



УДК: 631.459: 528.92

## RESEARCH OF THE DEVELOPMENT OF EROSION PROCESSES ON SLOPING LANDS BASED ON DIGITAL PHOTOGRAMMETRY METHODS ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА СХИЛОВИХ ЗЕМЛЯХ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ФОТОГРАММЕТРІЇ

Laslo O. O. / Ласло О.О.,

PhD, Associate Professor /к.с.г.н., доц

ORCID 0000-0002-0101-4442

Chuvpilo V. V. / Чувпило В.В.,

PhD /к.н.з держ.унр.

ORCID ID 0000-0001-9102-7396

Olepir R. V. / Олєпір Р.В.,

PhD /к.с.г.н.

ORCID ID 0000-0002-0825-7914

Poltava State Agrarian University,

Poltava, Skovorody, 1/3, 36003

Полтавський державний аграрний університет,

Полтава, Сковороди, 1/3, 36003

**Анотація.** Стаття присвячена визначенню ступеня еродованості ґрунтів та небезпеки зсувів на схилових землях Полтавщини за допомогою фотограмметричних зйомок, що спричинені природними і антропогенними явищами використання таких територій для проведення спортивних змагань з мотоспорту. Відмічено тенденцію до небезпеки виникнення зсувів, що є результатом замочування лесової товщі і призводить до розвитку нерівномірного просідання масиву лесового ґрунту внаслідок змочування на схилах. У статті наведено результати зйомок з квадрокоптера, на основі яких побудовано карти висот (карта рельєфу об'єкта досліджень). При вивченні досліджуваної території на карті висот додатково посилені невеликі перепади висот для полегшення візуального аналізу рельєфу. Створена карта рельєфу дозволяє виявити проблемні області, а у нашому випадку зони поширення водної ерозії. За результатами досліджень на ортофотоплані показано територію поширення природних ерозійних процесів, проте включення антропогенних факторів дає можливість використовувати територію дослідження для спортивних змагань. Саме даний антропогенний вплив дозволяє вносити коригувальні зміни і ґрунтозахисні заходи на тих ділянках досліджуваної території, де прояви водної ерозії несуть у собі небезпеку зсувів. Досвід боротьби з водною ерозією ґрунтів свідчать про те, що окремі ґрунтозахисні заходи і навіть їх сукупне застосування не в змозі попередити ерозійні процеси, особливо природного характеру. У цих умовах, коли масштаби ерозійної деградації ґрунтів і спричинена нею шкода настільки значна як в економічному, так і в екологічному відношеннях, потрібні істотні зміни в антропогенній діяльності та природокористуванні. Ці зміни мають бути пов'язані із оптимізацією співвідношення природних екосистем, селітебних територій та урбоекосистем Полтавської області, реконструкцією досліджуваного ландшафту на екологічній основі, протиерозійною організацією території на рівні окремих масивів.

**Ключові слова:** водна ерозія, зсуви, ортофотоплан, карта висот, фотограмметрія, ГІС технології, геологічні умови, рельєф.

### Вступ.

Організація раціонального та стабільного природокористування на селітебних територіях, аграрних угіддях чи одиницях адміністративного поділу є одним з важливих факторів антропогенного впливу у сукупності з природними умовами, які мають як сприятливий вплив, так і деградаційні прояви [5].



Відмітимо, що будь-який вид природокористування використовує природний ресурс у вигляді форм рельєфу та пов'язаних із ним геоморфологічних процесів, і саме аналіз останніх природних чинників є обов'язковою умовою забезпечення нормального функціонування агроекосистеми та селітебних територій зокрема [1].

Як відомо, основним розміщенням земель Полтавщини є однойменна рівнина, із пласкою і горбистою поверхнею з долинами та балками. З погляду дослідників і науковців таке розміщення має одні з найбільш сприятливих геолого-геоморфологічних умов в Україні. І саме певне їх розмаїття серед інших регіонів робить актуальним аналіз несприятливих екзогенних процесів у літосфері [4].

Полтавська область вважається сприятливим полігоном для досліджень, проте значної шкоди екосистемам завдають гравітаційні процеси, дефляція, ерозія, дегуміфікація, декальцинація, засолення, абразія, зсуви і т.і [5]. Саме ці процеси значною мірою ускладнюють освоєння нових і використання вже існуючих земельних і природних ресурсів, погіршуючи їх якість та ефективність продуктивного і збалансованого використання.

Результати екологічного і ґрунтового моніторингу засвідчують, що стан земельних ресурсів у Полтавській області, як і в попередні роки, залишається передкризовим.

Антропогенне навантаження на екосистему, селітебну зону та природні ресурси Полтавщини досягло масштабів, за якими вбачаються катастрофічні наслідки не тільки для всієї системи природокористування, але і в цілому для селітебних територій та урбоекосистем [4].

Унаслідок ерозійних процесів погіршується структура ґрунту, склад, поживний і водно-повітряний режими, а чим інтенсивніші ерозійні процеси, тим менше вологи вбирає ґрунт. При цьому запаси вологи зменшуються на 14–22 %, що призводить до нестачі вологи у вегетаційний період.

Ерозійні процеси значно погіршують ґрунтову родючість чим порушують встановлену в процесі тривалого природного розвитку складну екологічну систему, змінюючи кругообіг поживних речовин у біосфері [5].

#### **Основний текст.**

Регіональною Програмою захисту земель від водної та вітрової ерозії, інших видів деградації земель на території Полтавської області, розробленою ще у 1995 році Полтавським філіалом Інституту землеустрою УААН визначено, що в області налічується 420,3 тис. га еродованих земель, із яких водній ерозії піддається 369,3 тис. га (16,5 % сільськогосподарських земель або 20,6 % ріллі), вітрової – 380 тис. га (16,9 % і 21,5 % відповідно), у тому числі 9,4 % – сильно деградовані. За рік від ерозії втрачається близько 0,8 млн. т. гумусу. Середньорічні темпи приросту площ еродованих ґрунтів становлять 3,5 тис. га за рік [4].

Незважаючи на застосування комплексу протиерозійних заходів, що охоплюють практично всю ерозійно небезпечну територію Полтавщини, ерозію ґрунтів не зупинено. Прискорення цих процесів певною мірою обумовлено зменшенням фінансування на охорону, поліпшення і раціональне використання



деградованих земель, а реформування земельних відносин сприяли прискореній адаптації до діджитал-технологій нового покоління [3]. У даний час Полтавщина – один з найнебезпечніших регіонів у сенсі нестійкості ґрунту. В Україні полтавські зсуви займають четверте місце після Карпат і Дніпропетровської області.

На сьогодні в м. Полтаві та Полтавському районі зареєстровано 42 зсуви, із них – 30 діючих та 12 – стабільних. Занепокоєння викликають території смт Дальні Яківці, Червоний Шлях, Вороніна, район Білої Альтанки, с. Патлаївка та ін. руйнуванню державної системи ґрунтоохоронних заходів.

Схема ерозійного зонування нашої країни показує, що Полтавська область знаходиться в осередку переважаючого поширення водної ерозії, в окрузі переважаючого впливу дощового стоку. Із активністю ерозійних процесів пов'язано також утворення і розповсюдження в області ярів і балок [4]. Діючі яри частіше зустрічаються у північно-східній частині Полтавщини. Балки зустрічаються по всій території, об'єднуючись у розгалужені яро-балочні системи деревовидної форми.

Саме застосування методів сучасних цифрових фотограмметричних систем і технологій, а саме: цифрових моделей території досліджень, карт висот, ортофотоплану з осередками розвитку і поширення водної ерозії набуває усе більшої актуальності та є предметом досліджень багатьох науковців [2, 3, 6].

*Метою* статті є виявити ступінь еродованості ґрунтів та безпеку зсувів на схилі землях за допомогою фотограмметричних зйомок.

*Завдання дослідження* – проаналізувати ступінь небезпеки ерозії ґрунту на схилі землях використовуючи методи фотограмметрії.

У дослідженні використано методи сучасних цифрових фотограмметричних систем і технологій, а саме: цифрові моделі території досліджень, карти висот, ортофотоплан з осередками розвитку і поширення водної ерозії.

Нами проведено дослідження території, що утворилася під впливом природних ерозійних процесів. Місце знаходження – селітебна територія смт Дальні Яківці та село Патлаївка. Унікальні наслідки поширення водної ерозії і сьогодні дають можливість використовувати дану територію для спортивних змагань.

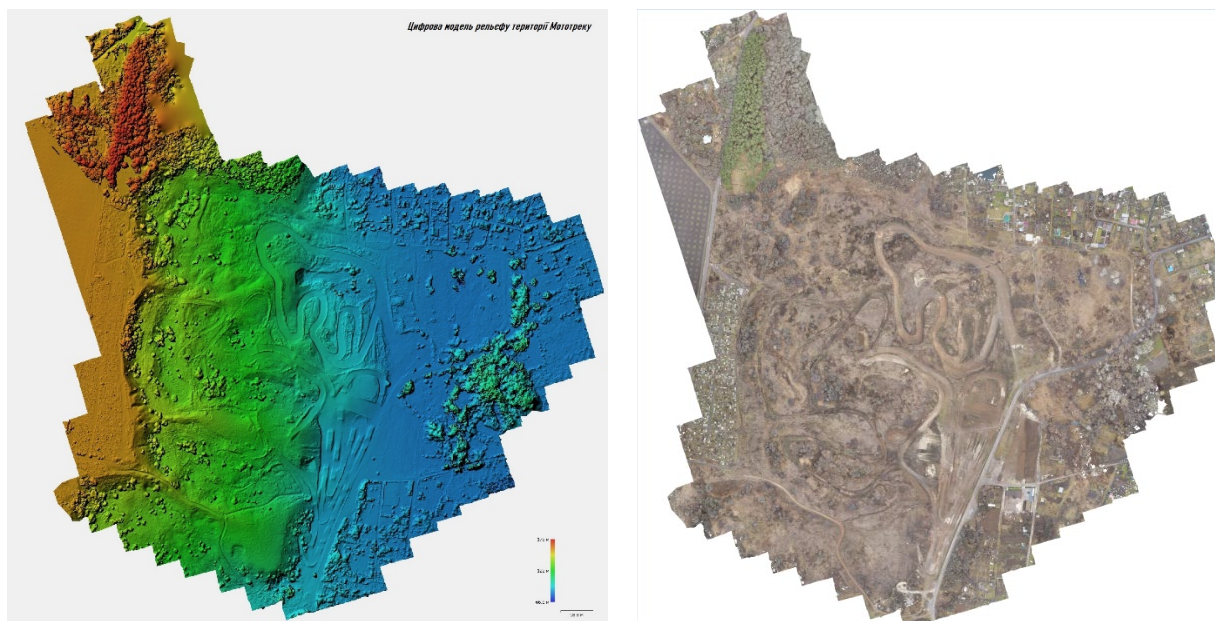
Нами проведено топографічну зйомку із виділенням карти висот, на якій зображено цифрову модель рельєфу території, що показана на рис.1.

Отримана за допомогою квадрокоптера карта висот (карта рельєфу об'єкта досліджень) – це карта на якій висоти місцевості закодовані різними кольорами. Найбільш високі ділянки виділено відтінками коричневого, червоного і жовтого кольорів, низини відмічено відтінками зеленого і синього кольорів. При вивченні досліджуваної території на карті висот додатково посилені невеликі перепади висот для полегшення візуального аналізу рельєфу. Відмітимо, що створена карта рельєфу дозволяє виявити проблемні області, а у нашому випадку зони поширення водної ерозії.

На ортофотоплані, який ми отримали зі кількох знімків з квадрокоптера, показано територію поширення природних ерозійних процесів, що мають місце і сьогодні, проте включення антропогенних факторів дає можливість



використовувати територію дослідження для спортивних змагань.



**Рисунок 1. Модель рельєфу та ортофотоплан поширення водної ерозії на території розміщення мототреку**

*Авторська розробка*

Саме даний антропогенний вплив дозволяє вносити коригувальні зміни і ґрунтозахисні заходи на тих ділянках досліджуваної території, де прояви водної ерозії несуть у собі небезпеку зсувів [5].

Проведені дослідження, а також досвід боротьби з водною ерозією ґрунтів свідчать про те, що окремі ґрунтозахисні заходи і навіть їх сукупне застосування не в змозі попередити ерозійні процеси, особливо природного характеру.

Проблемою для об'єкту дослідження є також небезпека зсувів. Зсувні та зсувонебезпечні схили сформувалися в межах відносно піднятих у сучасному рельєфі Полтавської рівнини структурно-тектонічних блоків із позначкою лесового плато 140–160м [4].

Для інженерно-геологічних умов Полтавського лесового плато характерне залягання з поверхні товщі лесових та лесовидних суглинків. Майже по всій території дослідження ці відклади підстилаються четвертинними червоно-бурими глинами твердої і напівтвердої консистенції потужністю 10–15 м. Ці глини є водотривом для ґрунтових вод, вони оцінюються як середньонабухаючі.

Така будова зумовила появу першого горизонту ґрунтових вод саме у нижній частині лесових відкладів. Живлення цього горизонту в природних умовах відбувається в основному за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і його потужність не перевищує декількох метрів. Розвантаження ґрунтових вод відбувається на схили річкових долин та балок, як нашому випадку, висота яких сягає понад 70–80 м [4].

Вищевказані особливості будови схилів на Полтавському лесовому плато, що утворилися у районі смт Дальні Яківці – с. Патлаївка, зумовлюють розвиток зсувних процесів, що проходять дуже швидко, інколи миттєво, і





характеризуються обвалом великої маси породи вниз по схилу. До причин виникнення таких зсувів можна віднести просадочні деформації, що є результатом замочування лесової товщі. Внаслідок підняття рівня ґрунтових вод у результаті дії природних процесів, формування заглиблень у покрівлі водотривкого шару відбувається нерівномірно за рахунок замочування товщі просадочних лесових ґрунтів, що, у свою чергу, призводить до розвитку нерівномірного просідання [5]. Причиною ж формування тріщини відриву може бути нерівномірне просідання масиву лесового ґрунту внаслідок змочування на схилі. До аналогічного результату може привести вихід ґрунтових вод на схилі.

### **Висновок.**

У роботі були розглянуті несприятливі геоморфологічні процеси на схилових територіях Полтавщини: зсуви, водна ерозія та дефляція ґрунту. Вони на значній території завдають не лише значних економічних збитків, але й створюють проблеми для нормальної життєдіяльності населення області та її окремих районів. Тому застосування сучасних цифрових фотограмметричних систем і ГІС технологій є як ніколи актуальними для оцінки небезпеки природних ерозійних процесів та упровадження ґрунтозахисних заходів.

*Перспективи подальших досліджень* є дослідження ерозійних процесів та змін рельєфу Полтавщини за допомогою фотограмметрії та дистанційного зондування Землі. Заплановані результати досліджень будуть використовуватися при проведенні територіального планування осередків ерозії.

### **Література:**

1. Бреус Д.С., Панамаренко А.В., Костін Г.В. Моделювання водно-ерозійних процесів на території басейну низов'я Дніпра. *Таврійський науковий вісник*, № 109. Частина 1. 2019. С. 189–195. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.28>.
2. Зацерковний В., Бабій В., Скоробагатько А. Особливості автоматизованого дешифрування космознімків сільськогосподарських угідь (на прикладі Кіптівської територіальної громади). *Військово-спеціальні науки*. 2020. № 2(44) С. 50–53. URL: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2020.44.50-53>
3. Ковальчук І.П., Іванов С.А., Андрійчук Ю.М. Моделювання стану природно-антропогенних систем з використанням ГІС-технологій. *Український міжвідомчий науково-технічний збірник*. Львів, 2004. 112 с.
4. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2022–2027 роки («Довкілля – 2027»). Полтава, 2021. 138 с.
5. Світличний О.О. Основи ерозієзнавства. Підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 266с.
6. Солом'янчук Л.Ю. Аналіз використання даних дистанційного зондування землі в сільському господарстві. *Інженерна геодезія*, 2017, вип. 64. С. 99-106.

**Abstract.** *The article is devoted to the determination of the degree of soil erosion and the danger of landslides on sloping lands with the help of photogrammetric surveys, which are caused by natural and anthropogenic phenomena of the use of such territories for motor sports competitions.*



*A tendency towards the danger of landslides was noted, which is the result of wetting of the loess stratum and leads to the development of uneven subsidence of the loess soil massif due to wetting on the slopes.*

*The article presents the results of quadcopter shooting, based on which a height map (relief map of the research object) was constructed. When studying the studied area on the height map, small differences in height are additionally reinforced to facilitate the visual analysis of the terrain. The created relief map allows you to identify problem areas, and in our case, water erosion spreading zones.*

*According to the research results, the territory of the spread of natural erosion processes is shown on the orthophotoplan, but the inclusion of anthropogenic factors makes it possible to use the research territory for sports competitions. It is this anthropogenic impact that makes it possible to make corrective changes and soil protection measures in those areas of the studied territory where manifestations of water erosion carry the danger of landslides.*

*The experience of combating water erosion of soils shows that individual soil protection measures and even their combined application are unable to prevent erosion processes, especially of a natural nature. In these conditions, when the scale of soil erosion degradation and the damage caused by it is so significant in both economic and ecological terms, significant changes in anthropogenic activities and nature management are required. These changes should be related to the optimization of the ratio of natural ecosystems, residential areas and urboecosystems, reconstruction of the studied landscape on an ecological basis, anti-erosion organization of the territory at the level of individual massifs.*

**Key words:** *water erosion, landslides, orthophotoplan, height map, photogrammetry, GIS technologies, geological conditions, relief*

Стаття відправлена: 24.09.2023

© Ласло О.О., Чувпило В.В., Олєпїр Р.В.