



УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

ONLINE
ISSN 2313-2132

2' 2014

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут геологічних наук
Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Ukrainian Journal of Remote Sensing

2014 • № 2

Засновник:
Національна Академія наук України
Науковий центр аерокосмічних
досліджень Землі
Інституту геологічних наук
НАН України

Електронний
науковий фаховий журнал.
Заснований у березні 2014 року.
Виходить щоквартально.
Домашня сторінка: www.ujrs.org.ua
E-mail: o.kudriashov@ujrs.org.ua

Головний редактор

академік НАН України В. І. Лялько



Рекомендовано до видання
Вченою радою Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України та рішенням Відділення наук про Землю
Національної Академії наук України

Мінімальні системні вимоги: Pentium III 600 Mhz, 128 Mb RAM
Windows-98, Internet Explorer 5.0
Acrobat Reader 5.0

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

В. І. ЛЯЛЬКО	головний редактор доктор геолого-мінералогічних наук, академік НАН України
М. О. ПОПОВ	заступник головного редактора доктор технічних наук
О. Т. АЗІМОВ	доктор геологічних наук
С. О. БАРТАЛЬОВ	доктор технічних наук (Росія, Москва)
В. Г. ВЕРХОВЦЕВ	доктор геологічних наук
Л. Д. ГРЕКОВ	доктор технічних наук
М. Д. ГРОДЗИНСЬКИЙ	доктор географічних наук, член-кореспондент НАН України
С. М. ЄСИПОВИЧ	доктор геологічних наук
Л. В. КАТКОВСЬКИЙ	доктор фізико-математичних наук (Білорусь, Мінськ)
С. С. КОХАН	доктор технічних наук
Н. М. КУССУЛЬ	доктор технічних наук
СТ. ЛЕВІНСЬКИЙ	доктор технічних наук (Польща, Варшава)
В. В. ЛУКІН	доктор технічних наук
М. М. ПОНОМАРЕНКО	доктор технічних наук
О. І. САХАЦЬКИЙ	доктор геологічних наук
С. А. СТАНКЕВИЧ	доктор технічних наук
А. А. ТРОНІН	доктор геолого-мінералогічних наук (Росія, Санкт-Петербург)
О. Д. ФЕДОРОВСЬКИЙ	доктор фізико-математичних наук, член-кореспондент НАН України
В. Г. ЯКИМЧУК	доктор технічних наук

Секретар редакції О. В. Седлєрова / тел. +380 44 484 04 85 / sedlerovaolga@gmail.com

Дизайн, верстка О. І. Кудряшов / тел. +380 44 482 03 72 / o.kudriashov@ujrs.org.ua

Редактор сайту А. Ю. Порушкевич / a.porushkevych@ujrs.org.ua

Матеріали друкуються в авторській редакції.
Редакція залишає за собою право виправлення статей. Зроблені зміни узгоджуються з автором.
Якість ілюстрацій відповідає якості наданих авторами вихідних матеріалів.

ЗМІСТ

НОВІТНЯ РОЗЛОМНО-БЛОКОВА ТЕКТОНІКА ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ З. М. Товстюк, Т. А. Єфіменко, О. В. Тітаренко, О. П. Головащук, І. В. Лазаренко	4
АНАЛІЗ ФЕНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ЛІСОВИХ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ ТА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОДУКТІВ EOS/MODIS С. А. Станкевич, А. О. Козлова, О. В. Матвієнко	14
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ПОСУШЛИВОСТІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ НАЗЕМНОЇ ТА СУПУТНИКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В. І. Лялько, Л. О. Єлістратова, О. А. Апостолов	18
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЕРИТОРІЇ М. КИЄВА В РЕЖИМІ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ Л. П. Ліщенко, Н. В. Пазинич, О. М. Терemenko	29
МОНИТОРИНГ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ “ТЕПЛОВОГО ОСТРОВА” ГОРОДА КИЕВА А. Б. Крылова	35
КОМПЛЕКСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ І ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ УТВОРЕННЯ ГІДРАВЛІКО-ФІЛЬТРАЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ГЕОСТРУКТУРАМИ У ПРОЦЕСІ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В. І. Лялько, О. Т. Азімов, Є. О. Яковлев	38
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ Л. В. Гебрин	41
Наукові форуми та виставки	
ФІНАЛЬНА РЕГІОНАЛЬНА КОНФЕРЕНЦІЯ “СПІЛЬНІ ДІЇ КРАЇН СХІДНОГО ПАРТНЕРСТВА В АДАПТАЦІЇ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН”	47
НАУКОВИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ ІГН НАН УКРАЇНИ — МІСТУ КИЄВУ (UA)	49
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗЕМЛИ ИГН НАН УКРАИНЫ — ГОРОДУ КИЕВУ (RU)	50
Правила та рекомендації для авторів	
ПРАВИЛА ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ АВТОРІВ (UA)	51
ПРАВИЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ АВТОРОВ (RU)	54

УДК 551.243.1/5 (477)

Новітня розломно-блокова тектоніка Дніпровсько-Донецької западини

З. М. Товстюк*, Т. А. Єфіменко, О. В. Тітаренко, О. П. Головащук, І. В. Лазаренко

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України", Київ, Україна

Робота виконана на базі структурного дешифрування матеріалів різночасових космічних зйомок, одержаних із різних космічних носіїв, топокарт масштабу 1:200 000 з метою побудови Схеми новітньої розломно-блокової будови Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Обґрунтовано відповідність лінеаментів та їх зон встановленим глибинним розломам.

Ключові слова: зона, западина, лінеаменти, космічні зйомки, дистанційні матеріали, структурне дешифрування, новітня розломно-блокова будова

© З. М. Товстюк, Т. А. Єфіменко, О. В. Тітаренко, О. П. Головащук, І. В. Лазаренко. 2014

Важливою проблемою нафтогазової промисловості України є підвищення геологічної ефективності пошукових та розвідувальних робіт за рахунок оптимізації процесів пошуку родовищ вуглеводнів. Застосування матеріалів різночасових космічних зйомок, одержаних із різних космічних носіїв з метою створення Схеми новітньої розломно-блокової будови Дніпровсько-Донецької западини дозволяє виявити найбільш перспективні для пошуків вуглеводнів блоки та зони розуцільнення порід фундаменту та осадової товщі, що суттєво знижує витрати на пошукові та пошуково-розвідувальні роботи. Теоретичною базою для вивчення новітньої розломно-блокової тектоніки ДДЗ є положення про взаємозв'язок глибинної будови з особливостями розвитку ландшафту. Аналіз геолого-геофізичних та аерокосмогеологічних досліджень, проведених в Дніпровсько-Донецькій западині на протязі 40 років, довів успадкований характер розвитку основних структурно-тектонічних елементів ДДЗ — крайових розломів, внутрішніх прогинів та валоподібних піднять від протерозою до кайнозою включно. Неотектонічна активність глибинних структур ДДЗ сприяла формуванню ландшафту западини та обумовила відображення цих структур в особливостях його будови та формуванні його зображення на матеріалах дистанційного зондування (МДЗ). Бортам відповідають підвищені ділянки рельєфу, осьовій частині ДДЗ відповідають понижені ділянки, валоподібним підняттям — позитивні аномалії в будові рельєфу [9]. При проведенні регіональних робіт основними цілями аерокосмогеологічних досліджень є вивчення або уточнення тектонічної будови регіону, що досліджується. За допомогою морфографічних прийомів на базі дешифрування матеріалів багатозональної космічної зйомки, а саме космічних знімків Landsat 7 TM та Landsat 8 OLI, радарної зйомки SRTM та топокарт масштабу 1:500 000 та 200 000

створювалася основа для схеми новітньої розломно-блокової будови, яка представляє собою блоковий каркас, утворений лінеаментами різного напрямку — субмеридіонального, і, в меншій мірі, субширотного, північно-західного та північно-східного (рис. 1, 2). Значна кількість дослідників ДДЗ (Чекунов А. В., Чебаненко І. І., Чирвінська М. В. та ін.) [3–10] вважають, що в процесі утворення ДДЗ розломам фундаменту належить керівна роль. Чебаненко І. І. [10] запропонував виділити три категорії розломів — великі планетарні — до 1500 км і більше (типу крайових розломів ДДЗ), звичайні регіональні — типу Криворізького та Девладівського) та локальні, які пов'язані із внутрішньорегіональними структурами — 50–100 км. До категорії планетарних відносяться крайові розломи ДДЗ — Прип'ятсько-Маничський та Барановичсько-Астраханський. По поверхні докембрійського фундаменту крайові розломи ДДЗ характеризуються значною шириною — до 40 км [3, 4, 11], витриманістю по простяганню (до тисячі км і більше), великою глибиною закладання, що підтверджено регіональними сейсмопрофілями. Завдяки своїй неотектонічній активності крайові розломи проявляються в рельєфі серією згущених лінеаментів різної довжини, більшість із яких односпрямована.

На схемі новітньої розломно-блокової будови, яку було складено в масштабі 1:200 000, чітко виділені геолого-геофізичними дослідженнями крайові розломи, які найкраще відображаються в системі лінеаментів в північно-західній та центральній частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) до лінії м. Богодухів–Полтава. В південно-східній частині ДДЗ геологічна інтерпретація положення крайових розломів нечітка, зона розломів тут розгалужена, можливо через це й повздовжні зони лінеаментів тут неможливо поєднати із головними місцеположеннями крайових розломів. Між м. Прилуки та м. Лубни зона лінеаментів займає смугу між крайовим розломом та південною внутрішньорифтовою розло-

* e-mail: olgatitarenko@casre.kiev.ua

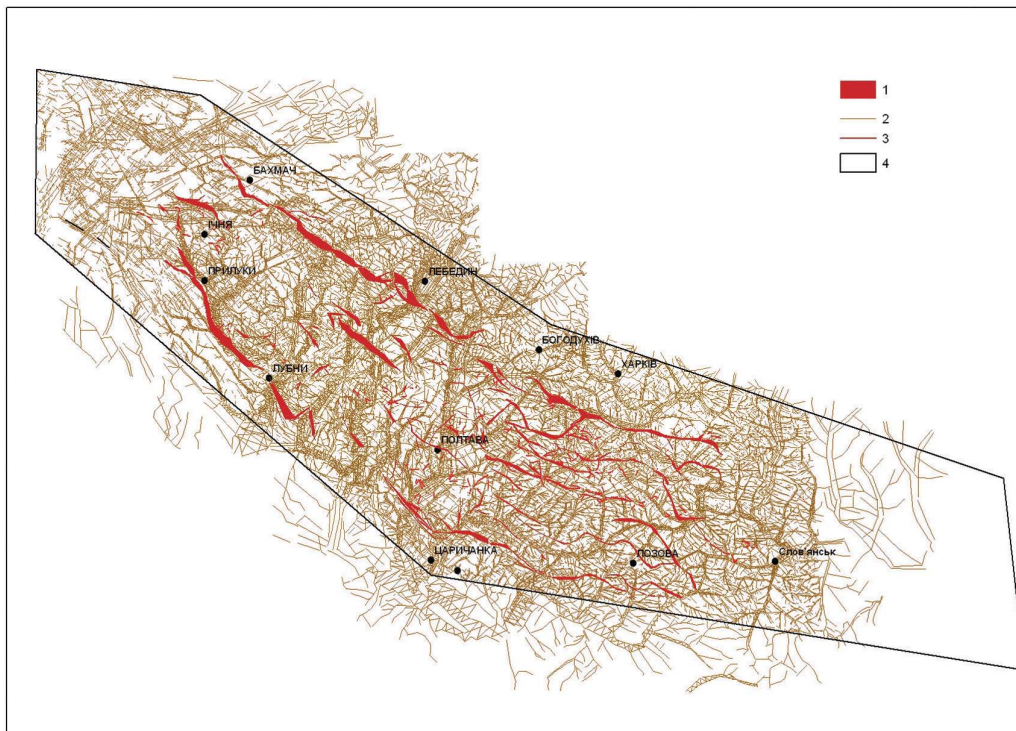


Рис. 1. Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ). Схема лінементів за даними дешифрування МДЗ (Landsat 7 TM та Landsat 8 OLI, радарна зйомка SRTM, Січ-7 та топокарти масштабу 1:500000 та 1:200000)

1 — розломи по поверхні фундаменту, 2 — лінементи, 3 — приштокові розломи, 4 — територія аерокосмогеологічних досліджень

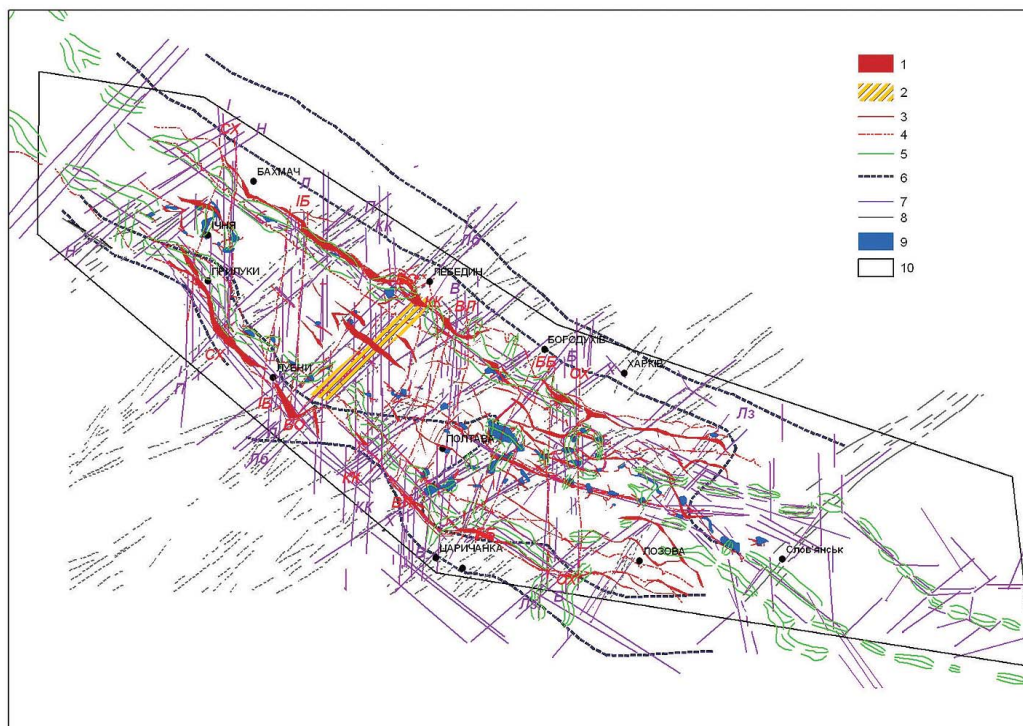


Рис. 2. Дніпровсько-Донецька западина. Схема новітньої розломно-блокової будови за даними аерокосмогеологічних досліджень та геолого-геофізичних досліджень

1 — розломи по поверхні фундаменту за даними сейсморозвідувальних робіт, 2 — передбачувана зона розлому, 3 — приштокові розломи, 4 — дорифтові архейсько-протерозойські розломні зони та крайові розломи з розломопарами: ІБ — Інгuleцько-Брянська, КК — Криворізько-Комарицька, СХ — Сміловсько-Холмська, БО — Болотисько-Обоянська, ВЛ — Верхівцівсько-Львівська [3], 5 — генералізовані межі гравітаційних мінімумів, 6 — зона геотермічного градієнту, 7 — зони лінементів за даними дешифрування МДЗ та топокарт: І — Ічнянська, Л — Лубенська, П — Пирятинська, КК — Криворізько-Кременчуцька, ЛБ — Лебединська, В — Ворсклянська, Б — Богодухівська, Х — Харківська, ЛЗ — Лозоватівська, 8 — регіональні лінементи [5], 9 — соляні штоки, 10 — територія аерокосмогеологічних досліджень (АКГД)

мопарою В. К. Гавриша Припятсько-Маничського (ПМ) шовного розлому і співпадає з гравітаційним мінімумом (рис. 3). Далі на південний схід від р. Хорол зона лінеamentів має те ж саме простягання, але звужується і відступає на південь від крайового розлому по поверхні фундаменту, який в цьому місці має переривистий характер, та крайового розлому по поверхні докам'яновугільних порід. В районі гирла р. Голтва зона переривиста і зміщується на північний схід і займає смугу між зміщеним на північний схід крайовим розломом по поверхні фундаменту та внутрішньорифтовою розломопарою ПМ шовного розлому. Зміщення зони лінеamentів та крайового розлому, очевидно, обумовлене поперечною (субмеридіональною) Криворізько-Кременчуцькою зоною

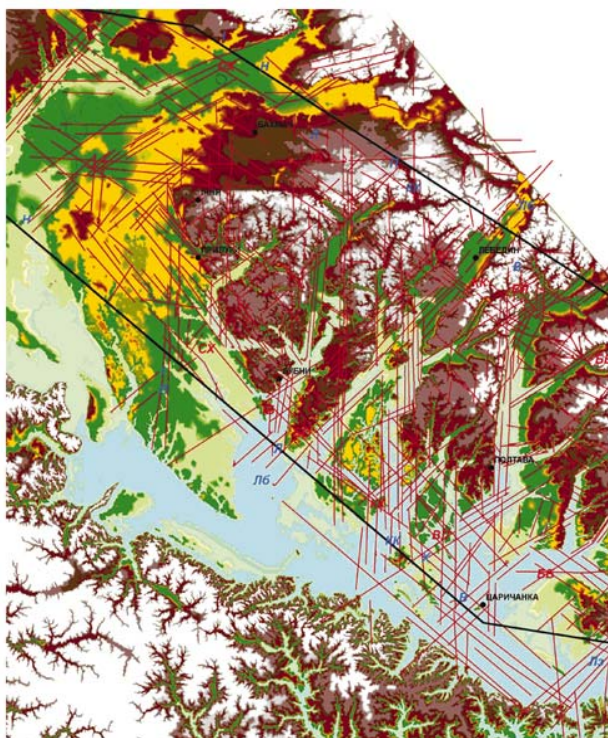


Рис. 3. ДДЗ. Фрагмент КЗ SRTM. Відображення зон лінеamentів І — Ічнянська, Л — Лубенська, П — Пирятинська, КК — Криворізько-Кременчуцька, ЛБ — Лебединська, В — Ворсклянська, Б — Богодухівська, Х — Харківська, ЛЗ — Лозоватівська в рельєфі за результатами дешифрування МДЗ та топокарт

лінеamentів та Лебединською поперечною (північно-східною) зоною лінеamentів.

В районі с. Нехвороща зона лінеamentів знову переривиста і зміщується північніше крайового розлому і так простежується до с. Перещепино, де продовжує займати місце між крайовим розломом та ускладнюючими його розломами. На південний схід від с. Царичанка зона лінеamentів переривиста, зміщується то на південь, то на північ від крайового розлому, який по поверхні фундаменту має кілька ступенів. В зоні лінеamentів розташовані орієнтовані по простягання зони соляні штоки палеоген-четвертинного рівня прориву солі — Каплінцевський,

Логовиківський, Ісачківський та одна із сторін Романданівського, що свідчить на користь високої неотектонічної активності південної зони лінеamentів, яку можна зіставляти з зоною розломів або зоною розущільнення порід фундаменту та осадової товщі. Так, Південний крайовий розлом на захід від Монастирищенської структури проявляється у вигляді серії орієнтованих на північний захід лінеamentів, які часто перетинаються поперечними лінеamentами. Краще всього крайовий розлом проявляється по лінії Монастирище—Прилуки—Леляки—Лубни, утворюючи зону лінеamentів шириною від 18–20 км до 5–2 км, якій відповідають гравітаційні мінімуми (рис. 3, 4).

На карті геотермічних умов України [1] вздовж південного крайового розлому зафіксована майже однакової ширини смуга геотермічного градієнту інтенсивністю від 2,5 до 3 градусів, яка розширюється в районі м. Полтава та в верхів'ях р. Самари (див. рис. 2). Розширення смуги геотермічного градієнту в районі м. Полтава може бути пов'язане з субмеридіональними зонами Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому та Ворсклянського розлому. В межах останнього в районі міст Чернетчина—Охтирка В. Осадчим було зафіксовано підвищення температури на геотермічному профілі. Північний крайовий розлом простежується в зоні лінеamentів менш впевнено і, як правило, слідкується між розломом по поверхні фундаменту та внутрішньорифтовою розломопарою Барановицько-Астраханського шовного розлому, тоді як південна зона лінеamentів досить часто розширюється на південь від крайового розлому. Від м. Чернігів до м. Бахмач і до Дмитрівського соляного штоку зона лінеamentів вузька. Дмитрівський та Роменський соляні штоки з четвертинним рівнем прориву солі своєю довгою віссю орієнтовані вздовж зони, що є ознакою неотектонічної активності зони повздовжнього розлому або зони розущільнення порід фундаменту та осадової товщі. Від Дмитрівського штоку до м. Охтирка зона лінеamentів розширюється і на південний схід від Прокопенківської структури розпадається на ряд смуг, зміщуючись по лінії сел Козіївка—Валки—Готвальд вздовж крайового розлому, який тут має складну ступінчасту будову. На південний схід від Сахалінської структури зона лінеamentів переривається і починає слідкуватися в районі Шебелинської структури двома гілками до Краснопопівської структури. Ширина північної зони коливається в межах 2–6 км (див. рис. 3). Уздовж північного борту ДДЗ простежується друга смуга геотермічних градієнтів, яка не пов'язана з північним крайовим розломом. Можливо, існує ще одна ступінь крайового розлому, розташована північніше. Аналіз карти гравітаційного поля масштабу 1:500000 та результатів дешифрування МДЗ (Рис. 4) показав, що північна та південна повздовжні зони лінеamentів майже повністю співпадають з від'ємними гравітаційними мінімумами, що

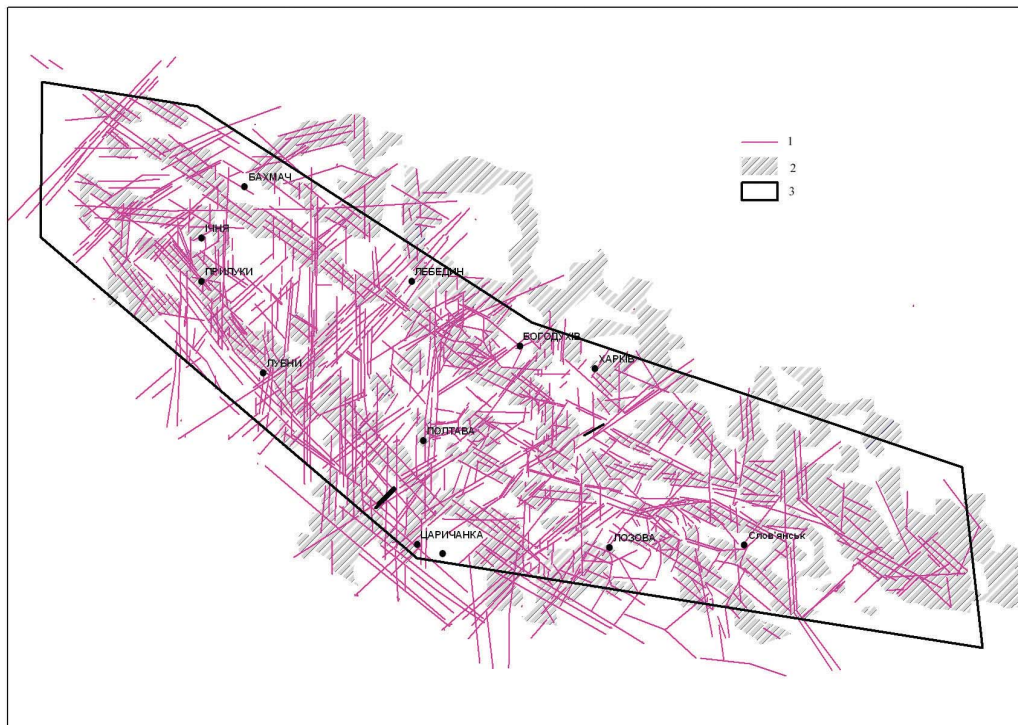


Рис.4. ДДЗ. Схема співставлення зон лінементів (АКГД) з розташуванням гравітаційних мінімумів
1 — лінементи, 2 — гравітаційні мінімуми, 3 — досліджувана ділянка ДДЗ

простежуються вздовж крайових розломів та при-
бортових зон ДДЗ. Тобто ці виділені зони лінементів
цілком впевнено можна ідентифікувати із зонами
розущільнення порід — шовними розломними зо-
нами. Аналіз схеми лінементів (див. рис. 1, 2) пока-
зав, що в південно-східній частині ДДЗ навантажен-
ня території лінементною сіткою значно більше,
хоча лінементи не такі протяжні. Можливо, це обу-
мовлено тим, що в південно-східній частині ДДЗ поверх-
ня фундаменту значно більше роздроблена, ніж в
північно-західній частині. Очевидно, це пов'язано з тим,
що закладання крайових розломів [2, 3, 4, 11, 13] почи-
налося з південного сходу (найбільш активна початко-
ва фаза тектогенезу?), а їх відмирання — навпаки. Най-
пізніший етап відмирання відбувся на південному сході
і відноситься до пізньої пермі (затухаюча фаза тектоге-

незу?). Обростання крайових розломів під час їх под-
вижок значною кількістю порівняно невеликих пору-
шень, які створювали своєрідну “клавіатуру мілких
блоків”, що чітко видно на карті по поверхні фундамен-
ту, відбувалося по-різному: пізніше — в турне і візе — на
південному сході. Нетектонічна активність в межах цих
більш пізніх за часом утворення блоків обумовила до-
сить щільне, в порівнянні з північно-західною частиною
ДДЗ, ерозійне розчленування території. Осьовий роз-
лом, виділений В. К. Гавришем [2, 3, 4], за даними дешиф-
рування МДЗ в північно-західній частині ДДЗ, за винят-
ком окремих фрагментів, майже не простежується. В
південно-східній частині ДДЗ на південний схід від м. -
Полтава осьовий розлом простежується вузькою поло-
сою лінементів, в якій розташовані ланцюгом соляні
штоки (рис. 5).

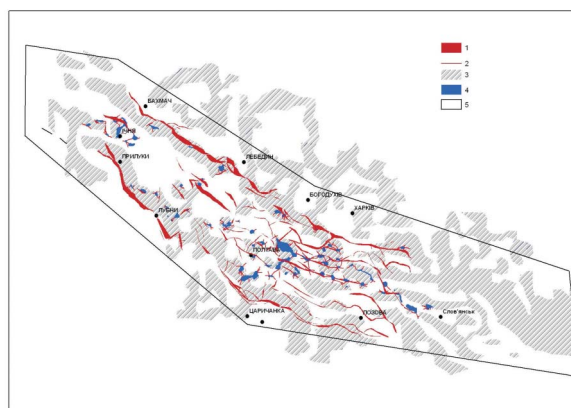


Рис.5. ДДЗ. Схема співставлення зон лінементів (АКГД) з розташуванням гравітаційних мінімумів
1 — розломи по поверхні фундаменту, 2 — приштокові розломи, 3 — гравітаційні мінімуми, 4 — соляні штоки, 5 — територія АКГД

Серед поперечних зон виділяються північно-східні та субмеридіональні, які перетинають повздовжні зони лінеamentів. Вони дешифруються менш впевнено, ніж повздовжні. Просторово північно-східні зони лінеamentів майже повністю співпадають з північно-східними трансконтинентальними зонами лінеamentів, виділеними М. Г. Распоповою та ін. [5], які вона вважає молодшою глибинною структурою літосфери, що розвивається безперервно від мезозою до сучасної активізації. В нижніх шарах літосфери їм відповідають мантіїні неоднорідності з різними фізико-хімічними процесами та тектонічними деформаціями (мантіїний діапір, “тіло Вранча”, геотермічні аномалії).

Поперечні зони лінеamentів (див. рис. 2), автори відносять до регіональних і зіставляють з поперечними глибинними розломами, успадкованими від древніх розломів Сарматського щита, які слідкуються з УКЩ через ДДЗ на ВКМ [10, 12, 13, 14], на користь чого свідчать вузли перетину поперечних розломів з крайовими, де спостерігається зміщення останніх, розворот осей соляних штоків вздовж субмеридіональних та північно-східних напрямків, розворот осей гравітаційних мінімумів. В рельєфі ці зони лінеamentів виділяються з різним рівнем достовірності на відміну від повздовжніх зон, меншим заповненням лінеamentами. Можливо, це обумовлено тим, що не дивлячись на їх древній вік, активізація їх відбулася значно пізніше, ніж повздовжніх зон, і не всюди однаково, в результаті чого неодноразово відбувалося формування рельєфу і активізація ерозійних форм рельєфу по цих напрямках — від великих долин річок до мілких ерозійних форм. Ніжинська поперечна зона лінеamentів північно-східного напрямку слідкується через населені пункти Носовка–Ніжин–Борзна, перетинає ДДЗ і виходить на обидва борти. Ця зона зівпадає із західною межею розповсюдження верхньодевонської хомогенної товщі і в південно-західній частині співпадає із зоною лінеamentів М. Г. Распопової. Кропивницький соляний шток своєю довгою віссю розвернутий вздовж зони, що свідчить про наявність розломної зони цього напрямку. Фрагментами спостерігається вздовж зони розворот на північний схід гравітаційних мінімумів як в ДДЗ так і на її бортах. Ічнянська поперечна, майже субмеридіональна, зона лінеamentів простежується через всю ДДЗ з південного борту від м. Золотоноша через населені пункти Ічня (ДДЗ)–Холми (північний борт). В межах зони спостерігається субмеридіональний розворот гравітаційних мінімумів як в ДДЗ, так і на її бортах. Вісі Івангородського, Буромського, частково Іваницького та Парафіївського соляних штоків з палеогеновим рівнем прориву солі розвернуті уздовж зони і вздовж осей гравітаційних мінімумів. Ічнянська поперечна зона майже повністю співпадає зі Смілівсько-Холмською дорифтовою архей-протерозойською розломною зоною, виділеною В. К. Гавришем [2, 3, 4]. Пирятинсь-

ка поперечна північно-східна зона лінеamentів перетинає ДДЗ від борту до борту по лінії м. Пирятин — м. Ромни. В межах її перетину з південною повздовжньою зоною лінеamentів спостерігається зміщення останньої та зміна простягання південного крайового розлому. Лубенська субмеридіональна зона простежується через ДДЗ від південного до північного борту через Ісачківський, Позняківський соляні штоки, через Яблунівську, Андріяшівську, Талалаївську, Турутинську, Володимирську структури. Зона співпадає з Інгuleцько-Брянською дорифтовою архей-протерозойською розломною зоною В. К. Гавриша, але має більшу ширину. Ромаданівський шток, розташований в межах південної частини цієї зони, має форму трикутника, одна із сторін якого орієнтована вздовж зони. Лебединська північно-східна зона лінеamentів простягається з УКЩ через Кибицьку, Гадяцьку, Тимофіївську структури ДДЗ на м. Лебедин і далі на ВКМ вздовж верхньої течії р. Псел. Ширину зони не витримана. Зона співпадає з Болтишсько-Обоянською дорифтовою архей-протерозойською розломною зоною В. К. Гавриша.

В зоні перетину Лебединської та Лубенської поперечних зон з північною та південною повздовжніми зонами спостерігається різка зміна в простяганні крайових розломів, зміна орієнтації осей гравітаційних мінімумів та зміна ширини зон лінеamentів. Криворізько-Кременчуцько-Комаричський розлом описано З. А. Крутихівською [7].

Цей розлом фіксується за геологічними ознаками — різний склад відкладів по обидві сторони розлому, різний характер метаморфізму та складчастості та за геофізичними даними — асиметричний мінімум сили тяжіння, різна будова магнітних аномалій по обидві сторони від розлому, різна потужність земної кори: на заході — 32 км, на сході — 50 км від розлому за матеріалами ГСЗ. Розлом траєнується більше ніж на 800 км з півночі на південь. Криворізько-Кременчуцька субмеридіональна зона лінеamentів простежується з північного борту ДДЗ через Синівський соляний шток, Гадяцьку структуру, вздовж долини р. Псел, Сагайдацьку структуру. В межах південного борту перетинає повздовжній гравітаційний мінімум. Виділена лінеamentна зона не співпадає з Криворізько-Кременчуцькою дорифтовою розломною зоною В. К. Гавриша, і лише в своїй південній частині спостерігається часткове їх співставлення. “Укладання” простягання долини р. Псел, що прорізає ДДЗ та долини р. Інгuleць, яка прорізає УКЩ, в одну субмеридіональну зону, на думку авторів звіту, обумовлено Криворізьким розломом, що виділяється на УКЩ, і, напевно, можливо з меншими амплітудами, простежується в ДДЗ. Субмеридіональний Криворізький магнітний максимум вздовж розлому з меншими значеннями заходить в межі ДДЗ і на північний борт (рис. 6). При перетині північно-східної Лебединської зони лінеamentів з Криворізько-Кременчуцькою субмеридіональною

зоною спостерігається зміна в простяганні та будові північного крайового розлому. При перетині південного крайового розлому цією зоною спостерігається різка зміна напрямку осей гравітаційного мінімуму, зміщення крайового розлому в північному напрямку.

Ворсклянська зона лінеamentів простежується від м. Суми до м. Полтава вздовж долини р. Ворскла, через м. Решетилівку вздовж субмеридіональної осі гравітаційного мінімуму аж до р. Дніпро. Ворсклянська зона лінеamentів зіставляється з Ворсклянським розломом, зафіксованим детальними сейсморозвідувальними роботами в районі населених пунктів Рибальці–Охтирка. В районі Чернетчина–Хухра вздовж цієї зони простежується субмеридіональна градієнтна зона гравітаційного поля. При перетинанні крайових розломів ДДЗ спостерігається різка зміна в простяганні осей гравітаційних мінімумів вздовж крайових розломів. На користь розломної зони свідчать катаклази та мелоніти з примазками бітумів на площинах ковзання в кристалічних породах Тростянецьких свердловин на північному борту ДДЗ. У вузлі перетину цієї зони з північним крайовим порушенням відкрито Хухринське та Чернетчинське родовище вуглеводнів, де колекторами є зона розущільнення пород фундаменту та їхня кора вивітрювання. Свердловина Хухринська-1, яка дала промисловий приплив вуглеводнів, розташована в невеликому по площі та потужності гравітаційному мінімумі. Тільки у своїй північній частині ця зона лінеamentів співпадає з Верхівцевсько-Льговською зоною дорифтових розломів В. К. Гавриша. Між Криворізько-Кременчуцькою та Ворсклянською зонами лінеamentів розташована Псьолсько-Ворсклянська сідловина, якій на схемі тектоморфоізогіпс відповідають максимальні абсолютні відмітки рельєфу (160–180 м) на фоні оточуючих блоків з меншими абсолютними відмітками. Саме цей припіднятий блок заважав просуванню Дніпровського льодовика на схід від р. Псел, на що вказує відсутність в межах цього блоку льодовикових відкладів. Тобто, Криворізько-Кременчуцьку та Ворсклянську зону лінеamentів можна ідентифікувати із зонами розломів, по яких піднімався цей блок. Богодухівська зона лінеamentів простежується

від верхів р. Уди на Юліївську, Караванівську, Медведівську, Зах. Єфремівську, Багатоїську, Лівенцівську структури — родовища ВВ. В зоні розташовані Валківський, Крестищенський, Сосновський, Вербівський соляні штоки. Зона співпадає із зоною дорифтового розлому за В. К. Гавришем (ОХ). Харківська поперечна зона лінеamentів простежується від м. Кобеляки вздовж частини долини р. Ворскла до м. Полтави, далі вздовж долини р. Тагамлик, після чого зона роздвоюється і одна гілка йде західніше м. Харків, друга—східніше. Зона в деякій мірі співпадає з Оріхово-Павлоградським лінеamentом, виділеним А. В. Чекуновим [14]. Царичанська поперечна північно-східна зона лінеamentів простежується південно-східніше м. Харків по лінії нас. пунктів Чугуєв–Готвальд–Красноград, вздовж долини р. Берестова на сс. Зачепилівку, Царичанку. При перетині зони з крайовими розломами спостерігається різка зміна простягання крайових розломів та осей гравітаційних мінімумів. Лозоватівська поперечна (північно-східна) зона лінеamentів є західною межею Самарсько-Вовчанського виступу фундаменту, який знайшов своє відображення у підвищених абсолютних відмітках рельєфу, його щільній ерозійній розчленованості у порівнянні з сусідньою західною ділянкою. Виступ фрагментами оточується дугоподібними ділянками гравітаційних мінімумів. Субширотні зони лінеamentів не витримані по простяганню, фрагментарні і зустрічаються як в північно-західній частині ДДЗ, так і в південно-східній. Слід відмітити кільцеву аномалію, яка чітко виділяється в районі Медведівської та Меліховської структур. Тут спостерігається кільцеподібне розташування соляних штоків, розташованих над дугоподібними розломами фундаменту (приосьова частина Тарнівського виступу фундаменту). При зіставленні розташування соляних штоків та гравітаційних мінімумів виявляється, що штоки розташовані у вузлах розломів, і в більшості випадків, в межах гравітаційних мінімумів, що дає можливість зробити припущення про зв'язок гравітаційних мінімумів із зонами тріщинуватості та розущільнення пород фундаменту і осадової товщі та соляних товщ, особливо в південно-східній частині ДДЗ, де до девонської солі приєднується потужна нижньопермська сіль [8].

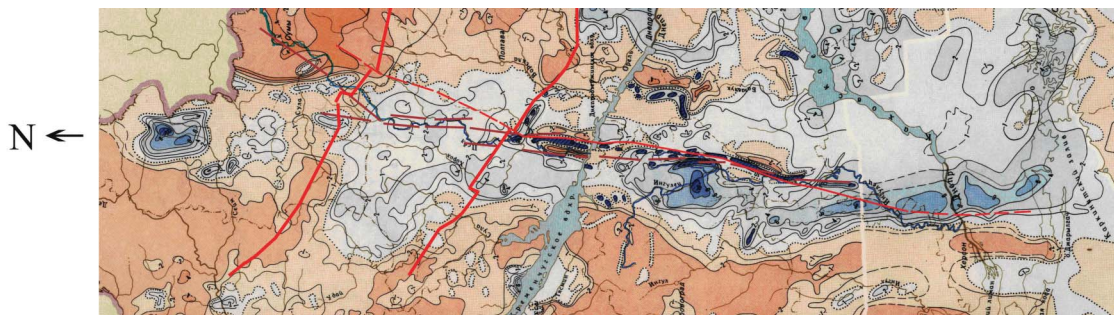


Рис. 6. Магнітна аномалія вздовж дорифтової Криворізько-Кременчуцької архей-протерозойської зони розлому. Рисунок орієнтований з півночі (зліва направо) на південь. Темно-червона субмеридіональна лінія — зона лінеamentів, яка простежується із УКЩ через ДДЗ [13]

Аналіз ерозійних форм рельєфу (долин річок, балок) та розташування гравітаційних мінімумів з метою виявлення взаємозв'язку від'ємних форм рельєфу із тріщинуватістю порід (рис. 7) дозволив зробити наступні висновки:

1. Річки Сула, Хорол, Псел перетинають ДДЗ з півночі на південь (з північного борту до південного) і на своєму шляху “прорізають” вхрест повздовжні гравітаційні максимуми та частково гравітаційні мінімуми, і лише нижче м. Миргород р. Псел йде вздовж осі гравітаційного мінімуму. Очевидно, гравітаційні максимуми тут пов'язані із більш щільними породами в межах субмеридіональної магнітної аномалії, що перетинає ДДЗ з півночі на південь, а мінімуми — з ділянками підвищеної тріщинуватості Криворізько-Кременчуцької архей-протерозойської зони розлому, вздовж якої закладалася долина р. Псел. На геолого-петрографічній карті Українського щита показаний наскрізний тектонічний розлом, що простежується між нижніми течіями рр. Псел та Ворскла і йде на південь через увесь Український кристалічний щит [1]. На момент закладання сучасних долин річок (неоген-палеоген) Криворізько-Кременчуцька архей-протерозойська дорифтова структура проявила себе як активна структура з оновленою тріщинуватістю, про що свідчить четвертинний рівень прориву Лейківського соляного штоку, який знаходиться в долині р. Псел та палеогеновий рівень прориву Синівського соляного штоку. Отже в цьому випадку не можна говорити про те, що ці ерозійні форми тяжіють тільки до зон розвитку гравітаційних мінімумів.

2. Річка Ворскла перетинає ДДЗ від північного борту до південного вхрест простягання ДДЗ і вздовж архей-протерозойської дорифтової Верхівцевсько-Львівської зони розлому, перетинаючи як гравітаційні максимуми, так і гравітаційні мінімуми як по їх осях, так і вхрест. В районі Хухринсько-Чернетчинської нафтогазоносною площі р. Ворскла йде по межі гравітаційного максимуму та гравітаційного мінімуму субмеридіонального простягання, але продуктивна свердловина Хухринська-1 пробурена в межах невеликого гравітаційного мінімуму. Очевидно, в межах архей-протерозойської Верховцевсько-Львівської складчастої структури ми маємо неоднозначні показники ступеня тріщинуватості порід, і там де долина ріки простежується вздовж осі гравітаційної аномалії, тріщинуватість порід має той же напрям, що і гравітаційна аномалія. Про інтенсивність тріщинуватості та наявність глибинних розломів свідчить значна кількість соляних штоків в цій зоні, причому майже всі штоки, за винятком Колонтаївського та Карайкозівського штоків, відповідно з палеогеновим та четвертинним рівнем їх прориву, мають тріасовий рівень прориву. Виходячи з того, що західніше р. Псел рівень прориву соляних штоків — палеоген-четвертинний, а східніше р. Псел — рівень прориву штоків — тріасовий, можна зро-

бити висновок, що інтенсивний соляний тектогенез в східній частині ДДЗ відбувався в тріасі, а в західній частині продовжувався і в четвертинний період. Однак наявність в східній частині соляних штоків із палеоген-четвертинним рівнем прориву свідчить на користь більш пізньої активізації соляного тектогенезу, але більш високому, ніж тріасовий рівень прориву, можливо, заважала закритість (“запечатаність”) основних каналів прориву солі та потужність осадової товщі. В той же час, на схід від р. Ворскла, а точніше — від р. Орель інтенсивність глибинного та горизонтального ерозійного розчленування території різко зростає і в межах Донбасу у відслоненнях фіксуються відклади від нижньокарбонового віку до неогенового, тоді як в північно-західній частині ДДЗ в долинах річок розкриті тільки відклади середнього палеогену (київська світа) до пліоцену включно. Очевидно, що в неотектонічний етап територія Донбасу зазнала більш інтенсивних піднятих. Долина р. Удай від Монастирищенської структури до м. Лубни майже повністю вкладається в зону повздовжнього гравітаційного мінімуму. Те ж саме можна сказати і про нижню частину долини р. Ромен. Аналіз карти гравітаційного поля масштабу 1:500 000 та результатів дешифрування МДЗ показав, що північна та південна повздовжні зони лінеamentів майже повністю співпадають з від'ємними гравітаційними мінімумами, що простежуються вздовж крайових розломів та прибортових зон ДДЗ. Співставлення Схеми новітньої розломно-блокової тектоніки із блоковою будовою фундаменту (рис. 8) дозволяє зробити висновки про успадковане відображення меж блоків в ландшафті.

Аналіз “Схеми фонду структур ДДЗ” та “Схеми новітньої розломно-блокової будови” показав, що велика кількість родовищ вуглеводнів в ДДЗ із значними запасами розташована в межах крайових (повздовжніх) зон лінеamentів, які зіставляються авторами з ШРЗ. В південній зоні це Монастирищенське, Прилуцьке, Мильківське, Богданівське, Сагайдацьке, Зачепилівське, Лиманське, Руденківське, Перещепинське, Пролетарське, Левенцівське, Богатойське, Голубівське родовища. В північній зоні це Талалаївська група родовищ, Великобубнівське, Рогінцівське, Сх. Рогінцівське, Півд. Афанасівське, Коржівське, Сахалінське, Тимофіївське, Новотроїцьке, Качанівське, Качалівське, Хухра-Чернетчинське, Рибальське, Шебелинське родовища. Такі родовища як Липоводолинське, Гадячське, Леляківське, Гніденцівське та ін. розташовані поряд з цими зонами. У вузлах перетину повздовжніх зон з поперечними розташовані родовища з досить високими дебітами вуглеводнів — Тимофіївське, Хухра-Чернетчина, Рибальське, Котелевське, Медведівське, Сх. Медведівське, Анастасівське, Левенцівське, Новогригорівське, Решетилівське, Кибинцівське, Прилуцьке. Можна припустити, що структури, виділені поряд із ШРЗ, можуть бути також перспективними на пошуки ВВ.

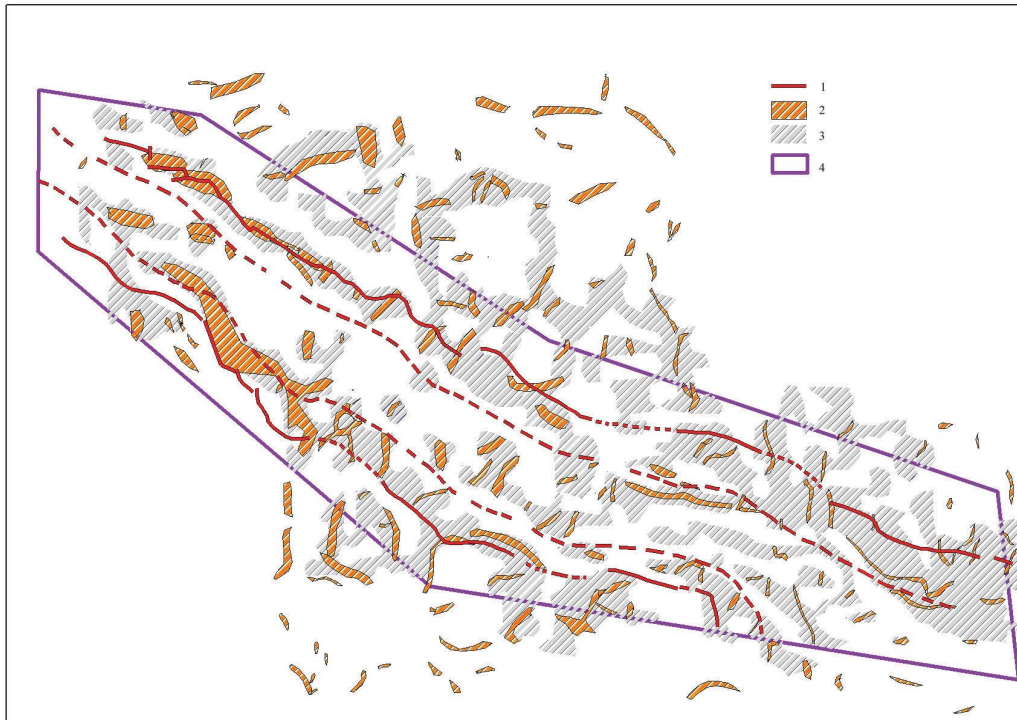


Рис. 7. Схема співставлення розташування гравітаційних мінімумів та долин річок і балок

1 — крайові та приоссові розломи, 2 — ділянки співпадіння долин річок та осей гравітаційних мінімумів, 3 — гравітаційні мінімуми, 4 — територія аерокосмогеологічних досліджень (АКГД)

За характером щільності, вираженості в рельєфі, просторового розташування та простягання лінеamentів та їх зон, та за аналізом гравітаційного поля ДДЗ всю територію досліджень можна поділити на декілька районів: Перший, самий західний район, розташований між містами Ніжин–Бахмач–Прилуки. Район характеризується двома повздовжніми зонами лінеamentів (з яких південна переривиста), розташованими в межах розломопар, виділених В. К. Гавришем, та двома північно-східними зонами, які фрагментарно співпадають з невеликими за площею гравітаційними мінімумами північно-західного та північно-східного простягання. Між цими зонами спостерігається рідка сітка лінеamentів, що відображає ерозійне навантаження льодовикової території Чернігівського Полісся з абсолютними відмітками не вище 100–120 м. Східною межею цього блоку є Ічнянська поперечна зона лінеamentів, вздовж якої змінюється простягання осей гравітаційних мінімумів. Другий район охоплює територію між містами Бахмач та Прилуки до р. Псел. Східною межею його є Криворізько-Кременчуцька зона лінеamentів. Особливістю цього району є дві потужні повздовжні зони лінеamentів, що просторово співпадають з розломопарами і гравітаційними мінімумами цього ж простягання. Територія характеризується значним ерозійним розчленуванням, характерних для пліоценових терас р. Дніпро з абсолютними відмітками 140–160 м, рідше — 180 м. Лінеamentна сітка цієї території досить щільна, різно орієнтована, обмежена двома поперечними зонами — Ічнянською та Криворізько-Кременчуцькою. Третій

район-блок розташований між Криворізько-Кременчуцькою та Ворсклянською лінеamentними зонами. Територія блоку характеризується густою сіткою різноорієнтованих лінеamentів, високими абсолютними відмітками (160–180 м, рідко — 200 м) сучасного рельєфу на фоні оточуючої території, що характерно для Псьольсько-Ворсклянської сідловини, яка слугувала перепоною для руху Дніпровського льодовика. Четвертий район-блок розташований на схід від Ворсклянської до Богодухівської зони лінеamentів. Блок характеризується переривистими, нечітко вираженими повздовжніми зонами лінеamentів, які зміщуються до осової частини ДДЗ разом з крайовими розломами. Переважають абсолютні відмітки рельєфу — 180 м. Нерідко спостерігаються відмітки 200 м. Третій та четвертий блоки дуже схожі між собою, можливо їх слід було об'єднати. П'ятий район-блок розташований на схід від четвертого. В цей блок з боку південного борту ДДЗ виступає ("вдавлюється") припіднятий в рельєфі блок овальної форми (Самарсько-Вовчанський виступ фундаменту), в межах якого, співпадаючи в плані, фіксується досить інтенсивна, до 6 мілієрстед, магнітна аномалія [13]. Абсолютні відмітки рельєфу коливаються в межах 180–200 м, часто більше 200 м. Межами цього виступу є долини річок Самара та Орель, що мають дискордантне простягання, оминаючи цей виступ. Виступ ніби відокремлює всю ДДЗ від Донбасу. Гравітаційне поле тут різко міняє свій характер — мінімуми утворюють вузьку полосу на півночі в межах північної розломопари, яка віялом розходиться в межах Донбасу. Одна із гілок гравіта-

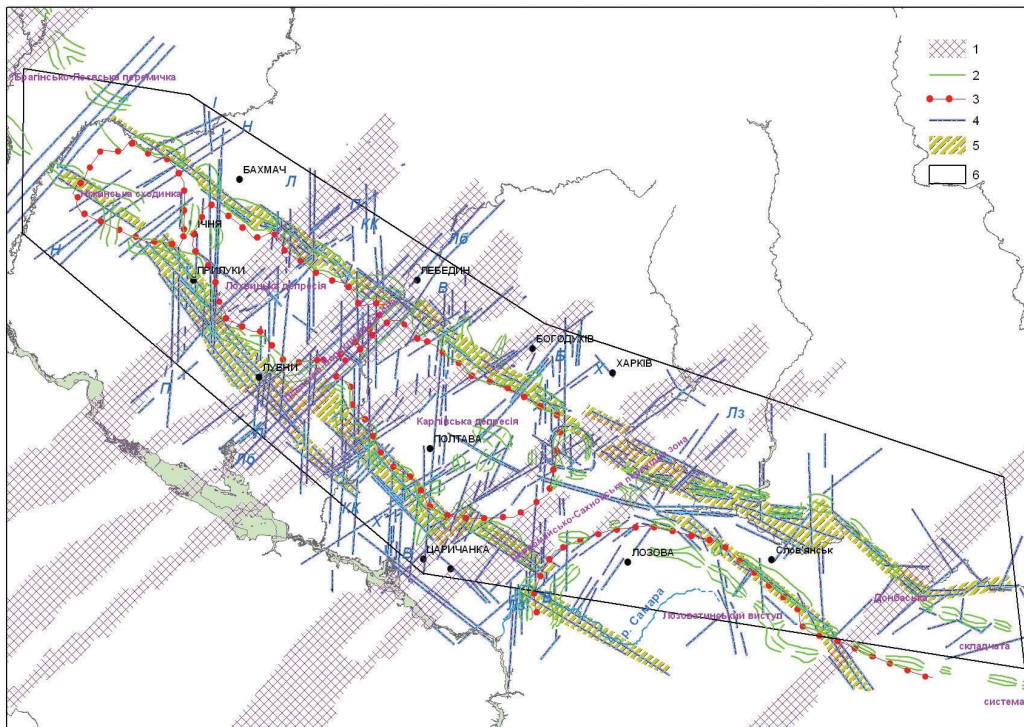


Рис.8. ДДЗ. Схема співставлення новітньої розломно-блокової будови з блоковою будовою фундаменту, за С. М. Єсіповичем 1 — зони лінеamentів [5]; 2 — генералізовані лінії гравітаційних мінімумів; 3 — межі блоків; 4 — зони лінеamentів за результатами дешифрування МДЗ (2013 р.), що співставляються із зонами тектонічних напруг (дорифейськими глибинними розломами?); 5 — зони розущільнення порід фундаменту та осадової товщі в межах крайових розломів ДДЗ; 6 — територія аерокосмогеологічних досліджень

ційних мінімумів огинає виступ, який за даними авторів звіту доходить аж до м. Слов'янськ і навіть далі на схід.

Висновки

1. Схема новітньої розломно-блокової будови північно-західної частини ДДЗ і південно-східної частини мають різний вигляд. В північно-західній частині зони лінеamentів північно-західного простягання мають чітку орієнтацію, витримані по простяганням і майже витримані по ширині. Просторово вони співпадають з крайовими та приосьовими розломами (розломопарами), високоактивними на неотектонічному етапі. В південно-східній частині така чітка закономірність повздовжніх зон порушується, зони переривисті, часто зміщуються. Відсутня їх чітка приуроченість до розломопар, особливо в районі північного та південного крайових розломів на схід від м. Полтави. Простягання та місцезонаштування повздовжніх зон лінеamentів співпадає з гравітаційними мінімумами, виникнення яких, можливо, обумовлено сумарним ефектом — наявністю зон розущільнення в ШРЗ та соляних товщ в щільних грабенах, виділених В. К. Гавришем.
2. При перетині з поперечними зонами лінеamentів спостерігається зміщення простягання повздовжніх зон, що свідчить на користь існування дорифейських субмеридіональних структур фун-

даменту, які, за даними ряду дослідників перетинають ДДЗ.

3. Північно-східні зони лінеamentів мають вигляд фрагментарних паралельних лінеamentів різної довжини, негустих по площині, слабо проявлених в рельєфі. В південно-східній частині північно-східні зони неотектонічної активізації контролюються північно-східними козирками соляних штоків, тобто можна говорити, що саме в цих місцях лінеаментам відповідають розломи у фундаменті та осадовій товщі. За даними М. Г. Распопової північно-східні напрямки тектонічних напруг слід віднести до зон новітньої трансконтинентальної тектонічної активізації. На нашу думку, ці зони відображають, як і меридіональні зони, древні структури, активізація яких відбулася ще пізніше, ніж по субмеридіональних напрямках і продовжується до сих пір, про що свідчить активізація ерозійних процесів по східно-північних напрямках та східні розвороти козирків соляних штоків.
4. Меридіональні зони лінеamentів простежуються також майже скрізь від південного борту до північного через всю ДДЗ, і співпадають із дорифейськими структурами, виділеними В. К. Гавришем та А. В. Чекуновим. На картах В. К. Гавриша ці зони протрасовані як безперервні смуги. На нашу думку вони проявляються фрагментарно, але більш впевнено, ніж північно-східні зони. Очевидно, це пов'язано з більш ранньою активізацією

вздовж субмеридіональних древніх структур, вздовж яких закладалася потужна ерозійна сітка — рр. Сула, Псьол, Ворскла. Від Верхівцевсько-Львовського розлому на схід різко зростає неотектонічна активність території, значно зростає активність соляного тектогенезу, спостерігається більше ерозійне розчленування території.

5. У вузлах перетину повздовжніх зон лінеamentів з поперечними зонами спостерігається зміщення повздовжніх зон. Саме у вузлах перетину цих зон розташовані родовища вуглеводнів — Тимофіївське, Хухринсько-Чернетчинське, Рибальське, Котелевське, Медведівське, Сх. Медведівське, Анастасівське, Левенцівське, Новогригорівське, Решетилівське, Кибинцівське, Мильківське, Прилуцьке та ін.
6. За рівнем дешифрування, характером щільності, просторового розташування та простягання лінеamentів всю територію досліджень поділено на 5 районів-блоків.
7. Основні повздовжні та поперечні зони лінеamentів співпадають з межами тектонічних блоків фундаменту, виділених за результатами аналізу геолого-геофізичних матеріалів, зокрема гравітаційного поля території ДДЗ.
8. Велика кількість родовищ вуглеводнів в ДДЗ із значними запасами розташована в межах крайових (повздовжніх) зон лінеamentів, які співставляються авторами із ШРЗ. Можна припустити, що структури, виділені поряд із ШРЗ, можуть бути також перспективними на пошуки ВВ.

Література

1. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР / — М.: Гл. упр. геодезии и картографии при Совмине СССР, 1978. — 184 с.
2. Гавриш В. К. Глубинные разломы, геотектоническое развитие и нефтегазоносность регионов / В. К. Гавриш; — К.: Наукова думка, 1974. — 159 с.
3. Гавриш В. К. Генезис и нефтегазоносность краевых глубинных разломов Днепровско-Донецкого рифта / В. К. Гавриш, Л. И. Рябчун. — Киев: Наукова думка, 1981. — 228 с.
4. Гавриш В. К. Звіт про науково-дослідну роботу по темі: Геологічні особливості скупчень нафтогазоперспективних об'єктів ДДЗ на основі аналізу розломно-блокової тектоніки та палеоструктурних побудов / В. К. Гавриш, Л. И. Рябчун. — К.: ІГН НАНУ України, 2001. — 100 с.
5. Тектоника нефтегазоносных областей юго-запада СССР / Гарецкий Р. Г., Глушков В. В., Крылов Н. А., Палиенко В. П., Распопова М. Г. [и др.]. — М.: Изд-во Наука, 1988. — 85 с.
6. Багрій І. Д. Нафтогазоперспективні об'єкти України / І. Д. Багрій, В. П. Ключко. — К.: Наук. думка, 2007. — 533 с.
7. Крутиховская З. А. Криворожско-Кременчугский глубинный разлом. / З. А. Крутиховская, И. К. Пашкевич, М. В. Чирвинская // Геофизич. сб. № 32. Наукова думка — К.: 1969. — С. 18–37.
8. Лобасов О. П. Побудова та аналіз літологічної моделі нижньопермської соленої формації Дніпровсько-Донецької западини засобами ГІС / О. П. Лобасов, Н. П. Сюмар, С. Б. Шехунова // Збірник наук. праць ІГН НАНУ. Вип. 3, 2010. — С. 294–305.
9. Товстюк З. М. Прогноз локальних структур по аерокосмогеологическим исследованиям в Днепровско-Донецкой впадине: автореф. дис. канд. геол.-мін. наук: 04.00.17 / З. М. Товстюк. ИГ и РГИ, — М., 1987. — 20 с.
10. Чебаненко І. І. Розломна тектоніка України / І. І. Чебаненко. Київ: Наукова думка, 1966. — 179 с.
11. Чирвинская М. В. Глубинная структура Днепровско-Донецкого авлакогена по геофизическим данным / М. В. Чирвинская, В. Б. Сологуб. К.: Наук. думка, 1980. — 177 с.
12. Чекунов А. В. Глубинное строение и геодинамика нефтегазоносных бассейнов Украины / А. В. Чекунов // Геол. журн., 1993. — №6. — С. 3–15.
13. Чекунов А. В. Днепровско-Донецкий палеорифт в начале его формирования / А. В. Чекунов, Л. Т. Калужная // Докл. АН УССР. Сер. Б, 1990. — №1. — С. 21–26.
14. Чекунов А. В. Оріхово-Павлоградський лінеament / А. В. Чекунов // Геол. журнал. Т. XXV. — К.: Наук. думка, 1965. — вип.4. — С. 13–25.

НОВЕЙШАЯ РАЗЛОМНО-БЛОКОВАЯ ТЕКТОНИКА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

З. М. Товстюк, Т. А. Ефименко, О. В. Титаренко, Е. П. Головащук, И. В. Лазаренко

Работа выполнена на основе структурного дешифрирования разновременных материалов космической съемки, полученных с разных космических носителей, топокарт масштаба 1:200 000 с целью построения схемы новейшей разломно-блоковой структуры Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ). Обосновано соответствие линейментов, а также их зон с установленными глубинными разломами.

Ключевые слова: зона, впадина, линейменты, космическая съемка, дистанционные материалы, структурное дешифрирование, новейшая разломно-блоковая структура

THE MODERN FRACTURE-BLOCK TECTONICS OF THE DNIPEPER-DONETS BASIN

Z. M. Tovstuk, T. A. Yefimenko, O. V. Titarenko, E. P. Golovashzhuk, I. V. Lazarenko

The research is based on structural decoding of survey materials from different types of space and maps (1: 200 000). The aim of the work is to make the newest fracture- block structure scheme of Dniprovsko-Donetska Depression (DDD).

Keywords: zone, depression, space survey materials, lineaments, structural decoding, the newest fracture- block, relief

УДК 504.064.3:(528.8:581.543)](477.8)

Аналіз фенологічного розвитку лісових рослинних угруповань Західного Полісся та Українських Карпат на основі інформаційних продуктів EOS/MODIS

С. А. Станкевич, А. О. Козлова*, О. В. Матвієнко

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України", Київ, Україна

Проведено розрахунки фенологічних метрик лісової рослинності Західного Полісся та Українських Карпат на основі інформаційних продуктів EOS/MODIS. За результатами аналізу одержаних даних виявлено просторові та часові особливості фенологічного розвитку лісових рослинних угруповань обраних територій дослідження.

Ключові слова: фенологічний розвиток, фенологічні метрики, лісові рослинні угруповання, інформаційні продукти EOS/MODIS, Західне Полісся, Українські Карпати

© С. А. Станкевич, А. О. Козлова, О. В. Матвієнко. 2014

Вступ

Реакція наземних природних екосистем на зміни кліматичних умов є ключовим аспектом прогнозування наслідків глобальної зміни клімату [2]. Для достовірного оцінювання таких реакцій необхідне проведення комплексного моніторингу параметрів, які характеризують зміни стану окремих складових елементів екосистеми.

Зміни, що відбуваються у фенологічний розвиток рослин, відносять до важливих індикаторів змін клімату. Під фенологічним розвитком рослин, а також їх угруповань розуміють закономірне чергування та щорічне повторення одних і тих же сезонних циклів — вегетації і спокою, росту пагонів, цвітіння, плодоношення, старіння та опадання листя.

Методи і дані дистанційного зондування Землі знаходять широке застосування у вивченні фенології рослинних угруповань. Велика увага в цьому питанні приділена американськими вченими Jeremy I. Fisher, Bradley C. Reed, Mark A. Friedl, Jesslyn F. Brown, Amy Miller, Dayne Broderson, Tom Heinrichs [6, 10, 12–13] та ін. Ряд тематичних досліджень проведено норвезькими — Stein R. Karlsen, Kjell A. Nørga, Frans E. Wielgolaski, Anne Tolvanen, Eero Kubin [7–8] та китайськими вченими — Xiangzhong Luo, Xiaoqiu Chen, Lin Xu [9]. Сезонну динаміку екосистем вивчають і науковці Інституту космічних досліджень РАН — М. А. Медведева, В. В. Елсаков, І. Ю. Савин, С. А. Барташов [4].

На території України вітчизняні науковці також проводять фенологічні спостереження, серед авторів таких робіт виділяють І. Фекета, Я. Я. Білик, Ю. Г. Гринюка, І. І. Делеган, А. В. Козурак та ін. [1, 3]. Довготривалі спостереження за сезонними змінами рослинності, які проводяться переважно в межах об'єктів

природно-заповідного фонду, мають дуже локалізований характер.

Метою даного дослідження є виявлення просторово-часових особливостей фенологічного розвитку лісових рослинних угруповань на території Західного Полісся та Українських Карпат в період з 2008 до 2013 рр. на основі інформаційних продуктів EOS/MODIS.

Територія дослідження

В роботі розглянуто рослинні угруповання Західного Полісся та Українських Карпат, які мають суттєві відмінності за своїми природними характеристиками.

Західне Полісся характеризується рівнинним рельєфом, помірним кліматом (м'якою зимою та теплим літом, значними опадами), а також значною заболочуваністю території. Лісова рослинність представлена, переважно, хвойними породами (соснові бори) з переходом з заходу на схід до мішаних лісів (хвойно-широколистяних).

Основним фактором, який визначає кліматичні умови та рослинно-видовий склад Українських Карпат є висотна диференціація. За М. С. Андріановим, клімат цієї складчастої області характеризується як помірно-континентальний з надмірним і достатнім зволоженням, нестійкою весною, нежарким літом, теплою осінню і м'якою зимою [5]. Розподілу рослинності притаманна зональність відповідно до гіпсометричних рівнів території. Так, на нижчих рівнях поширені теплолюбні широколистяні ліси (дуб, бук, граб) з досить тривалим вегетаційним періодом (більше 200 днів). З підняттям вгору, спочатку в якості домішок, а далі як переважний вид, до листяних порід долучаються хвойні — ялиця, смерека, рідше сосна.

*ak@casre.kiev.ua

Вихідні дані та методи дослідження

Для дослідження використовувались інформаційні продукти сенсора MODIS на платформі EOS — MOD13Q1 та MCD12Q1.

MOD13Q1 — продукт третього рівня обробки з інформацією про вегетаційні індекси (NDVI). Часова розрізненість знімків — 16 днів, просторова розрізненість 250 м.

MCD12Q (Land Cover) — продукт щорічної класифікації типів земного покриву. Даний продукт включає п'ять різних схем класифікації. В дослідженні використовувались супутникові знімки з класифікацією IGBP просторовою розрізненістю 500 м.

Зважаючи на те, що території інтересу не потрапляють в одну сцену зйомки, для кожної із них було отримано та оброблено окремий пакет даних. В ході дослідження було використано 170 сцен MOD13Q1 та 8 щорічних сцен MCD12Q1 за період 2008–2013 рр. Внутрішньорічний часовий діапазон дослідження становить 9 місяців — з березня по листопад включно. На кожен рік для кожної території оброблено по 17 сцен MOD13Q1.

Дослідження базувалися на алгоритмі, розробленому у Географічній інформаційній мережі Аляски та Службі Національних парків США [11]. Даний алгоритм було модифіковано для визначення листяних та мішаних лісів на території дослідження.

Для визначення окремих типів земного покриву на основі сцен MCD12Q1 було створено маски з відповідними класами (4 та 5), які застосовувались до сцен MOD13Q1. В результаті було отримано зображення NDVI лише для листяних та мішаних лісів (рис. 1).

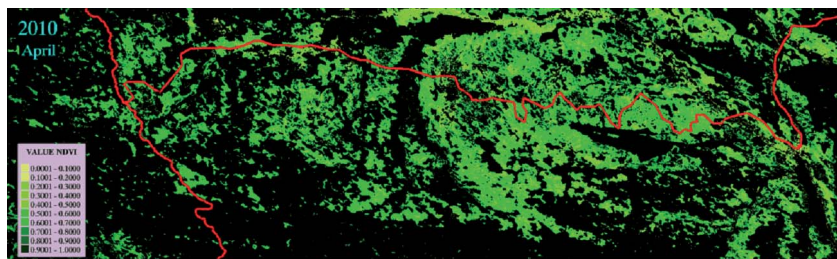
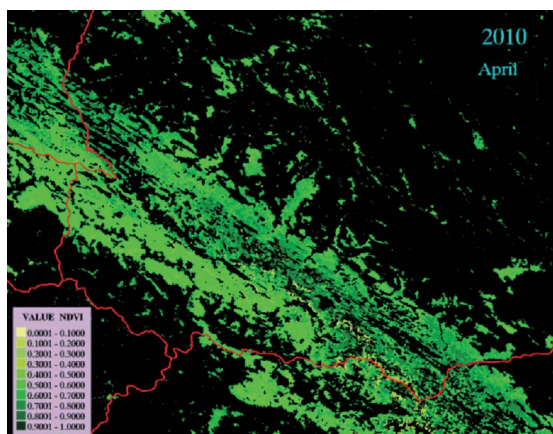


Рис. 1. Зображення NDVI для широколистяних та мішаних лісів, 7 квітня 2010 р.; а — Українські Карпати, б — Західне Полісся

У дослідженні обчислено 4 основні метрики, за якими можна охарактеризувати вегетаційний період рослин: SOS (start of season) — початок вегетаційного періоду, MAX (maximum) — момент піку вегетаційного періоду, EOS (end of season) — кінець вегетаційного періоду, GSL (growing season length) — тривалість вегетаційного періоду.

Було відібрано по 3 тестові ділянки, які відповідають окремим пікселям сцен: на території Західного Полісся в межах НПП “Шацький”, на території Українських Карпат — НПП “Ужанський”. Для кожної ділянки визначались значення NDVI, які структурувалися та систематизувалися. Далі за отриманими даними виконувалися інтерполяція, згладження та розрахунок фенологічних метрик.

Значення метрик визначалися точками перетину сповільненого ковзаючого середнього (рис. 2), з відповідною кривою часового ряду NDVI.

Обчислення початку, піку та кінця вегетаційного періоду виконувалося шляхом пошуку найпершого та найпізнішого зближення або перетинання кривої часового ряду і кривої середнього ковзаючого, а також зближення (перетину) з максимальним значенням NDVI. Тривалість вегетаційного періоду визначалася як різниця дат кінця та початку вегетаційного періоду.

Розрахунок всіх чотирьох метрик проводився для всіх еталонних пікселів за даними кожного з 5-ти досліджуваних років (таблиця 1).

Аналіз отриманих даних

Аналіз динаміки змін значень показників фенологічного розвитку широколистяних лісів і мішаних лісів дозволяє відмітити особливості розподілу значень NDVI на знімках, які значною мірою залежать від висотних характеристик місцевості.

Зважаючи на більш менш рівнинний рельєф Західного Полісся, ця територія характеризується відносно рівномірним розподілом NDVI впродовж всього періоду дослідження. На відміну від Полісся, розподіл показників на території Українських Карпат має досить чіткі межі, що пов'язано з кліматичною зональністю, яка пояснюється висотною поясністю місцевості. За отриманими даними можна заключити, що вегетаційний період на вищих гіпсометричних відмітках настає раніше, ніж на нижчих, що пов'язано з суворішим кліматом на цих висотах. Крім того, 2011 рік характеризується досить тривалим літом, зважаючи, що по всіх 6 тестових ділянках момент зниження значень NDVI настає дещо пізніше, на відміну від інших років.

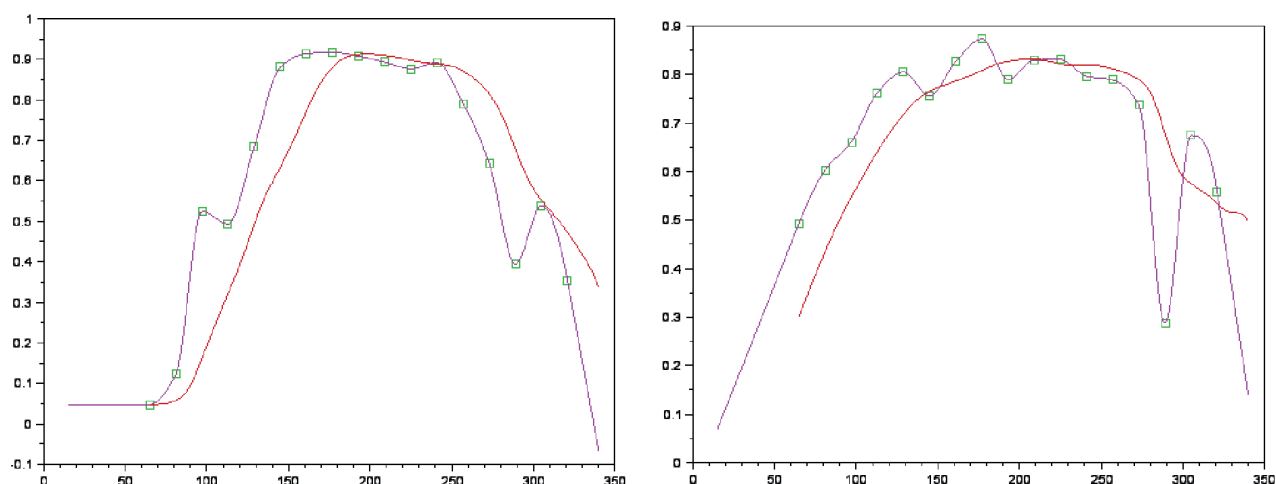


Рис. 2. Інтерпольовані згладжені часові ряди 2009 року тестових ділянок № 1 та їх криві ковзаючого середнього: а — Українські Карпати, б — Західне Полісся

Таблиця 1

Результативна таблиця фенологічних метрик Українських Карпат та Західного Полісся

Українські Карпати						Західне Полісся				
еталонна ділянка № 1										
метрика/рік	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
SOS	65	91	65	86	96	120	114	65	96	95
MAX	177	177	177	209	193	177	241	193	225	145
EOS	308	302	340	309	318	322	322	295	296	309
GSL	243	211	275	223	222	202	208	230	200	244
еталонна ділянка № 2										
метрика/рік	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
SOS	109	114	65	100	90	120	99	100	87	99
MAX	161	161	161	161	193	177	241	225	305	145
EOS	285	315	340	322	323	300	303	298	317	317
GSL	176	201	275	222	233	180	204	198	230	218
еталонна ділянка № 3										
метрика/рік	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
SOS	119	84	90	65	97	117	65	65	98	94
MAX	145	177	161	193	193	177	161	161	209	177
EOS	307	317	340	335	325	29	318	315	325	317
GSL	188	233	250	270	228	174	253	250	227	223

Висновки

Фенологічні метрики отримані методами ДЗЗ дозволяють фіксувати щорічні зміни та багаторічні тенденції у тривалості та особливостях вегетаційного періоду рослинності. Використаний підхід надає можливість досліджувати фенологічний розвиток рослинності окремих типів земного покриття, отримуючи дані лише для визначеного класу.

Зважаючи на відсутність чітких тенденцій та явних динамік в період 2009–2013 рр. на всіх ділянках, виникає необхідність збільшити часовий міжрічний діапазон хоча б до десяти років.

Література

- Білик Я. Я. Фенологічні спостереження на об'єктах природно-заповідного фонду як складова моніторингу кліматичних змін / Я. Я. Білик, Ю. Г. Гринюк // Природно-заповідний фонд України — минуле, сьогодення, майбутнє: мат. міжнар. наук.-практ. конф., 26–28 травня 2010 р. Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.— С. 237–241.
- Глобальна зміна клімату — сучасні погляди та тенденції [Електронний ресурс]: Український гідрометеорологічний центр — Режим доступу: URL: <http://meteo.gov.ua/ua/33464/zmi/articles/read/61> — Назва з екрана.

3. Делеган І. І. Фенологічна мінливість екотипів географічних культур бука лісового в умовах Львівського Розточчя / І. І. Делеган, О. С. Скобало // Науковий вісник НЛТУ України: Природничі дослідження на Розточчі. Львів: РВВ НЛТУ України, 2010. — Вип. 20. 16. — 288 с.
4. Медведева М. А. О связи фенологического развития растительности таежной зоны с величиной NDVI, определенной по спутниковым данным / М. А. Медведева, В. В. Елсаков, И. Ю. Савин, С. А. Барталев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. — Т. 7 (№ 1) — С. 319–329.
5. Природа Українських Карпат / [Колектив авторів. За ред. проф. К. І. Геренчука]. — Львів: вид-во льв. Ун-ту, 1968. — 266 с.
6. Fisher J. I, Mustard J. F, Vadeboncoeur M. A. Green leaf phenology at Landsat resolution: Scaling from the field to the satellite // Remote Sensing of Environment. — 100(2). — 2006. — p. 265–279.
7. Hogda K. A., Karlsen S. R., Solheim I. Climatic change impact on growing season in Fennoscandia studied by a time series of NOAA AVHRR NDVI data // Proc Int Geosci Remote Sens Symp. — 3. — 2001. — p. 1338–1340.
8. Karlsen S. R., Hogda K. A., Wielgolaski F. E., et al. Growing-season trends in fennoscandia 1982–2006, Determined from satellite and phenology data // Clim. Res. — 39. — 2009. — p. 275–286.
9. Luo X., Chen X., Xu L., et al. Assessing performance of ndvi and ndvi3g in monitoring leaf unfolding dates of the deciduous broadleaf forest in northern china // Remote Sens. — 5. — 2013. — p. 845–86.
10. Melaas K., Friedl M. A., Zhu Z. Detecting interannual variation in deciduous broadleaf forest phenology using Landsat tm/etm+ data // Remote Sensing of Environment — 132 — 2013 — p. 176–185.
11. MODIS-derived NDVI metrics [Electronic recourse] // Geographic Information Network of Alaska. — Mode of access: URL <http://www.gina.alaska.edu/projects/modis-derived-ndvi-metrics>. — Last access: 2014. — Title from the screen.
12. Reed B., Budde M., Spencer P., Miller A. E. Integration of modis-derived metrics to assess interannual variability in snowpack, lake ice, and NDVI in southwest Alaska // Remote Sensing of Environment — 113. — 2009 — p. 1443–1452.
13. Soudani, K., Hmimina, G., Delpierre, N., Pontailier, J., et al. Ground-based Network of NDVI measurements for tracking temporal dynamics of canopy structure and vegetation phenology in different biomes // Remote Sensing of Environment — 123. — 2012. — p. 234–245.

АНАЛИЗ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ И УКРАИНСКИХ КАРПАТ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ TERRA / MODIS

С. А. Станкевич, А. А. Козлова, Е. В. Матвиенко

Проведены расчеты фенологических метрик для лесной растительности с использованием информационных продуктов EOS/MODIS. По полученным результатам выполнен анализ пространственных и временных особенностей и тенденций их вегетационного развития.

Ключевые слова: фенологическое развитие, фенологические метрики, лесные растительные сообщества, информационные продукты EOS/MODIS, Западное Полесье, Украинские Карпаты

PHENOLOGICAL ANALYSIS OF FOREST VEGETATION WITHIN WESTERN POLISSIA AND UKRAINIAN CARPATHIANS DERIVED FROM EOS/MODIS INFORMATION PRODUCTS

S. A. Stankevich, A. O. Kozlova, O. V. Matvienko

Calculation of phenological metrics for forest vegetation has been carried out using EOS /MODIS informational products. Analysis of spatial and temporal features and trends of vegetation development has been executed according to the results.

Keywords: phenological development, phenological metrics, forest plant community, EOS /MODIS information products, Western Polissia, the Ukrainian Carpathians

УДК 528.88:551.583

Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації

В. І. Лялько,* Л. О. Єлістратова, О. А. Апостолов

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України", Київ, Україна

Виконано порівняння розповсюдження та інтенсивності посух за 2007 та 2013 рр. на території України, визначених за метеорологічними та супутниковими даними. Використовувались: метеорологічний індекс – гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) та індекс посухи ID (index of Drought) — за дистанційними даними. Обговорюються особливості розповсюдження та інтенсивності посух, встановлені в результаті сумісного аналізу метеорологічних і супутникових індексів.

Ключові слова: посуха, гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), супутниковий індекс посухи ID (index of Drought), зміни клімату

© В. І. Лялько, Л. О. Єлістратова, О. А. Апостолов. 2014

Вступ

Проблема сучасних змін клімату протягом XX і початку XXI ст. за своєю науковою і соціально-економічною актуальністю потребує залучення як традиційних, так і нових методичних підходів для визначення впливу наслідків вказаних змін на різні сфери економіки. До таких питань належить, зокрема, аналіз впливу нових кліматичних умов, що склалися, на зміни агрокліматичних ресурсів і на технологію землеробства. При цьому слід враховувати, що одним з найпоширеніших негативних наслідків сучасного потепління є посухи.

Порівняльні дослідження посух за період 2007–2013 рр. на території України за метеорологічними даними і MODIS даними

Актуальність дослідження

Посуха є одним із негативних природних явищ, яка в екстремальних своїх проявах, внаслідок широкомасштабного і довготривалого характеру, призводить до загибелі людей і до значних матеріальних збитків. В ряду надзвичайних ситуацій по кількості загиблих посухи посідають третє місце в світі після землетрусів і циклонів. Для пом'якшення наслідків посух необхідне її сучасне виявлення, моніторинг розвитку і оцінка збитків. В десятиліття 2001–2010 рр. посухи відбувалися у всіх частинах світу. Прикладом можуть бути посухи, які вразили Австралію (в 2002 та ін.), Східну Африку (2004 та 2005 рр.) стали причиною загибелі великої кількості людей і нестачі продовольства [4].

Найчастіше позитивні аномалії температури повітря в Україні супроводжуються недостатньою кількістю опадів. Моніторинг посух за метеорологічними даними в Україні проводився до 2007 р. У зв'яз-

ку з позитивними аномаліями температури повітря за 2009, 2010, 2011, 2012 та 2013 рр. є необхідність в його продовженні.

З другої половини 1980-х років XX ст. у світовій практиці моніторингу посух стали впроваджуватися індекси, обчислені за допомогою супутникової інформації. Інтерес до аналізу посух за супутниковими даними посилюється в Україні у зв'язку з досить значним охопленням площ сильними посухами в 2007, 2009 та 2010 рр. Але визначення характеристик досить значних та сильних (за площею, інтенсивністю, тривалістю) посух на основі сумісного аналізу метеорологічних і супутникових даних в Україні ще не проводилось.

Мета полягає у виявленні і опису ознак посухи за період 2007–2013 рр. на території України, визначених за метеорологічними даними: гідротермічний коефіцієнт Селянинова–ТК [8] та супутниковим індексом посухи – ID (Index of Drought) [14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні вивченням посух за наземними метеорологічними даними присвячені роботи науковців: І. Є. Бучинського [3], К. Т. Логвінова [10], В. П. Дмитренка [6], Т. І. Адахменко [1], М. І. Кульбиди [9], М. Б. Барабаш [2]. Роботи по обґрунтуванню дистанційного моніторингу посух проводяться в ЦАКДЗ ІГН НАН України В. І. Лялько, О. І. Сахацьким, Г. М. Жолобак та ін. [11], де розроблено спеціальні методичні підходи використання сучасної багатоспектральної космічної зйомки для оцінки параметрів зволоження земного покриття. Застосування цих розробок дозволяє значно підвищувати ефективність заходів боротьби з посухами.

Матеріали і методика дослідження.

Територія дослідження охоплює всю рівнинну частину України, що включає основні зернопосівні райони і прилеглі до них пасовища.

e-mail: casre@kiev.ua

Тел. +380 44 486 94 05, 484 04 85; факс: +380 44 486 94 05

Встановлення межі між надмірно зволеними та посушливими територіями за наземними спостереженнями. У дослідженні порівнюється розповсюдження та інтенсивність посухи за метеорологічним показником: гідротермічним коефіцієнтом Селянинова. Гідротермічний коефіцієнт зволоження Селянинова (ГТК) адекватний співвідношенню суми опадів до 0,1 суми температур за період часу з температурою вище за 10°C. Цей показник має перевагу над іншими — характеризує не тільки прибуткову частину водного балансу (опадів), а й непродуктивну витрату вологи (випаровуваність ($E_o = 0,1 \sum T$) з поверхні ґрунту, рослинності). ГТК є достовірним показником зволоження в тих районах, для яких характерний однорідний тип річного ходу опадів. Окрім того, він об'єктивний і працює в достатньо широкому діапазоні сполучень температури та опадів. Зволоження вегетаційного періоду істотно надмірне з ГТК 2.0. Установлено такі критерії, які характеризують інтенсивність посух за ГТК: ГТК менше за 0,5 — різка нестача опадів, сильна посуха; ГТК 0,6–0,7 — недостатнє зволоження (дуже посушливо); 0,8–0,9 — посушливо (посуха не інтенсивна); 1,0–1,2 — недостатня вологість; 1,3–1,6 — помірна вологість; >1,7 — надмірна вологість [8].

Значення ГТК вираховувалось за середньомісячними температурами повітря та сумами опадів за даними 64 метеостанцій України за період 2007–2012 рр. В дослідженні для порівняння посух за попередні роки до 2007 року використовувалися дані з ГТК отримані в Українському гідрометеорологічному інституті та Українському Гідрометцентрі.

Виявлення територій, на яких настигла посуха з використанням матеріалів ДЗЗ. Інформацію про посуху на основі використання технологій ДЗЗ можна вважати винятково цінною за двома головними напрямками. По-перше, сучасні засоби моніторингу докілья на основі супутникових технологій дозволяють оперативно оцінити стан зволоженості земного покриття, вміст вологи в рослинному та ґрунтовому покриві на значних територіях, а отже завчасно попередити про необхідність зрошення, або до застосування інших заходів проти посухи. По-друге, для постраждалих від посухи районів на основі супутникових даних можна оперативно провести картування площі загибелі посівів і максимально достовірно оцінити збитки від посухи, а також розмір необхідної допомоги сільгоспвиробникам.

Параметри, що свідчать про настання посухи, які можна виявити за космічною інформацією є: підвищення температури підстильної поверхні; погіршення стану рослинності в процесі вегетації, аж до цілкової загибелі.

Завдання моніторингу посух можна розділити на такі етапи. Перший етап полягає у виявленні території, на яких настигла посуха, другий етап — моніторинг стану сільськогосподарських культур під час посухи.

Виявлення ознак посухи для України за космічними зображеннями базується на порівнянні двох років: 2007 — відомого, як сильно посушливий, та 2013 р, як більш сприятливий для росту рослин.

Основним методом, який дозволяє в кількісному вимірі оцінити динаміку стану рослин протягом вегетаційного періоду є метод вегетаційних індексів. Цей метод традиційно використовується для визначення стану рослинності її розвитку і загибелі. Використання протягом вегетаційного сезону ходу NDVI, який базується тільки на видимому і ближньому ІК діапазонах спектра, не дає повної інформації про настання посухи, оскільки, по-перше, рослина може погіршити свій стан з причин не пов'язаних з посухою (вимокання, хвороби і т. д.), та по-друге, в даний поточний рік територія може бути використана не характерним для неї чином, наприклад, зовсім не засаджена сільськогосподарськими культурами і в результаті вегетація представлена бур'янами і т. д. Оскільки посуха характеризується підвищеними температурами підстильної поверхні, то одним із важливих параметрів при виявленні цього явища є хід температурних кривих протягом вегетаційного сезону. Але висувати судження про настання сільськогосподарської посухи, тільки при підвищеному температурному фоні не можна, оскільки не кожна метеорологічна посуха переростає в сільськогосподарську. Тому для більш надійного виявлення територій, що піддаються впливу посух, краще використовувати поряд з вегетаційним індексом значення температур підстильної поверхні. Температурні показники, поряд з вегетаційними індексами широко використовуються в практиці моніторингу посух [14]. Для характеристики температурних змін взяті значення температур, отриманих за даними з супутника TERRA/MODIS продукт MOD11C3. Аналіз ряду нічних та денних зображень в сезон посухи і у вологий рік показав, що сільськогосподарська посуха характеризується не тільки підвищенням денних температур, але й підвищенням нічних температур. Вірогідно зниження температур вночі призводить до утворення роси і туманів, тобто конденсації парів води на рослинах, що дозволяє уникнути обезвожування. В такому випадку настання атмосферної і ґрунтової посух не призведе до сільськогосподарської посухи. Оскільки при настанні посух вегетаційний індекс падає, а температури підстильної поверхні ростуть, то для більш точного визначення моменту настання посухи і території її розповсюдження запропоновано використовувати "Індекс посухи" ID (Index of Drought), який прямо пропорційний значенню нормалізованого вегетаційного індексу.

Індекс посухи вираховується за формулою:

$$ID = (T_d + T_n) / NDVI \quad (1)$$

де, T_d — денна температура, T_n — нічна температу-

ра, *NDVI* — нормалізований вегетаційний індекс. Зрозуміло, що чим вище значення індексу *ID*, тим більше ймовірність того, що на досліджуваній території спостерігається посуха.

Для оцінки ситуації, яка відбувається на території, що досліджується після виявлення перших ознак посухи необхідно проводити контроль за станом рослинності. Продовження стану посушливих умов може призвести до погіршення стану рослин, а може не вплинути на врожай. Наприклад, травнево-червнева посуха більш всього призведе до пригнічення рослин, а в екстремальних випадках — до їх загибелі. Червнева посуха менша сувора, так, як рослини до цього часу уже встигають пройти етап росту, а на етапі дозрівання вони не настільки чутливі до наявності вологи. Своєчасний дощ, чи полив можуть зняти загрозу загибелі сільськогосподарських культур і посуха може припинитися сама собою. Але, щоб своєчасно зреагувати на можливу втрату врожаю, необхідно раз в декаду до зникнення посухи, або взагалі до завершення вегетаційного сезону робити аналіз стану сільськогосподарських культур.

Запропонований індекс посухи дозволяє оцінити ступінь розвитку посухи для території України в цілому.

Виклад основного матеріалу

Визначення поняття “посуха”

Найбільш об’єктивно визначення посухи дав кліматолог К. Т. Логвінов. Посуха — складне явище, яке зумовлене тривалою і значною нестачею опадів з підвищеною температурою повітря у вегетаційний період, коли в результаті випаровування з поверхні ґрунту і транспірації вичерпуються запаси вологи у ґрунті. Утворюються несприятливі умови для вирощування агрокультур. Ушкодження і загибель рослин відбувається внаслідок значної невідповідності потреб у волозі і надходженні її з ґрунту через несприятливий термічний режим. Посушливі явища — це закономірність континентального клімату [10].

В регіонах зі стабільним і спекотним кліматом враховують звичайні погодні умови і вирощують культури, стабільні до посушливих явищ, або проводять комплекс зрошувальних заходів, що не призводить до втрати врожаю. В регіонах, де звичайні погодні умови дозволяють вирощувати різні культури, в тому числі і більш вимогливі до вологи без додаткових меліоративних заходів в посушливі роки можлива втрата значної частини врожаю. Такі райони, з нестабільними з року в рік погодними умовами, називають районами критичного землеробства. Саме такі райони являють інтерес в нашому дослідженні.

Україна є регіоном, де існують сприятливі умови для вирощування багатьох сільськогосподарських культур. Це забезпечується сприятливим балансом тепла і вологи на більшій частині території держави.

Разом з тим значна частина території України (Степова зона) характеризується недостатньою кількістю опадів. Це зумовлює існування територій ризикованого землеробства у межах України. Тому навіть незначна зміна клімату може призвести до погіршення агрокліматичних умов.

Однією із причин виникнення посухи прийнято вважати встановлення над порівняно великою територією суші стаціонарного антициклону, який характеризується малою хмарністю, надлишком сонячного сьйва, відсутністю опадів і сухістю повітря [14]. Так виникає атмосферна посуха, яка посилює транспірацію рослин і висихання ґрунтів, що призводить до виникнення ґрунтової посухи. Цим поняттям характеризується рівень зволоження ґрунтів, який значно менший, ніж того потребують рослини, і це обумовлює їх депресивний стан. Недостатня кількість ґрунтової вологи призводить до сільськогосподарської посухи, яка знижує врожай сільськогосподарських культур і трав, призводить до економічного і соціального впливу на суспільство і навколишнє середовище. Не завжди атмосферні посухи призводять до сільськогосподарських посух. В тому випадку, якщо запаси ґрунтової вологи великі після снігового покриву або сильних дощів, сільськогосподарська посуха може і не наступити. Схему розвитку посухи в часі представлено на рисунку 1 за [14].

За часом настання розрізняють весняну, літню та осінню посуху. Весняна посуха характеризується, як правило, невисокими температурами повітря за низької відносної вологості повітря, незначними запасами продуктивної вологи в ґрунті й сухими вітрами. Тривала посуха навесні істотно знижує врожай культур навіть в умовах сприятливого літа за ступенем зволоження. Літня посуха відрізняється високими температурами повітря, гарячими сухими вітрами, які зумовлюють підвищену випаровуваність. Наслідки літньої посухи проявляються в різкому зниженні врожаю культур і т. д. Осіння посуха відрізняється невисокими температурами повітря; вона найнебезпечніша для посівів озимих культур, які не встигають укоренитися, пройти фазу кущення і дуже часто гинуть у зимовий період [8].

Для клімату України були характерні посухи у ХХ ст., при яких суттєвий недобір урожаю з різних причин спостерігали більше ніж 20 разів: у 1901, 1906, 1907, 1918, 1921, 1922, 1923, 1924, 1934, 1939, 1946, 1947, 1950, 1957, 1965, 1968, 1972, 1975, 1979, 1981, 1996 рр. [8].

У ХХІ ст. зниження врожаю через несприятливі метеорологічні умови спостерігали у 2003 і 2007 рр. Посуха 2007 р. була сильною й тривалою, яку не спостерігали за останні 60 років. Приблизно стільки ж років не було такої низької врожайності зерна з одного гектара [8].

У зв’язку з глобальним потеплінням, інтенсивність якого не зменшується, а навпаки зростає, головним питанням світового суспільства є збереження про-



Рис.1. Схема розвитку посух [14]

довольчого балансу в цілому на Землі й в окремих її регіонах. Тому будь-які зміни клімату в сторону потепління чи похолодання, потребують вирішення питання адаптації сільського господарства до сучасних і майбутніх змін клімату.

Просторово-часовий розподіл посух на території України за період 2007–2012 рр.

В Україні дані про посухи за останні роки систематизовано і проаналізовано в наукових звітах та монографії [8] до 2007 р. Проведений нами розрахунок ГТК з 2007 по 2012 рр. картографувався (рис. 2, 3, 4, 5). Аналіз показав, що в усі останні роки XXI ст. за період з травня по вересень спостерігались сильно посушливі умови ГТК (0.5 на півдні та південному сході України). В кожному році, у кожному періоді відбулися локальні посухи на півдні і південному сході, у центральній та східній частині Лісостепової зони та по всій території Степової зони. Сильна посуха відбулася у 2007 та 2009 роках з різким дефіцитом опадів та охопила значну територію України і тривала близько трьох місяців, особливо посушливим був травень-червень 2007 та липень-серпень у 2009 р.

Вважають, що у XXI ст. основною причиною утворення посух в Україні є арктичні вторгнення з по-

дальшою трансформацією повітряних мас, у результаті якої повітряна маса віддаляється від стану насичення і встановлюється безхмарна жарка погода. Посуха переважно пов'язана з рухом потужного антициклону за холодним арктичним фронтом. Вона стає тривалішою, коли за одним антициклоном прямує інший. Між ними може бути декілька днів прохолодної погоди, іноді навіть проходять невеликі дощі, але волога швидко випаровується. Безпосереднім осередком зародження антициклону, який спричиняє посуху в Україні, є два головних центри дії — Арктичний і Азорський [12]. За типізацією Дзердзівського [5] зміни річної температури повітря та опадів в останні три десятиріччя XX ст. та перше десятиріччя XXI ст. супроводжувались збільшенням повторюваності меридіональної південної групи циркуляційних процесів. Також встановлено [12], що зміни характеру циркуляції починаючи у східній і центральній Європі (Україні), призвели до зростання кількості південних циклонів. Для них характерні екстремально високі температури (більше ніж 25–30°C) і збільшення кількості зливових опадів, які випаровуються. У період глобального потепління кінця XX ст. та початку XXI ст. циркуляційні процеси, які обумовлюють посухи мають свої особливості. Вони детально описані в роботах В. Ф. Мартазінової [12]. Іноді у теплий період у Європейському секторі цир-

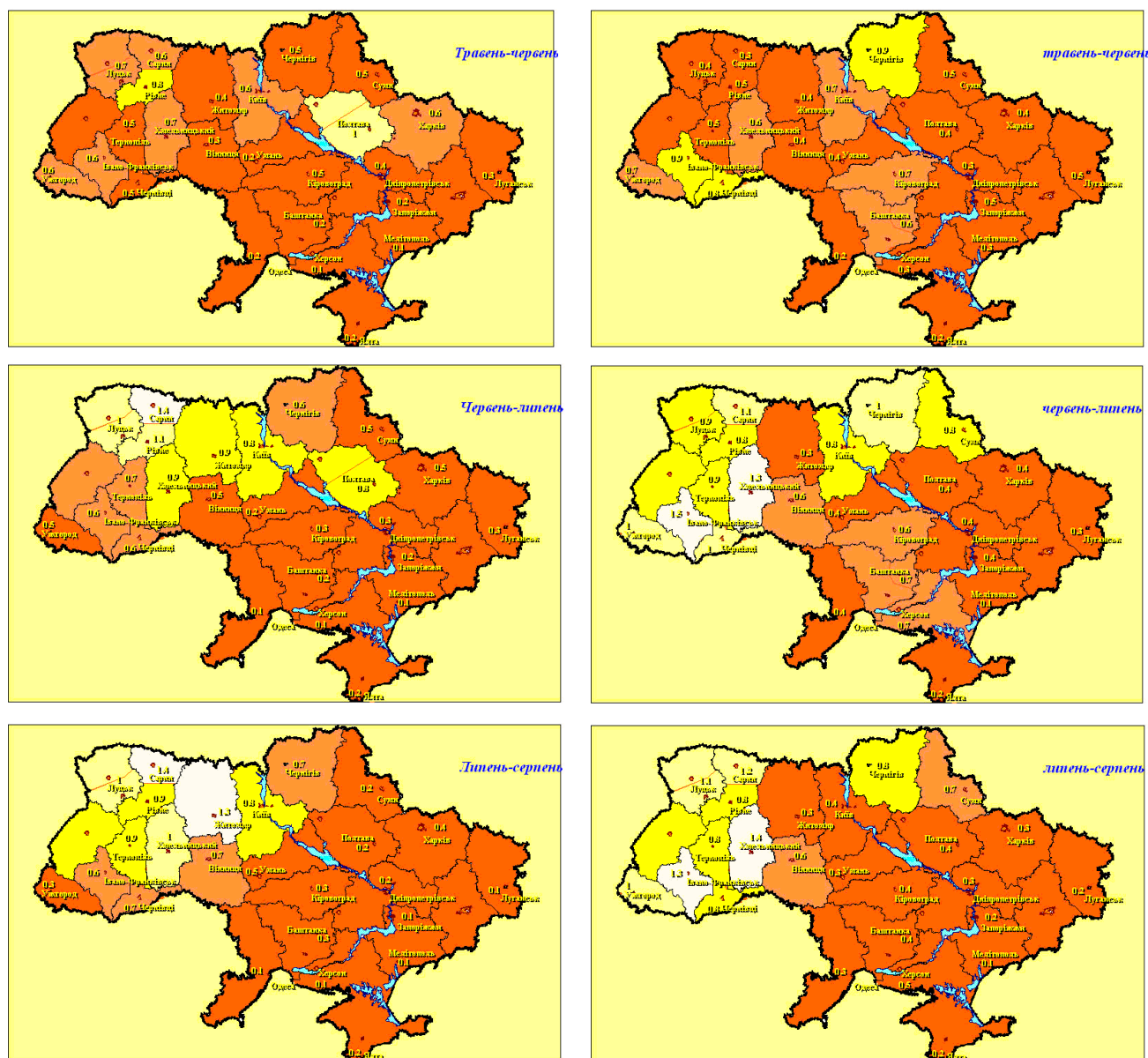


Рис. 2. ГТК 2007–2008 рр. ($\text{ГТК} \leq 0,5, 0,5 < \text{ГТК} < 1,0$)

куляції відбувається вихід теплого сухого повітря з півдня в меридіональному напрямку. Тривалість дії цієї південної складової меридіональної циркуляції збільшилася. Цей процес нетривалий і через деякий час його підсилює вторгнення сухого повітря з півночі. Такий складний процес, як правило, зумовлює сильну посуху в повітрі і ґрунті (2007 р.) [8, 12]. Така посуха надає значний збиток економіці країни і потребує своєчасних заходів з забезпечення населення продуктами харчування.

Отже, у XXI ст. можуть розширюватися райони, де частота посух може збільшуватись. Подальша можлива зміна клімату, і як наслідок виникнення посух в Україні може значною мірою вплинути на сільське господарство України. При цьому існують побоювання щодо низького ступеня готовності до цих змін. Не враховуються існуючі негативні екологічні і соціальні тенденції на селі, накладання яких на тенденцію змін клімату може погіршити ведення сільсько-

го господарства в Україні у найближчому майбутньому. Потрібно уже зараз розробляти стратегії з адаптації землеробства до негативних кліматичних змін. В цій ситуації надзвичайно важливе раннє повідомлення щодо виникнення посух, та уяву про справжні масштаби посух.

Використання індексу “посухи” при аналізі ситуації посух у 2007 та 2013 рр.

Як уже зазначалось тривала посуха 2007 року особливо стала загрозливим явищем для врожайності зернових культур. Отримані результати розрахунків ID представлені на рис. 6. Градації значень індексу посухи ID показано різними кольорами. Аналіз показав у 2007 р. затяжний посушливий період розпочався з травня, включаючи активний період вегетації сільськогосподарських культур і тривав до вересня. Найбільш посушливими були ли-

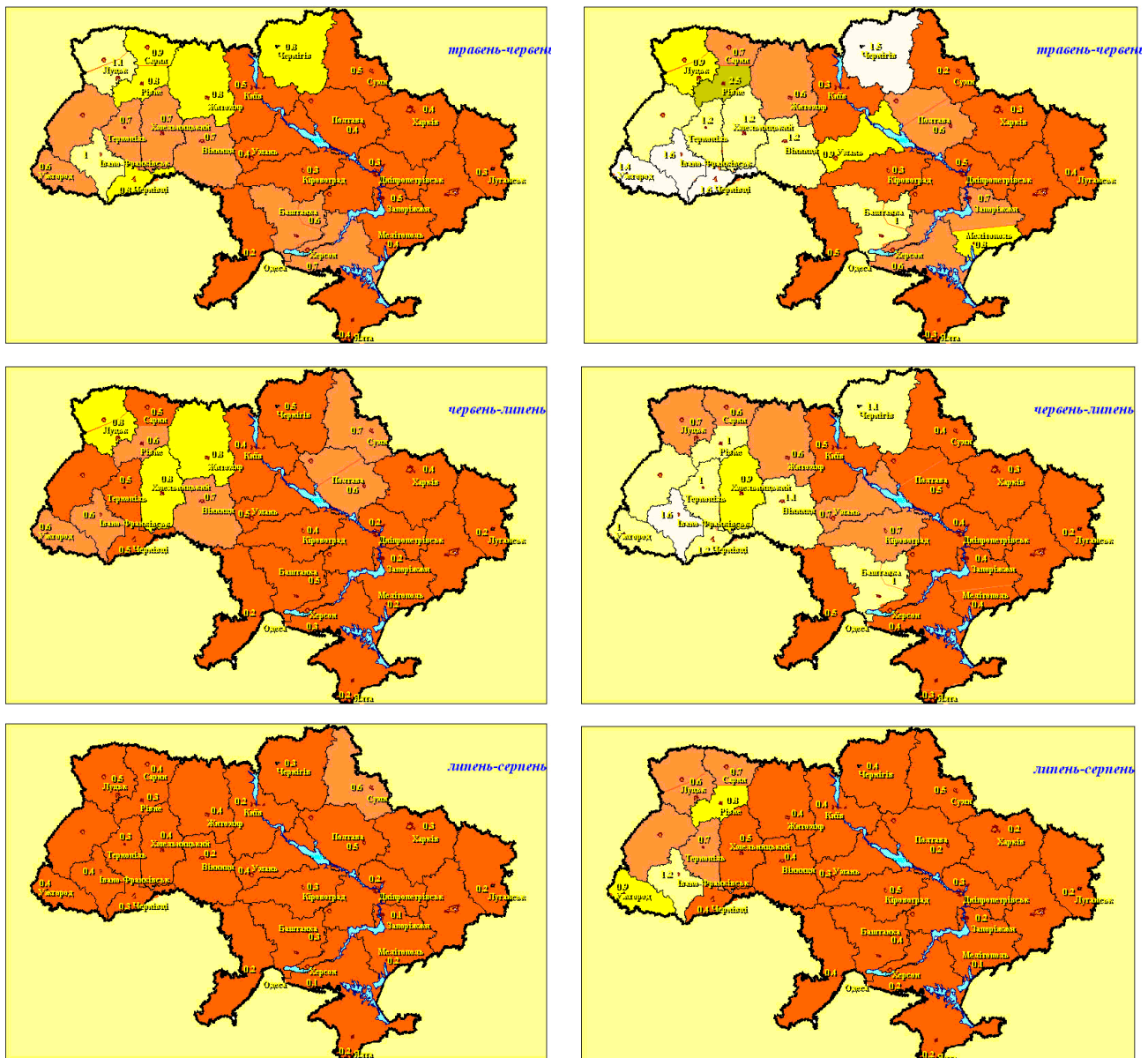


Рис. 3. ГТК 2009–2010 рр. ($ГТК \leq 0,5, \leq 0,7 < 1,0$)

пень, серпень. Територіально найбільше розповсюдилася посуха у липні. Домінують червоний, темно-червоний, жовтогарячий та жовтий кольори, діапазон значень ID від 45 до 70 та більше. За нашими даними значення індексу посухи ID більше 60 вказують на гострий дефіцит вологи. Такий тривалий період посухи у 2007 році призвів до загибелі посівів у 2007 році. Діапазон значень індексу ID становить від 32,45 — так звані перехідні значення, які характеризують слабку посушливість, але територіально займають досить значну частину лісостепової та особливо степової зон. Для порівняння аналогічно був прорахований ID за 2013 рік. Значення ID 2013 року у порівнянні з 2007 значно менші за винятком липня. Це візуально добре видно з графіка на рис. 7. для об'єкта.

Слід також зазначити, що 2013 рік, взятий як нормальний за більшістю місяців (травень, червень, ли-

пень, серпень, вересень) також характеризується слабкою посушливістю. Що стосується усереднених значень ID за 2007 та 2013 рр, то територіальне їх розповсюдження (включаючи як сильну так і слабку посушливість) майже однакове і займає південний та південно-східний регіони України, які є зерновими.

Для гарантування продовольчої та екологічної безпеки в посушливих і напівпосушливих районах України потрібно передбачати низку заходів щодо подальшого розвитку зрошуваного землеробства, відновлення й модернізації зрошувальних систем на основі сучасних технологій. Крім того, організаційно-господарські заходи повинні передбачати грошову компенсацію агровиrobникам, які зазнали істотних збитків від посухи, звільнення від сільськогосподарського податку через неврожай, підвищення закупівельних цін на сільгосппродукцію, страхування ризиків, виплату страхових збитків, створення державних агентств зі страху-

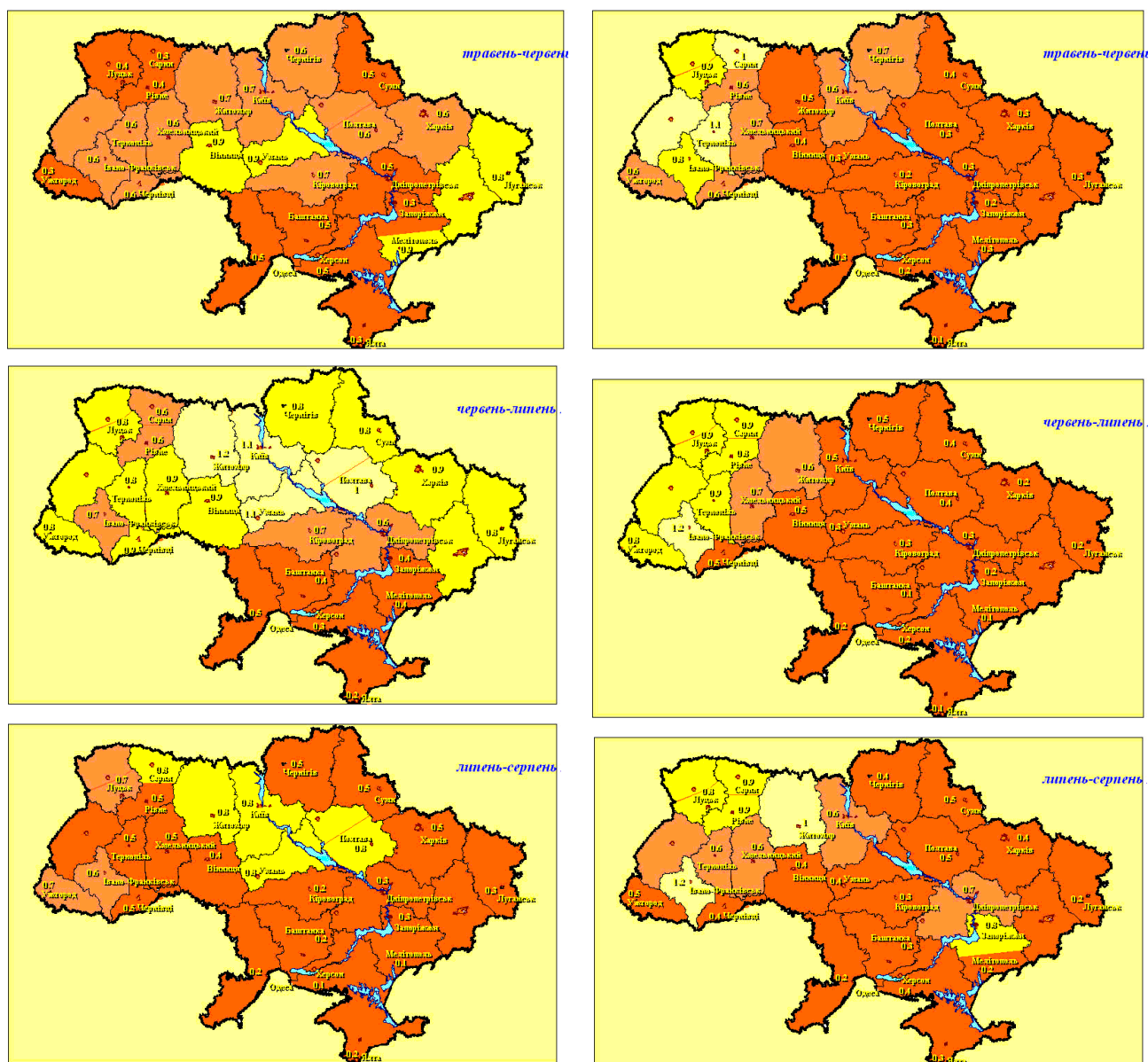


Рис. 4. ГТК 2011–2012 рр. ($ГТК \leq 0,5, \leq 0,7 < 1,0$)

вання сільськогосподарських ризиків, активізацію дорадчих служб, лізингових компаній та інвестиційних проектів, складання прогнозів урожайності й валового збору зернових, моніторинг посух, розроблення та ухвалення державної програми захисту сільськогосподарських рослин від посухи, наукове забезпечення та супровід її реалізації тощо, на що потрібно витратити сотні мільйонів гривень. Так у 2007 році для надання підтримки сільському господарству з метою подолання наслідків посухи з Держбюджету передбачалося виділення 350 млн. грн. [13]. Тому контроль за зволоженістю земного покриття є надзвичайно важливим для оцінки стану посівів сільськогосподарських культур. Бажано, щоб керівництво держави, а також особи, які приймають рішення в сферах логістики, звернули увагу на негативні впливи змін клімату та на умови забезпечення продовольством населення України.

Висновок

Сумісний аналіз метеорологічних і супутникових індексів посухи відкриває нові можливості в розумінні причин виникнення посухи, виявлення особливості розповсюдження, а за супутниковими даними особливо деталізацію її інтенсивності на території.

Розгляд динаміки просторово-часового розподілу посух в перше десятиліття XXI ст. дає можливість зробити попередній висновок, що поки-що екстремальної ситуації в зерновому господарстві України не має. Але ймовірно, якщо умови тепловологозабезпеченості вийдуть за межі тих, що спостерігали у другій половині XX ст., то для збереження балансу продовольства в державі необхідна особлива увага до проблем агровиробництва, які виникають у зв'язку з потеплінням глобального і регіонального клімату.

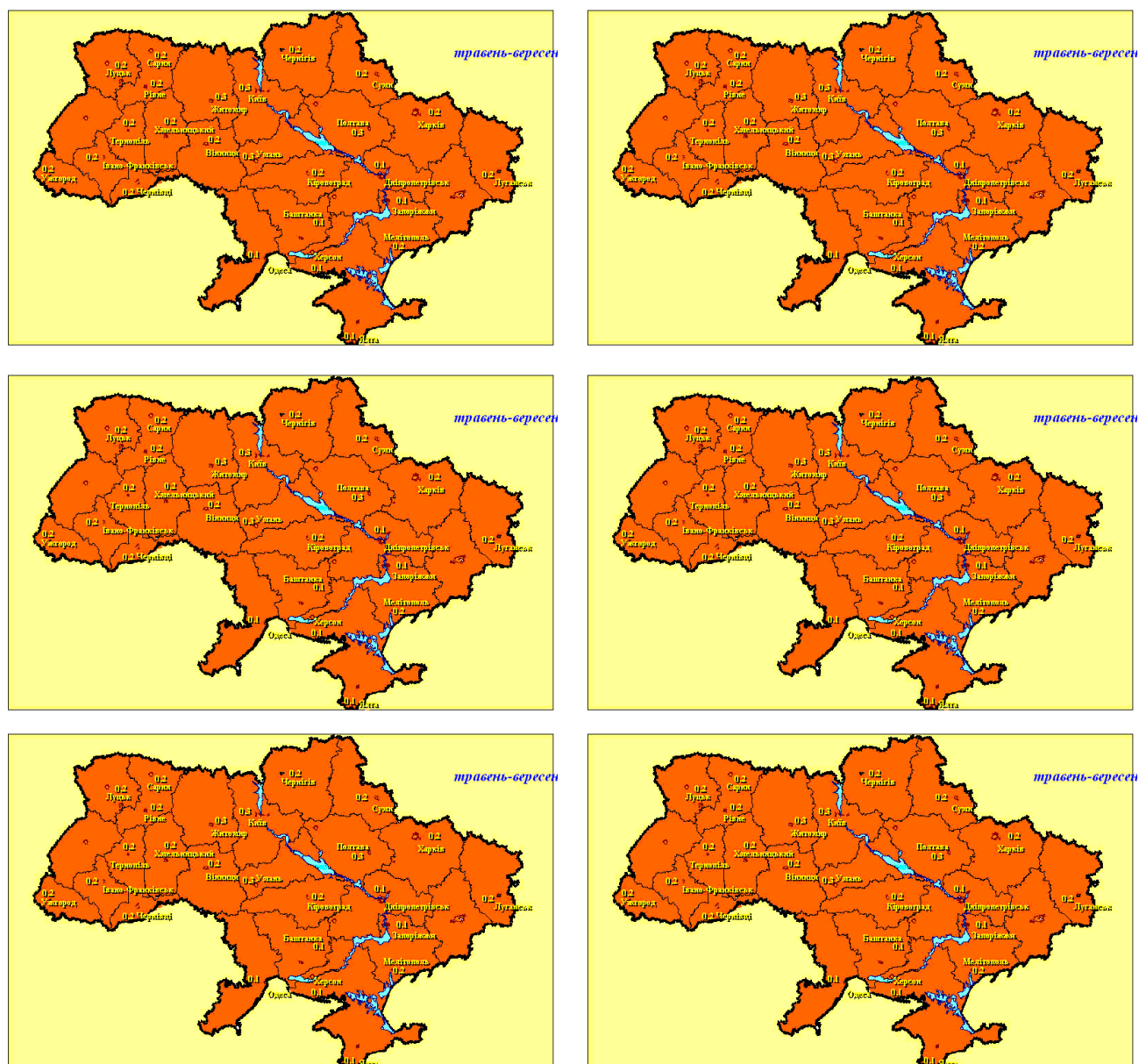


Рис. 5. середні значення ГТК за 2007–2012 рр. по всіх місяцях

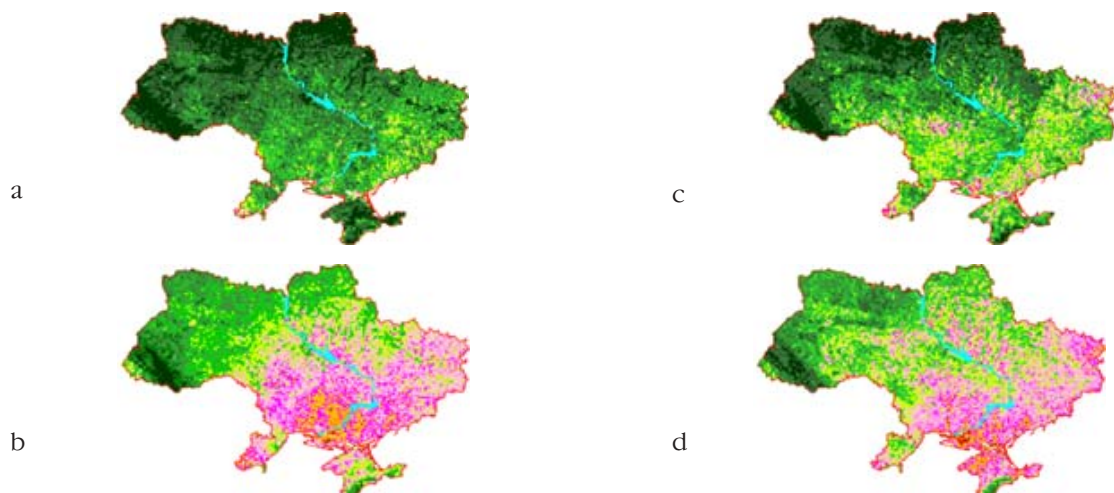


Рис. 6. Порівняння значень індексу посухи ID за весняними місяцями: а – квітень 2007р, б – квітень 2013р, с – травень 2007р, д – травень 2013р.

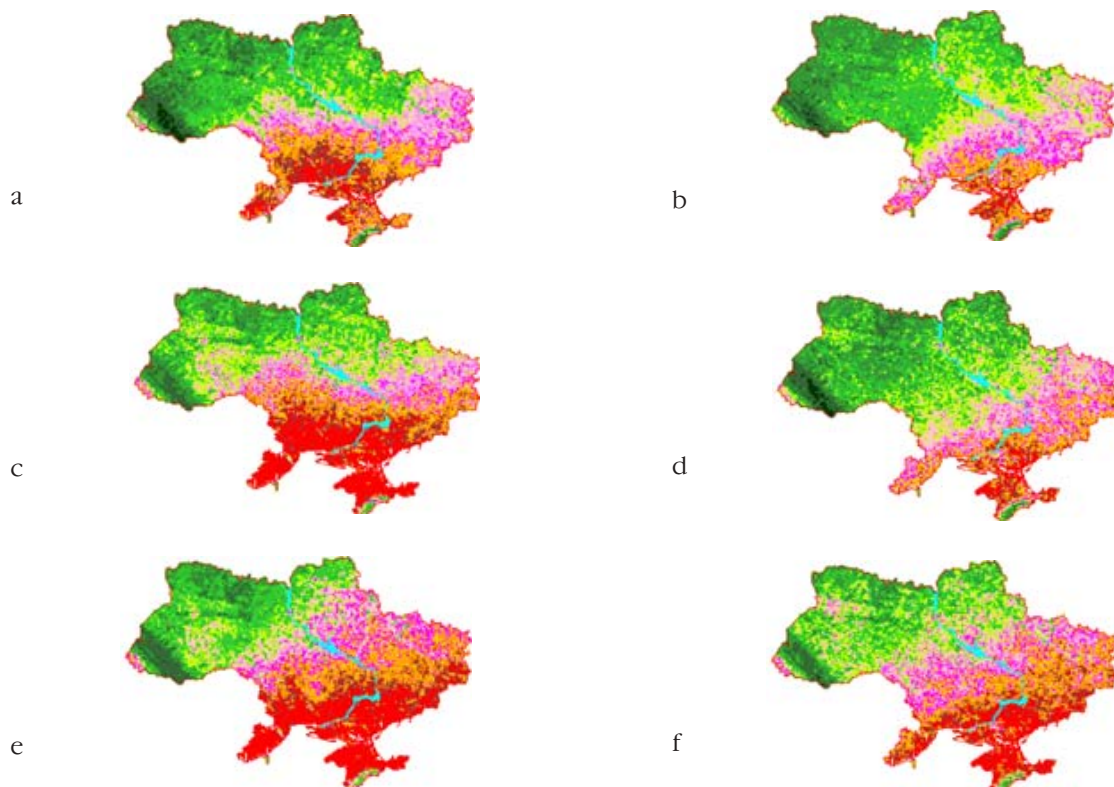


Рис.7. Порівняння значень індексу посухи ID за літніми місяцями: а — червень 2007р, b — червень 2013 р, c —липень 2007 р, d — липень 2013 р, e — серпень 2007 р, f — серпень 2013 р.

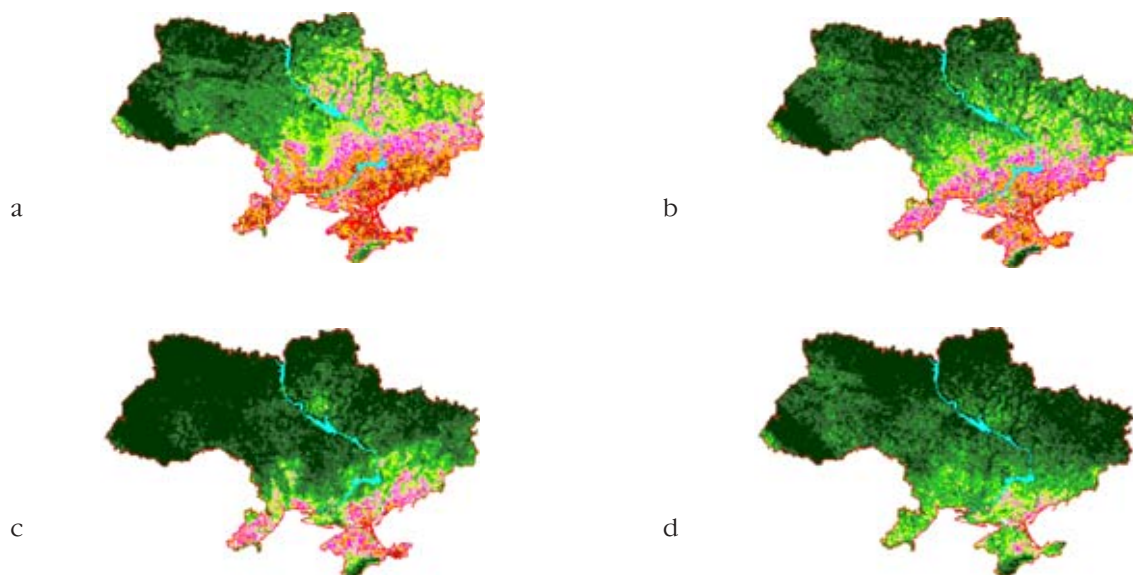
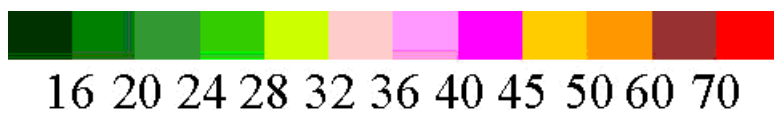


Рис.8. Порівняння значень індексу посухи ID за осінніми місяцями: а – вересень 2007р, b – вересень 2013р, c – жовтень 2007р, d – жовтень 2013р.



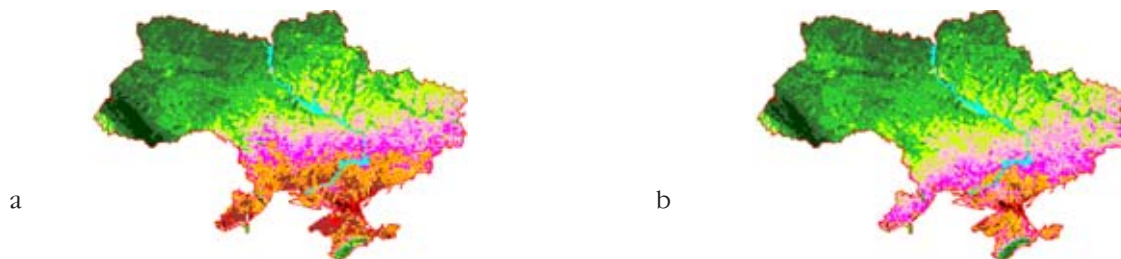


Рис.9. Порівняння усереднених значень індексу посухи ID за період з квітня по жовтень 2007 та 2013 років: а – за 2007 рік, б – за 2013 рік.

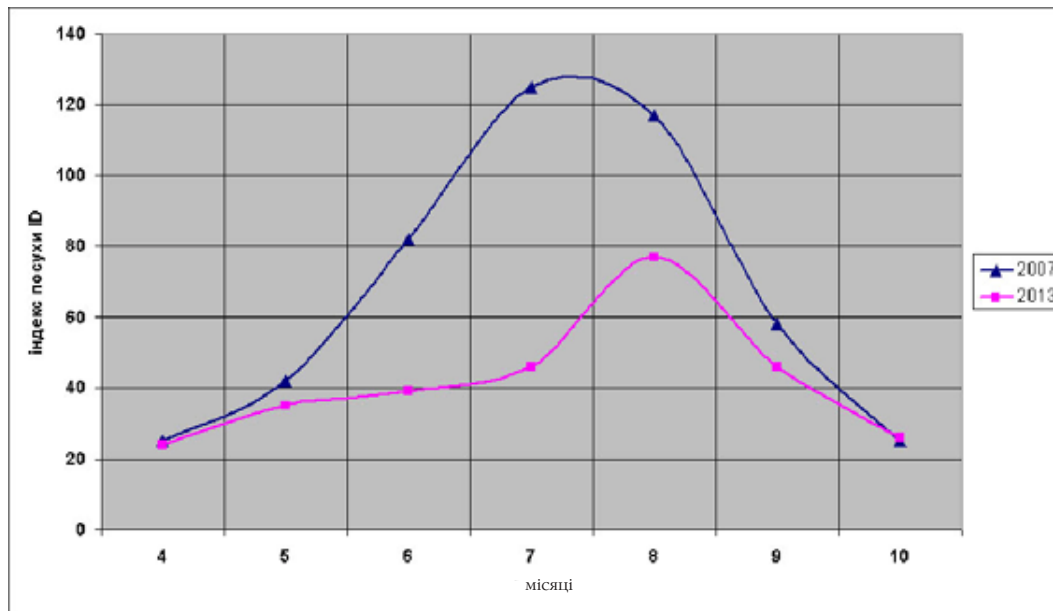


Рис. 10. Графік розподілу індексу посухи ID (Index of Drought) для обраного об'єкту за 2007 та 2013 рр. (Сахацький О.І., Апостолов О. А. [13]).

Література

- Адаменко Т. І. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності посівів кукурудзи в Україні: Афтореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.09 / Т. І. Адаменко. Одеський держ. екол. ін-т. — Одеса, 2005. — 17 с.
- Барабаш М. Зміна глобального клімату і проблема опустелювання в Україні / М. Барабаш, М. Кульбіда, Т. Корж // Наукові записки Тернопільського державного університету. Серія географія. — Тернопіль. — № 2.— Ч. 1., 2004. — С. 82 – 88.
- Бучинский И. Е. Засухи, суховеи, пыльные бури на Украине и борьба с ними / И. Е. Бучинский. — К.: Урожай, 1970. — 229 с.
- Глобальный климат 2001–2010 годы. Десятилетие экстремальных климатических явлений. Краткий доклад ВМО. — № 1 119. — 15 с.
- Дзердзиевский Б. Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии. Материалы метеорологических исследований. — М.: Ин-т. Географии АН СССР, 1970. — 176 с.
- Дмитренко В. П. Сучасні проблеми агрометеорологічних стратегій адаптації землеробства до погоди і клімату в Україні / В. П. Дмитренко // Наукові праці НДІ Землеробство, 2001. — Вип. 76.
- Звіт про науково-дослідну роботу “Методи дистанційного оцінювання біофізичних параметрів лісових рослинних угруповань та агрофітоценозів в межах різних ландшафтно-кліматичних зон території України”, 2013.
- Клімат України: у минулому...і майбутньому? / М. І. Кульбіда, М. Б. Барабаш, Л. О. Єлістратова, Т. І. Адаменко, Н. П. Гребенюк, О. Г. Татарчук, Т. В. Корж / за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш: Монографія. — К.: Сталь, 2009. — С.85–98.
- Кульбіда М. І. Агрометеорологічні умови і продуктивність озимої пшениці при зміні клімату в Україні: Афтореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.09 / М. І. Кульбіда. Одеський держ. екол. ін-т. — Одеса, 2003. — 19 с.
- Логвинов К. Т. Особенности засухи 1972 г. на Украине / К. Т. Логвинов, Львів Гидрометеоздат, 1973. — 97 с.
- Лялько В. І. Контроль площ та стану озимих культур за допомогою знімків MODIS/TERRA та SPOT XI (на прикладі Київської області) / В.І. Лялько, О. І. Сахацький, Г. М. Жолобак [та ін.] // Доповіді НАН України, 2007. — № 3. — С. 122–127.
- Мартазинова В. Ф. Атмосферная циркуляция, формирующая засушливые условия на территории Украины в конце XX столетия / В. Ф. Мартазинова, Т. А. Сологуб // Наук. праці УкрНДГМІ, 2000.— Вип. 248. — С. 36–48.
- Сахацький О. І. Досвід використання водних індексів су-

путникових зйомок TERRA/MODIS для моніторингу засухи південних районів України на прикладі вегетаційного періоду 2007 року.

14. Щербенко Е. В. Мониторинг засухи по данным космических съемок: Режим доступа до матеріалів: http://d33.infospace.ru/d33_conf/vol2/395-407.pdf

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ ЗАСУШЛИВОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНОЙ И СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

В. И. Лялько, Л. А. Елистратова, А. А. Апостолов

Выполнено сравнение распространения и интенсивности засух за 2007 и 2013 гг. на территории Украины, определенных по метеорологическим и спутниковым данным. Использовались: метеорологический индекс – гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) и индекс засухи ID (index of Drought) - по дистанционным данным. Обсуждаются особенности распространения и интенсивность засух, установленные в результате совместного анализа метеорологических и спутниковых индексов.

Ключевые слова: засуха, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), спутниковый индекс засухи ID (index of Drought), изменения климата

RESEARCHES OF PROBLEMS OF DRYNESS IN THE TERRITORY OF UKRAINE WITH USE OF LAND AND SATELLITE INFORMATION

V. I. Lyalko, L. A. Yelistratova, A. A. Apostolov

Comparison of distribution and intensity of droughts for 2007 and 2013 in the territory of Ukraine, determined by meteorological and satellite data is executed. Were used: meteorological index – Selyaninov's (GTK) hydrothermal coefficient and an index of a drought of ID (index of Drought) - according to remote data. Features of distribution and intensity of the droughts, established as a result of the joint analysis of meteorological and satellite indexes are discussed.

Keywords: drought, Selyaninov's (State Customs Committee) hydrothermal coefficient, satellite index of a drought of ID (index of Drought), climate change

УДК 528.8:(504.064.3:551.4.042)(477–25)

Дослідження зсувних процесів на території м. Києва в режимі дистанційного моніторингу

Л. П. Ліщенко*, Н. В. Пазинич, О. М. Терemenko

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України", Київ, Україна

В результаті дистанційного моніторингу зсувних процесів на території м. Київ встановлена приуроченість активізованих протягом 20 років зсувонебезпечних ділянок до зон геодинамічної напруги. Останні пов'язані з глибинними розломами та лінеаментами, які можна виділяти за космічними матеріалами. Було застосовано прийоми морфодинамічного аналізу, завіркові наземні спостереження на окремих активізованих ділянках — Мишоловка, Батієва гора.

Ключові слова: дистанційний космічний моніторинг, зсувні процеси, зсувонебезпечні ділянки, геодинамічні зони, морфодинамічний аналіз

© Л. П. Ліщенко, Н. В. Пазинич, О. М. Терemenko. 2014

Зсувні процеси на території м. Києва обумовлені геологічною будовою правобережних схилів Дніпра і врізаних в плато долин притоків Дніпра. Зсувні ділянки характеризуються багатоярусною геологічною будовою, перешаруванням водопроникних, водонасичених і водотривких відкладів. На цих територіях розташовано дві зони розвитку гравітаційних процесів — Придніпровська і Міська. Загальна площа зсувних зон складає близько 400 га, де розташовано понад 130 зсувонебезпечних ділянок, які в даний час стабілізує 33 км підпірних стінок. Інженерні протизсувні споруди почали зводитися на крутих схилах Дніпра ще в XII столітті при розбудові Києво-Печерської Лаври. Активізація гравітаційних процесів в другій половині XIX століття була викликана штучними змінами гідрологічного режиму Дніпра, інтенсивною забудовою схилів і спорудженням відповідних комунікацій.

За результатами проведеного авторами моніторингу стану та розвитку зсувних ділянок з застосуванням інформації космічних зйомок окреслився раціональний комплекс типів і видів космічних зйомок, що залучалися при дослідженні зсувних процесів за двадцятирічний часовий період. В даний час при вивченні особливостей розташування і будови безпосередньо зсувних ділянок авторами використовувалися багатозональні космічні знімки (КЗ) з високим просторовим розрізненням (з носіїв Ikonos, Quick Bird). Крім опрацювання матеріалів ДЗЗ за допомогою сучасних програмних продуктів виконувалися завіркові наземні дослідження протягом декількох років поспіль та була залучена оперативна інформація природоохоронних організацій м. Києва.

Важливою складовою геоecологічних досліджень гравітаційних процесів є різнобічний аналіз геодинамічних зон. Їх лінійне розміщення розглядається як прояв на денній поверхні систем розломів, які

пронизують осадову товщу і структуру фундаменту та знаходять прояв в сучасному рельєфі. Тому, застосування КЗ дає можливість вивчати сучасні геодинамічні процеси за результатами дешифрування зон геодинамічної напруги та вузлів їх перетину. В таких зонах спостерігається зміна фізичних властивостей порід з утворенням гідрогеологічних, геотермальних і геохімічних аномалій, відмічається розвиток і активізація сучасних екзогенних процесів (зсуви, ерозія, просідання ґрунтів та ін.).

Для дешифрування зон геодинамічної напруги на регіональному рівні тривалий час успішно використовуються багатозональні КЗ з носіїв Landsat, Spot, Ресурс. В результаті дешифрування побудована просторова модель зон геодинамічної напруги на територію Київської міської агломерації. Простежується певна відповідність розломів кристалічного фундаменту, розломів активізованих на неотектонічному етапі в осадовому чохла до геодинамічних зон, виділених за КЗ. Представлені розломи, що трасуються за геолого-геофізичними даними, поступово зменшують свою амплітуду у верхніх горизонтах осадової товщі і нерідко стають безамплітудними, формуючи зони підвищеної тріщинуватості. Виявлення таких зон знаходиться за межами можливостей геофізичних методів, але вони можуть бути виділені за результатами структурно-геоморфологічних досліджень і геоіндикаційного дешифрування КЗ [5]. Наслідком таких тематичних геоecологічних досліджень стали картографічні моделі розміщення геодинамічних зон в узгодженні з ділянками розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів на території м. Києва [4]. Були складені картосхеми: "Київ. Сучасні екзогенні процеси", де виділені зсуви станом на 1995 рік; "Придніпровська зсувна зона м. Києва. Схилові ділянки", станом на 2005 рік; "Структурно-геоморфологічна схема. Правобережжя Києва", станом на 2010 рік.

Результати проведених досліджень показали, що

*e-mail: Lischenko.lp@gmail.com

з кінця минулого сторіччя зсувонебезпечні території міста в більшості своїй зазнавали техногенного впливу, відбувалася стабілізація одних зсувних ділянок, які досягли рівноваги і активізація інших, де стійкість була порушена. Більшість зсувів мають приповерхневий характер, в них задіяні делювіальні і верхньоплейстоценові суглинки, що перезвожуються, а водотривкі нижньоплейстоценові бурі глинисті породи стають пластичними і є основою для скозвання.

Розвиток зсувів обумовлений низкою чинників, серед яких найважливішими є гідрометеорологічні умови та техногенний вплив на геологічне середовище, коли під впливом гравітаційних сил переміщуються великі об'єми породи у вигляді осипань, обвалів, зсувів на схилах плато та в бортах долин та ярів. Це викликає засипання доріг, обрушення будівель, деревопади, виникнення тимчасових водонасичених ділянок і навіть незначних тимчасових водотоків.

Максимум зсувної активності припадає на весну і літо — періоди інтенсивного танення снігу і рясних опадів. Це проявилось на зсувонебезпечних ділянках м. Київ, де навесні 2013 року утворилося 18 нових зсувів, половина з яких знаходиться на Центральній ділянці Придніпровської зсувної зони приуроченої до Київського неотектонічного розлому. На рисунку 1 показані активізовані зсуви станом на липень 2013 року.

Характерною особливістю Центральної ділянки Придніпровської зсувної зони є те, що активізація часто відбувається як по корінним так і делювіальним, зсунутим і підрізанним раніше породам, що утворили терасу в корінному схилу плато до долини Дніпра, по якій проходить Паркова алея, урочище Аскольдова могила, циркоподібна поверхня біля Зеленого театру, штучний майданчик під оглядовою терасою Маріїнського парку. Зсувні цирки даної ділянки чітко дешифруються на КЗ високої просторової розрізненості, але, нажаль, тільки під час низької вегетації рослинності, що покриває схил (пізня осінь—рання весна). Вони являють собою овально-вігнуті та випуклі бугристі поверхні схилу, в підосві якого зосереджені переміщені і перенасичені водою маси зсувного тіла. У даному випадку домінуючу роль в розвитку зсувних процесів зіграли природні чинники на тлі техногенного впливу, це незважаючи на проведення протягом більш ніж сторіччя системних інженерних протизсувних заходів — дренажні колектори, колодязі, підпірні стінки, терасування та засадження деревною рослинністю схилів.

Сучасна активізація гравітаційних процесів у Миській зсувонебезпечній зоні, що має складний ерозійно розчленований рельєф спровокована масовою забудовою схилів р. Либідь, малих річок і крупних балок (Совська, Кучмин Яр, Воздвиженська балка, Богуславська балка, Кудрявський узвіз). В останні роки спостерігаються процеси сповзання схилів

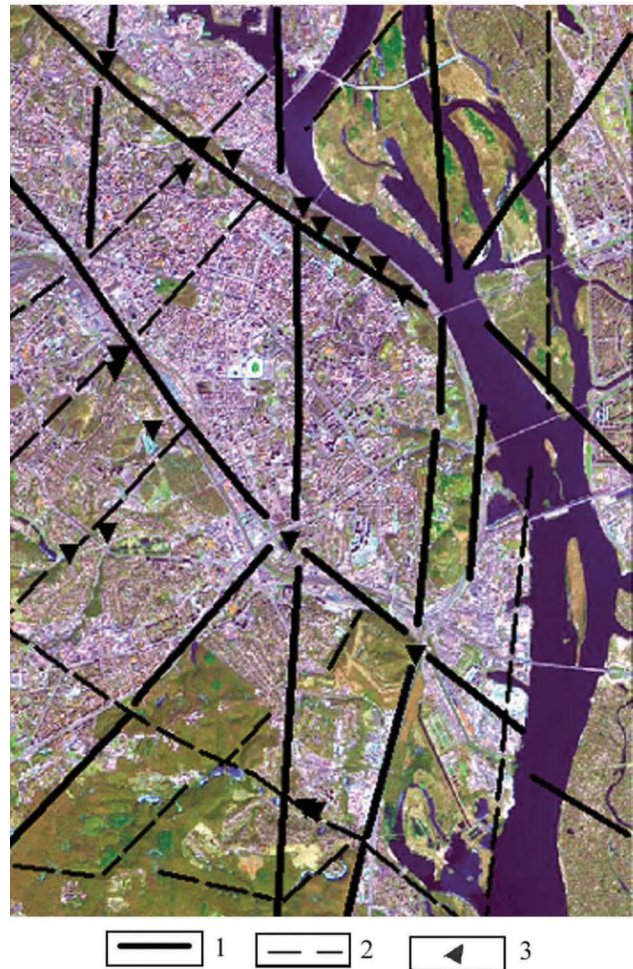


Рис.1. Геодинамічні зони та зсуви активізовані станом на липень 2013 року

1 — зони геодинамічної напруги, що фіксовані у кристалічному фундаменті та віддешифровані за матеріалами КЗ; 2 — зони геодинамічної напруги, виділені за матеріалами КЗ; 3 — активізовані зсуви у 2013 році

корінного плато під дією підрізання, порушення дренажу, надмірного навантаження будівельними об'єктами на так званих Київських горах (Батієва, Замкова, Багринова, Лиса, Черепанова і т. ін.).

Першочергове значення при вирішенні багатьох екологічних проблем має морфологічний та морфодинамічний аналіз рельєфу в межах міської забудови. Рельєф контролює напрям потоків речовини і енергії, концентруючи і розсіюючи їх. Визначальним принципом дії екзогенних процесів є їх спрямованість на загальне вирівнювання поверхні. Потoki речовини, внаслідок дії гравітаційних процесів завдають значних змін і перетворень у природно-техногенній системі. Методичною основою морфодинамічного методу є розчленовування рельєфу на окремі каркасні елементи (кільові і гребеневі лінії, лінії увігнутих і опуклих перегинів). Ці лінії розмежовують площинні елементи, що мають різну циркуляційну, інсоляційну і гравітаційну експозиції. Кільові лінії зображуються у вигляді векторів, що надає їм фізичного змісту спрямованих потоків речовини по земній поверхні. Ділянки, які характери-



Рис 2. Каркасна структура рельєфу Придніпровської зсувної зони в м. Києві
1 – кільові лінії, 2 – гребеневі лінії

зуються певними особливостями будови, планової конфігурації, щільності каркасних елементів рельєфу мають виділятися в окремі райони. Найбільша щільність каркасних елементів характерна для центральної частини міста, яка в структурному відношенні відповідає Печерському горсту (рис. 2). Абсолютні відмітки поверхні складають практично 200 м, а відносні перевищення над руслом р. Дніпро досягають 100 м. Саме гіпсометричні градієнти і покривні суглинки створили умови для інтенсивного розчленовування і формування мережі щільно розташованих, коротких каркасних ліній. На цій території найбільший розвиток отримали ерозійні та гравітаційні процеси, що сформували природний рельєф [2, 3]. Тому аналіз цифрової моделі рельєфу за допомогою морфологічного та морфодинамічного підходу є необхідною умовою космічного моніторингу зсувних процесів.

Під час проведення дистанційного моніторингу активізованих зсувів розглядалися передумови їх

утворення. Виконуючи дешифрування детальних КЗ лівого схилу Мишоловської балки (північний схил Багринової гори) за період з 2002 по 2013 рік, встановлені такі особливості: раніше відносно прямовисні схили балки були закріплені деревною рослинністю; в схилі існувало стихійне сміттєзвалище; струмок у днищі балки був узятий в поверхневий колектор. Відносна висота схилу складає 60 м, висота обривистої ділянки 36 м. В результаті інтенсивної забудови днища балки відбулося баражування стоку приповерхневих вод фундаментами нових будівель, а закладання фундаменту багатоповерхового висотного будинку з підземними гаражами на краю Багринової гори у 2005 році спровокувало втрату стійкості схилу і активізацію гравітаційних процесів. Проведений морфодинамічний аналіз даної ділянки встановив, що новобудова розташована поперек каркасної гребеневої лінії рельєфу стала штучним вододілом, що змінив структуру кільових ліній і перерозподілив стік в сторону балки Мишоловка. Пе-

ребудувавши природну систему каркасних елементів рельєфу, антропогенний вплив спровокував зміни ландшафтно-геоморфологічної системи в цілому. В результаті перебудови системи відбулося збурення рельєфотворюючих процесів спрямованих на вирівнювання схилів і досягнення стану динамічної рівноваги (рис. 3).

Нехтування особливостями геоморфологічної будови і рельєфоутворюючими процесами в умовах необґрунтованого збільшення антропогенного навантаження може мати небезпечні наслідки подібні тим, що склалися на північно-західних схилах Батиевої гори навесні 2013 року [4]. Проаналізувавши серію КЗ високого просторового розрізнення на ділянку активізованих зсувів було встановлено передумови їх утворення. В 2002–2003 роках при будівництві багатоповерхового житлового будинку був підрізаний схил на Батиевій горі, але він залишався стабільним до початку інтенсивної забудови терасованих схилів приватними багатоповерховими будівлями з підземними інженерними спорудами і комунікаціями, штучним поливом. Це викликало порушення природного дренажу схилу, а під впливом інтенсивних опадів привело до перезволоження верхніх суглинистих делювіальних відкладів і сповзання їх. В окремих старих будинках, біля яких прак-

тично відсутні ливнестоки з'явилися тріщини, продовжилися обвали і руйнування дороги. Висота схилу від вершини Батиевої гори до долини р. Либідь складає 68 м. Схил ускладнений зсувними площадками і вузькими терасами, по яких закладені вулиці і присадибні ділянки. Протягом багатьох років поверхня схилу зазнавала перепланування, нівелювання, підрізання під впливом антропогенних чинників та інтенсивно забудовувалася (рис. 4).

Подібна активізація схилових процесів відбулася і на інших ділянках: схил Замкової гори, схил долини р. Совка та корінний схил плато біля Лисої гори, на Андріївському узвозі.

За даними аерокосмічного моніторингу прослідковуються етапи стабілізації одних зсувонебезпечних ділянок, що досягли динамічної рівноваги та активізація інших, де стійкість схилів порушена низкою чинників природного та антропогенного походження, а частіше їх комплексною дією як це відбулося у 2013 році.

Для стабілізації зсувних процесів зсувонебезпечних ділянках необхідно повністю заборонити будь-

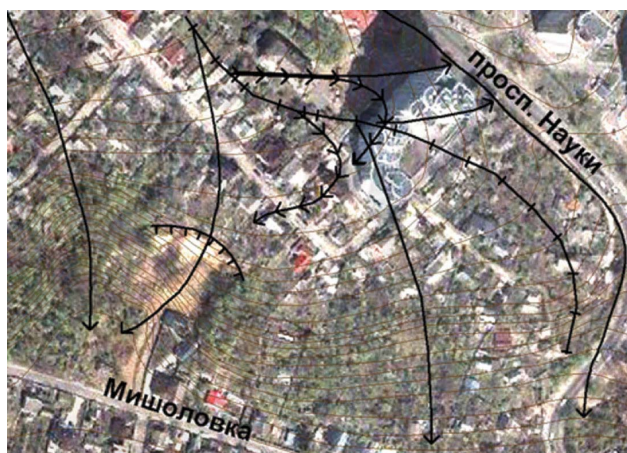
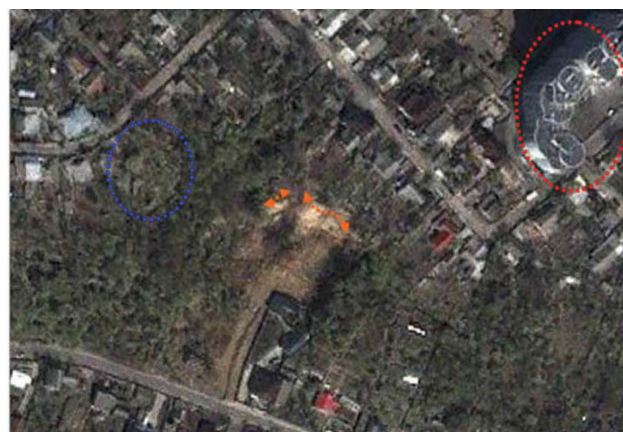
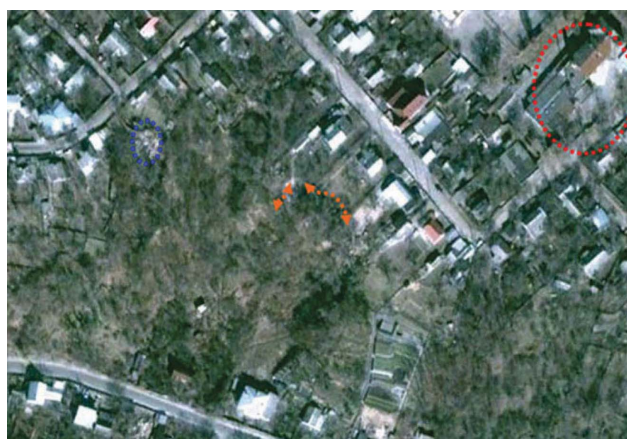


Рис. 3. Моніторинг зсуву у лівому борті Мишоловської балки
а) — КЗ станом на 2002 р.; б) — КЗ станом на 2012 р.; в) — каркасні елементи рельєфу; г) — фотографія зсуву від 04. 2013 р.
1 — кільові лінії, 2 — гребеневі лінії, 3 — змінений напрям природного стоку, 4 — зсув



Рис. 4. Моніторинг зсуву у схилі Батієвої гори КЗ станом на: а) — 2001 р.; б) — 2012 р.

які будівельні роботи та удосконалити інженерні протизсувні заходи, виконати закріплення схилів деревно-чагарниковою рослинністю з глибокою кореневою системою.

Загалом моніторинг за матеріалами космічної зйомки дає можливість простежити етапи процесу стабілізації одних зсувних ділянок, які досягли рівноваги і активізації інших, де стійкість порушена, але всі вони так чи інакше знаходяться в геодинамічно активних зонах, що виділені авторами за дистанційними матеріалами. В свою чергу морфодинамічний аналіз каркасної структури рельєфу дозволяє виділяти в межах Києва окремі ділянки з характерною структурою і щільністю кільових і гребневих ліній та притаманними їм екзогенними рельєфоутворюючими процесами, що викликають порушення у природно-техногенній системі міста.

Література

1. Лищенко Л. П. Мониторинг оползневых процессов на территории г. Киева (с использованием материалов дистанционного зондирования Земли / Л. П. Лищенко, А. Н. Терemenko // Проблемы и опыт инженерной защиты урбанизированных террито-

рий сохранения наследия в условиях геоэкологического риска. К.: "Феникс", 2013. — С. 169–76.

2. Пазинич Н. В. Морфодинамический анализ рельефа в межах міських агломерацій (на прикладі правобережної частини м. Києва) / Н. В. Пазинич // П'ята науково-практична конференція «Моніторинг навколишнього середовища. Науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення». НПЦ Екологія наука техніка, 2010. — С. 65–68.
3. Пазинич Н. В. Анализ рельефа как компонента природно-техногенной системы города (на примере г. Киева) / Н. В. Пазинич // Проблемы и опыт инженерной защиты урбанизированных территорий сохранения наследия в условиях геоэкологического риска. К.: "Феникс", 2013. — С. 176–182.
4. Старостенко В. И. Проблемы сохранения архитектурного наследия исторического центра Киева в условиях возрастающего эколого-технологического риска // В. И. Старостенко [и др.] // Геофизический журнал, 2011. — Т. 33. — № 6. — С. 3–4.
5. Терemenko О. М. Дослідження зон геодинамічної напруги для прогнозування і картографування геолого-екологічних процесів за матеріалами космічних зйомок / О. М. Терemenko // Проблеми розробки і впровадження сучасних інформаційних технологій / Зб. наук праць. Київ – Харків–Крим, 2004. — С. 154–57.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КИЕВ В РЕЖИМЕ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Л. П. Лищенко, Н. В. Пазинич, А. Н. Терemenko

В результате мониторинга оползневых процессов на территории г. Киев с помощью космических материалов установлена приуроченность активизировавшихся в течение 20 лет оползнеопасных участков к зонам геодинамического напряжения. Последние связаны с глубинными разломами и линеamentами, которые можно выделять по многозональным космическим снимкам. Применялись приемы морфодинамического анализа рельефа, заверочные наземные наблюдения на отдельных активизированных оползневых участках — Мышеловка, Батыева гора.

Ключевые слова: дистанционный космический мониторинг, оползни, оползнеопасные участки, геодинамические зоны, морфодинамический анализ

RESEARCH OF LANDSLIDE PROCESSES FOR THE TERRITORY OF KYIV WITH MONITORING REMOTE SENSING DATA

L. P. Lischenko, N. V. Pazinich, A. N. Teremenko

As a result of the space monitoring of landslides processes for the Kiev using remote sensing data for two last decades. The sliding terrains are affected by the technogenic and environmental factors. In general the studies have shown the reasonability of the research of conditions and spreading of the gravitational processes in the active geodynamic zones on a basis of monitoring by information of multispectral satellite imagery. The morphodynamic analyze of relief, verification of surface supervisions on the some activated areas (Batu Mount, Mousetrap) were used.

Keywords: remote sensing monitoring, landslides processes, sliding terrain, geodynamic zones, morphodynamic analyze

УДК 504.064.3:(528.88:551.525.2+528.909477–250

Мониторинг формирования и развития “теплового острова” города Киева

А. Б. Крылова*

ГУ “Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины”, Киев, Украина

Для урбанизированных территорий характерно формирование так называемых “островов тепла”, связанных с перепадом приповерхностных температур между центром города и его периферией. Проведенный анализ космических данных позволяет дифференцировать городское тепловое поле и наметить проблемные, с экологической точки зрения, участки на карте города.

Ключевые слова: мониторинг, космическая съемка, тепловой остров, поверхностная температура, картографирование

© А. Б. Крылова. 2014

Введение

На данный момент для урбанизированных территорий характерно формирование так называемых “островов тепла”, связанных с перепадом приповерхностных температур между центром города и его периферией [7]. Уплотнение застройки и сокращение площади зеленых зон в центральной части города ведут к повышению приповерхностной температуры [6]. В то же время зеленые зоны являются стабилизирующим элементом теплового поля, над парковыми зонами воздух прогревается заметно меньше, чем над застроенными территориями, они не аккумулируют тепло как искусственные покрытия. С интенсивным строительством связано и т. н. “запечатывание” грунтов бетонным и асфальтовым покрытием, что препятствует естественному испарению и влагообмену. Также на формирование “тепловых островов” влияет высокая концентрация аэрозолей в атмосфере над крупными транспортными развязками, улицами с интенсивным движением и промышленными объектами. Все это ведет к ухудшению экологической обстановки и комфортного проживания городского населения.

Постановка задачи

Исследованию теплового поля урбанизированных территорий при помощи космических данных посвящено много работ [1–6]. Целью данной работы является разработка методики картографирования и мониторинга теплового поля урбанизированных территорий с последующим выделением экологически проблемных районов и участков городской среды.

Исходные материалы и методика исследования

Исходными данными служат материалы космической съемки спутников серии Landsat TM. В основу методики положена разработанная в ЦАКИЗ технология расчета температуры подстилающей поверхности по данным теплового диапазона (10,4–12,5 мкм) космической системы (КС) Landsat TM с оценкой коэффициента теплового излучения по нормализованному вегетационному индексу (NDVI) [1, 4]. Анализ результатов расчета температурного поля и его картографирование выполняются с помощью программного обеспечения ENVI и ГИС MapInfo. Космические снимки взяты из архива Геологической службы США (www.earthexplorer.usgs.gov). Данные по наземным наблюдениям температуры воздуха получены из архива метеостанции аэропорта Жуляны.

Результаты

Обработка и анализ данных космической съемки показали, что в районах с густой застройкой и промзонах наблюдается более высокая поверхностная температура, чем в спальных районах с зелеными зонами [2]. Минимальная поверхностная температура наблюдается над парковыми и лесопарковыми зонами, где практически нет искусственных покрытий и никакие факторы не мешают естественному испарению и влагообмену почв. Аномально высокая приповерхностная температура наблюдается над крупными транспортными развязками, а также основными проспектами и трассами с оживленным автомобильным движением (рис. 1). При этом средняя температура, полученная по наземным метеоанализам на момент съемки, приблизительно соответствует тепловому полю над зелеными зонами, спальными районами с умеренной зас-

*e-mail: a.krylova@casre.kiev.ua

тройкой и зелеными придомовыми территориями. В то же время, температурные максимумы по данным анализа космической съемки значительно превышают максимальные значения температуры, полученные по наземным метеоданным день съемки (табл.). Полученные в результате анализа космических данных температурные максимумы указывают на участки с напряженной экологической обстановкой.

Таблица

Температура за период с 2 ч. 00 мин. до 23 ч. 00 мин 29.05.2011 г.

Значение	Температура °С по данным наземных метеонаблюдений	Температура °С, полученная в результате анализа данных космической съемки
Минимальное	13,6	11
Среднее	20,5	35
Максимальное	25,7	59
На момент съемки	23,2	

В качестве полигонов для мониторинга теплового поля были выбраны две территории, которые соответствовали определенным параметрам:

1. наличие “зеленой зоны” (парка, сквера);
2. наличие транспортных развязок, проспектов, трасс с оживленным движением;
3. наличие современной застройки.

В соответствии с этими параметрами было отобрано два полигона для мониторинга тепловых полей.

Первый полигон — это Голосеевский парк с прилегающими территориями. Данная территория интересна для исследований теплового поля наличием обширной зеленой зоны, в которую «врезается» городская застройка, а также наличием с северной стороны проспекта с оживленным движением и транспортными развязками (рис. 2.).

Второй район это историческая часть города Киева (улица Воздвиженская). До двухтысячных годов здесь была старая малоэтажная застройка с большим количеством зеленых насаждений практически без искусственного покрытия. В двухтысячных годах улица была полностью застроена современными зданиями. Грунты практически полностью запечатаны искусственным покрытием (брусчаткой). Зеленые насаждения не сохранились (рис. 3).

Антропогенное вмешательство в первую очередь влияет на формирование тепловых аномалий [3]. Это особенно ярко выражается в городах с плотной застройкой и минимальным количеством зеленых зон. Как видно на рис. 2, парковые зоны выделяются зоной «низких температур» в то время как объекты застройки, которые «врезаются» в зеленую зону сразу выделяются аномальным повышением температуры. В тоже время парковая зона снижает общую температуру и создает внутренний микроклимат района, создавая более

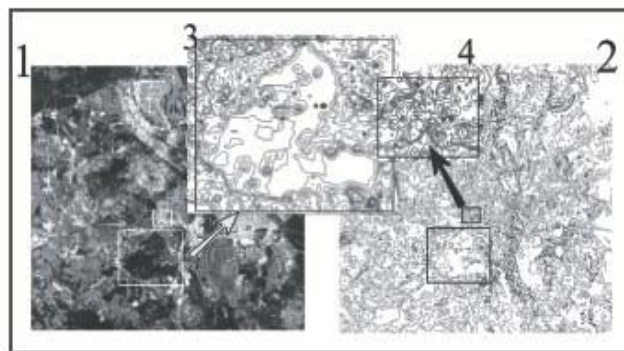


Рис. 1. Пример картографирования теплового поля поверхности в южной части г. Киева. КС Landsat 5 TM 29.05.2011.

1 — тепловое поле изображено при помощи градиента “от черного до белого” (черный — мин. значения, белый — макс. значения); 2 — тепловое поле показано при помощи изолиний; 3 — увеличенный фрагмент теплового поля над Голосеевским парком; 4 — увеличенный фрагмент теплового поля над Московской площадью

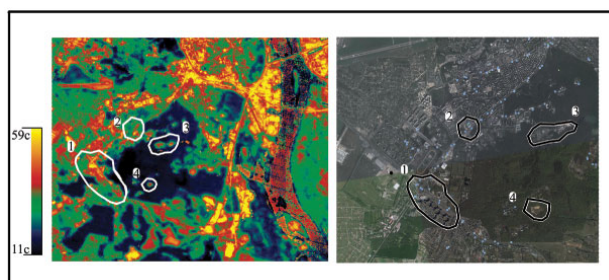


Рис. 2. Сопоставление теплового поля и подстилающей поверхности в южной части г. Киева. КС Landsat 5 TM 29.05.2011 и фрагмент снимка Google 2011 год (слева — тепловое поле, показанное при помощи градиента “от черного — до желтого”; справа — фрагмент снимка Google).

1 — перекресток Окружной и просп. Академика Глушкова, современная высотная застройка; 2 — площадь возле метро “Васильковская”, перекресток ул. Васильковской и просп. Академика Глушкова; 3 — монастырь “Свято-Покровская Голосеевская пустынь”; 4 — “Больница будущего”, недостроенный объект

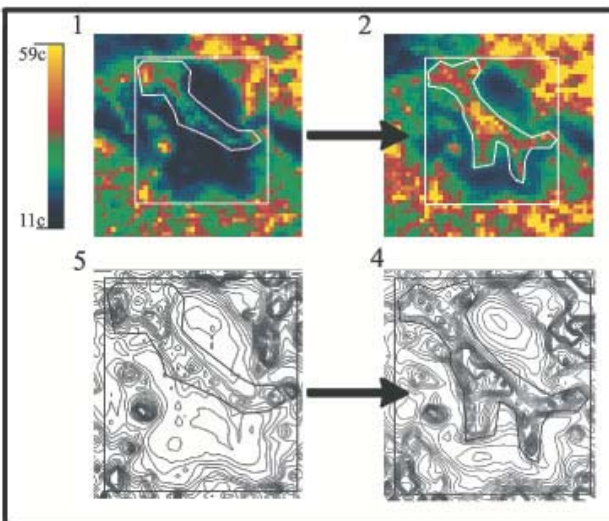


Рис. 3. Мониторинг теплового поля исторической части Киева (ул. Воздвиженская).

Тепловое поле, показанное при помощи градиента “от черного — до желтого”: 1 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 4 TM 01.06.1992; 2 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 5 TM 29.05.2011. Тепловое поле, показанное при помощи изолиний (сечение рельефа 1°C); 3 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 4 TM 01.06.1992; 4 — улица Воздвиженская по материалам КС Landsat 5 TM 29.05.2011.

комфортные условия проживания в близлежащих городских кварталах.

Мониторинг улицы Воздвиженской проводился по материалам КС Landsat с 1992 по 2011 гг. Объем статьи не позволяет рассмотреть полный набор космических данных. Поэтому для наглядности приводятся космические данные Landsat 4 TM (01.06.1992) и Landsat 5 TM (29.05.2011). По результатам проведенного анализа видно (рис. 3), что после полной застройки ул. Воздвиженской над ней сформировалась четко выделяемая по материалам КС тепловая аномалия. Данная тепловая аномалия влияет также и на близлежащие территории. Поскольку улица Воздвиженская находится в непосредственной близости от буферной зоны заповедника “София Киевская”, то тепловая аномалия оказывает губительное влияние на исторический объект.

Таким образом, анализ космических данных позволяет дифференцировать городское тепловое поле и наметить проблемные, с экологической точки зрения, участки на карте города.

Литература

1. Балдина Е. А. Исследование “теплового острова” Москвы по разнотемпературным снимкам Landsat 7 ETM+ / Е. А. Балдина, М. Ю. Грищенко // Геоинформатика, 2011. — №3. — С. 62–70.
2. Бусыгин Б. С. Геоинформационная технология температурного картографирования городов по данным космических съемок / Б. С. Бусыгин, И. Н. Гаркуша // GeoInformatics, 2012. — 14 May. Режим доступа: <http://www.earthdoc.org/publication/>
3. Горный В. И. Дистанционный измерительный мониторинг тепловых потерь городских и промышленных агломераций (на примере Санкт-Петербурга и Хельсинки) / В. И. Горный, С. Г. Крицук, И. Ш. Латыпов [и др.] // Теплоэффективные технологии. Информационный бюллетень, 1997. — №2. — С. 17–23.
4. Грищенко М. Ю. Применение тепловых снимков системы ETM+ для изучения теплового острова Москвы / М. Ю. Грищенко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. — Т. 9. — № 4. — С. 95–101
5. Лялько В. И. Тепломассоперенос в литосфере / В. И. Лялько. — К.: Наукова думка, 1985. — 260 с.
6. Шевченко О. Г. Температурні аномалії великого міста / О. Г. Шевченко, С. І Сніжко, Є. В. Самчук // Український гідрометеорологічний журнал, 2011. — К.: №8. — С. 67–73
7. The UHI project. Central Europe Programme. Режим доступа: <http://www.eu-uhi.eu/>

МОНІТОРИНГ ФОРМУВАННЯ І РОЗВИТКУ “ТЕПЛООВОГО ОСТРОВА” МІСТА КИЄВА

Г. Б. Крылова

Для урбанізованих територій характерне формування, так званих “островів тепла”, пов’язаних з перепадом приповерхневих температур між центром міста і його периферією. Проведений аналіз космічних даних дозволяє диференціювати міське теплове поле і намітити проблемні, з екологічної точки зору, ділянки на карті міста.

Ключові слова: моніторинг, космічна зйомка, теплові острови, поверхнева температура, картографування

MONITORING OF THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF “HEAT ISLAND” IN KIEV

H. B. Krylova

For urban areas characterized by the formation of so-called “heat islands” associated with a difference in surface temperature between the center of the city and its periphery. The analysis of spatial data allows to differentiate urban thermal field and identify the problem, from an environmental point of view, land on the city map.

Keywords: monitoring, satellite imagery, heat island, the surface temperature mapping

УДК 528.8:(556.342:532.546):(622.279:553.983)](477)

Комплексування дистанційних і гідрогеологічних даних для оцінки ризику утворення гідравліко-фільтраційного зв'язку між геоструктурами у процесі видобутку сланцевого газу

В. І. Лялько^{1*}, О. Т. Азімов¹, Є. О. Яковлев²¹“ДУ Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України”, Київ, Україна²Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна

У статті розглянута актуальність застосування сучасних аерокосмічних і гідрогеологічних методів у процесі вирішення завдань екологічної безпеки гідросфери при видобутку сланцевого газу в Україні. Наведено приклад пілотного впровадження цих методів у межах Юзівської ділянки Дніпровсько-Донецької западини.

Ключові слова: сланцевий газ, фрекінг-зони, розривні порушення, висхідна міграція, підземні води, токсичні сполуки, дані дистанційного зондування Землі.

© В. І. Лялько, О. Т. Азімов, Є. О. Яковлев. 2014

Видобуток сланцевого газу (СГ) пов'язаний з техногенним створенням у стиснутих газоводонасичених шарах, які залягають на глибинах порядку 2,5–4,5 км, просторово розвинутих зон високопроникної тріщинуватості. Для цього використовується фрекінг-процес (ФП), який відрізняється від традиційного гідророзриву пластів високоенергетичним гідрогеомеханічним впливом на слабопроникні газоводонасичені шари шляхом нагнітання у горизонтальні (довжиною до 1,0–1,5 км і більше) або нахилені свердловини суміші з води (96–97%), піску (1,5–2%), хімічно- та поверхнево-активних речовин.

Аналіз технологічних параметрів ФП (тиски, динаміка пружно-пластичних деформацій фрекінг-зони — ФЗ, тріщиноутворення тощо) свідчить, що до однієї з основних еколого-техногенних загроз та геолого-економічних ризиків промислової розробки родовищ СГ в нафтогазоносних структурах України, порівняно з традиційними газовими родовищами, належить небезпека довгострокового забруднення підземної гідросфери, зокрема, стратегічно важливих горизонтів прісних вод питної якості та родовищ лікувальних мінеральних ресурсів унаслідок формування при використанні ФП деформацій регіональних водотривів, техногенних тріщинно-проникних зон з великою кількістю (тис. м³) токсичних технологічних сполук, радону та природних радіонуклідів, які здатні до міграції в підземні та поверхневі джерела питно-господарського водопостачання.

Загалом у процесі техногенної еволюції гідрогеофільтраційної системи ФЗ можна виділити три фази:

1) просторовий розвиток уздовж стовбура горизонтальної або нахиленої свердловини за умови пружно-пластичних деформацій мережі проникних

тріщин, відкритість яких фіксується піщаним матеріалом при одночасному заповненні токсичним технологічним розчином; у процесі розвитку фрекінг-тріщинуватості існує ризик руйнівних деформацій вищезалягаючих слабопроникних шарів та периферійного розвитку гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними зонами; останнє є основою формування інжекційного висхідного потоку токсичних технологічних забруднень до прісноводних горизонтів зони активного водообміну (ЗАВ);

2) площева висхідна гідрогеоміграція у вигляді повільного дифузійно-конвективного потоку залишків маломінералізованих технологічних розчинів під впливом реологічного скорочення тріщинного простору ФЗ та їх зменшеної густини ($\gamma_{\text{пв}}=1000 \text{ кг/м}^3$) порівняльно з мінералізованими ($M=300\text{--}400 \text{ кг/м}^3$) поровими розчинами ($\gamma_{\text{пв}}=1200 \text{ кг/м}^3$); екологічно небезпечною складовою цієї фази розвитку ФЗ можна вважати поступове забруднення порових розчинів вищезалягаючих горизонтів зони уповільненого водообміну (ЗУВ) та ЗАВ;

3) розвиток у ФЗ гідрогеодеформаційного поля пружних напружень з накопиченням потенційної енергії та ризиком деформацій денної поверхні або проявів техногенних мікрофокусних землетрусів.

Беручи до уваги результати дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), нами виконано орієнтовну експертну оцінку часових показників еволюції ФЗ з урахуванням гідрогеофільтраційних і геодинамічних процесів, насамперед параметрів формування гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними структурами (розривними порушеннями). Отож за результатами математичної обробки результатів проведено-

* e-mail: casre@casre.kiev.ua

го нами структурного дешифрування даних ДЗЗ, що являють собою мережу (або поле) лінеаментних об'єктів (рис.), у районі першої пошукової свердловини (400-Біляївська) на Юзівській площі Дніпровсько-Донецької западини середня (або питома) щільність лінеаментів становить $0,32 \text{ км/км}^2$. Щільність техногенної тріщинуватості ФЗ у типовому кластері з 6 горизонтальних свердловин (США, штат Пенсільванія) складає $1,5\text{--}3,0 \text{ км/км}^2$, тобто від 4,7 до 9,4 разів більше за щільність лінеаментів.

Результати розрахунку за вищенаведеною схемою свідчать про істотне зростання вразливості щодо забруднення горизонтів прісних підземних водних об'єктів у межах нафтогазоносних структур унаслідок дії чинників ФП. Наявні регіональні оцінки за даними математичного моделювання водотеплопереносу [1, 3, 4 та ін.], проникності ($K_T = 10^{-4} \text{ м/добу}$) й активної пористості ($n_T = 10^{-3}$) тектонічних зон дозволяють виконати орієнтовний розрахунок часу висхідної міграції забруднень (t_m) з ФЗ на глибині $Z_{\text{ФЗ}} = 3000 \text{ м}$ до ґрунтового водоносного горизонту (ГрВГ).

Так, згідно з залежністю Дарсі:

$$t_m \approx \frac{Z_{\text{ФЗ}}}{V_m}, \quad (1)$$

де V_m – середня швидкість висхідної міграції забруднень технологічного розчину. Середнє значення V_m може бути розраховано за рівнянням:

$$V_m = \frac{K_T \cdot i}{n_T}, \quad (2)$$

де i – градієнт висхідного потоку в гідравліко-фільтраційній системі “зона фрекінгу – проникна тектонічна структура”, n_T – активна пористість тектонічної зони. За даними математичного моделювання водотеплопереносу в глибоких горизонтах ЗУВ $n_T = 10^{-3}\text{--}10^{-4}$ [4]. Допускаючи лінійне зниження у часі тиску у ФЗ від початкового

$$P_0 = \gamma_n Z + \sigma_{\perp} \quad (3)$$

до гідростатичного, при якому припиняється вивільнення СГ, визначимо середнє значення тиску висхідної міграції:

$$P_{\text{ср}} = \frac{[(\gamma_n Z_{\text{ФЗ}} + \sigma_{\perp}) + Z_{\text{ФЗ}}]}{2}, \quad (4)$$

де γ_n – середня об'ємна вага (густина) гірських порід ($\gamma_n \approx 2,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$); $Z_{\text{ФЗ}}$ – середня глибина ФЗ (процесу), $Z_{\text{ФЗ}} = 3000 \text{ м} = 300 \text{ МПа}$; $\sigma_{\perp}$ – міцність сланцево-га-

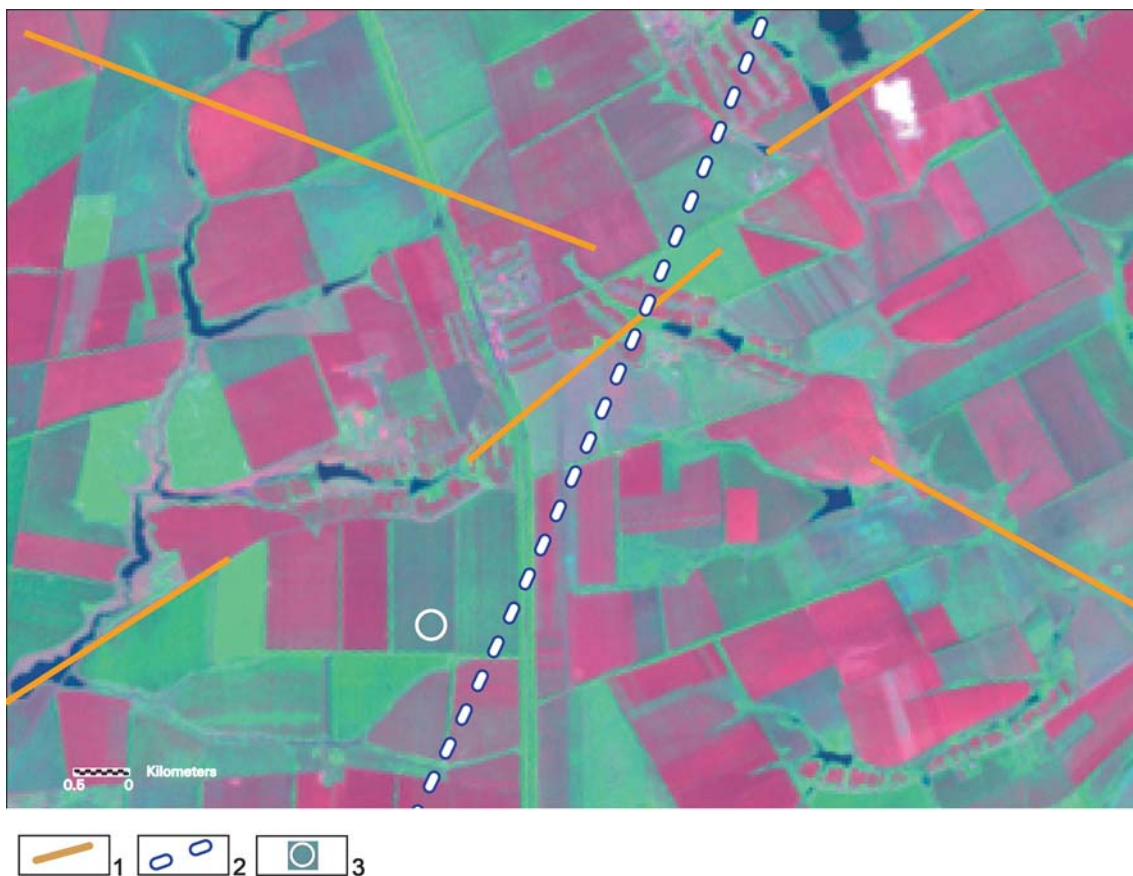


Рис. Збільшений фрагмент схеми результатів регіонального структурного дешифрування радіолокаційних даних ДЗЗ на фоні синтезованого сканерного багатозонального космічного знімка LANDSAT ETM+ з супутника LANDSAT 7 від 01.06.2002 р. (7-й, 4-й і 2-й канали; псевдокольори): 1 – основні лінеаменти, що відображають розломно-блоковий каркас кристалічного фундаменту та осадового чохла; 2 – контур мезоморфоструктури, віддешифрованої на космічних зображеннях високого рівня генералізації, яка ймовірно відображає пов'язану з підкоровим магматизмом структуру; 3 – місцезоположення свердловини 400-Біляївська

зоносних порід на розтягування (розрив) нормально до нашарування (за літературними даними $\sigma_{\perp} \approx 25 \text{ МПа} \approx 300 \text{ кг/см}^2$ [2]).

У відповідності з вищенаведеними даними величина градієнту висхідної міграції з ФЗ дорівнюватиме:

$$i = \frac{P_{\text{сер}}}{Z_{\text{фз}}} = \frac{[(\gamma_n Z_{\text{фз}} + \sigma_{\perp}) + Z_{\text{фз}}]}{2Z_{\text{фз}}} = \frac{[(660 + 25) + 300]}{(2 \cdot 300)} \approx 1,64 \quad (5)$$

а час досягнення з цією міграцією забруднень з ФЗ рівня ГрВГ становитиме

$$t_{\text{м}} = \frac{Z_{\text{фз}}}{(K_T \cdot i / n_T)} = \frac{3000}{\left[\frac{(10^{-4} \cdot 1,64)}{(10^{-3} \div 10^{-4})} \right]} \approx 18,3 \cdot 10^3 \div 1829 \text{ діб} \approx 50 \div 5 \text{ років} \quad (6)$$

Потрібно відмітити, що орієнтовні оцінки часу можливої висхідної міграції технологічних забруднень із ФЗ збігаються з терміном експлуатації цієї

зони ($t_{\text{м}} \geq 5$ років) та з проявами у США багаточисельних локальних забруднень підземних і поверхневих джерел водопостачання ($t_{\text{м}} > 20 \div 30$ років).

Література

1. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа: в 2 кн. / [Шестопапов В. М., Лялько В. И., Ситников А. Б. и др.]; отв. ред. В. М. Шестопапов. — Киев: ИГН-НАН Украины, НИЦ РПИ НАН Украины, 2001. — 635 с.
2. Кобранова В. Н. Петрофизика / В. Н. Кобранова. — М.: Недра, 1986. — 392 с.
3. Моделирование гидрогеологических условий охраны подземных вод / [Лялько В. И., Бут Ю. С., Филиппов Ю. Ф., Шнейдерман Г. А.]. — Киев: Наук. думка, 1980. — 192 с.
4. О перспективной оценке эксплуатационных запасов подземных вод по Днепровско-Донецкому артезианскому бассейну (в пределах УССР): Отчет / [Л. С. Крыжановский, Д. Р. Литвак и др.] / Мингео УССР, Киев. геологоразвед. трест. — Киев, 1977. — 606 с.

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАВЛИКО-ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ГЕОСТРУКТУРАМИ В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА

В. И. Лялько, А. Т. Азимов, Е. А. Яковлев

В статье рассмотрена актуальность применения современных дистанционных аэрокосмических, гидрогеологических и информационных технологий в процессе решения задач экологической безопасности гидросферы при добыче сланцевого газа в Украине. Наведен пример пилотного внедрения этих технологий в пределах Юзовского участка Днепровско-Донецкой впадины.

Ключевые слова: сланцевый газ, фрекинг-зоны, разрывные нарушения, восходящая миграция, подземные воды, токсические соединения, данные дистанционного зондирования Земли

COMPLEXATION THE REMOTE SENSED AND HYDROGEOLOGICAL DATA TO ASSESSMENT THE RISK OF FORMATION THE FLUID AND FILTRATIONAL CONNECTION BETWEEN GEOSTRUCTURES WHEN IN USE THE SHALE GAS PRODUCTION

V. I. Lyalko, O. T. Azimov, E. O. Yakovlev

The article considers the relevance of the application of modern remote aerospace, hydrogeological and information technologies in solving the environmental security of the hydrosphere when shale gas will be production in Ukraine. Place your an example of the pilot implementation of these technologies within the Yuzivka area of the Dnieper-Donets Depression.

Keywords: shale gas, fracturing zones, fractures, up-going migration, underground waters, toxic compounds, remote sensing data

УДК 528.88.

Обґрунтування технічних параметрів функціонування космічних апаратів в задачах моніторингу земельних ресурсів

Л. В. Гебрин*

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

Описано системи отримання і розповсюдження даних оперативного моніторингу. Проведено порівняльний аналіз технічних параметрів космічних апаратів, які є найбільш використовуваними для оцінки ведення моніторингу земельних ресурсів. Висвітлено задачі, що вирішуються за допомогою даних аерокосмічного зондування. Обґрунтовано зв'язок вибору оптимальної знімальної системи залежно від мети поставленої задачі.

Ключові слова: космічні апарати, аерокосмічний моніторинг, земельні ресурси, аерокосмічні системи, знімальна система, дистанційне зондування Землі

© Л. В. Гебрин. 2014

Актуальність дослідження

З перших років освоєння космічного простору однією із пріоритетних задач було дистанційне спостереження Землі — наука та технологія, завдяки яким визначають, вимірюють та аналізують характеристики об'єктів які нас цікавлять, без прямого контакту з ними. На сьогодні існує ряд супутникових систем, які вже створені іншими країнами і направлені на вирішення різноманітних задач в галузі дослідження природних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Методологія космічних досліджень і методи застосування дистанційного зондування для моніторингу великою мірою розвинулись завдяки відомим вітчизняним вченим. В наукових працях [5, 4, 2] академіка НАН України Лялька В. І. та професора Попова М. О. досліджено концептуальні вимоги до видів та якості матеріалів супутникових зйомок для вирішення задач дослідження природних ресурсів та корисних копалин зокрема, а також стан та перспективи розвитку дистанційних методів дослідження Землі в Україні. В науковому посібнику “Аерокосмічні знімальні системи” Станкевича С. А. та Бурштинської Х. В., висвітлено основні напрямки інноваційних методів отримання аерокосмічних матеріалів на підставі цифрових технологій, подано технічні характеристики супутників та класифікацію зображень [1]. В монографії Гарбука С. В. та Гершензова В. Е. “Космічні системи дистанційного зондування Землі” детально описано системи отримання і розповсюдження даних оперативного моніторингу, які

регулюються за допомогою чотирьох етапів. Праці Кононова В., Коротаєва Г., Мирошникова М., Довгого С., Зацерковного В. [6] та інших вчених також зробили важливий внесок в галузі дистанційного зондування Землі.

Матеріали та методика дослідження

Важливим аспектом у виборі оптимальної знімальної системи є ознайомлення її з технічними параметрами. Тому що отримання достовірної, оперативної інформації буде не можливим без чітко сформованого пакету вимог щодо обраного космічного апарату. Кожна знімальна система характерна своїми технічними особливостями такими як наявність та кількість спектральних каналів, спектральних діапазонів, просторовою роздільною здатністю, динамічним діапазоном, шириною смуги зйомки, періодичністю зйомки та часом функціонування. А також кожний космічний апарат має відповідні області використання інформації. Залежно від поставлених задач можливо підібрати знімки відповідно типу, формату та інформативності. Тому правильно сформовані вимоги у поєднанні з вибором оптимальної знімальної системи нададуть точну інформацію про досліджуваний об'єкт.

Виклад матеріалу

Дані отримані за допомогою супутникового знімання є безперечно прозорою та достовірною інформацією в процесі аналізу земельних ресурсів та всієї Землі загалом. В процесі отримання даних потрібно керуватися інформацією про технічні аспекти функціонування супутникових систем з подальшою прив'язкою інформаційних можливостей до типових задач. В монографії С. В. Гарбука та

* Gebrin_liliya@mail.ru

В. Е. Гершензова “Космічні системи дистанційного зондування Землі” детально описано системи отримання і розповсюдження даних оперативного моніторингу, які регулюються за допомогою чотирьох етапів: носії знімальної системи (ШСЗ), зокрема апаратура дистанційного зондування, бортові засоби передачі даних на Землю по радіоканалу, наземні комплекси прийому інформації, подальша обробка та передача користувачам.

Для дистанційного зондування, як правило, використовують два основні типи супутників: геостационарні та полярно орбітальні. Якщо геостационарні супутники постійно забезпечують огляд однієї і тієї самої частини планети, зберігаючи незмінним положення відносно конкретної точки. Полярно орбітальні, знаходячись на орбіті, площина якої приблизно перпендикулярна площині обертання Землі, через деякий час з'являються над заданим районом. Відповідно зона огляду геостационарного супутника обмежується широтними районами, а полярно орбітальні супутники, в свою чергу, можуть знаходитись над одним і тим же районом зйомки в різних періодах “міського” та сонячного часу. При цьому співставлення даних, отриманих при різних умовах сонячного освітлення виявляється досить не легким.

Знімальна апаратура дистанційного зондування Землі, яка встановлена на супутнику може працювати в чотирьох основних діапазонах: ультрафіолетовому, видимому, інфрачервоному і мікрохвильовому. У видимому діапазоні приймачі реєструють відбите сонячне світло від земної площі. У інфрачервоному діапазоні переважає теплове випромінювання поверхні Землі, а в мікрохвильовому діапазоні використовують випромінювання планети, або ж відбивні сигнали штучних джерел випромінювання, які встановлені на борту супутника. Можливості апаратури дистанційного зондування в різних спектральних діапазонах відрізняється. Тому як оптичні дають найбільш якісні, кольорові зображення з високим просторовим розрізненням, які синтезовані з декількох монохроматичних знімків. В той час як інфрачервону зйомку можливо проводити в нічний час, спостерігаючи температурні аномалії поверхні. Для мікрохвильового діапазону не стане проблемою і наявність хмарної погоди.

Важливою характеристикою формування зображення є просторова розрізненість (r) і радіометрична (ΔI) розрізненість знімальної системи (1), (2). Просторова розрізненість залежить від довжини хвилі (λ), діаметра об'єктиву (d) та висоти орбіти (H):

$$r \approx \frac{\lambda}{d} H \quad (1)$$

Радіометрична розрізненість вираховується шириною динамічного діапазону приймача тобто кількістю рівнів дискретизації, що відповідають переходу від яскравості абсолютно чорного тіла до абсолютно білого тіла. Так, для вирахування радіомет-

ричної просторової розрізненості повинно виконуватись вимога:

$$I_{ob} \frac{S}{r^2} \geq \Delta I \quad (2)$$

де I_{ob} — яскравість об'єкта, S — площа об'єкта.

Просторова та радіометрична розрізненість апаратури разом з шириною смуги, в якій проводиться зйомка та загальним числом монохроматичних каналів вираховують швидкість передаючого на Землю інформаційного потоку (3):

$$C \frac{LV}{r^2} \text{ INK} \quad (3)$$

де V — швидкість переміщення під супутникової точки по трасі супутника, I — число біт на пік сел зображення, N — число каналів, L — ширина полоси огляду, $K > 1$ — коефіцієнт залежності від типу приймаючого в каналі кодування.

В свою чергу, необхідна для передачі інформаційного потоку ширина полоси пропускання радіоканалу “борт–Земля” залежить від енергетичних характеристик як приймаючого комплексу так і передаючого (таб. 1) Пропускна здатність каналу зв'язку зростає із збільшенням сили бортового передатчика, діаметру приймаючої антени наземного комплексу та із зменшенням відстані до супутника [2].

Задачі, які наведено в таблиці вирішуються у національному та регіональному масштабах та актуальні для помірного, субтропічного та тропічного клімату. Масштаб задач, які вирішуються за допомогою залучення інформації ДЗЗ виділяють: глобальний, континентальний, національний, регіональний, локальний. Забезпечення періодичності збору інформації ДЗЗ розрізняють: H — годинну, D — добову, W — недільну, M — місячну, Q — кварталну, Y — річну. Використовувані спектральні діапазони позначаються як: ультрафіолетовий діапазон — UV, видимий діапазон — VIS, ближній ІЧ — NIR, тепловий ІЧ — IR, мікрохвильовий — MW. Вирішення завдань землекористування в глобальному масштабі направлено на виявлення тенденцій розвитку ландшафтів та виділення зміни земної поверхні, які мають природний та антропогенний характер (таб. 2) [2].

У сучасних технологіях обробки зображень домінуюча роль належить космічним зображенням високого розрізнення Супутники останніх років є носіями оптико-електронної апаратури з розрізненням 1 метр і меншим, ніж 1 метр. Потреби світового ринку зображень оцінюються так: 65 % — з розрізненням менш ніж 1 м; 25 % — 1 м; 7 % — 2–3 м; 3 % — понад 5 м [2]. Сучасні технології по розвитку дистанційних аерокосмічних систем як метеорити змінюють та удосконалюють супутникові системи, їх технічні характеристики та якісний склад отриманих із космосу зображень: панхроматичне, кольорове, мульти-спектральне та гіперспектральне, стерео-зображення, цифрова модель рельєфу. В свою чергу удосконалюється сюжетна композиція та продукт кінцево-

Таб.1

Вимоги до інформації ДЗЗ для вирішення різних задач сільського господарства.

Назва завдання	Характеристики об'єктів	Період спостереження	Просторове розрізнення, м	Спектральні діапазони
Інвентаризація с\г угідь	Температура, колір, індекс вегетації,	72Н 15D	15–20 20–30	VIR, TIR, MW VIS, NIR, IR
Виділення та ідентифікація різних видів с\г угідь	структура Колір	Y 15 D	20–30	VIS VIS, NIR
С\г ґрунтознавство	Характеристики відбитого мікрохвильового випромінювання Колір	72 D Q	30 10–20	MW VIS, NIR, TIR
С\г гідрологія	Структура, колір	15 D	30	VIS, NIR
Попередження с\г катастроф	Температура,	M	100	VIS, NIR, TIR
	Степінь ураження рослин	M	30–50	VIS, NIR, TIR
Прогнозування урожайності	Температура Альbedo	W M	30–50 10–20	VIS, MW VIS
Аналіз с\г потенціалу	Колір Температура Структура	2W M 2W	10–20 100 10–20	MW, VIS IR, TIR, NIR VIS, NIR, MW

Таб.2.

Вимоги до інформації ДЗЗ для вирішення основних задач землекористування

Назва задачі	Об'єкти та їх характеристики	Масштаб спостереження	Періодичність зйомки	Просторове розрізнення, м	Спектральні діапазони
Топографічне картографування	відкрита земля рослинність сніг або лід с\г площі міста, водні об'єкти картографування індекс вегетації поверхнева вологість вологість ґрунту тип с\г культури видиме фотосинтетичне освітлення температура осадів	G G G G	M M W W	1000 1000 1000 1000	VIS NIR TIR MW VIS NIR TIR VIS NIR TIR
Спостереження за зростанням міст	Спектральні характеристики відбитого випромінювання	N	W\ M	10	VIS NIR TIR
Спостереження за пасовищами	Структура поверхні	R	W	1	VIS

Таб.3.

Порівняльна характеристика технічних параметрів космічних апаратів.

Знімальна система	Спектральні канали	Спектральний діапазон, <i>мкм</i>	Просторова роздільна здатність, <i>м</i>	Динамічний діапазон, біт	Ширина смуги зйомки, <i>км</i>	Періодичість зйомки, діб	Час дії
QuickBird (QuickBird-02)	панхроматичний	0,45–0,8	0,61–0,72	11	від 16,5 (у надирі) до 20,8(при відхиленні від надиру на 25°)	1,1	2001 по 2014
SPOT 6 7	блакитний	0,45–0,52	2,44–2,88	1,5	60	2 рази на добу	2012 по 2014
	зелений	0,52–0,60					
	червоний	0,63–0,69					
	ближній ІЧ	0,76–0,9					
RapidEye	панхроматичний	0,45–0,745	6	5	77	1	2008 по 2014
	блакитний	0,45–0,52					
	зелений	0,53–0,59					
	червоний	0,625–0,695					
KOMPSAT-2, 3	ближній ІЧ	0,76–0,89	1 \ 0,7	10 \ 14	15 \ 16	3 дні	2006, 2012 по 2014
	блакитний	0,44–0,51					
	зелений	0,52–0,59					
	червоний	0,63–0,685					
GeoEye-1	крайній ІЧ	0,69–0,73	4 \ 2,8	11	15,2	1–3 дні	2008 по 2014
	ближній ІЧ	0,76–0,85					
	панхроматичний	0,45–0,9					
	блакитний	0,45–0,52					
WorldView-2	зелений	0,52–0,6	0,46	11	16,4 у надирі	1,1	2009 по 2014
	червоний	0,625–0,695					
	ближній ІЧ	0,76–0,9					
	панхроматичний	0,45–0,8					
Pleiades-1	береговий	0,4–0,45	0,5	450 за 1 с	20	щодня	2011 по 2014
	блакитний	0,45–0,51					
	зелений	0,51–0,58					
	жовтий	0,58–0,62					
	червоний	0,63–0,69					
	крайній ІЧ	0,7–0,74					
	ближній ІЧ	0,77–0,89					
	ближній ІЧ 2	0,86–1,04					
	панхроматичний	0,47–0,83					
	блакитний	0,43–0,55					
	зелений	0,5–0,62	2				
	червоний	0,59–0,71					
	ближній ІЧ	0,74–0,94					

го користувача: від картографічно прив'язаного зображення і простого ортофотоплана до тривимірного зображення і віртуальної моделі світу на екрані комп'ютера. З кожним роком супутників високої роздільної здатності стає все більше й більше (таб. 3) [3].

Успішне виведення на орбіту WorldView-3 знаменує собою нову віху в розвитку дистанційного зондування Землі. Крім надвисокої роздільної здатності

(31 см в панхроматичному каналі і 1,24 м у восьми каналах видимого та ближнього ІК діапазонів), супутник дозволяє проводити зйомку в 8 каналах та в короткохвильовому ІК діапазоні (SWIR) з роздільною здатністю 3,7 метрів, а також має на своєму борту унікальний 12-канальний прилад CAVIS (corrects for Clouds, Aerosols, Vapors, Ice, and Snow), інформація з якого дозволить проводити корекцію димки, аеро-

золів, пилу для знімків WorldView-3. Така заявлена точність планової прив'язки знімків без використання опорних точок — 3,5 метра (CE90). Дані з нового супутника будуть особливо потрібні в таких галузях, як нафтогазова (вибір ділянки, розвідка, моніторинг навколишнього середовища), видобуток корисних копалин (більш точна і повна ідентифікація мінералів і хімічних сполук), сільське господарство (атмосферна корекція в поєднанні з 16 спектральними діапазонами дозволить краще прогнозувати врожайність і виявляти неоднорідності при точному землеробстві) [1].

Задачі, що можуть вирішуватися за допомогою даних аерокосмічних супутників:

- створення і оновлення топографічних та спеціальних карт різного масштабу;
- створення цифрових моделей рельєфу з точністю 5–10 м по висоті;
- інвентаризація та контроль будівництва об'єктів інфраструктури транспортування та видобутку нафти і газу;
- моніторинг екологічного стану територій в районах видобутку, переробки, транспортування нафти і газу, інших корисних копалин;
- оновлення топографічної підоснови для розробки проектів схем територіального планування муніципальних районів і суб'єктів федерації;
- виконання лісовпорядних робіт, інвентаризація лісів. Регулярний контроль лісочористування та моніторинг стану лісів;
- інвентаризація сільськогосподарських угідь, моніторинг стану посівів, оцінка засміченості, виявлення шкідників і хвороб сільськогосподарських культур, прогнозування врожайності;
- моніторинг і прогнозування процесів заболочення і спустошення, засолення, карсту, ерозії, степових пожеж і т. п.;
- інвентаризація сільськогосподарських угідь, створення карт землекористування;
- моніторинг стану посівів, оцінка засміченості, виявлення шкідників і хвороб сільськогосподарських культур, прогнозування врожайності, точне землеробство;
- моніторинг стану лісової рослинності, інвентаризація лісів;
- моніторинг природних та антропогенно-спровокованих катастроф;
- моніторинг стану об'єктів інфраструктури транспортування та видобутку нафти і газу;
- територіальне планування та управління муніципальним і міським господарством;
- оновлення дорожніх та інших спеціальних карт масштабу 1:25 000–1:50 000;
- моніторинг екологічного стану територій в районах видобутку, переробки, транспортування нафти і газу, інших корисних копалин;
- створення та оновлення топографічних та спеці-

альних карт і автоматизоване створення великомасштабних карт і планів рослинності, ландшафтів та природокористування;

- оновлення топографічної підоснови для розробки проектів генеральних планів перспективного розвитку міст, схем територіального планування муніципальних районів [6, 7].

Висновки

1. Залежно від поставлених задач, можна підібрати таку знімальну систему, яка б повністю відповідала даним вимогам як по технічним характеристикам так і по якісному складу отриманих із космосу зображень. А також можна підібрати знімки відповідно типу, формату та інформативності.
2. З кожним роком вибір супутникових систем високої просторової розрізненості стає все більшим тому що отримана з їх допомогою інформація є найдостовірнішою та найточнішою.
3. Дані з супутників нового покоління особливо потрібні в таких галузях моніторинг навколишнього середовища, сільське господарство тому що атмосферна корекція в поєднанні з 16 спектральними діапазонами дозволить краще прогнозувати врожайність і виявляти неоднорідності при точному землеробстві.

Література

1. Аерокосмічні знімальні системи: посібник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич — Львів: Львівська політехніка, 2013. — 292 с.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В. І. Лялька та М. О. Попова. — Київ: Наукова думка, 2006. — 360 с.
3. Космічні системи дистанційного зондування Землі: посібник / С. В. Гарбук, В. Е. Гершензон. — М.: Видавництво А і Б, 1997. — 296 с.
4. Лялька В. І., Попов М. О. Стан та перспективи розвитку дистанційних методів дослідження Землі в Україні / В. І. Лялька, М. О. Попов // Геологічний журнал, 2011. — №1. — С. 50–58.
5. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / Под ред. акад НАН Украины В. И. Лялька и докт. техн. наук М. А. Попова. Киев: Карбон-Лтд, 2012. — 436 с.
6. Зацерковний В. І. Використання геоінформаційних технологій в аналізі ґрунтового покриття / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець, Ю. С. Сімакін // Інженерна геодезія, 2010. — №56. — С. 162–168.
7. Global Land Cover Facility Landsat Imagery. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://web.pdx.edu/emch/ip1/bandcombinations.html>-2013.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Л. В. Гебрін

Описаны системы получения и распространения данных оперативного мониторинга. Проведен сравнительный анализ технических параметров космических аппаратов которые являются наиболее используемыми для оценки ведения мониторинга земельных ресурсов. Освещены задачи решаемые с помощью данных аэрокосмического зондирования. Обоснованно связь выбора оптимальной съемочной системы в зависимости от цели поставленной задачи.

Ключевые слова: космические аппараты, аэрокосмический мониторинг, земельные ресурсы, аэрокосмические системы, съемочная система, дистанционное зондирование Земли

THE TECHNICAL OPERATING PARAMETERS OF REMOTE SENSING FOR THE ASK MONITORING OF LAND RESOURCES

L. V. Gebrin

The systems generate and disseminate data for operational monitoring. A comparative analysis of the technical parameters of cosmic pressure washer that are most commonly used to assess the conduct of monitoring of land resources. Highlight the problem solved with the help of data space sounding. The relationship of the selection of the optimal set of the system depending on the purpose of the task.

Keywords: spacecraft, aerospace monitoring, land, aerospace systems, camera systems, remote sensing of the Earth



Фінальна регіональна конференція “Спільні дії країн Східного партнерства в адаптації до кліматичних змін”

М. В. Ваколюк

ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі, Інституту геологічних наук НАН України”, Київ, Україна

Протягом 2013–2014 років в Україні здійснювався міжнародний проєкт “Climate Forum East” (www.climateforumeast.org). Проєкт відбувався за підтримки Європейського Союзу (EU), Австрійського агентства з розвитку (ADA), Австрійського червоного хреста (ARC) та Всесвітнього фонду дикої природи (WWF). Загальну координацію проєкту здійснювали представники Австрійського червоного хреста. Проєкт об’єднав дослідників з Арменії, Азербайджану, Грузії, Білорусії, України та Молдови над вивченням проблем зміни клімату на території цих країн, оцінки вразливості та розробленні рекомендаційних адаптаційних заходів до змін клімату.

Український авторський колектив: О. Шевченко, О. Власюк, І. Ставчук, М. Ваколюк, О. Ільяш, А. Рожковою, зробили дослідження, результати якого ввійшли у публікацію “Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна” (http://climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2014/07/ukraine_cc_vulnerability.pdf). 8–9 жовтня 2014 року у Мінську (Республіка Білорусь) в готельному комплексі “Планета” відбувся фінальний з’їзд учасників міжнародного проєкту “Climate Forum East”, в якому країнами-учасниками проєкту відбулося обговорення результатів участі у проєкті. Фінальний регіональний двохденний з’їзд “Спільні дії країн Східного партнерства в адаптації до кліматичних змін” був організований Білоруською організацією Червоного хреста, та відбувався у форматі конференції із пленарними виступами, що супроводжувалися презентаціями та секційними роботами в групах.

На відвіданих мною секціях “CSO робота в напрямку адаптації до кліматичних змін в Білорусії, Молдові та Україні”, “Створення Форуму кліматичних експертів Східного партнерства” та “Пропагування фондів на адаптацію до змін клімату: індикативні системи страхування” піднімалися питання, впливу зміни клімату на екосистеми Молдови, Білорусії та майбутніх заходів з адаптації до кліматичних змін. Українська доповідь була присвячена оцінці вразливості до кліматичних змін у містах України та результатам вже проведених оцінок. Крім того українська сторона відвідувалася за заходи та інформаційні компанії, які відбулися протягом 2-х річного проєкту.

Оскільки на конференції піднімалися питання

прогнозу клімату у майбутньому, то згідно інформації, озвученої експертом з питань клімату Національного екологічного центру України (НЕЦУ) Іриною Ставчук, протягом презентації на тему “Огляд міжнародних переговорів зі зміни клімату”, світ повинен докласти великих зусиль для недопущення зростання середньорічної температури повітря вище рівня 2°C, що в свою чергу вимагає скорочення світових викидів парникових газів до 2050 року на рівень 50% від 2010 року.

Презентація Андрея Краньця (Andrej Kranjc) — координатора Словенії по IPCC “Спільні дії з адаптації до зміни клімату в країнах Східного Партнерства”, була присвячена п’ятому звіту IPCC (AR 5) та результатам робіт 3-х робочих груп експертів та науковців. Зокрема, було наголошено на наступних висновках та прогнозних оцінках експертів:

- атмосферні концентрації парникових газів CO₂, CH₄, N₂O, збільшилися з 1750 р. в результаті діяльності людини;
- в 2011 р. концентрація парникових газів CO₂, CH₄, N₂O складала 391 ppm, 1803 ppb та 324 ppb і перевищувала допромисловий рівень приблизно на 40, 150 та 20% відповідно;
- річні викиди CO₂ пов’язані із спалюванням викопного палива та виробництвом цементу, склали в середньому 8,3 [7,6–9,0] ГтС рік* в 2002–2011 рр. (висока ступінь вірогідності) і 9,5 [8,7–10,3] ГтС рік-1 в 2011 р., тобто були на 54 % вище рівня 1990 р.;
- згідно прогнозів (http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_brochure_ru.pdf) зміна середньої глобальної приземної температури за період 2016–2035 рр. в порівнянні із 1986–2005 рр. буде, ймовірно, в діапазоні 0,3–0,7°C (середня ступінь вірогідності). В порівнянні із середніми значеннями за 1850–1900 рр. зміна глобальної приземної температури до кінця XXI-го століття ймовірно перевищить 1,5°C згідно прогнозам за сценаріями RTK14.5, RTK6.0 і RTK8.5 (висока ступінь вірогідності);
- за різних сценаріїв прогнозів є вірогідності, що вказують на зміну глобальної приземної температури на 2°C за одними сценаріями, та на 4°C за іншими сценаріями до кінця XXI-го століття (http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_brochure_ru.pdf).

* РТК — репрезентативні траєкторії концентрацій (прим. авт.)

Детально із результатами прогнозів та звітами можна ознайомитися на офіційному веб-сайті Міжурядової групи експертів по зміні клімату — <http://www.ipcc.ch/>.

Хочу відзначити, що завдяки тому, що на заході зібралися висококваліфіковані фахівці зі сфери кліматичних змін, зокрема с. н. с. УкрНДГМІ Світлана Краковська, яка представляла Україну на з'їзді Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату, на зустрічі присвяченій підготовці “Резюме для політиків”, обговорення питань з кліматичних змін, міжнародних екологічних переговорів, кліматичної політики, експертних оцінок продовжувалося й після закінчення заходів організованих Білоруською організацією Червоного хреста.

Нагадаю, що 2-й період зобов'язань за Кіотським протоколом завершується у 2020 році. Країнами, які взяли на себе зобов'язання по зменшенню викидів є 27 країн ЄС, Норвегія, Швейцарія, Ісландія, Ліхтенштейн, Монако, Австралія, Україна, Білорусія та Казахстан (<http://www.ecoinvest.com.ua/uk/content/peregovori-u-dosi-narodili-slabki-klimatichni-domovlenosti>). Їх частка в світових викидах парникових газів становить близько 15%. У 2-му періоді зобов'язань за Кіотським протоколом, брати зобов'язання по скороченню викидів відмовилися Росія, Канада, Японія, Нова Зеландія, США, Китай та Індія взагалі не брали на себе зобов'язань по Кіотському протоколу. Нову кліматичну угоду, планують підписати 2015 року.

За результатами переговорів у 2013 році в Досі (Катар) Україна взяла зобов'язання скоротити викиди на 20% від рівня 1990 року до 2020 року (<https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2012/CN.718.2012-Eng.pdf>). Станом на жовтень 2014 року,

це зобов'язання не ратифіковане українським урядом (http://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php).

Цього року з 1 по 12 грудня в м. Ліма (Республіка Перу) відбудеться Конференція зі зміни клімату а також 20-та сесія Сторін Кіотського протоколу і 10-та сесія-нарада Сторін Кіотського протоколу. На конференції будуть підніматися питання політики Кіотського протоколу, глобальні цілі з адаптації, джерела фінансування заходів із адаптації, закріплення зобов'язань за країнами.

Сьогодні Державне агентство екологічних інвестицій України, до функцій якого входило виконання вимог Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату та Кіотського протоколу, а також реалізація державної політики у сфері регулювання негативного антропогенного впливу на зміну клімату та адаптації, постановою Кабінету міністрів України №442 від 10 вересня 2014 року “Про оптимізацію системи центральних органів виконавчої влади” є ліквідованим. Функції ліквідованого агентства екологічних інвестицій перейняло на себе Міністерство екології та природних ресурсів. Міністерство переймає завдання з адаптації до кліматичних змін на території України, та можливо змінить офіційну позицію України, щодо кількості запланованих одиниць викидів парникових газів Україною в другому періоді зобов'язань. В офіційній Позиції неурядових екологічних організацій щодо пост-Кіотської угоди (<http://climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2007/02/propoz2013.pdf>), вказано, що згідно з одним із сценаріїв Україна може скоротити викиди на 58% від рівня 1990 року, у другий період зобов'язань. Тому Україна може взяти на себе амбітніші цілі зі скорочення викидів парникових газів протягом 2-го періоду Кіотського протоколу.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України — місту Києву



Директор Центру академік НАН України В. І. Лялько пояснює Віталію Кличку, голові КМДА, основні принципи наукових розробок Центру, представлених на виставці (фото з сайту КМДА)

7 жовтня 2014 року у приміщенні КМДА відбулась нарада за участю представників КМДА, керівного складу НАН України, Ради директорів підприємств, установ та організацій м. Києва, асоціації роботодавців м. Києва, Української торгово-промислової палати та Київської торгово-промислової палати.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України представляв власні технології у виставці наукових розробок “Установи НАН України – місту Києву”: Моніторинг зсувних процесів на території м. Києва (з використанням космічної інформації);

Технологія контролю енергозбереження на території м. Києва на основі інфрачервоної супутникової зйомки; Дослідження геоекологічного стану урбанізованих територій заплави Дніпра засобами ГС/ДЗЗ-технологій.

Директор Центру академік НАН України В. І. Лялько взяв участь у нараді директорів, яка відбулась у Колонній залі КМДА. Із вступним словом виступив голова КМДА Віталій Кличко, який наголосив на актуальності зустрічі з науковцями і висловив впевненість, що спільними зусиллями через налагодження партнерства влади і науки криза в Україні буде подолана.

Віце-президент НАН України академік НАН України А. Г. Загородній розповів присутнім про діяльність Національної академії наук України, про наукові дослідження та розробки, результати яких пропонуються для використання в міському господарстві столиці. Наприкінці доповіді А. Г. Заго-

родній наголосив на необхідності посилення роботи з залучення до науки молоді і звернувся до київського міського голови з проханням розглянути питання про збільшення кількості стипендій для талановитих молодих науковців.

М. А. Кузьменко, директор Департаменту промисловості та розвитку підприємництва, визначеного відповідальним за загальну координацію спільних робіт з НАН України, розповів про організацію співпраці департаментів КМДА в справі використання розробок НАН України в міському господарстві.

В обговоренні виступили керівники Департаменту житлово-комунальної інфраструктури і Департаменту транспортної інфраструктури, які визначились з пріоритетними напрямками співробітництва з НАН України.

За результатами обговорення було ухвалено перелік з 11 наукових робіт, що пропонуються для фінансування у 2015 році з міського бюджету, в тому числі, науково-дослідна робота “Визначення розвитку зсувних процесів в межах м. Києва в режимі моніторингу (з використанням матеріалів істанційних зйомок)”, яку буде виконувати Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України.

Участь Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України висвітлено у випусках телевізійних новин ТРК Україна, ТРК Київ, на сайті КМДА, та в публікації “Вісника НАН України”.

*За матеріалами сайтів НАН України і КМДА
О.В. Седлєрова.*

Научный Центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины — городу Киеву



Директор Центра академик НАН Украины В. И. Лялько поясняет Виталию Кличко, председателю КГГА, основные принципы разработок Центра, представленных на выставке (фото с сайта КГГА)

7 октября 2014 года в помещении КГГА состоялось совещание с участием представителей КГГА, руководящего состава НАН Украины, Совета директоров предприятий, учреждений и организаций г. Киева, ассоциации работодателей г. Киева, Украинской торгово-промышленной палаты и Киевской торгово-промышленной палаты.

Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины представлял собственные технологии на выставке научных разработок “Учреждения НАН Украины – городу Киеву”:

Мониторинг оползневых процессов на территории г. Киева (с использованием космической информации);

Технология контроля энергосбережения на территории г. Киева на основе инфракрасной спутниковой съемки;

Исследование геоэкологического состояния урбанизированных территорий поймы Днепра средствами ГИС/ДЗЗ-технологий.

Директор Центра академик НАН Украины В. И. Лялько принял участие в совещании директоров, которое состоялось в Колонном зале КГГА. Со вступительным словом выступил председатель КГГА Виталий Кличко, отметивший актуальность встречи с учеными и выразивший уверенность в том, что совместными усилиями через налаживание партнерства власти и науки кризис в Украине будет преодолен.

Вице-президент НАН Украины академик НАН Украины А. Г. Загородний рассказал присутствующим о деятельности Национальной академии наук Украины, о научных исследованиях и разработках, результаты которых предлагаются для использова-

ния в городском хозяйстве столицы. В заключение А. Г. Загородний отметил необходимость усиления работы по привлечению в науку молодежи и обратился к киевскому городскому голове с просьбой рассмотреть вопрос об увеличении количества стипендий для талантливых молодых ученых.

М. А. Кузьменко, директор Департамента промышленности и развития предпринимательства, определенного ответственным за общую координацию совместных работ с НАН Украины, рассказал об организации сотрудничества департаментов КГГА в деле использования разработок НАН Украины в городском хозяйстве.

В обсуждении выступили руководители Департамента жилищно-коммунальной инфраструктуры и Департамента транспортной инфраструктуры, которые определились с приоритетными направлениями сотрудничества с НАН Украины.

По результатам обсуждения было принято перечень 11 научных работ, предлагаемых для финансирования в 2015 году из городского бюджета, в том числе, научно-исследовательская работа «Определение развития оползневых процессов в пределах г. Киева в режиме мониторинга (с использованием материалов дистанционных съемок)», которую будет выполнять Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины.

Участие Научного центра аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины отражены в выпусках телевизионных новостей ТРК Украина, ТРК Киев, на сайте КГГА, и в публикации “Вестника НАН Украины”.

*По материалам сайтов НАН Украины и КГГА
О.В. Седлерова.*

ПРАВИЛА ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ АВТОРІВ

Дані правила складено на основі “Вимог ВАК до наукової статті, опублікованої у фаховому виданні” (<http://lib.exdat.com/docs/740/index-3150.html>), а також “Положення про електронні наукові фахові видання” (<http://vak.org.ua/fv/>).

Журнал є електронним науковим фаховим виданням, яке розповсюджується в мережі Інтернет у вільному доступі.

Журнал висвітлює нові дані науки і практики, теоретичні розробки, наукові узагальнення, результати експериментальних досліджень, дискусійні питання, нові концепції, гіпотези тощо. Розглядаються переважно об'єкти України, а також інших країн, якщо вони становлять загальнонауковий інтерес.

Журнал має такі розділи:

- наукові основи дистанційного дослідження Землі;
- методи і засоби оброблення та інтерпретації аерокосмічної інформації;
- використання інформації дистанційного дослідження Землі.

Видання орієнтовано на широке коло фахівців, практиків, науковців, викладачів, інженерів, аспірантів, студентів.

Редакція розглядає представлені матеріали з дотриманням авторських прав і етичних норм наукової публікації (Додаток 1).

Редакція приймає матеріали, які надаються українською, російською або англійською мовами.

Представлення рукописів

Рукописи надсилають до редакції в електронному вигляді за адресою: o.kudriashov@ujrs.org.ua або ж на альтернативних електронних носіях за адресою: Україна, 01601, м. Київ, МСП, вул. Олеся Гончара, 55-Б, редакція журналу “Український журнал дистанційного зондування Землі”. Якщо об'єм графічних матеріалів перевищуватиме ліміт електронної

пошти, їх надсилають окремими листами з позначкою “Додаток до листа (назва листа)”.

До рукопису додають акт експертизи установи, де виконана робота, відомості про авторів (ім'я, по-батькові, прізвище, посада, науковий ступень та вчене звання, повна офіційна назва установи, адреса, телефон та електронна адреса відповідального автора), а також “Авторську згоду” за підписом відповідального автора (див. Додаток 2) у форматі JPEG/PDF або паперові примірники.

Загальні вимоги

Стаття може бути написана українською, російською або англійською мовами і повинна мати резюме (abstract), а також ключові слова (keywords). Анотація повинна висвітлювати основні результати досліджень, а не перелік питань розглянутих у статті. Рекомендується розбити матеріал статті на розділи (вступ, висновки і т. ін.). У кінці рукопису розміщують список використаних джерел, а після нього — назву статті, ініціали та прізвища авторів, резюме а також ключові слова двома мовами (російською та англійською, українською та англійською, або ж українською та російською відповідно до мови, якою написана стаття).

Оформлення рукопису

Формат документу — Word-97–2003. Гарнітура — Times New Roman. Кегль — 10–12 пунктів. Звичайне накреслення. Розмір сторінки — А4.

Текст форматують *без переносів, абзацних відступів та інтервалів до та після рядка*. Виключка (вирівнювання) — по ширині, або по лівому краю.

Формат графічних додатків — TIFF, розрізнення — не менше 300 dpi/inch у масштабі сторінки, кольорова модель CMYK.

Структура рукопису:

- УДК
- Назва статті (звичайним накресленням)
- Ініціали та прізвище автора (авторів). Ініціали відділяють проміжками (пробілами)
- Повна офіційна назва установи (установ), де виконано роботу, місто, країна (якщо автори працюють у різних установах перед назвою установи і після прізвища ставлять однукову цифру (верхній індекс))
- Електронна адреса та/або тел/факс відповідального автора. Перед ним та після прізвища ставлять астериск (зірочку)
- Резюме мовою статті
- Ключові слова мовою статті
- © та рік
- Текст статті
- Список літератури
- Назва статті, ініціали та прізвища авторів, резюме (abstract), а також ключові слова (keywords) двома мовами окрім мови статті

Текст

Пробіли (пріміжки). Слова, ініціали, скорочення, знаки математичних операцій, тире (кг, x, c., p., i т. ін., мкм, Д. І. Менделєєв тощо) відділяють пробілами (але лише одним!). За правилами правопису проміжок обов'язовий після будь-якої крапки, адже крапка — ознака нового слова. Цією нормою де-факто часто нехтують між ініціалами, а між “і т. д...” і т. п.” — практично завжди. За нормами правопису не відділяють пробілами тире між цифрами (наприклад: 25–40 м), а також дефіс. Не ставлять пробіли усередині скобок, лапок, перед комою, крапкою, двокрапкою.

Не слід робити абзацний відступ за допомогою пробілів або табулятора! Для набору слів врозрядку користуйтеся не пробілами а міжлітерним інтервалом (Формат / Шрифт / Інтервал / Разреженный). Не набирайте текст увімкнувши Caps Lock.

Прізвища. Нагадуємо, що в текстах написаних українською мовою чоловічі українські та інші слов'янські прізвища відмінюються як відповідні іменники, а жіночі на приголосний та **о** — ні. Порівняйте: *...у роботі Марії Сенник — Василя Сенника, ...дякуючи Надії Балій — Михайлові Балієві, ...за Ніною Байко — за Андрієм Байком.* Отже, роблячи посилання на автора, який Вам відомий лише за ініціалами і прізвище якого закінчується на приголосний або на **о**, Вам доведеться дізнатися про його стать.

Формули треба набирати у Microsoft Equation 3.0-редакторі, і не вставляти їх у текст у вигляді таблиць або зображень. Будь ласка, не використовуйте програму MathType. Також не друкуйте

у формулах замість відповідних символів грецької абетки схожі за накресленням латинські або кириличні символи (наприклад: k, k, k замість κ (каппа), x замість χ (хі)), а замість знака множення ($\times$) літеру x. Формулам треба присвоювати наскрізну нумерацію.

Таблиці. Треба всіляко прагнути аби таблиці мали книжну орієнтацію. Розмір келля в таблицях — 9 пунктів. Заголовки рядків і стовпців повинні бути якомога стислими, скорочень (окрім загальноприйнятих) треба уникати. Довгі і складні заголовки рекомендується оформити у зносках до таблиці. Усі таблиці повинні мати номери (якщо їх більше однієї) і заголовки (назви). Посилання на них у тексті обов'язкове.

Ілюстрації

Усі рисунки потрібно пронумерувати (якщо їх більше одного). Посилання на них у тексті обов'язкове.

Ілюстрації (знімки, схеми, діаграми) вмонтовують у документ Word і *представляють окремими файлами у форматі TIFF* з розрізненням не менше 300 dpi на дюйм у масштабі публікації (формат публікації — A4). Рисунки повинні мати умовні знаки — “прямокутнички” з цифрою поряд.

Назву рисунка та пояснення умовних позначень треба винести до тексту.

Підписи під рисунками повинні виглядати так:

Рис. 1. Назва рисунка (якщо у рукописі лише один рисунок, слово “Рис.” не пишуть)

1 — пояснення умовного знака під номером 1; 2 — пояснення умовного знака під номером 2; 3 — пояснення умовного знака під номером 3 и так далі

Графіки мають бути виконані з використанням графічних редакторів, які щонайменше відповідають рівню MS Excel. Не представляйте виконані від руки та відскановані матеріали.

Література

Посилання на літературне джерело у тексті подають у квадратних скобках. У скобках указують порядковий номер роботи що цитується у списку літературних джерел. Список літератури роблять за алфавітом.

За алфавітним порядком спочатку ідуть джерела українською та російською мовами, а після — згідно латинської абетки — англійські — у порядку латинського алфавіту.

Бібліографічний опис документів складають згідно стандарту бібліографічного опису документів ДСТУ ГОСТ 7.1:2006.

При скороченні слів користуються ДСТУ 3582-97 “Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі” та ГОСТ 7.12.93 “Библиографи-

ческая запись. Сокращения слов на русском языке. Общие требования и правила”. При створенні опису іноземною мовою дотримуються також вимог ГОСТ 7.11-78 “Сокращение слов и словосочетаний на иностранных языках в библиографическом описании произведений печати”. Бібліографічні описи

складають *de visu*, безпосередньо за оригіналами видань.

Роботи одного і того ж автора наводять у хронологічному порядку. Роботи одного і того ж самого автора у разі наявності співавторів розміщують у алфавітному порядку з урахуванням прізвища другого автора.

ДОДАТОК 1

Авторські права і етичні норми наукової публікації

Передаючи матеріали до редакції, автор гарантує наявність у нього авторських прав на рукопис і дає згоду на публікацію тексту і метаданих статті (включаючи прізвища та ініціали авторів, місця їх роботи і e-mail автора для кореспонденції) в журналі, що має на увазі поширення в друкованому варіанті, розміщення електронних копій в мережі Інтернет на сайтах журналу і спеціалізованих наукових баз даних (у тому числі наукометричних), переклад іноземними мовами. При цьому за автором зберігається право використання опублікованого в журналі матеріалу в особистих (наукових, викладацьких) цілях. Але відтворення опублікованої інформації третіми особами в будь-якому вигляді, включаючи переклад іншими мовами, можливе лише з дозволу редакції з обов'язковим зазначенням повного бібліографічного посилання.

При поданні рукопису до редакції автори гарантують відсутність у них раніше опублікованих або поданих на розгляд в інші наукові видання матеріалів з аналогічним змістом. В іншому випадку автори повинні надати редактору інформацію щодо попередньої публікації даних, що містяться в статті.

ДОДАТОК 2

Авторська згода

(документ має бути підписаний відповідальним автором публікації)

автори, направляючи рукопис у редакцію “Українського журналу дистанційного зондування Землі”, погоджуються з тим, що редакції передаються права на захист і використання рукопису (переданого до редакції журналу матеріалу, в т. ч. такі охоронювані об'єкти авторського права як фотографії автора, рисунки, схеми, таблиці тощо), в тому числі на відтворення у пресі та в мережі Інтернет; на поширення; на переклад рукопису на будь-які мови; експорту та імпорту примірників журналу зі статтею авторів з метою розповсюдження, на доведення до загального відома. Зазначені вище права автори передають редакції без обмеження терміну їх дії і на території всіх країн світу без обмеження, в т. ч. на території України.

Автори гарантують наявність у них виняткових прав на використання переданого редакції матеріалу. Редакція не несе відповідальності перед третіми особами за порушення даних авторами гарантій. За Авторами зберігається право використання їх опублікованого матеріалу, його фрагментів і частин в особистих, у тому числі наукових і освітніх цілях. Права на рукопис вважаються переданими Авторами редакції з моменту підписання до друку випуску журналу, в якому він публікується. Передрук матеріалів, опублікованих у журналі, іншими фізичними та юридичними особами можливий тільки зі згоди редакції, з обов'язковим зазначенням випуску журналу, в якому було опубліковано матеріал.

Я (відповідальний автор) підтверджую, що я достатньою мірою брав участь у розробці концепції/дизайну цієї роботи, аналізі даних, а також написанні рукопису для прийняття відповідальності за це. Я ознайомлений з остаточним варіантом рукопису і затвердив його для публікації. Жодного рукопису з аналогічним змістом не було опубліковано під моїм авторством і не розглядається для публікації в інших виданнях. Я також ознайомлений з вищенаведеними умовами опублікування рукопису та приймаю їх.

Дата, підпис

Адреса редакції: Україна, 01601, м. Київ, МСП, вул. Олеса Гончара, 55-Б

Редакція “Українського журналу дистанційного зондування Землі”

Тел.: +(380 44) 486 94 05, 484 04 85; факс: +(380 44) 486 94 05, 486 1430. www.ujrs.org.ua

ПРАВИЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ АВТОРОВ

Данные Правила составлены на основе “Требований ВАК Украины к научной статье, опубликованной в научном издании” (<http://lib.exdat.com/docs/740/index-3150.html>), а также “Положения об электронных научных изданиях” (<http://vak.org.ua/fv/>).

Журнал является электронным научным изданием, которое распространяется в сети Интернет в свободном доступе.

В журнале публикуются новые данные науки и практики, теоретические разработки, научные обобщения, результаты экспериментальных исследований, дискуссионные вопросы, новые концепции, гипотезы и т. п. Рассматриваются преимущественно объекты Украины, а также других стран, если они представляют общенаучный интерес.

Журнал имеет следующие разделы:

- научные основы дистанционного исследования Земли;
- методы и средства обработки и интерпретации аэрокосмической информации;
- использование информации дистанционного исследования Земли.

Журнал рассчитан на широкий круг специалистов, практиков, ученых, преподавателей, инженеров, аспирантов, студентов.

Редакция рассматривает материалы публикаций с соблюдением авторских прав и этических норм научной публикации (Приложение 1).

Редакция принимает материалы, которые представляются на украинском, русском и английском языках.

Представление рукописей

Рукописи представляют в редакцию в электронном виде по адресу: o.kudriashov@ujrs.org.ua, или на альтернативных электронных носителях по адресу: Украина, 01601, г. Киев, МСП, ул. Олеса Гончара,

55-Б, редакция журнала “Украинский журнал дистанционного зондирования Земли”.

К рукописи прилагается акт экспертизы учреждения, где выполнена работа, сведения об авторах (учреждения, должности, научные степени и ученые звания), а также “Авторское соглашение” за подписью ответственного автора (см. Приложение 2) в формате JPEG/PDF. В случае принятия статьи на почтовый адрес редакции высылаются отпечатанные экземпляры рукописи и сопроводительных документов.

Общие требования

Статья может быть написана на украинском, русском или английском языках и должна иметь резюме (abstrakt), а также ключевые слова. Аннотация должна содержать основные результаты исследований, а не перечень вопросов, рассмотренных в статье. Рекомендуется разбить материал статьи на разделы (введение, выводы и т. д.). В конце рукописи размещают список использованной литературы, а после него — название статьи, инициалы и фамилии авторов, резюме и ключевые слова на двух языках (русском и английском, украинском и английском, или на русском и украинском соответственно языку, на котором написана статья).

Оформление рукописи

Формат документа — Word-97–2003. Формат графических приложений — TIFF, разрешение — 300 dpi/inch, цветовая модель CMYK.

Размер страницы — А4. Текст форматируют без переносов, абзацных отступов, выступов и интервалов до и после строки.

Структура рукописи

- УДК
 - Название статьи (шрифт обычный т. е. строчные буквы)
 - Инициалы и фамилия автора (авторов). Инициалы отделяют пробелами
 - Официальное название учреждения (учреждений) где выполнена работа, город, страна
- Если авторы работают в разных учреждениях перед названием учреждения и после фамилии ставят одинаковую цифру (верхний индекс)
- Электронный адрес или тел/факс ответственного автора. Перед ним и после фамилии ставят астериск (звездочку)
 - Резюме на языке статьи
 - Ключевые слова на языке статьи
 - © инициалы и фамилии авторов. Год
 - Текст статьи
 - Список литературы
 - Название статьи, инициалы и фамилии авторов, резюме (abstrakt), а также ключевые слова на двух языках (русском и английском; русском и украинском, украинском и английском соответственно).

Текст

Пробелы. Слова, инициалы, сокращения, знаки математических операций, тире (кг, г, с., р., и т. д., мкм, Д. И. Менделеев и тому подобное) отделяют пробелами (но лишь одним!). Согласно правилам правописания пробел обязателен после любой точки, ведь точка — это признак нового слова. Этой нормой де-факто часто пренебрегают между инициалами, а между “и т. д., и т. п.” — увы! — практически всегда. Пробелом не нужно отделять тире между цифрами (например: 25–40 м), а также дефис. Не делают пробел в середине скобок, кавычек, перед запятой, точкой, двоеточием.

Не нужно делать азиатский отступ с помощью пробелов или табулятора! Для набора слов в рядку пользуйтесь не пробелами а межбуквенным интервалом (Формат / Шрифт / Интервал / Разрешенный). Не набирайте текст включив Caps Lock.

Фамилии. Напоминаем, что в текстах написанных *по-украински* мужские украинские и прочие славянские фамилии склоняются как соответствующие существительные, а женские на согласный и о — нет. Сравните: ...у роботі Марії Сенник — Василя Сенника, ...дякуючи Надії Балій — Михайлові Балієві, ...за Ніною Байко — за Андрієм Байком. Итак, если вы пишете по-украински, ссылаясь на автора, который Вам известен лишь по инициалам и фамилия которого заканчивается на согласный или о, Вам придется разубедить мужчину ли это или женщина.

Таблицы. По возможности форматируйте таблицы в книжной ориентации. Размер кегля в таб-

лицах можно уменьшить до 9 пунктов. Заголовки в таблицах делайте как можно более краткими, сокращений (кроме общепринятых) нужно избегать. Длинные и сложные заголовки рекомендуется оформлять в качестве сносок к таблице. Все таблицы должны иметь номера (если их больше одной) и заголовки. Ссылки на них в тексте обязательны.

Формулы следует набирать в соответствующем редакторе (Microsoft Equation 3.0), и не вставлять их в текст в виде таблиц или изображений. Формулам надо присваивать сквозную нумерацию. Пожалуйста, не пользуйтесь программой MathType.

Иллюстрации

Все рисунки нужно пронумеровать (если их больше одного). Ссылки на них в тексте обязательны.

Иллюстрации (снимки, схемы, диаграммы) вставляют в документ Word и представляют отдельными файлами в формате TIFF с разрешением не меньшим 300 dpi на дюйм в масштабе публикации. Рисунки должны иметь условные знаки — например в виде “кирпичиков” с цифрой справа. Название рисунка и легенду нужно вынести в текст.

Подписи под рисунками должны выглядеть так:

Рис. 1. Название рисунка (если в рукописи только один рисунок слово “Рис.” не пишут).

1 — пояснение условного знака под номером 1; 2 — пояснение условного знака под номером 2 и т. д.

Графики должны быть выполнены с использованием графических редакторов, которые, по крайней мере, отвечают уровню MS Excel. Не представляйте выполненные от руки и отсканированные материалы.

Литература

Ссылки на литературный источник в тексте подают в квадратных скобках. В скобках указывают порядковый номер работы, цитируемый в списке литературных источников. Список литературы делают по алфавиту. В алфавитном порядке сначала идут источники на русском и украинском языках, а после — англоязычные — в порядке латинского алфавита. Библиографическое описание документов составляют по стандарту библиографического описания документов ДСТУ ГОСТ 7.1:2006.

При сокращении слов пользуются ДСТУ 3582-97 “Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі” а также ГОСТ 7.12.93 “Библиографическая запись. Сокращения слов на русском языке. Общие требования и правила”. Библиографические описания составляют de visu, непосредственно в соответствии с оригиналом издания.

Работы одного и того же автора приводят в хронологическом порядке. Работы одного и того же автора при наличии соавторов размещают в алфа-

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Авторские права и нормы научной публикации

Передавая материалы в редакцию, автор гарантирует наличие у него авторских прав на рукопись и дает согласие на публикацию текста и метаданных статьи (включая фамилии и инициалы авторов, места их работы и e mail автора для корреспонденции) в журнале, что подразумевает распространение в печатном варианте, размещение электронных копий в сети Интернет на сайтах журнала и специализированных научных баз данных (в том числе наукометрических), перевод на иностранные языки. При этом за автором сохраняется право использования опубликованного в журнале материала в личных (научных, преподавательских) целях. Но воспроизведение опубликованной информации третьими лицами в любом виде, включая перевод на другие языки, возможно только с разрешения редакции с обязательным указанием полной библиографической ссылки. При представлении рукописи в редакцию авторы гарантируют отсутствие ранее опубликованных ими или представленных на рассмотрение в другие научные издания материалов с аналогичным содержанием. В противном случае авторы должны предоставить редактору информацию о предыдущей публикации данных, содержащихся в статье.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Авторское соглашение

(документ должен быть подписан ответственным автором публикации)

Авторы, направляя рукопись в редакцию “Украинского журнала дистанционного зондирования Земли”, соглашаются с тем, что редакции передаются права на защиту и использование рукописи (переданного в редакцию журнала материала, в т. ч. такие охраняемые объекты авторского права как фотографии автора, рисунки, схемы, таблицы и т. д.), в том числе на воспроизведение в печати и в сети Интернет; на распространение; на перевод рукописи на любые языки; экспорта и импорта экземпляров журнала статьи авторов с целью распространения, на доведение до всеобщего сведения. Указанные выше права авторы передают редакции без ограничения срока их действия и на территории всех стран мира без ограничения, в т. ч. на территории Украины. Авторы гарантируют наличие у них исключительных прав на использование переданного редакции материала. Редакция не несет ответственности перед третьими лицами за нарушение данных авторами гарантий. За авторами сохраняется право использования опубликованного материала, его фрагментов и частей в личных, в том числе научных и образовательных целях. Права на рукопись считаются переданными авторами редакции с момента подписания в печать выпуска журнала, в котором он публикуется. Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, другими физическими и юридическими лицами возможно только с согласия редакции, с обязательным указанием выпуска журнала, в котором был опубликован материал.

Я (ответственный автор) подтверждаю, что я в достаточной степени участвовал в разработке концепции/дизайна этой работы, анализе данных, а также написании рукописи для принятия ответственности за это. Я ознакомлен с окончательным вариантом рукописи и утвердил его для публикации. Ни одна рукопись с аналогичным содержанием не была опубликована под моим авторством и не рассматривается для публикации в других изданиях. Я также ознакомлен с вышеуказанными условиями опубликования рукописи и принимаю их.

Дата, подпись