

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ

А.А. МОСКАЛЕНКО,

кандидат технічних наук, доцент

E-mail: moskalenko_a@nubip.edu.ua

А.Р. ГЕРИН,

студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: moskalenko_a@nubip.edu.ua

Анотація. Розглянуто можливості застосування геоінформаційного моделювання для визначення ділянок, що можуть зазнати впливу вітрової ерозії. Проведено аналіз публікацій застосування моделювання для вирішення різноманітних задач, а також проаналізовано застосування моделювання для моделювання ерозії ґрунтів, однак більшість моделей присвячена водній ерозії.

Дане дослідження описує структурування загального алгоритму визначення ділянок, які можуть зазнати впливу вітрової ерозії через функціональну модель. В статті наведено фактори, що впливають на стійкість ґрунту до виникнення вітрової ерозії: напрям переважаючих вітрів, тип ґрунту, наявність захисних насаджень, таких як лісосмуги, а також ухил досліджуваної території. Ці чинники поділено на дві групи: ті що захищають ґрунт від руйнівної сили (одна гілка моделі) і ті що сприяють ерозії (інша гілка моделі). Розроблено та реалізовано геоінформаційну модель побудови геозображення ерозійно-небезпечних земель в програмному засобі ArcGIS з використанням інструменту ModelBuilder. За результатом моделювання на досліджуваній території виділено ерозійно-небезпечні ділянки орних земель, що можуть зазнати вітрової ерозії при дії вітру на ґрунт не покритий рослинами. Модель може застосовуватись для автоматизації визначення ерозійно-небезпечних ділянок на сільськогосподарських землях.

Результати роботи можуть бути використані при формуванні просторових рішень щодо раціонального використання і охорони земель.

Ключові слова. геоінформаційне моделювання, модель, вітрова ерозія, геозображення.

Вступ.

Використання сільськогосподарських земель є важливою складовою для господарської діяльності людини. Найважливішою складовою земель

сільськогосподарського призначення є родючий шар ґрунту. При інтенсивному виробництві ґрунти зазнають, як впливу господарської діяльності, так і впливу природних факторів таких як вітер та вода, що може призвести до

деградації. Останніми роками на території України спостерігають явища пилових бурь, а щоденна дефляція на землях без рослинного покриву проявляється вже при швидкості вітру від 3-4 м/с. Наслідки вітрової ерозії є дуже різноманітними: від втрати гумусу і до пошкодження молодих посівів. З огляду на це, виникає необхідність дослідження можливості розвитку та потенціалу прояву вітрової ерозії, а також розроблення заходів щодо захисту орних земель від дефляції. Щоби захистити ґрунти від руйнування необхідно розробити геоінформаційної модель для визначення ерозійно-небезпечних ділянок.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій.

Системам автоматизації підтримки прийняття рішень присвячено роботи як зарубіжних так і вітчизняних вчених [1-3]. У статті [1] висвітлено застосування ГІС для визначення змін типів покриття покриву. В дослідженні [2] подано підхід до формування просторових рішень щодо землекористування та визначено набір даних, необхідний для планування землевпорядних заходів для формування просторових рішень щодо використання земель. В роботі [3] проаналізовано прикладні програми з моделювання ерозії ґрунтів різних промислово-розвинених країн, однак більшість моделей присвячена водній ерозії. Використання геоінформаційного моделювання для питань природних ресурсів та інженерно-технічних заходів були і є предметом вивчення вчених [4-6]. В дослідженні [4] подано опис моделювання та структурування даних з метою розробки кадастру природних лікувальних ресурсів. В статті

[5] розглянуто геоінформаційне моделювання інженерно-технічних заходів цивільного захисту. В роботі [6] представлено використання геоінформаційних технологій для моделювання і прогнозування затоплень територій.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи полягає в розробленні геоінформаційної моделі автоматизованого визначення земельних ділянок, що можуть зазнати впливу вітрової ерозії.

Для досягнення мети необхідно вирішити завдання: визначити параметри моделі та здійснити побудову моделі визначення земельних ділянок, що можуть зазнати впливу вітрової ерозії.

Методика дослідження.

При визначенні ділянок ґрунтів, що можуть зазнати впливу вітрової ерозії застосовано підхід геоінформаційного моделювання, що реалізує взаємодію описових даних з просторовими для вивчення територій. При моделюванні обрано такі інструменти геоінформаційного аналізу: побудова буферних зон, аналіз близькості та накладання шарів. Розроблення моделей здійснено з використанням уніфікованої мови моделювання UML. Фізичну реалізацію подано в програмному засобі ArcGIS.

Об'єктом моделювання обрано Білоцерківський район Київської області.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Ерозія ґрунтів є поширеним деградаційним процесом на території

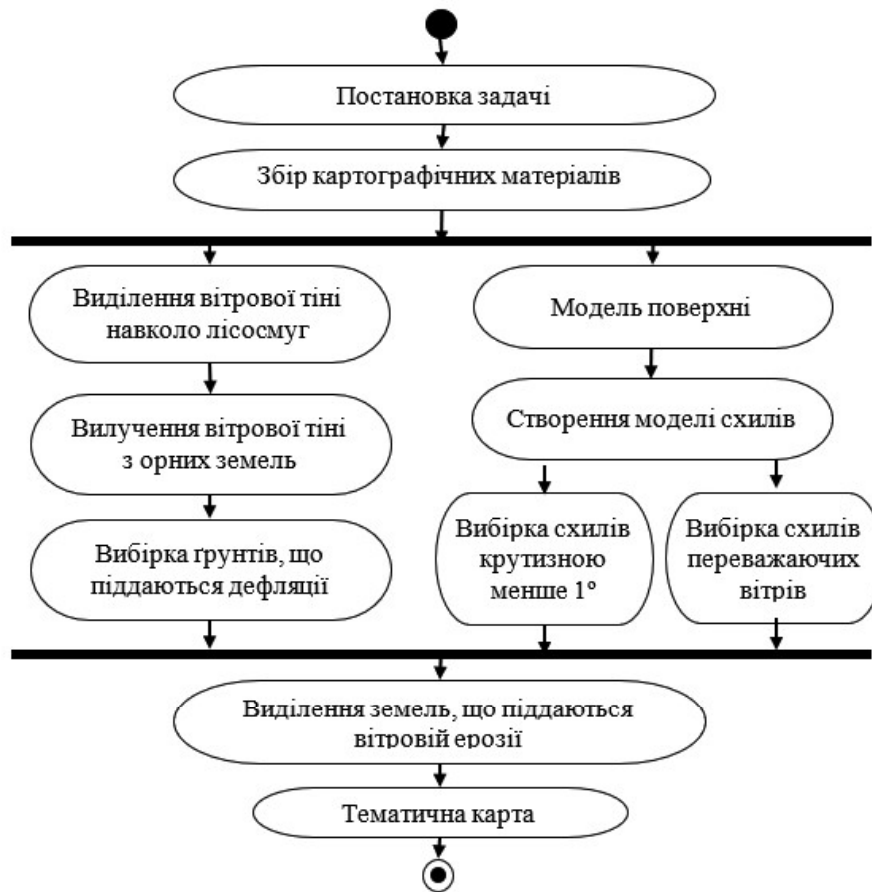


Рис. 1. Функціональна модель визначення ділянок, що можуть зазнати впливу ерозії

України. Негативними наслідками ерозії є не лише економічні збитки, а й загроза існування родючого шару ґрунту. Ґрунт є основним засобом виробництва і незамінним компонентом біосфери, а отже важливо визначати рівень еродованості ґрунтів, інтенсивність та динаміку ерозійних процесів для їх прогнозування та розроблення протиерозійних заходів.

При визначенні ділянок ґрунтів, що можуть зазнати вітрової ерозії необхідно враховувати поєднання низки факторів, що впливають на виникнення процесу ерозії. Ці чинники можна поділити на дві групи: ті що захищають ґрунт від руйнівної сили і ті що сприяють ерозії.

Алгоритм здійснення моделювання подано UML діаграмою діяльності (рис. 1). До основних її компонентів належать: постановка задачі, збір картографічних матеріалів, визначення та вилучення з подальшого аналізу вітрової тіні лісосмуг, визначення показників моделі поверхні, Виділення земель, що можуть зазнати впливу вітрової ерозії та кінцевий результат – тематична карта.

На етапі постановки задачі визначається територія дослідження та вивчаються кліматичні умови: переважаючі напрями вітрів та швидкість вітру.

На наступному етапі здійснюється збір картографічних матеріалів. По-

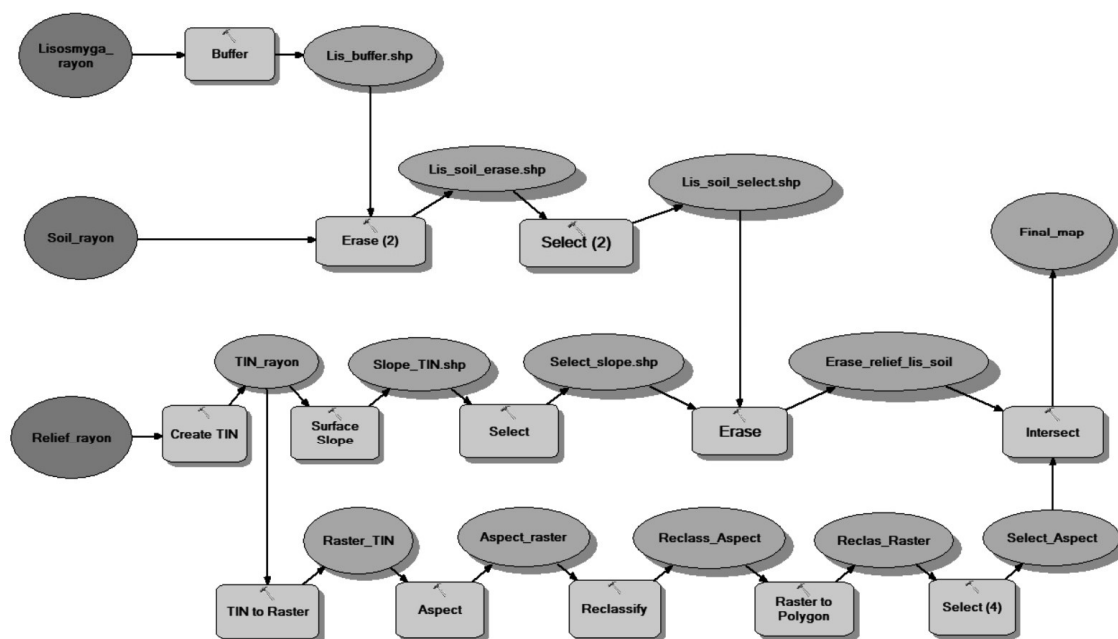


Рис. 2. Модель побудови геообразження ерозійно-небезпечних земель

чатковими даними для побудови моделі є агровиробничі групи ґрунтів на орних землях, лісосмуги на досліджуваній території (отримано шляхом опрацювання даних з KA Sentinel-2) та рельєф території отриманий з SRTM (для використання в розроблюваній моделі дані перетворені у векторну модель). Оскільки агровиробничі групи ґрунтів визначені саме на орних землях, то в моделі не визначаються орні землі окремим шаром.

На наступному етапі моделі визначається сукупність факторів, що впливають на можливість розвитку вітрової ерозії. Так за даними дослідження [7] дефляція залежить від рельєфу та рівня захищеності полів лісомеліоративними заходами. Для визначення території, що захищена лісосмугами – розраховується вітрово-ва тінь, що в умовах Білоцерківського району де більшість лісосмуг мають ажурну конструкцію – буде дорівнювати 25 кратній висоті лісосмуг [8-9]. Вплив рельєфу на видування ґрунту

враховується в моделі через два показники: вибірка схилів до яких переважачі вітри будуть вітроударну дію та визначення територій з ухилами понад 1°, адже на таких схилах вітер вже нестиме ударну силу.

Далі здійснюється об'єднання факторів та побудова геообразження ерозійно-небезпечних ділянок на орних землях.

Розроблена функціональна модель реалізована в ArcGIS Model Builder, як середовище для побудови і реалізації моделей. Для вирішення задачі геоінформаційного моделювання вітрової ерозії та побудови геообразження ерозійно-небезпечних земель було застосовано такі інструменти: Select (вибірка), Buffer (буфер), Erase (стирання), Intersect (перетин), Create TIN (створення моделі рельєфу), TIN to Raster (перетворення моделі TIN в растр), Aspect (визначення експозиції схилу на основі растрових даних), Raster to Polygon (перетворює растрові дані на багатокутні об'єкти), Surface

Slope (визначення нахилу поверхні), Reclassify (перекласифікація) (рис.2).

На першому етапі створюється TIN-модель рельєфу, що є основою для обчислення ухилів поверхні, що необхідні для визначення ерозійно-небезпечних земель та обрати з безпечним ухилом поверхні (до 1°).

За іншою гілкою моделі визначено вітрову тінь лісосмуг (для Лісостепо-вої зони це 450 м [9])

Інструментом Erase вилучаємо захищені території з шару агро-робничих груп ґрунтів, що на орних землях, та отримуємо геозображення земель, що не захищені лісосмугами. Далі з отриманого геозображення вилучаємо болотні та заболочені ґрунти, що є стійкими до вітрової ерозії [10].

На наступному етапі здійснюється вилучення схилів до 1° з геозображення ґрунтів на орних землях.

З метою врахування напрямку переважаючих вітрів для досліджуваної території визначаються експозиції схилів та зі створеного геозображення обираються вітроударні схили.

На заключному етапі схили, що вразливі до напрямку переважаючих вітрів поєднано з геозображенням ґрунтів, що незахищені лісосмугами та отримано геозображення ерозійно-небезпечних ділянок орних земель (Рис. 3).

На досліджуваній території за результатом моделювання виділено ерозійно-небезпечні ділянки орних земель, що можуть зазнати вітрової

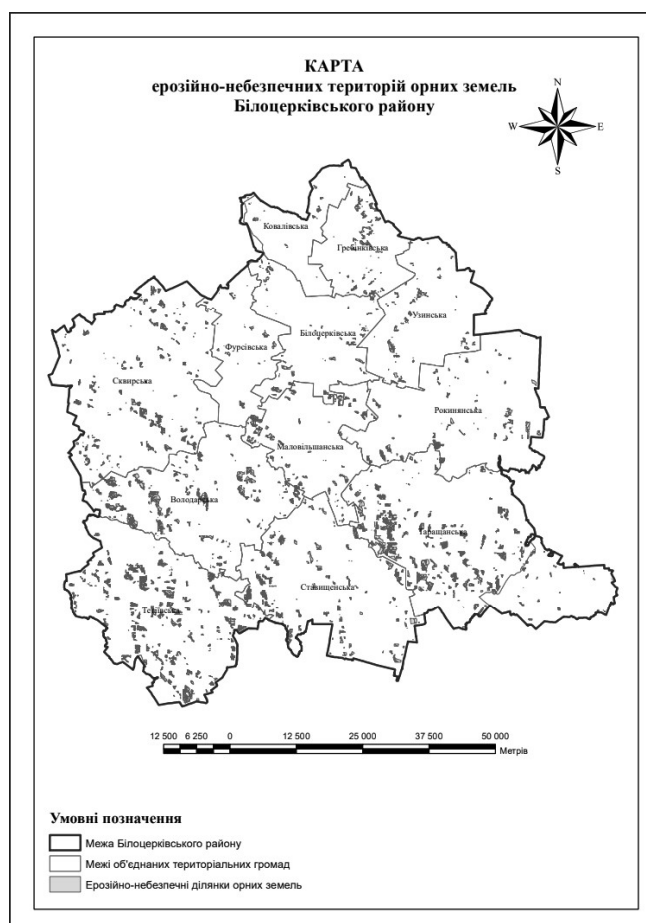


Рис. 3. Геозображення ерозійно-небезпечних ділянок орних земель Білоцерківського району

ерозії при дії вітру на ґрунт не покритий рослинами.

Висновки.

Геоінформаційне моделювання є незамінним для аналізу даних при вивченні вітрової ерозії. Розроблена модель геоінформаційного моделювання надає можливість здійснити аналіз просторових даних та побудувати геозображення ерозійно-небезпечних ділянок на орних землях. Модель враховує ряд параметрів, що впливають на ймовірність виникнення ерозії: ґрунти, ухил місцевості, напрям переважаючих вітрів та наявність лінійних лісових насаджень.

Модель може застосовуватись для автоматизації визначення ерозійно-небезпечних ділянок на сільськогосподарських землях, а отримане геозображення основою для обґрунтування прийняття рішень щодо планування заходів з охорони земель, рекомендацій щодо ведення землеробства.

Перспектива подальших досліджень є в розробленні автоматизованого блоку прийняття рішень щодо планування заходів з охорони земель.

Список літератури

1. Karaya, RN; Onyango, CA; Ogenidi, GM. A community-GIS supported dryland use and cover change assessment: the case of the Njemps flats in Kenya. COGENT FOOD & AGRICULTURE, 7(1), 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1872852>
2. Moskalenko A. GIS support of forming spatial decisions on land use. Mechanization in agriculture & Conserving of the resources Vol. 67 (2021), Issue 3, P. 79-81
3. Soil erosion modelling: A global review and statistical analysis / P. Borrelli et al. Science of The Total Environment. 2021. Vol. 780. P. 146494. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146494>
4. Лященко А., Захарченко Є. Концептуальне моделювання та принципи реалізації бази геопросторових даних кадастру природних лікувальних ресурсів. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2019. № 1 (Вип. 46). С. 232-239.
5. Лященко А., Старинець Р. Методичні засади геоінформаційного моделювання інженерно-технічних заходів цивільного захисту. Містобудування та територіальне планування. 2018. № 66. С. 408–417. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2018_66_47
6. Зацерковний В. Застосування геоінформаційних технологій в задачах моделювання та прогнозування затоплень територій. Геоінформатика. 2019. № 2. С. 74–83. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2019_2_9.
7. Тараріко, О. Г., Ільєнко, Т. В., Кучма, Т. Л., & Білокінь, О. А. Ерозія ґрунтів як чинник опустелювання агроландшафтів України. Агроекологічний журнал, 2021, №3, С.6-16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240316>
8. Соваков О. В. Конструктивні особливості і меліоративна ефективність полезахисних лісових смуг. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2014, №3. URL: https://nd.nubip.edu.ua/2014_3/29.pdf
9. Юхновський В., Дударець С., Малюга В. Агролісомеліорація : підручник. Київ : КондорВидавництво, 2012. 372 с
10. Пономаренко Є., Катков М., Коваленко Ю. Застосування екотехнологій для захисту водних об'єктів від сільськогосподарського поверхневого стоку. Wissenschaftliche ergebnisse und

errungenschaften: 2020. URL: <https://doi.org/10.36074/25.12.2020.v1.31>

References

1. Karaya, RN; Onyango, CA; Ogendi, GM. (2021) A community-GIS supported dry-land use and cover change assessment: the case of the Njemps flats in Kenya. COGENT FOOD & AGRICULTURE, 7(1). DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1872852>
2. Moskalenko A. (2021) GIS support of forming spatial decisions on land use. Mechanization in agriculture & Conserving of the resources Vol. 67, Issue 3, P. 79-81
3. P. Borrelli et al (2021) Soil erosion modeling: A global review and statistical analysis. Science of The Total Environment. 2021. Vol. 780. P. 146494. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146494>
4. Lyashchenko A., Zakharchenko YE. (2019) Kontseptual'ne modelyuvannya ta pryntsy py realizatsiyi bazy heoprostorovykh danykh kadastru pryrodnykh likuval'nykh resursiv [Conceptual modeling and implementation principles of the database of geospatial data of the cadastre of natural medicinal resources] Naukovi zapysky Ternopilvs'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Heohrafiya. Ternopil': TNPU im. V. Hnatyuka, 2019. № 1 (Vyp. 46). P. 232-239.
5. Lyashchenko A., Starynets' R. Metodychni zasady heoinformatsynoho modelyuvannya inzhenerno-tekhnichnykh zakhodiv tsyvil'noho zakhystu [Methodological principles of geo-informational modeling of engineering and technical measures of civil protection] Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya. 2018. № 66. P. 408–417. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2018_66_47
6. Zatserkovnyy V. (2019) Zastosuvannya heoinformatsiynykh tekhnolohiy v zadachakh modelyuvannya ta prohnouzuvannya zatoplen' terytoriy [The application of geoinformation technologies in the tasks of modeling and forecasting flooding of territories] Heoinformatyka. 2019. № 2. S. 74–83. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2019_2_9.
7. Tarariko, O. H., Il'yenko, T. V., Kuchma, T. L., & Bilokin', O. A. (2021) Eroziya gruntiv yak chynnyk opustelyuvannya ahrolandshaftiv Ukrayiny [Soil erosion as a factor of desertification of agricultural landscapes of Ukraine]. Agroecological Journal, 2021, №3, S.6-16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240316>
8. Sovakov, O. V. (2014). Konstruktyvni osoblyvosti i melioratyvna efektyvnist' polezakhysnykh lisovykh smuh [Design features and remedial effectiveness of field protection forest strips]. Naukovi dopovidi Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny, (3).
9. Yukhnovs'ky V., Dudarets' S., Malyuha V. (2012) Ahrolisomelioratsiya: pidruchnyk [Agroforestry: a textbook]. Kyiv: KondorVydavnytstvo, 2012. 372 s
10. Ponomarenko YE., Katkov M., Kovalenko YU. (2020) Zastosuvannya ekotekhnolohiy dlya zakhystu vodnykh ob'yektiv vid sil's'kohospodars'koho poverkhnevoho stoku [Application of eco-technologies to protect water bodies from agricultural surface runoff]. Wissenschaftliche ergebnisse und errungenschaften: 2020. DOI <https://doi.org/10.36074/25.12.2020.v1.31>

Moskalenko A., Heryn A.

GEOINFORMATION MODELING FOR WIND EROSION

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 4'22: 102-109.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2022.04.11>

Abstract. Possibilities of application of geoinformation modeling to determine areas that may be affected by wind erosion is considered. An analysis of publications on the application of modeling to solve various problems was carried out, as well as an analysis of the application of modeling to soil erosion, however, most of the models were devoted to water erosion.

This study describes the structuring of a general algorithm for determining areas that may be affected by wind erosion through a functional model. The article presents the factors that affect the resistance of the soil to the occurrence of wind erosion: the direction of the prevailing winds, the type of soil, the presence of protective plantings, such as forest strips, as well as the slope of the studied territory. These factors are divided into two groups: those that protect the soil from destructive force (one line of the model) and those that contribute to erosion (another line of the model). A geo-information model for building a geo-image of erosion-hazardous lands was developed and implemented in the ArcGIS software using the ModelBuilder tool. Based on the results of modeling, erosion-dangerous areas of arable land, which may be subject to wind erosion under the action of wind on soil not covered by plants, were identified in the studied territory. The model can be used to automate the determination of erosion-dangerous areas on agricultural lands.

The results of the work can be used in the formation of spatial decisions regarding the rational use and protection of land.

Keywords. geoinformation modeling, model, wind erosion, geoimagery.
