресурсах і захворюваністю та смертністю населення, знайдено функціональні залежності, що адекватно моделюють ці зв'язки на основі створеної математичної моделі.

Знайдену залежність використано для прогнозування зміни захворювань органів кровообігу в залежності від концентрацій цинку в поверхневих водах територій проживання. Виявлену залежність змодельовано аналітичною функцією (рис. 2). Таке прогнозування можливе тільки в межах досліджених концентрацій, які складають для цинку  $[0,03; 0,266]$  мг/кг, захворюваність на 100 тисяч населення по екологічних дільницях від 72 до 900 чоловік.

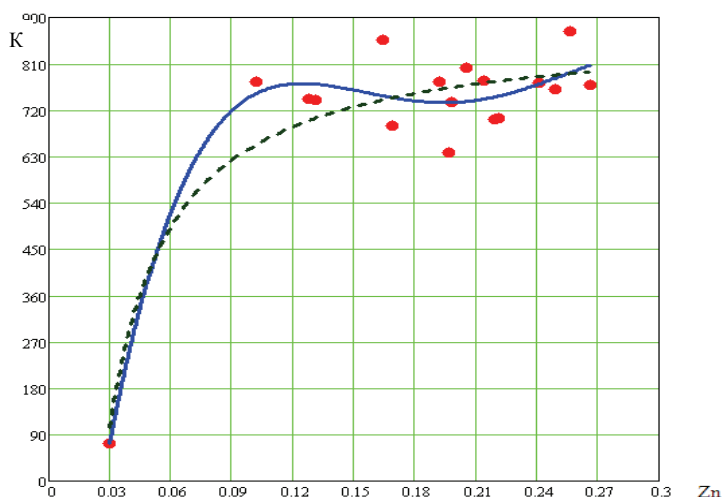


Рис. 2. Залежність захворювань органів кровообігу від концентрації цинку в поверхневих водах: точки — значення, що моделюються; пунктир — функція  $u^2$ ; суцільна лінія — поліном

На основі обробки й аналізу дистанційних і лабораторно-польових вимірювань запропоновано карту забруднення ґрунтів Тернопільської області та інструментів управління екологічною безпекою природоохоронних об'єктів (рис. 3). Карти, побудовані на основі індексів екологічного стану педосфери, дають найбільш цілісне й інтегроване уявлення про стан досліджуваної території, оскільки одночасно враховуються особливо небезпечні показники.

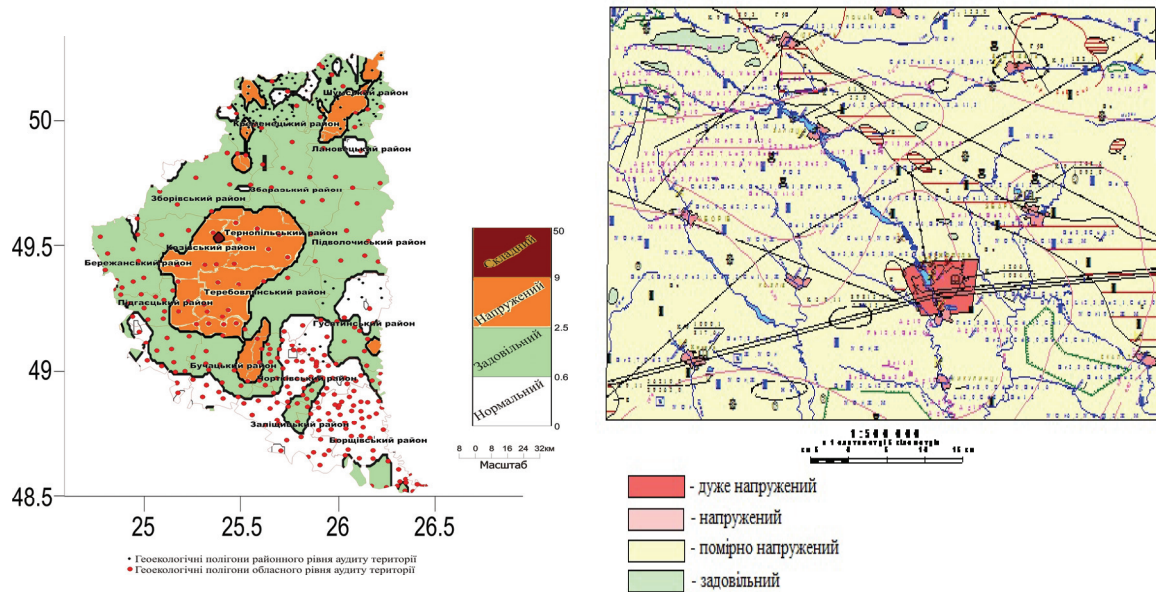


Рис. 3. Сумарна карта забруднення ґрунтів Тернопільської області

Вихідними матеріалами для розробки класифікації лісів Тернопільської області були космічні знімки, отримані оптико-електронними знімальними системами із супутників QuickBird (червень 2010 р. — літній період) та Ikonos (березень 2012 р. — зимовий період).

Різниця площ, отриманих із завіркової інформації та обчислених за методом максимальної вірогідності, для хвойних лісів становить 1...2 %, листяних та мішаних 3...5 %. Комплексний моніторинг рослинного покриву реалізується на основі кореляційного синтезу геоінформаційними системами даних наземного моніторингу з даними дистанційних досліджень.

Структурно-функціональна схема моделі для прогнозу лісорослинних ресурсів (рис. 4) розроблено на основі аналізу функціонування природних територіальних лісорослинних комплексів.

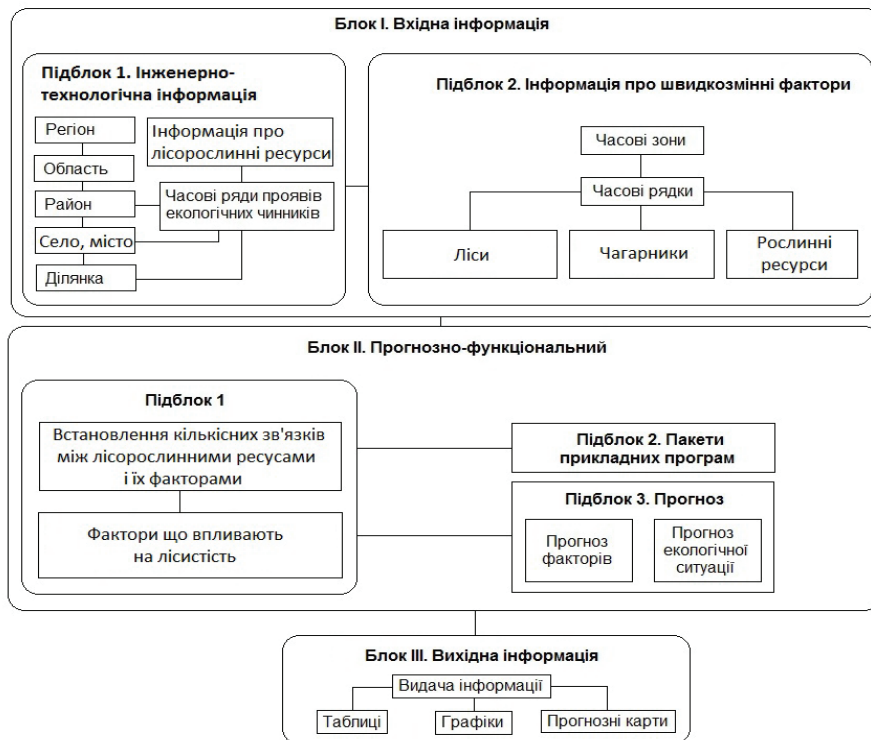


Рис. 4. Структурно-функціональна схема моделі для прогнозу лісорослинних ресурсів

Оцінка суми часових факторів, які ініціюють ризик зменшення лісистості, визначається за функцією комплексного показника часових факторів

$$\Phi_i = \sum_{j=1}^m X_{ij}^{\text{норм}} \cdot V_j, \quad (1)$$

де  $m$  — кількість часових факторів,  $i$  — рік спостереження;  $X_{ij}^{\text{норм}}$  — нормалізоване значення  $j$ -го фактора в  $i$ -му році,  $V_j$  — ваговий коефіцієнт інформативності  $j$ -го фактора.

Результуюча формула, що характеризує ймовірність збільшення або зменшення лісистості  $P(x, y, t)$  у просторі (точка досліджуваної території з координатами  $x, y$ ) і в часі  $t$  буде виглядати так:

$$P(x, y, t) = P_1(x, y)P_2(t) = (P_{\Sigma i})P_2(\Phi_i). \quad (2)$$

Вивчення лісових ресурсів за допомогою дистанційного зондування дає змогу зробити підрахунок площ лісів, визначити породи, що належать до лісів (типи лісонасаджень і домінуючі породи), вік дерев, підрахувати обсяги в біомаси, оцінити запаси лісоматеріалів, розрахувати обсяги поглинання вуглекислого газу і виробництва кисню, дослідити особливості водного режиму лісових масивів, провести картографування лісів, контроль за знищенням лісів (збезліснення), стежити за діяльністю комах-шкідників, контролювати кордони водоохоронних зон тощо. Серед важких металів свинець, що забруднює зелену масу рослин, розподіляється так: у траві, що росте між дорожнім полотном і чагарником зосереджено 55,1 % загальної маси забруднень, у листках чагарнику — 43 %, у траві, що росте за чагарниковою смугою — лише 1,9 %. Цілий ряд еліпсоподібних смуг, створених забрудненнями від Pb і Cu, розпадається на дрібні контури. Але для Pb, Cu і Zn характерні не значні вмісти забруднювальних елементів (фон і нижче фону) і лише іноді вони досягають аномальних значень (м. Чортків, сс. Шумбар, Новостав, Мирове, Боложівка).

Прогнозно-функціональна інформація про прогнозні фактори, є комплексною моніторинговою інформацією процесів антропогенізації та ренатуралізації територій. Найбільш прийнятним методом такого прогнозування є математичне моделювання динаміки стану заліснення території на основі екологічно-емісійних параметрів.

Комплексність системи забезпечується різноманіттям підходів до екологічного картографування району: ландшафтного, ресурсного, адміністративного та ін. Вся екологічна інформація накопичується в комп'ютерній базі даних, що дозволяє оперативно вносити зміни в комплексні показники екологічного стану відповідно з динамікою природно-антропогенних геосферо-біотосферно-соціосферних процесів.

Системність підвищення екологічної безпеки полягає в комплектуванні заходів, що: 1) знижують транскордонні переноси, регіональні та локальні впливи; 2) обмежують шкідливу для довкілля і здоров'я людини діяльність конкретних об'єктів з джерелами забруднення; 3) враховують районування досліджуваної території на гео-екологічні смуги з різними екологічними станами.

Беручи до уваги специфіку та масштаби поточного техногенного навантаження на довкілля, органи державної влади мають бути зацікавлені в розробці і впровадженні нових технологій управління господарською діяльністю, які враховували б як прямі, так і непрямі чинники впливу на навколишнє природне середовище.

Для вирішення проблем, пов'язаних з показниками екологічної стійкості територій, слід застосувати системний підхід, який враховує наявність багатьох чинників антропогенного походження, що впливають на екологічну ситуацію в регіоні. Значну частину екологічних проблем регіонів складають саме ті, що пов'язані з неефективним механізмом прийняття рішень, недостатньою інформативністю екологічних показників, дискретністю підрозділів системи моніторингу довкілля тощо.

### Висновки

Важливим чинником, що зумовлює нормальне функціонування регіональної системи управління природокористуванням, є виявлення системи причинно-наслідкових взаємозв'язків між техносферою та екосферою. Структура та характер таких взаємозв'язків, що визначаються шляхом екологічного районування території, відображають унікальність природних умов та соціально-економічних особливостей розвитку суспільства на певній ділянці досліджуваної території.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко О. М. Екологічний аудит територій : підруч. / О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко. — Івано-Франківськ: Факел, 2010. — 342 с.

2. Красовський Г. Я. Інформаційні системи тематичної обробки геоданих в завданнях моніторингу довкілля і природних ресурсів на регіональному рівні / Красовський Г. Я., Трофимчук О. М. // Можливості супутникових технологій і сприянні вирішення проблем Харківщини : матеріали наради. — Харків, 2009. — С. 65—68.

3. Триснюк В. М. Екологія Гусятинського району / В. М. Триснюк. — Тернопіль : Тернограф, 2004. — 219 с.

Рекомендована кафедрою екології та екологічної безпеки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 25.09.2015

**Триснюк Василь Миколайович** — канд. геогр. наук, старший науковий співробітник, e-mail: trysnyuk@ukr.net;

**Трофимчук Олександр Миколайович** — член-кор. НАН України, д-р техн. наук, заступник директора, професор;

**Триснюк Тарас Васильович** — аспірант.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ

**V. M. Trysniuk<sup>1</sup>**  
**O. M. Trofymchuk<sup>1</sup>**  
**T. V. Trysniuk<sup>1</sup>**

## Environmental safety technogene geosystems of region

<sup>1</sup>Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine

*Spatiotemporal methods of regional monitoring system have been considered in the paper. The construction of the system of comprehensive monitoring of the status and renaturalisation and degradation of ecosystems transformation, based on correlation of synthesis of remote sensing data have become the results of the surface laboratory-field measuring and verification of adequacy of the worked out methods and models.*

*A model of estimation of influence of the ecological state of environment on the health of population is the completion of monitoring researches accepting the administrative decisions on optimization of measures on improvement of medico-ecological conditions.*

**Keywords:** ecological safety, health, environmental monitoring, instrumental and laboratory control, natural and man-caused threats.

**Trysniuk Vasyi M.** — Cand. Sc. (Geograph), Senior Research Assistant, e-mail: trysnyuk@ukr.net;

**Trofymchuk Oleksandr M.** — Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.), Professor;

**Trysniuk Taras V.** — Post-Graduate Student.

**В. Н. Триснюк<sup>1</sup>**  
**А. Н. Трофимчук<sup>1</sup>**  
**Т. В. Триснюк<sup>1</sup>**

## Экологическая безопасность техноприродных геосистем региона

<sup>1</sup>Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства, НАН Украины

*Рассмотрены пространственно-временные методы региональной системы мониторинга. Построение системы комплексного мониторинга природной состояния, а также ренатурализационных и деградиационных трансформаций экосистем на основе корреляционного синтеза данных дистанционного зондирования являются результатами наземных лабораторно-полевых измерений и проверки адекватности разработанных методов и моделей.*

*Модель оценки влияния экологического состояния окружающей среды на здоровье населения является завершением мониторинговых исследований с принятием управленческих решений по оптимизации мер по улучшению медико-экологических условий.*

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, здоровье населения, экологический мониторинг, инструментально-лабораторный контроль, природно-техногенные угрозы.

**Триснюк Василий Николаевич** — канд. геогр. наук, старший научный сотрудник, e-mail: trysnyuk@ukr.net;

**Трофимчук Александр Николаевич** — член-корр. НАН Украины д-р техн. наук, профессор;

**Триснюк Тарас Васильевич** — аспирант.