УДК 528.88:(551.4.012:624.131.453)(477-25)

Дослідження та прогнозування зсувних явищ Придніпровської зони м. Києва на основі матеріалів дистанційного зондування Землі та геоморфологічних методів

Н. В. Пазинич *

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

В статті представлено результати дослідження зсувів правобережної частини м. Києва на основі космічних знімків, цифрових моделей рельєфу із застосуванням двох геоморфологічних методів - морфодинамічного аналізу та пластики рельєфу. Результатом комплексування геоморфологічних методів стало укладання синтетичної карти динамічної пластики рельєфу, де відображена каркасна та площадна структури рельєфу. Проведене зіставлення геоморфологічних побудов зі зсувними тілами дозволило виділити зони та ділянки підвищеної небезпеки зсувоутворення.

Ключові слова: Придніпровська зсувна зона, матеріали дистанційного зондування Землі, геоморфологічні дослідження, чинники зсувоутворення, мофодинамічний аналіз, пластика рельєфу

© Н. В. Пазинич. 2017

Вступ

Зсуви, особливо в межах великих міст, відносяться до природних об'єктів, що можуть створювати значні екологічні проблеми. Роботи по дослідженню зсувних процесів, моніторингу зсувонебезпечних зон та окремих зсувів є однією з чисельних тематик Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі. Дослідженнями фахівців Центру встановлено зв'язок зсувів з геодинамічними зонами, які є проявом на денній поверхні глибинних розломів, проаналізовано вплив антропогенного чинника, як каталізатора зсувної діяльності, проведено чисельні польові спостереження. Результати багаторічних досліджень центру подано у ряді публікацій [7, 8, 9, 10].

Зсування та сповзання поверхневих мас — це природні процеси гравітаційного генезису, інтенсивність яких змінюється у часі. Сучасна активізація зсувних явищ на території міста Києва спровокована антропогенною діяльністю, особливо в межах схилових поверхонь. Спостерігаються зсуви корінного плато Придніпровської зони, а також в районі київських "гір" — Батиєвої, Замкової, Багринової, Лисої, Черепанової та ін. Факторами активації зсувних процесів є підрізування схилів, порушення дренажу, надмірного навантаження висотними будівлями.

Використання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дає можливість уточнювати місцеположення сучасних зсувів, виявляти ділянки активізації та провадити моніторинг процесів зсування та сповзання. Дослідження зсувів на основі космічних даних дозволяють визначити динаміку та прогнозувати виникнення небезпечних процесів, пов'язаних зі зсувоутворенням і активізацією вже стабілізованих зсувів. Метою використання матеріалів ДДЗ є розпізнання і визначення ступені безпечності тих чи інших ділянок для життєдіяльності в межах міста Києва, а саме в найбільш небезпечній Придніпровській зоні.

Денудація схилів є постійним природним процесом спрямованим на загальне вирівнювання поверхні, що полягає у сповзанні, зсуванні, обвалюванні, ерозійному розмиві тощо. В межах м. Києва активізація зсувоутворення зумовлена рядом чинників. До постійних чинників, що зумовлюють розвиток гравітаційних процесів у місті, і в першу чергу зсувних, належить геологічне середовище (поверхневі вологоємні суглинки, що підселюються водотривкими верствами), відносні перевищення поверхні, наявність значного базису ерозії та певних особливостей рельєфу. Гідрометеорологічний чинник є змінною величиною і у весняно-осінній період може активувати зсувоутворення. Постійно зростає значення техногенного навантаження на схили та прилеглі ділянки як дестабілізуючого чинника, що провокує утворення та активізацію зсувів. Схематично розвиток зсувних процесів має структуру синусоїди де чередуються етапи стабілізації, активізації процесу і його затухання і знову періоду стабілізації.

Методи геоморфологічних досліджень

Рельєф разом з геологічними умовами є визначальним, постійними чинником виникнення зсувів і тому геоморфологічні дослідження мають непересічне значення при прогнозуванні зсувних процесів. Геоморфологічні дослідження вирізняються різноманіттям і мають беззаперечне прикладне зна-

* E- mail: pazynych_nv@i.ua

Online ISSN 2313-2132

чення у багатьох наукових напрямах: структурній геоморфології, пошуковій геоморфології, геоекологічних дослідженнях, інженерній геоморфології, тощо.

За класичними геоморфологічними канонами дослідження рельєфу та рельєфоформуючих процесів має проводитись за трьома напрямами вивчення — морфології, генезису та віку. Це так звана геоморфологічна тріада. Натомість, за останні десятиріччя сформувались два перспективних напрями — метод морфодинамічного аналізу, розроблений у Санкт-Петербурзькому університеті [1, 5, 6], та метод пластики рельєфу започаткований у Пущінському інституті ґрунтознавства РАН [2–4, 11, 12, 13]. Обидва ці методи мають різне прикладне спрямування проте їх об'єднує те, що в основу покладено аналіз морфології та певні побудови, що базуються на гіпсометричних показниках Земної поверхні.

Для визначення ділянок, що мають схильність для формування зсувів в межах Придніпровської зони м. Києва, застосовано морфодинамічний аналіз. Денна поверхня Землі це площина, яка контролює переміщення речовини поступове або катастрофічне, що відбувається внаслідок надходження кінетичної енергії від злив, сніготанення, сонячної теплової енергії, антропогенних впливів тощо. Причому це все відбувається в полі дії гравітаційних сил. Для виявлення закономірностей цих переміщень Земна поверхня розчленовується умовними лініями на грані. Ці лінії являються каркасом рельєфу. Лінії, що з'єднують точки абсолютних максимумів (гребеневі), відбивають верхню частину грані, а лінії, що з'єднують точки абсолютної мінімумів (кільові або дренажні) — нижню частину грані. Ці лінії проводяться за даними абсолютних позначок поверхні — горизонталей топографічних карт або даних цифрових моделей рельєфу (ЦМР). У ході досліджень було проведено попередню комп'ютерну обробка даних ЦМР з метою побудови каркасної мережі рельєфу, що дозволило отримати дренажні лінії (кільові) та гребеневі. Слід зазначити, що отримана таким шляхом мережа є достатньо схематичною, іноді алогічною і часто не відповідає реальному стану структури рельєфу. Ця базова каркасна структура після редагування, що полягало у максимальному узгодженні з рельєфом, була використана при морфодинамічному аналізі Придніпровської зсувної зони (рис. 1).

Отже виділивши окрему грань, що має певний нахил, маємо можливість визначити напрямок руху речовини та його інтенсивність в залежності від нахилу поверхні. Нахил грані рельєфу є змінним і характеризується окремими перегинами (опуклими і увігнутими). Опуклі перегини, зазвичай, ситуаційно розташовані у верхній частині схилу (верхня бровка), саме там відбувається відрив маси ґрунтів і зсування до базису денудації. В межах увігнутих перегинів рельєфу швидкість переміщення речовини по поверхні зменшується. У нижній частині схилу (нижня бровка) накопичуються зсувні маси після переміщення. Кільові лінії проводяться шляхом з'єднання точок мінімальних екстремумів і крім того, що відбивають нижню частину грані рельєфу, визначають трасу концентрації потоку і напрям переміщення речовини по Земній поверхні. Гребеневі лінії відповідають вододілам, і окреслюють площі окремих басейнів (рис. 2).

На рисунку гребеневі лінії визначають межі окремих басейнів, або території окремих водозборів. Саме в межах площі басейну формуються умови, що можуть призвести до зсуву. До таких умов належать площа басейну, кути нахилу поверхні, стан літооснови, рослинності, кількість опадів та антропогенний вплив (будівництво, виливи з гідромережі, тощо). Контури зсувів, уточнені за матеріалами ДЗЗ, та їх нумерація, використані за даними геологічного підприємства "Північгеологія". Ділянка зсувів від №VII до №XVI знаходиться на правому схилі долини р. Дніпро (Придніпровська зсувна зона) і починається на північний схід від стадіону "Динамо" і простягаються на південних схід вздовж Паркової алеї.

Гребеневі лінії відповідають вододілам, саме на ділянках прилеглих до них формуються області тріщин відриву і починається рух зсувних мас. Поверхня між гребеневою лінією і верхньою бровкою схилу є ділянкою де процеси антропогенні або погодні можуть стимулювати виникнення зсувів. Треба зазначити, що більшість зсувів у Києві знаходяться в стані спокою, тобто динамічної рівноваги. Вироблений профіль схилу може достатньо довгий час бути стабільним поки якійсь з чинників не активує зсувну діяльність. Фізичний зміст кільових або дренажних ліній полягає у визначенні ймовірних трас руху поверхневих речовинних потоків. З максимальною вірогідністю траса руху зсувного тіла буде контролюватися напрямом вже сформованої дренажної лінії.

Разом з гребеневими лініями дренажні лінії окреслюють долини і напрями руху поверхневих мас (води, ґрунтів, поверхневих відкладів) в межах долин і схилів. При виділенні каркасної мережі використовувались як данні гіпсометрії так і матеріали ДЗЗ. У Придніпровський зоні зсувонебезпечні долини короткі довжиною до 200 *м*, а глибина їх досягає 60–70 *м*. Саме у таких коротких і глибоких долинах створюються умови для чіткої інсоляційної експозиції південних схилів, які мають краще освітлення і на космічних знімках виділяються більш світлим фототоном (рис. 3).

На рисунку представлено фрагмент КЗ ділянки нижче Маріїнського палацу. Літерами А позначено більш освітлені схили південної експозиції, а літерами Б більш темні схили північної експозиції. Схили південної експозиції отримують більше сонячної енергії і в їх межах активніше протікають екзогенні

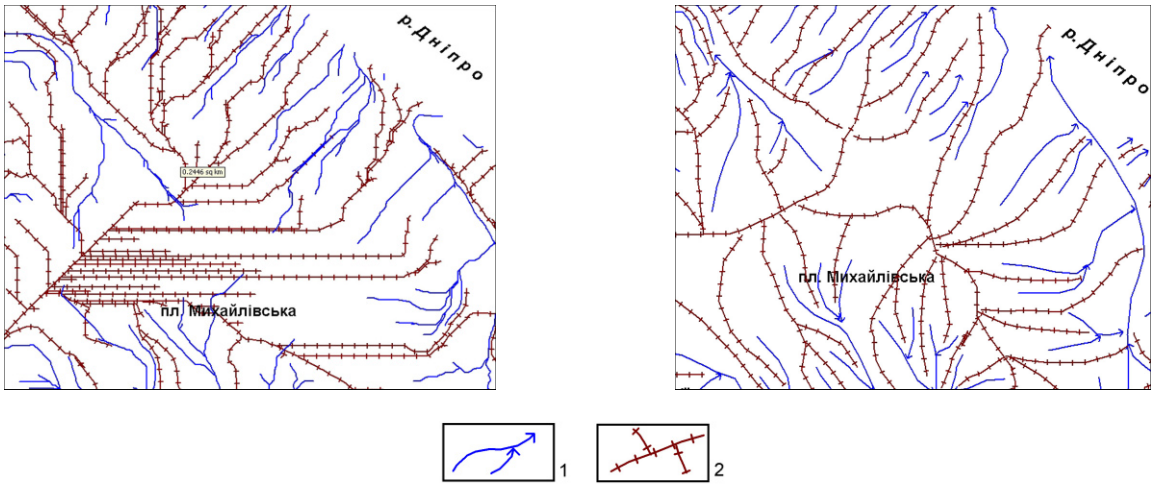

Рис. 1. Каркасна структура рельєфу (А — комп'ютерні побудови до редагування, Б — відредагована каркасна структура).
1 — дренажні лінії, 2 — гребеневі лінії

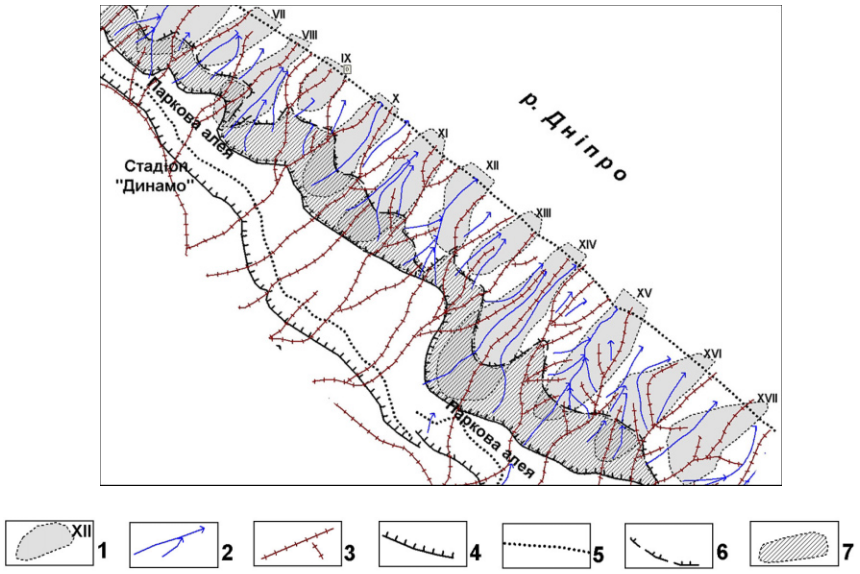

Рис. 2. Зсуви Центральної ділянки Придніпровської зони.
1— зсуви та їх номери; 2 — дренажні лінії; 3 — гребеневі лінії, 4 — верхня бровка схилу; 4 — нижня бровка схилу; 6 — опуклий перегин схилу, що відокремлює пологу і круту ділянки; 7— зона підвищеної небезпеки зсувоутворення

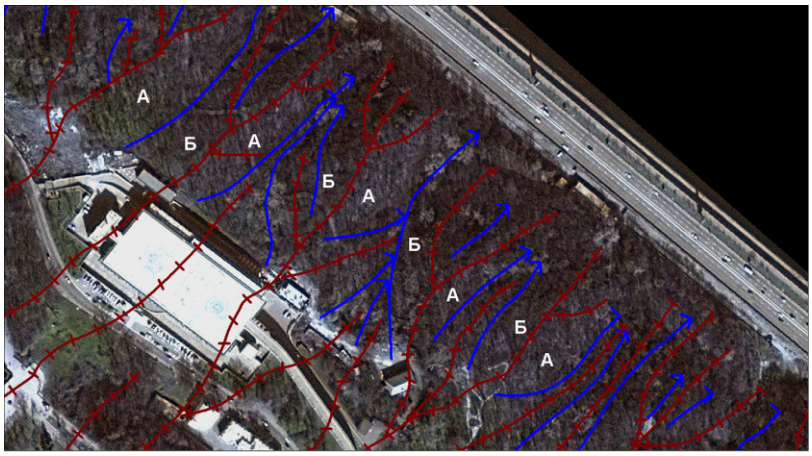

Рис. 3. Особливості проявів схилів різної інсоляційної експозиції. КЗ Pleiades, 2016, синтез 3, 2, 1 каналів.
1—дренажні лінії, 2 — гребеневі лінії, 3: А — схили південної інсоляційної експозиції, Б — схили північної інсоляційної експозиції

процеси. У весняний період пришвидшено починається сніготанення, відтаювання поверхневих відкладів і їх сповзання по ще мерзлим нижнім шарам. Тобто за природно-енергетичними умовами південні схили мають більшу схильність до утворення зсувів ніж схили північної експозиції. Ділянки підвищеного ризику зсувоутворення часто пов'язані зі схилами південної експозиції.

У 80-х роках минулого століття сформувався напрям геоморфологічних досліджень відомий як метод пластики рельєфу пов'язаний з ґрунтознавством, оптимізацією вирощування сільськогосподарських культур та їх врожайністю. Інтенсивний розвиток цього напряму було закладено концепцією біолітодинамічних потоків. Розроблена принципово нова методика пластики рельєфу з метою ґрунтового та геологічного картування. Ця методика детально викладена в роботах науковців Пущінського інституту ґрунтознавства РАН [11, 12]. Ізолінії топографічної карти є умовними лініями, що моделюють рельєф Земної поверхні. Авторами була введена нова умовна лінія — морфоізографа, що є похідною від горизонталей топографічної карти. Ця лінія об'єднує точки нульової кривизни, що знаходяться на межі увігнутих опуклих частин горизонталей топографічної карти або отриманих на основі ЦМР. В результаті створюються нові тематичні двопланові карти на яких виділено дві елементарні форми опуклі і увігнуті ділянки Земної поверхні. На основі запропонованого методу виділяються не абсолютні, а відносні перевищення і пониження поверхні.

Принципи побудови карт пластики рельєфу полягає у відображенні денної поверхні у вигляді літодинамічного каркасу диференційовану на потоки підвищення та потоки пониження. На картах потокові структури визначають рух поверхневих мас під впливом екзогенних та ендогенних процесів у полі сил тяжіння. Ця методика має достатньо широке прикладне застосування. Укладені карти за цією методикою мають багатоцільове використання: пошуки корисних копалин і підземних вод, містобудування та планування, прогнозування зсувних та карстових процесів. З фізичної точки зору морфоізографа є межею поділу опуклих і увігнутих елементів рельєфу і розділяє поверхню на дивергентну та конвергентну частини. Морфоізографи визначають місцеположення денудаційних екзогенних процесів які формують Земну поверхню та енергетичний баланс водного режиму поверхні, визначають місцеположення рельєфоформуючих процесів. Також ґрунтознавцями проаналізовано зв'язок властивостей ґрунтів та їх залягання в просторі і часі відносно елементів каркасу рельєфу. Потокові структури ґрунтових тіл дають уявлення про фізичну, енергетичну і хімічну концентрацію та розсіювання елементів ґрунтового тіла в залежності від положення на каркасі рельєфу, що характеризується морфометричними величинами.

Земна поверхня визначає потенційну енергію екзогенних процесів і тому гіпсометричні показники можна використовувати як поле фізичних значень. Головна мета укладання карт пластики рельєфу полягає у розчленуванні поверхні на два шари — опуклостей і увігнутостей. Метод пластики рельєфу успішно застосовується рядом українських та білоруських вчених з метою більш точного картування ґрунтового покриву визначення ділянок ерозійних процесів тощо. [2, 3, 4]. За картами пластики рельєфу встановлюють інтенсивність ерозійних процесів в межах конкретної території. Збільшення місць розгалуження потоку на площині ділянки свідчить про інтенсивність ерозійних процесів. Метод пластики рельєфу є системним підходом до картування ґрунтового покриву, встановлення меж ґрунтових змін та дослідження ерозійних процесів. Поєднання даних про ґрунтовий покрив та інтенсивність ерозії на одній карті достатньо перспективна для розробки методики оцінки зсувної деградації земель у середовищі ГІС.

Результати досліджень

Вдосконалюючи методику геоморфологічні дослідження зсувонебезпечних ділянок м. Києва, на детальному рівні, було використано метод пластики рельєфу і доповнено його морфодинамічним аналізом. На окремі ділянки Придніпровської зсувонебезпечної зони укладено синтетичні карти шляхом комплексування карт каркасної структури рельєфу та карт пластики рельєфу де кільові лінії є лініями конвергенції, концентрації речовинних потоків, а гребеневі лінії є лініями дивергенції, розсіювання звідки починається латеральне переміщення речовини. Структурні лінії та точки каркасу рельєфу отримані за допомогою морфодинамічного аналізу, а площадні елементи отримані за методом пластики рельєфу. Опуклі поверхні, що виділяються морфоізографою займають панівне положення звідки і відбувається винос матеріалу розсіювання енергетичних потоків, натомість в увігнуті частини має місце змив переміщення накопичення речовини. Цей підхід має достатньо широке прикладне застосування.

Комплексування побудов пластики рельєфу з картами каркасної структури рельєфу, надає більш цілісну інформацію про латеральний рух літомас. Карти пластики рельєфу дають двошарові площадні об'єкти, а каркасні гребеневі лінії визначають "скелетну" структуру виділів пластики рельєфу. Кільові лінії векторами вказують на напрями перемащень поверхневих мас. Приклад подібного комплексування і новостворену карти динамічної пластики рельєфу показано на рисунку 4.

Використати побудови за методикою пластики рельєфу можливо при аналізі поверхневих рельєфоформуючих процесів. Привододільні частини "язиками" витягують у бік р. Дніпра. Межі цих ділянок є

лінією переходу потенційної енергії у кінетичну енергію зсувів. Напрями руху визначаються векторами кільових ліній. Також на карту винесено тіла зсувів закартованих фахівцями геологічного підприємства "Північукргеологія". Узагальнюючи ці два напрями геоморфологічних досліджень укладено карту динамічної пластики рельєфу на ділянку Придніпровської зсувної зони м. Києва в районі Андріївської церкви (рис. 5)

На карті і знімку виділено дві найбільш небезпечними ділянки позначені на карті червоними квадратами, що зумовлено розташуванням верхів'їв потокових структур біля верхньої бровки схилу у зоні прискорення масопереміщення. Саме при укріп-

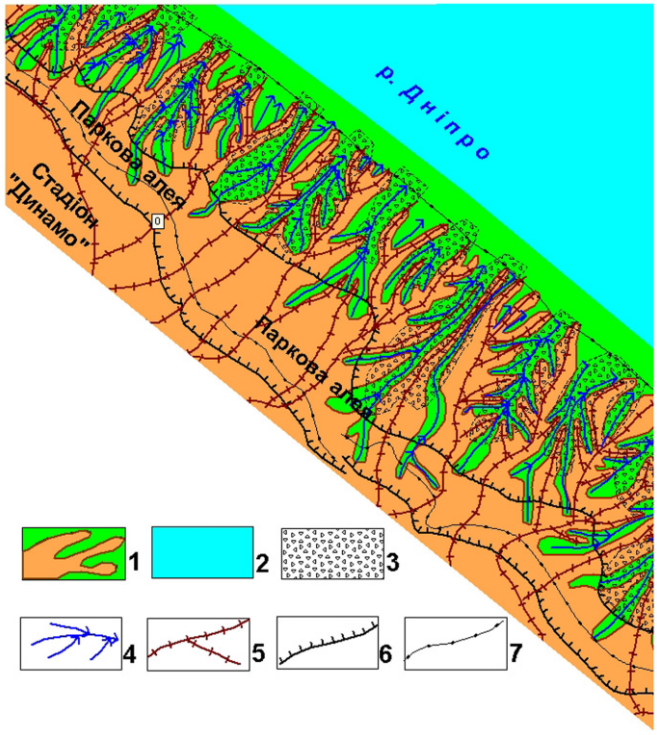

Рис. 4. Карта динамічної пластики рельєфу Придніпровської зсувної зони.
1 — карта пластика рельєфу; 2 — гребеневі лінії; 3 — дренажні лінії; 4 — верхня бровка схилу; 5 — нижня бровка схилу; 6 — зсуви; 7 — річка

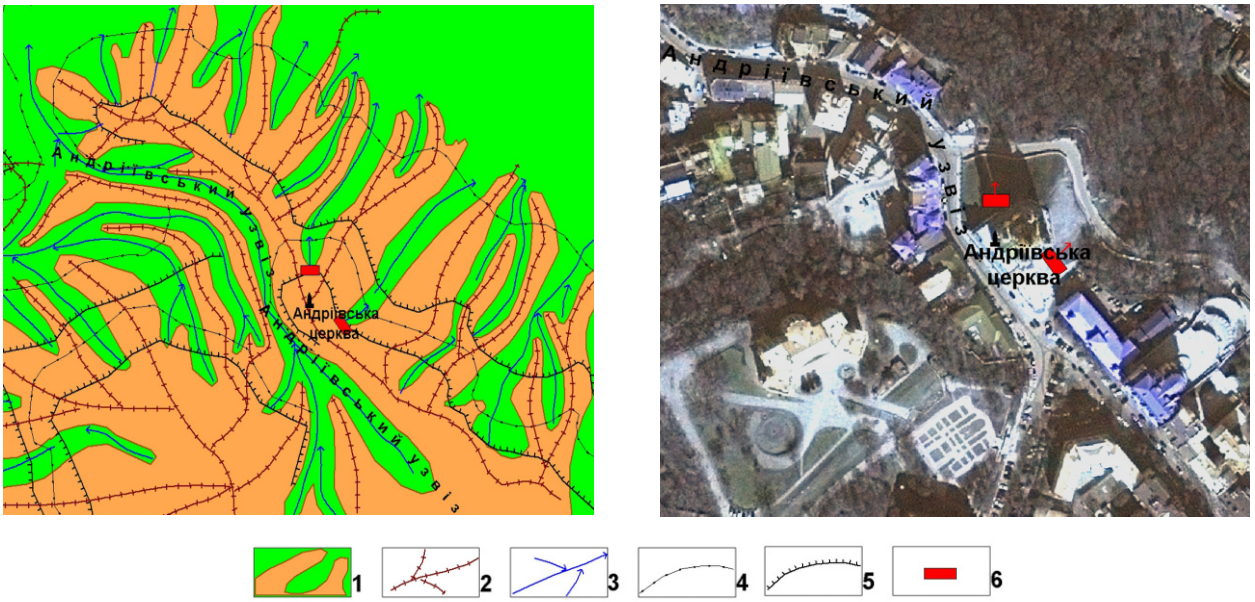

Рис. 5. Карта динамічної пластики рельєфу (А). КЗ Pleiades 2016, синтез 3, 2, 1 каналів (Б) в районі Андріївської церкви.
1 - карта пластика рельєфу; 2 - гребеневі лінії; 3 - дренажні лінії , 4 - нижня бровка схилу; 5 - верхня бровка схилу; 6 - ділянки підвищеної небезпеки зсувоутворення

Online ISSN 2313-2132

ленні і моніторингу стану схилів Андріївської церкви першочергову увагу слід приділити цим ділянкам, тому що саме там існують оптимальні геоморфологічні умови активізації зсувних процесів.

Висновки

Багаторічні геоморфологічні дослідження зсувних процесів в межах міста Києва дозволили визначити декілька основних методів геоморфологічних досліджень зсувонебезпечних зон — це метод пластики та морфодинамічний аналіз рельєфу. Морфодинамічний аналіз дає можливість розчленувати рельєф мережею лінійних елементів на окремі грані шляхом трасування каркасних елементів рельєфу, визначити межі водозбірних басейнів, векторами позначити напрями латеральних потоків. Зазначимо, що вектори є одночасно і скалярними величинами і можуть визначати відносну інтенсивність латеральних переміщень у зсувонебезпечних зонах.

За двошаровими картами пластики рельєфу виділяються площадні об'єкти, що інтерпретуються як області зносу і виносу. Межі між ними окреслені морфоізографою визначають перехід процесів розсіювання і концентрації поверхневих в тому числі і гравітаційних процесів. Комплексування цих двох напрямів геоморфологічних досліджень уможливило створення нового типу синтетичних карт динамічної пластики рельєфу, що надають більш повну і поглиблену інформацію геоморфологічних умов зсувонебезпечних ділянок, що разом з урахуванням інших чинників має бути використана для запобігання активізації старих і утворення нових зсувів.

Література

1. Брагин П. Н. Морфодинамический анализ как метод для целей градостроительного планирования [Електронний ресурс] / Н. П. Брагин. Реферати. [С.10]. Бібліогр: 4 назви. — Режим доступу ://http://www.km.ru/referats/5349F4516119404DAD400831E79B284F. — Назва з екрану. Додано: 5.12. 2005.
2. Волошин В. Математично-картографічне забезпечення моніторингових дослідження ерозійнонебезпечних земель із застосуванням методу оцінювання пластики рельєфу [Електронний ресурс] / В. Волошин, П. Король, О. Рудик.// Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, "Львівська політехніка". — Випуск 1(25), Львів, 2013. [С. 96 – 99]. Бібліогр: 7 назви. Режим доступу: Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua. — Назва з екрану.
3. Дамшевич А. Ч. Картографирование почв методом пластики рельефа [Електронний ресурс] / А. Ч. Дамшевич, Н. В. Клебанович. [4 с]. Бібліогр.: 2 назви. — Режим доступу //elib.bsu.by/bitstream/123456789/148351/1/plastmap.pdf]. — Назва з екрану.
4. Дмитрук Ю. М. Картографічне моделювання ґрунтового покриву та ерозійних процесів методом пластики рельєфу [Електронний ресурс] / Ю. М. Дмитрук, О. В. Стужук // Геополитика и экогеодинамика регионов. — Т. 10. Бібліогр.: 10назв. — Випуск 1, Таврич. нац. ун-т, Симферополь, 2014. — С. 41–43. Режим доступу: http://geopolitika.crimea.edu/arhiv/2014/tom10-v-1/007dmitruk.pdf. — Назва з екрану.
5. Ласточкин А. Н. Морфодинамический анализ / А. Н. Ласточкин. — Л.: Недра, 1987. — 257 с.
6. Ласточкин А. Н. Морфодинамическая концепция общей геоморфологии / А. Н. Ласточкин. — Л.: Недра, 1991. —340 с.
7. Ліщенко Л. П. Використання багатозональних космічних знімків при дослідженні зсувних процесів на території Києва / Л. П. Ліщенко, Н. В. Пазинич, О. М. Теременко // Космічні дослідження в Україні. 2012–2014. Ред.: О. П. Федоров. — ІКД НАНУ та ДКАУ. — К.: Академперіодика. — 2014. — С. 112–115.
8. Ліщенко Л. П. Дослідження зсувних процесів на території м Києва в режимі дистанційного моніторингу [Електронний ресурс] / Л. П. Ліщенко, Н. В. Пазинич, О. М. Теременко // Український журнал дистанційного зондування Землі. — № 2. — 2014. — С. 18–28. — Режим доступу: www.ujrs.org.ua Online ISSN: 2313-2132. — Назва з екрану.
9. Пазинич Н. В. Морфодинамічний аналіз рельєфу в межах міських агломерацій (на прикладі правобережної частини м. Києва) / Н. В. Пазинич // Матеріали П'ятої науково-практичної конференції "Моніторинг навколишнього природного середовища науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення". — 24 вересня 2010 р. АР Крим, м. Коктебель. — С. 65–68.
10. Пазинич Н. В. Анализ рельефа как компонента природно-техногенной системы города (на примере г. Киева) / Н. В. Пазинич // Проблеми та досвід інженерного захисту урбанізованих територій і збереження спадщини в умовах геоекологічного ризику. — К.: Фенікс, 2013. — VI. — С. 176–182. ISBN 978-966-651-894-4.
11. Потоки пластики рельефа — физико-математические экологические системы [Електронний ресурс] / И. Н. Степанов, В. И. Степанова, И. П. Баранов, И. Ю. Винокуров. Изв. Самарского НЦ РАН. — Т. 11. — №1 (7), 2009. — С. 1581—1586. Бібліогр.: 10 назв. Режим доступу: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2009/2009_1_1581_1586.pdf. — Назва з екрану.
12. Потоковая методология почвенной поверхности — инновационный путь хозяйственной деятельности человека [Електронний ресурс] / Н. А. Лопачев, А. А. Зелинская, В. И. Степанова, С. А. Плыгун // RJOS, 3(51) March 2016. — С. 86–91. Бібліогр.: 19 назв. Режим доступу: https: // cyberleninka.ru/article/v/potokovaya-metodologiya-pochvennoy-poverhnosti-innovatsionnyy-put-hozyaystvennoy-deyatelnosti-cheloveka. — Назва з екрану
13. Степанов И. Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты / И. Н. Степанов. — М.: Наука, 2006.— 230 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИДНЕПРОВСКОЙ ЗОНЫ Г. КИЕВА НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Н. В. Пазинич

В статье представлены результаты исследований оползней правобережной части г Киева на основании космических снимков, цифровых моделей рельефа с применением двух геоморфологических методов - морфодинамического анализа и пластики рельефа. Результатом комплексирования геоморфологических методов стало составление синтетических карты динамической пластики рельефа, где отражена каркасная и площадных структуры рельефа. Проведенное сопоставление геоморфологических построений с оползневыми телами позволило выделить зоны и участки повышенной опасности оползнеобразования.

Ключевые слова: Приднепровская оползневая зона, материалы дистанционного зондирования Земли, геоморфологические исследования, факторы оползнеобразования, мофодинамичний анализ, пластика рельефа

RESEARCH AND FORECASTING OF LANDSLIDE PHENOMENA OF THE DNIEPER ZONE OF KYIV BASED ON THE REMOTE SENSING DATA AND GEOMORPHOLOGICAL STUDIES.

N. V. Pazynych

The article presents the results of the investigation of landslides in the right bank of the Kiev, on the basis of space images, digital elevation models using two geomorphological methods. The result of the complexization of geomorphological methods was the compilation of a synthetic map of dynamic relief plastics, which reflects the structure of linear and area elements of the relief. The conducted comparison of geomorphological constructions with landslide bodies allowed to identify zones and areas of increased danger of landslide formation.

Keywords: Dnieper landslide zone, remote sensing data, geomorphological investigations, landslide formation factors, morphodynamic analysis, relief plastic