

ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА ГЕОГРАФІЯ ҐРУНТІВ

УДК 528.8:551.4.03 (528.9) (551.43)

DOI: 10.18524/2303-9914.2018.2(33).146631

Н. В. Пазинич, к. геогр. наук, старший наук. співробітник

І. Ф. Романчук, провідний інженер

ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України»,

вул. О. Гончара 55-Б, м. Київ 01054, Україна

razynych_nv@i.ua, i.romanciuc@gmail.com

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КАРТОГРФІЧНИХ МЕТОДІВ ТА ДАНИХ СУПУТНИКОВОЇ ЗЙОМКИ

В статті розглянуто особливості і напрями застосування матеріалів космічної зйомки для визначення вологості та деградації орних ґрунтів. Проведені геоморфологічні дослідження методом пластики рельєфу та морфодинамічного аналізу в сукупності з даними космічної зйомки дозволяють визначити перезволожені ділянки деградації ґрунтів.

Ключові слова: деградація ґрунту, вологість ґрунту, дистанційне зондування Землі, пластика рельєфу, геоморфологія.

ВСТУП

Аналіз вивчення компонентів довкілля засвідчив, що ґрунти найдетальніше вивчені у просторовому плані. Однак, такий моніторинг потрібно періодично поновлювати, так як наявна інформація про ґрунтовий покрив України і його якісний стан значною мірою вже застаріла і не може повністю задовольнити сучасні вимоги земельно-оціночних робіт і обігу земель, систем керованого землеробства, проведення меліоративних та інших агрозаходів з охорони раціонального використання земель, сталого управління ґрунтовими ресурсами загалом. Гостро стоїть питання використання малопродуктивних та деградованих земель. З огляду на перспективу євроінтеграції країни питання поновлення чи навіть існування сучасної інформації про стан ґрунтів залишається актуальним.

Без використання аерокосмічних даних, які мають перевагу в оперативності та оглядовості перед наземними методами, створити ефективну систему ґрунтового моніторингу практично неможливо. Тому процес використання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у вивченні ґрунтового покриття набуває все більших масштабів, а його впровадження у дослідницьку і господарську практику залишається актуальним завданням.

Вивчення стану ґрунтів з застосуванням аерокосмічних даних в Україні бере початок з 90-х років ХХ століття та залишається актуальним і на теперішній час. Про зокрема це свідчить велика кількість опублікованих робіт. Більшість робіт присвячено вивченню вмісту гумусу у ґрунтах [2, 5], спектральних характеристик ґрунтів різного типу [15, 19], картографуванню ґрунтів [1, 18]. Питання вивчення вмісту вологи у ґрунті, зокрема перезволоження недостатньо висвітлені в роботах вітчизняних дослідників. Тому це є актуальним для України, зокрема для вивчення процесів деградації на сільськогосподарських землях.

Слід зазначити, що класичне вивчення ґрунтів полягає у безпосередньому дослідженні генетичних особливостей ґрунтового профілю без урахування особливостей рельєфу. Вертикальна і горизонтальна структури рельєфу впливають на особливості формування та розподілу ґрунтів. Вирізняється прямий і непрямий вплив рельєфу на ґрунти і процеси їх формування [10]. Прямий вплив полягає у переміщенні ґрунтових мас поверхневими латеральними процесами у полі сил тяжіння з підвищених у понижені ділянки рельєфу. Непрямий вплив рельєфу полягає у перерозподілі сонячної енергії: тепла, сонячного освітлення, вітру. Таким чином рельєф є універсальним фактором, що відповідає за формування ґрунтових комплексів та особливості їх розвитку. Натомість, геоморфологічна вивченість ґрунтів включає аналіз взаємозв'язків між формами рельєфу та ґрунтовим покривом. Саме дослідження морфологічної складової рельєфу отримало широке впровадження в останні десятиліття. Визначено два перспективних напрями геоморфологічних досліджень, що використовуються у ґрунтознавстві, – метод пластики рельєфу, започаткований у Пушкінському інституті ґрунтознавства РАН [16, 17], та метод морфодинамічного аналізу, розроблений у Санкт-Петербурзькому державному університеті [8, 9]. Обидва ці методи мають різне прикладне спрямування. Проте їх об'єднує те, що в основу покладено аналіз морфології рельєфу та певні побудови, що базуються на гіпсометричних показниках земної поверхні. Тому в даному дослідженні науково-методично обґрунтовано комплексне використання цих методів з поєднанням матеріалів ДЗЗ для обстеження ґрунтового покриву Лісостепу України. Слід зазначити, що сучасні дані багатоспектральної космічної зйомки мають широке застосування при визначенні вологості, вмісту гумусу у ґрунтах та деградації орних земель (зокрема перезволоження). Радарна зйомка Земної поверхні Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) і отримані в результаті неї цифрові моделі рельєфу (ЦМР) є основою для аналізу рельєфу, морфологічних побудов та формування ГІС. За допомогою тематичного дешифрування матеріалів радарних зйомок можна також визначити і ступінь зволоженості ґрунтів [4].

Метою дослідження є визначення стану вологості ґрунтів, зокрема перезволоження на основі матеріалів дистанційного зондування Землі, шляхом застосування методу пластики рельєфу, морфодинамічного аналізу рельєфу та

спектрального аналізу космічного зображення на прикладі ґрунтів лісостепової зони України.

У загальному формулюванні завданням, на розв'язання якого спрямоване наше дослідження, є визначення впливу морфології рельєфу на стан вологості ґрунтів, на основі комплексних досліджень з залученням методів пластики рельєфу, морфодинамічного аналізу та даних спектрального аналізу супутникової зйомки, що дозволяє на кількісному рівні укласти карту пластики рельєфу, що показує динаміку стоку поверхневих вод і визначає найвологіші ділянки території.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ділянкою дослідження було обрано полігон у Баришівському районі Київської області. Територія досліджень знаходиться в межах лісостепової зони України, розташована на межиріччі річок Супій та Недра на захід від с. Садове. Абсолютні позначки поверхні в межах долин складають 100–110 м, на вододілі досягають 130 м. Поверхня рівнини полого-хвиляста, максимальні відносні перевищення складають 10–15 м. Характерною особливістю території є поширення мікрозападин, діаметр яких не перевищує 200–250 м. Окрім того, поширені значні від'ємні форми – безстічні асиметричні улоговини, діаметр яких іноді перевищує 1 км, а днище ускладнене мікрозападинами. На території переважають неглибокі, слабко гумусні, вилугувані чорноземи, сформовані, та неглибокі лісостепові чорноземи, розвинуті переважно на лесових породах.

Для визначення ділянок різного ступеню зволоження та деградації ґрунтів в роботі використано геоморфологічні методи досліджень (метод пластики рельєфу та метод морфодинамічного аналізу які базувалися на використанні ЦМР) та методи класифікації космічних знімків (КЗ) з використанням водного індексу Normalized Water Index (NWI), запропонованим О. І. Сахацьким [14].

Метод пластики рельєфу пов'язаний з ґрунтознавством і спрямований на оптимізацію вирощування сільськогосподарських культур та підвищення їх врожайності. Методика пластики рельєфу розроблена для картування ґрунтів та детально викладена в ряді робіт [16, 17]. Згідно методики для дослідження і картування ґрунтового покриву була введена нова умовна лінія – морфоізографа, що є похідною від горизонталей топографічної карти та розділяє ділянки денудації та акумуляції [3]. Математичне обґрунтування морфоізографи як лінії, що з'єднує певні точки горизонталей, та поділяє їх на додатні, від'ємні і нульові висвітлено в роботах П. Шарого і В. Волошина [3, 20].

Для побудови базової карти пластики рельєфу була використана ЦМР з наступною обробкою в програмі Global Mapper. Інформативність ЦМР визначається відстанню між точками знімання в яких задана висота. Нами була використана ЦМР з просторовим розрізненням 90 м (3 arc-second), що є у вільному доступі. Через меню програми «аналіз топографії» створено (generated contours) горизонталі рельєфу. Враховуючи рівнинність місцевості трасування

горизонталей було задано з кроком 1 м. Підготовлені матеріали – ЦМР та горизонталі були трансформовані в картографічну програму MapInfo в якій проведені морфографічні побудови по укладанню карти пластики рельєфу з елементами морфодинамічного аналізу. До складностей використання ЦМР для аграрної території Баришівського району Київської області відноситься чітке відображення об'єктів антропогенного походження, які мають значні відносні перевищення. В даному випадку мова йде про лісозахисні смуги, які на ЦМР створюють лінійну геометричну структуру і ускладнюють природну морфологію рельєфу. Слід відмітити, що в ЦАКДЗ ІГН НАН України розроблені алгоритми для вирівнювання поверхні шляхом зняття антропогенного навантаження. Проте при дослідженні стану ґрунтів врахування положення лісозахисних смуг, які є механічними та геохімічними бар'єрами водної та хімічної міграції є доцільним. Також слід враховувати, що просторове розрізнення ЦМР, достовірно дозволяє виділяти мікрозападини, або інші форми рельєфу лише розміром 180 і більше метрів.

Денна поверхня Землі – це площина, яка контролює переміщення речовини, що відбувається внаслідок надходження кінетичної енергії від злив, сніготанення, сонячної теплової енергії, антропогенних впливів тощо. Для виявлення закономірностей цих переміщень Земна поверхня за принципами морфодинамічного аналізу розчленовується умовними лініями, що є каркасом рельєфу на грані [8, 9]. Лінії, що з'єднують точки абсолютних максимумів (гребеневі), відбивають верхню частину грані, а лінії, що з'єднують точки абсолютних мінімумів (кільові або дренажні), – нижню частину грані. Каркасні лінії проводяться за даними абсолютних позначок поверхні – горизонталей топографічних карт або в даному випадку ЦМР. Було проведено попередню комп'ютерну обробку даних ЦМР з метою побудови каркасної мережі рельєфу що дозволило отримати дренажні лінії (drainage line) та гребеневі лінії (ridge line). Ця базова каркасна структура після редагування, що полягало у максимальному узгодженні з рельєфом, була використана при морфодинамічному аналізі.

Виділені каркасні лінії склали „скелетну” основу побудови карти пластики рельєфу. Карта пластики рельєфу укладалась шляхом трасування нульової морфоізографи, що об'єднує візуально визначені точки нульової кривизни розташовані на межі увігнутих та опуклих частин горизонталей отриманих в результаті обробки ЦМР. Результатом трасування морфоізограф є створення тематичної двопланової карти, на якій виділяються дві елементарні форми – опуклі і увігнуті ділянки тобто виділяються не абсолютні, а відносні перевищення і пониження Земної поверхні.

Метод пластики рельєфу дає можливість виділити *площадні* об'єкти відносних підвищень та понижень денної поверхні, а морфодинамічний аналіз дозволяє розчленувати рельєф мережею *лінійних* елементів на окремі грані шляхом трасування каркасних елементів рельєфу, визначити межі водозбірних басейнів, векторами кільових ліній позначити напрями переміщення водних і

грунтових потоків [6, 11]. Комплексування карти пластики рельєфу та карти морфодинамічного аналізу, побудованих у програмі MapInfo, формує ГІС, яка є базовою і може доповнюватись іншими даними.

Для визначення вологості ґрунту шляхом класифікації було обрано КЗ Sentinel-2, зйомка за весняно-літній період 2016 р. Дати наземних спостережень та отриманих космічних зображень співпадають: 08.04.16; 28.04.16; 13.05.16; 17.06.16. Класифікація космічних знімків дозволяє виявити найпроблемніші перезволожені від'ємні форми рельєфу (мікрозападини). Обробка космічних знімків включала методи керованої класифікації: максимальної правдоподібності (Maximum Likelihood), максимальної відстані Махаланобіса (Mahalanobis Distance), мінімальної відстані (Minimum Distance). Класифікація космічних зображень виконувалася у програмному забезпеченні Erdas Imagine [12].

Як показник, що характеризує стан зволоження земного покриття та водообмін у верхньому шарі ґрунту, використано нормалізований водний індекс (Normalized Water Index – NWI).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ І ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Серед усіх типів деградації ґрунтового покриву на території досліджень переважають водна ерозія і заболочування. За рахунок просідання ґрунтів на території з'являються мікрозападинні форми рельєфу – понижені ділянки поверхні, які періодично заповнюються водою.

На територію досліджень в програмному забезпеченні MapInfo було сформовано результуючу карту пластики рельєфу з елементами морфодинамічного аналізу – гребневими та кільовими лініями (рис. 1). Також, враховуючи геоморфологічні особливості території віддешифровано та доповнено результуючу карту мікрозападинами та улоговинами.

Двошарова карта пластики рельєфу (рис. 1), укладена на основі ЦМР з елементами морфодинамічного аналізу, моделює особливості поверхневих водно-ґрунтових переміщень. Елементи пластики рельєфу (умов. познач. 1) відображують верхній шар карти – це підвищені привододільні ареали, звідки відбувається винос та переміщення ґрунтових мас поверхневих і ґрунтових вод, а також добрив в пониззя рельєфу. Вододільні лінії (умов. познач. 5) визначають поділ напрямів стоку. Нижнім, фоновим, шаром карти є безпосередньо зображення ЦМР. Ці відносно понижені ділянки акумуляції більш зволожені, що характеризуються підвищеною потужністю ґрунтів. Вектори дренажних ліній (умов. познач. 4) визначають напрями латеральних речовинних потоків. Окрім того, карта ускладнена безстічними западинами і низинами (умов. познач. 3, 2). Саме у ці від'ємні форми відбувається змив ґрунту та добрив з вище розташованих рівнів, і накопичення надлишкової вологи. При відсутності латерального виносу надлишкова волога та привнесені речовини (добрива) інфільтруються у ґрунтові води.

Була проведена класифікація космічних знімків, яка дозволила вия-

вити найпроблемніші від'ємні форми рельєфу. Найбільш достовірні результати були отримані при використанні методу мінімальної відстані (рис. 2).

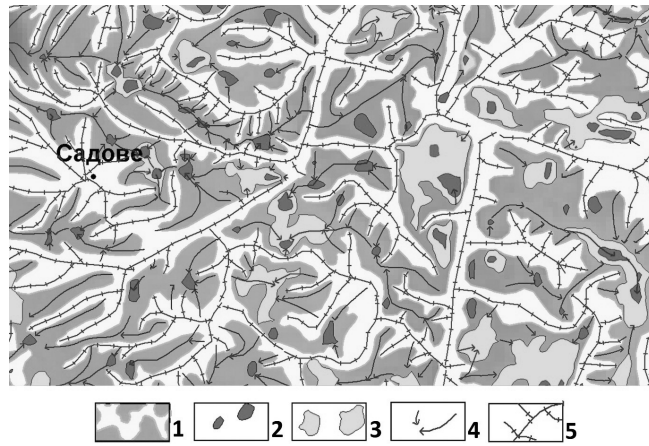


Рис. 1. Карта пластики рельєфу з елементами морфодинамічного аналізу.
Умовні позначення: 1 – елементи пластики рельєфу; 2 – мікрозападини;
3 – улоговини; 4 – дренажні (кільові) лінії; 5 – вододільні лінії

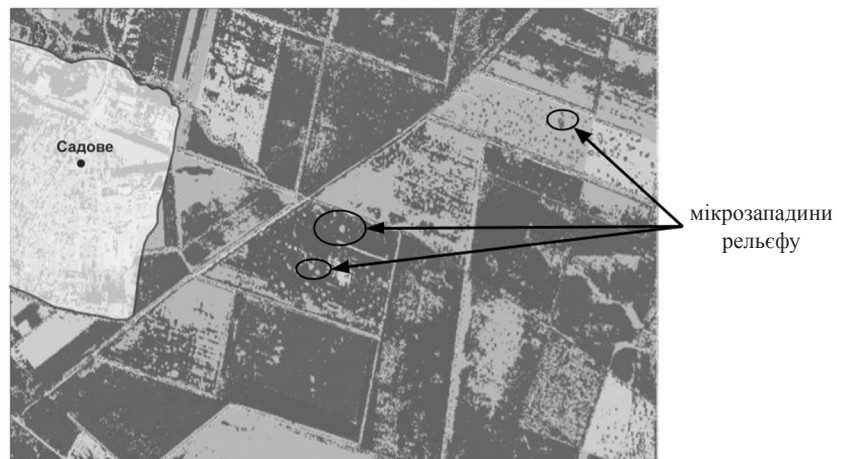


Рис. 2. Класифікований методом мінімальної відстані знімок супутника Sentinel-2

Результати класифікації дозволили виявити найбільш вологі ділянки на місцевості. На рис. 2 чітко виділяються мікрозападини. На класифікованих КЗ позначено найбільш зволожені ділянки території, які відповідають низинам і мікрозападинам.

Зроблено оцінку кількісного зв'язку між значеннями водного індексу NWI та вмістом вологи в поверхневому шарі ґрунту (10 см) у відсотках, для подібних метеорологічних умов на час зйомки, виконано оцінку кореляції між значеннями вологості в точках відбору проб та індексу NWI у пікселях, що відповідали точкам опробування [13]. Результати кореляційної залежності поверхневого шару ґрунту наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Градація вологості ґрунтового покриву

Градації ґрунтового покриву	Вміст вологи (у %)
мало зволожені	< 22
зволожені	23–24
вологі	25–26
надмірно вологі	27–28
перезволожені	>29

Шкала вологості розбита на п'ять градацій (табл. 1), де вологість ґрунту відображено у відсотках. Найбільш сухі території відповідають зволоженості поверхні менше 22%. Найвологіші зони, де вміст вологи більше 29% та майже постійно перебуває вода [12, 13].

Проведено зіставлення індексу вологості ґрунтового покриття (NWI), карти пластики рельєфу та класифікованих знімків Sentinel-2 підтверджує просторову відповідність від'ємних форм рельєфу перезволоженим ділянкам. Ця відповідність дає можливість більш точно визначати ділянки зносу і накопичення вологи, та ділянки звідки відбувається винос ґрунтових і мінеральних часток, що визначає деградацію ґрунту і мати прикладне значення, наприклад в точному землеробстві.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження було побудовано двошарову карту пластики рельєфу, за допомогою якої виділені площинні об'єкти, що інтерпретуються як області зносу і виносу. Морфодинамічний аналіз рельєфу дозволяє визначити лінійні напрями міграційних процесів. Комплексування цих двох методів геоморфологічних досліджень надає можливість для створення нового типу синтетичних карт динамічної пластики рельєфу, що надають більш повну і поглиблену інформацію геоморфологічних умов деградації ґрунтів. В цілому

доцільно використовувати методи обробки космічної інформації для виявлення ділянок перезвожених ґрунтів. Мікрозападини в даному випадку виявляються як показники ділянок потенційної деградації сільськогосподарських земель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ачасов А. Б.* Методичні основи сучасного просторового моніторингу ґрунтів [Текст] / А. Б. Ачасов, А. О. Ачасов // Вісн. ХНУ ім. В. Н. Каразіна. – 2011. – №944. – С. 20–27. – Режим доступу: http://journals.uran.ua/visnukhnu_ecology/article/view/23264.
2. *Бындыч Т. Ю.* Использование данных дистанционного зондирования с целью изучения неоднородности почвенного покрова [Текст] / Т. Ю. Бындыч // Грунтознавство. – 2006. – Т. 7. – №1–2. – С. 100–109.
3. *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: збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК, Західне геодезичне товариство Українського товариства геодезії і картографії, Національний університет «Львівська політехніка», – Л.: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – Випуск 1 (25). – С. 96–99. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua/handle/ntb/18863>.
4. *Вульфсон Л. Д.* Особенности формирования температуры и коэффициентов отражения земных покровов в тепловом ИК и СВЧ диапазонах применительно к дистанционному зондированию в геологических и природоохранных целях: дис. канд. физ.-мат. наук: 05.07.12 / Институт геологических наук НАН Украины. Киев, 2000. – С. 236.
5. *Гербин-Байди Л. В.* Використання космічної спектродіагностики для дистанційного визначення фізико-хімічних властивостей ґрунтів ландшафтних зон Закарпаття [Текст] / Л. В. Гербин-Байди, В. Ю. Беленюк, О. О. Железняк, М. И. Ніколаєнко // Вісник астрономічної школи. – 2016. – Т. 12. – №1. – С. 57–61. – Режим доступу: http://astro.nau.edu.ua/uk/issues/2016_V.12_Iss.1/Gebrin_et_al.html.
6. *Дмитрук Ю. М.* Картографічне моделювання ґрунтового покриву та ерозійних процесів методом пластики рельєфу [Текст] / Ю. М. Дмитрук, О. В. Стужук // Геополітика і екогеодинаміка регіонів. – 2014. – Т. 10. – Вип. 1. – С. 41–43.
7. *Дудар Т. В.* Дистанційне картування змін ландшафтів під впливом антропогенного навантаження в районах видобування урану [Текст] / Т. В. Дудар, С. А. Станкевич, Я. О. Тимошенко, М. А. Бугера // Збірник наукових праць “Техногенно-екологічна безпека ті цивільний захист”. – 2014. – №6. – С. 82–88.
8. *Ласточкин А. Н.* Морфодинамический анализ [Текст] / А. Н. Ласточкин. – Л.: Недра, 1987. – 257 с.
9. *Ласточкин А. Н.* Морфодинамическая концепция общей геоморфологии [Текст] / А. Н. Ласточкин. – Л.: Недра, 1991. – 340 с.
10. *Неуструев С. С.* Генезис и география почв: монография [Текст] / С. С. Неуструев; ред. И. П. Герасимов, В. М. Фридланд. – М.: Наука, 1977. – 328 с.
11. *Пазинич Н. В.* Дослідження та прогнозування зсувних явищ Придніпровської зони м. Києва на основі матеріалів дистанційного зондування Землі та геоморфологічних методів [Електронний ресурс] / Н. В. Пазинич // Український журнал дистанційного зондування Землі. – 2017. – № 13. – С. 10–16. – Режим доступу: <http://www.ujrs.org.ua/ujrs/article/view/104>.
12. *Романчук І. Ф.* Визначення впливу водного режиму ґрунтів на ступінь їх деградації з використанням космічних знімків та даних наземної польової звірки [Електронний ресурс] / І. Ф. Романчук // Український журнал дистанційного зондування Землі – 2018. – №17. – С. 26–30. – Режим доступу: <http://ujrs.org.ua/ujrs/article/view/126/142>.
13. *Романчук І. Ф.* Оцінка вологості ґрунту за допомогою супутникових знімків Sentinel-2 (на прикладі Барішівського полігону Київської області) [Текст] / І. Ф. Романчук, О. І. Саха-

- цький, О. А. Апостолов // Допов. Нац. акад. наук Укр. – 2018. – №1. – С. 60–66. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.01.060>.
14. Сахашський О. І. Методологія використання матеріалів багатоспектральної космічної зйомки для вирішення гідрогеологічних задач: дис. д-ра. геол. наук / ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України». Київ, 2009. – С. 385.
 15. Сахашський О. І. Досвід використання супутникових даних для оцінки стану ґрунтів з метою вирішення природоресурсних задач [Текст] / О. І. Сахашський // Допов. Нац. акад. наук Укр. – 2008. – №3. – С. 109–115. – Режим доступу: <http://dopovidi.nas.gov.ua/2008-03/08-03-20.html>.
 16. Степанов И. Н. Истинные и ложные линии на почвенных картах [Текст] / И. Н. Степанов // Почвоведение. – 1990. – № 3. – С. 128–146.
 17. Степанов И. Н. Потоки карт пластики рельефа – физико-математические экологические системы [Текст] / И. Н. Степанов, В. И. Степанова, И. П. Баранов, И. Ю. Винокуров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 1 (7). – С. 1581–1586.
 18. Трускавецький С. Р. Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України: дис. канд. біол. наук: 03.00.18 / Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського” УААН. Харків, 2006. – С. 260.
 19. Трускавецький С. Р. Прогресивний підхід до традиційних великомасштабних обстежень ґрунтів [Текст] / С. Р. Трускавецький, Т. Ю. Биндич, К. В. Вяткін, О. І. Шерстюк, Л. П. Коляда // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2017. – №86. – С. 58–63. Режим доступу: http://agrosoil.yolasite.com/resources/2017-86/2017_AiG-86_58-63_St.Truskavetsky.pdf.
 20. Шарый П. А. Топографический метод вторых производных [Текст] / П. А. Шарый // Геометрия структур земной поверхности. – Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, – 1991. – С. 28–58.

REFERENCES

1. Achasov, A. B., Achasov A. A. (2011), *Metody`chni osnovy` suchasnogo prostorovogo monitory`ngu gruntiv* [The Methodical Basis of Modern Spatial Soil Monitoring], *Visnyk of V. N. Karazin KNU*, No.944, pp. 20–27. – Access at: http://journals.uran.ua/visnukkhnu_ecology/article/view/23264.
2. Bublyas, V., Bublyas, M. (2013), *Procesy i javyshha v mikrogheodynamichnykh zonakh pokryvnykh vidkladiv rivnynnykh terytorij* [Processes and Phenomena in the Microdynamic Zones of Covering Deposits Within the Plain Territories], *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, No. 1(60), pp. 42–46.
3. Voloshin, V., Korol, P., Rudyk, O. (2013), *Matematiko-kartograficheskoe obespechenie monitoringovykh issledovaniy erozionno opasnykh zemel s ispolzovaniem metoda otsenki plastiki relefa* [Mathematical and cartographic support for monitoring studies of erosion-prone land using a method of relief plastics]. *Lviv Polytechnic National University*, No. 1 (25), pp. 96–99. – Access at: <http://ena.lp.edu.ua/handle/ntb/18863>.
4. Woolfson, L. D. (2000), *Osobennosti formirovaniya temperatury i koeffitsientov otrazheniya zemnykh pokrovov v teplovom IK i SVCh diapazonakh primenitelno k distantsionnomu zondirovaniyu v geologicheskikh i prirodookhrannykh tselyakh* [Features of Temperature Formation and Reflection Coefficients of Terrestrial Coverings in the Thermal IR and Ultra-high Frequency Ranges to Remote Sensing for Geological and Environment Purposes]. *Candidate's thesis*. Kiev: Institute of geological Sciences of the National Academy of Ukraine, 236 p.
5. Gerbin-Baydi, L. V., Belenok, V. Yu., Zheleznyak, O. O., Nikolaienko, M. I. (2016), *Vy`kory`stannya kosmichnoyi spektrofotometriyi dlya dy`stancijnogo vy`znachennya fizy`ko-ximichny`x vlasty`vostej gruntiv landshaftny`x zon Zakarpattya* [Usage of Space Spectrophotometry for Remote Determination of Physical and Chemical Properties of Soil for Landscape Areas of the Transcarpathia], *Astronomical School's Report*. Vol. 12, No.1, pp.57–61. – Access at: http://astro.nau.edu.ua/uk/issues/2016_V.12_Iss.1/Gebrin_et_al.html.

6. Dmitruk, Y. M., Stuzhuk, O. V. (2014), Kartografichne modeljuvannya gruntovogho pokryvu ta eroziynykh procesiv metodom plastyky reljefu [Cartographic modeling and soil erosion by method of plastic relief]. *Geopolitics and ecogeodynamics of regions*, Vol 10, No. 1, pp. 41–43.
7. Dudar T. V., Stankevych S. A., Tymoshenko Ya. O., Buhera M. A. (2014) Dy`stancijne kartuvannya zmin landshaftiv pid vply`vom antropogennogo navantazhennya v rajonax vy`dobuvannya uranu [Remote Mapping of Landscape Changes Under Anthropogenic Impact in the Uranium Region]. Scientific Journal “*Technogenic and Ecological Safety and Protection*”, No.6, pp. 82–88.
8. Lastochkin, A. N. (1987), *Morfodinamicheskij analiz* Leningrad: Nedra [*Morphodynamic analysis*]. Leningrad: Nedra, 257 p.
9. Lastochkin, A. N. (1991), *Morfodinamicheskaya kontseptsiya obshchey geomorfologii* Leningrad: Nedra [*Morphodynamic concept of general geomorphology*]. Leningrad: Nedra, 340 p.
10. Neustruev, S. S. (1977), *Genезis i geografiya pochv: monografiya* Moscow: Nauka [*Genesis and geography of soils: monograph*]. Moscow: Nauka, 328 p.
11. Pazynych, N. V. (2017), Doslidzhennja ta prohnozuvannya zsvnykh javyssh Prydniprovskijoj zony m. Kyjeva na osnovi materialiv dystancijnogho zonduvannya Zemli ta gheomorfologichnykh metodiv [Research and forecasting of landslide phenomena of the Dnieper zone of Kyiv based on the remote sensing data and geomorphological studies], *Ukrainian Remote Sensing of the Earth Journal*, No. 13, pp. 10–16. – Access at: <http://www.ujrs.org.ua/ujrs/article/view/104>.
12. Romanciuc, I. F. (2018), Vyznachennja vplyvu vodnoho rezhymu gruntiv na stupinj jikh dehradaciji z vykorystannjam kosmichnykh znmkiv ta danykh nazemnoji poljovoji zavirky [Investigation the influence of soil’s moisture regime on their degradation using the remote sensing and ground field verification], *Ukrainian Remote Sensing of the Earth Journal*, No. 17, pp. 26–30. – Access at: <http://ujrs.org.ua/ujrs/article/view/126/142>.
13. Romanciuc I. F., Sakhatsky A. I., Apostolov A. A. (2018), Ocinka vologhosti gruntu za dopomoghoju suputnykovykh znmkiv Sentinel-2 (na prykladi Baryshivskogho polighonu Kyjivskijoj oblasti) [The Estimation of Soil Humidity by the Satellite Sentinel-2 Imageries (Object of Study is the Baryshevskyi District of the Kiev Region)], *Dopov. Nac. akad nauk Ukr*, No. 1, pp. 60–66. – Access at: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.01.060>.
14. Sakhatsky, A. I. (2009), Metodologiya vy`kory`stannya materialiv bagatospektral`noyi kosmichnoyi zjomky` dlya vy`rshennya gidrogeologichny`x zadach [Methodology of Multispectral Space Imagery Materials Usage for Solving of Hydrogeological Problems]. *Doctor’s thesis*, Kiev: Scientific Center for Aerospace Research of the Earth Institute of Geological Sciences of the National Academy of Science of Ukraine, 385 p.
15. Sakhatsky, A. I. (2008), Dosvid vy`kory`stannya suputny`kovy`x dany`x dlya ocinky` stanu g`runtiv z metoyu vy`rshennya pry`rodoresursny`x zadach [The experience of using satellite data to assess the soils state in order to solve natural resource problems], *Dopov. Nac. akad nauk Ukr*, No. 3, pp. 109–115. – Assess at: <http://dopovidi.nas.gov.ua/2008-03/08-03-20.html>.
16. Stepanov, I. N. (1990), Istynnye i lozhnye linii na pochvennykh kartakh [True and false lines on soil maps], *Pochvovedenie*, No. 3, pp. 128–146.
17. Stepanov, I. N., Stepanova, V. I., Baranov, I. P., Vinokurov, I. Ya. (2009), Potoki kart plastiki relefa – fiziko-matematicheskie ekologicheskie sistemy [Streams of relief plastics maps – physical – mathematical ecological systems], *News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, Vol. 11, No. 1(7), pp. 1581–1586.
18. Truskavetsky, S. R. (2006), Vy`kory`stannya bagatospektral`nogo kosmichnogo skanuvannya ta geoinformacijny`x sy`stem u doslidzhenni gruntovogo pokry`vu Polissya Ukrayiny` [Application of multispectral space scanning and geoinformational systems in soil cover research of the Ukrainian Forest region (Polissya)], *Candidate’s thesis*, Kharkiv: National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky” UAAS, 260 p.
19. Truskavetsky, S. R., Byndych, T. Yu., Viatkin, K. V., Sherstiuk, O.I., Koliada, L.P. (2017) Progresy`vny`j pidxid do trady`cijny`x vely`komasshtabny`x obstezhen` g`runtiv [Progressive

- approach to traditional large-scale soil surveys], *Soil Survey and Soil Quality Assessment*, No. 86, pp, 58–63. – Access at: http://agrosoil.yolasite.com/resources/2017-86/2017_AiG-86_58-63_St.Truskavetsky.pdf.
20. Shary P. A. (1991), Topograficheskiy metod vtorykh proizvodnykh [Topographical Method of Second Derivatives], *Geometry of Earth's Surface Structure* pp. 28–58.

Надійшла 21. 06. 2018

Н. В. Пазинич, к. геогр. наук, старший науч. сотрудник

И. Ф. Романчук, ведущий инженер

ГУ «Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины»,
ул. О. Гончара 55–Б, м. Киев 01054, Украина
pazynych_nv@i.ua, i.romanciuc@gmail.com

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ

Резюме

В статье рассмотрено особенности и направления использования материалов космической съемки для определения влажности и деградации пахотных земель. Проведенные геоморфологические исследования методом пластики рельефа и морфодинамический анализ на основе данных космической съемки позволяют определить переувлажненные участки деградации почв.

Ключевые слова: деградация почвы, влажность почвы, дистанционного зондирование Земли, пластика рельефа, геоморфология.

N. Pazynych

I. Romanciuc

State institution «Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth Institute of Geological Science National Academy of Science of Ukraine»,
01054, Ukraine, Kyiv, O. Gonchar str., 55–b.
pazynych_nv@i.ua, i.romanciuc@gmail.com

CHARACTERISTIC OF THE SOIL MOISTURE STATE BASED ON CARTOGRAPHIC METHODS AND SATELLITE SURVEY DATA

Abstract

Problem Statement and Purpose. The article describe the features and directions of space imagery materials usage for determination of humidity and degradation of arable lands. The geomorphological studies carried out by the method of relief plastics and

morphodynamic analysis based on space survey data made it possible to determine the areas of soil degradation, namely, their overmoistening. Application of remote sensing materials of the Earth within the limits of the performed research allowed determination of soil moisture, soil degradation processes (washout of humus horizon, waterlogging, flooding). The object of the study is the soil cover of the territory of the Baryshevsky area of the Kiev region. The subject of the study is the soil humidity and its degradation. The research aimed to determination of the soil moisture content, areas of waterlogging and flooding based on materials of remote sensing of the Earth and applying the method of relief plastics with morphodynamic analysis.

Data & Methods. The geomorphological methods of investigation based on the digital terrain model and computer processing of space images was applied for determining the areas with different degrees of moisture that could lead to soil degradation. Moisture was determined by the methods of classification the Sentinel space images, as well as by using the normalized moisture index (NWI).

Based on the relief plastics method, the elevations and depressions of the Earth's surface relief could be detected. The areas with elevation of the relief surface include watersheds, hills, ridges, but depressions could be observed in case of beams, valleys, lowlands, etc. Morphodynamic analysis allows us to see the direction of flows and transport of particles. The integration of the space images analysis and the relief plastics method with morphodynamic analysis make it possible to see a general picture of the direction of geochemical flows from elevated areas of streams formation to areas of accumulation of ground masses and moisture

Results Applying of a complex methodology in the analysis of the territory allows us to determine the areas of demolition and accumulation of ground masses and water. The directions of surface demolition of the upper layer of soil and water to the lowered sections of the relief are shown. Thus, in the microcrops the soil moisture is higher depend on climatic conditions and could lead to accumulation and stagnation of water. The methods described above allow us to determine and predict the surface areas prone to waterlogging. The research results can be used for mapping of the structure of soil cover.

Keywords: soil degradation, soil humidity, remote sensing of the Earth, relief plastics, geomorphology.