

DOI: 10.32347/2786-7269.2024.8.492-505

УДК 631.613:631.51: 631.153.7

к.с.-г.н., доцент **Чередниченко І.В.**,
soil911@ukr.net, ORSID: 0009-0005-6325-4870,

Луганський національний університет
імені Тараса Григоровича Шевченка,

к.с.-г.н. **Лозінська Т.П.**,

Lozinskatat@ukr.net, ORSID: 0000-0003-1600-1350,
Білоцерківський національний аграрний університет,

к.г.н., доцент **Єрмаков В.В.**,

slav9724@gmail.com, 0000-0003-3997-4788,

Полтавський національний педагогічний
університет імені В.Г. Короленка

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЕРОЗІЙНІ ПРОЦЕСИ ТА ФОРМУВАННЯ РЕЛЬЄФУ

Розвиток ерозійних процесів у багатьох регіонах України залишається найважливішою проблемою сільського господарства. Значна площа еродованих земель, як правило, знаходиться в районах розвиненого сільського господарства, де виробляється переважна більшість сільськогосподарської продукції. У сучасних умовах протиерозійна організація та улаштування території орних земель сільськогосподарських підприємств повинні здійснюватися на принципах раціонального використання родючості ґрунтів та створення умов ведення адаптивного землеробства. В останні роки все частіше обговорюються питання глобального потепління клімату та його наслідки. Даний аспект потепління клімату визначив необхідність більш глибокого вивчення позицій прогнозування прояву ерозії ґрунтів. Розробка системи протиерозійних заходів стосовно умов конкретного регіону має базуватися на основі ретельного вивчення ґрунтів, рельєфу, характеру сільськогосподарських угідь та місцевого клімату. Ерозія ґрунтів у сучасних умовах набуває прискореного розвитку, що у перспективі становить загрозу державній продовольчій безпеці.

Зміна ґрунтового покриву та землекористування прогнозується на наступне десятиліття з використанням топографії, геології, карт землекористування та даних дистанційного зондування досліджуваної території. Ми досліджували стосунки між зростанням сільськогосподарських угідь і змінами ландшафту. Часові зміни в ґрунтовому покриві призвели до деградації лісів досліджуваної території.

Це дослідження має на меті оцінити майбутні зміни клімату та землекористування, які можуть змінюватися в часі та просторі, що властиво широко використовуваній моделі ерозії ґрунту, і оцінити вплив цих змін на збереження ґрунту. Модельний каркас зібраний інтеграцією динамічної моделі ландшафту, моделі ерозії ґрунту та згенерованих наборів даних синтетичних опадів за допомогою моделювання Монте-Карло. Результати свідчать про те, що, якщо поточні тенденції збережуться, сільськогосподарські площі займатимуть приблизно 60% досліджуваної території до 2030 року. Хоча ці зміни у землекористуванні, безумовно, збільшать ерозію ґрунту, нові орні землі, ймовірно, будуть переважно в низовинах, які охоплюють території з меншим потенціалом ерозії ґрунту. До 2030 року ерозійність ґрунту під час опадів, ймовірно, збільшиться протягом квітня та листопада, тоді як у березні та травні спостерігається незначна тенденція до зниження.

Ключові слова: метод потенціалу ерозії; дистанційне зондування; ерозія; аграрна діяльність; ґрунти; антропогенне навантаження; природно-кліматичні умови; лісове господарство.

Постановка проблеми. Ерозія ґрунтів має виражені регіональні та локальні риси, співвідношення природного та антропогенного процесів та інших характеристик. Попри те, що фактори (природні - первинні та антропогенні - вторинні), що викликають ерозію і визначають інтенсивність її появи, повсюдно однакові, їх співвідношення та сила впливу розрізняються і змінюються іноді в дуже невеликих територіях. Основними причинами ерозії ґрунтів є: 1) постійне скорочення площ з природною рослинністю, яка володіє високими ґрунтозахисними властивостями; 2) високий ступінь господарської освоєності ландшафтів; 4) порушення агротехніки вирощування сільськогосподарських культур за недотримання ґрунтозахисних заходів; 5) несприятливе поєднання природних і кліматичних умов господарювання.

Розвиток ерозійних процесів залежить від сукупного впливу геоморфологічного, кліматичного, ґрунтового та антропогенного факторів. Геоморфологічний фактор багато в чому зумовлює інтенсивність ерозії, оскільки від рельєфу місцевості залежить швидкість і сила течії потоків води, концентрація їх на певних площах та лінійних природних кордонах. Кліматичний фактор безпосередньо впливає на ерозійні процеси через кількість опадів та характер їх випадання. Велике значення також має характер ґрунтоутворювальних порід, оскільки ґрунт багато в чому успадковує їх властивості та протиерозійну стійкість. Останнім часом все більше значення набуває антропогенний вплив, на жаль, найчастіше надає негативний вплив на процес ерозії.

Нині аграрна діяльність призвела до інтенсивного антропогенного навантаження на орні землі, посилилася деградація земель, серед яких одним з найнебезпечніших є ерозія ґрунтів. Розвиток ерозійних процесів у багатьох регіонах України залишається найважливішою проблемою сільського господарства. Значна площа еродованих земель, як правило, знаходиться у районах розвиненого сільського господарства, де виробляється основна частина сільськогосподарської продукції [1]. Проблеми збереження земельно-ресурсного потенціалу сільського господарства, що виникли та неухильно нарастають, викликані антропогенним навантаженням, забрудненням і деградацією ґрунтів, втратою ґрунтової родючості.

Нестабільний розвиток землеробства України пояснюється низкою причин, найважливішою з них, є недостатній облік прояви та розвитку ерозійних процесів при організації та влаштуванні у процесі розробки проєктів внутрішньогосподарського землеустрою. Це своєю чергою посилює прояв процесів деградації земель і веде до зниження економічної ефективності сільськогосподарського виробництва [2].

У сучасних умовах протиерозійна організація та влаштування території орних земель сільськогосподарських підприємств повинні здійснюватися на принципах раціонального використання родючості ґрунтів та створення умов для ведення адаптивного землеробства. Тільки на цій основі можна ефективно вести землеробство [3]. Протиерозійна організація та влаштування орних земель є основними ланками у складному ланцюжку процесу захисту ріллі та застосування адаптивних систем землеробства, що підтверджує актуальність цього питання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фолі та ін. [4], описали що заміна лісів, боліт, саван на інші ландшафти становить серйозну загрозу навколишньому середовищу, яке підтримує виробництво їжі та прісної води. Як описано в [5], на даний час майже третина світової поверхні землі знаходиться в сільськогосподарському обігу і становить мільйони гектарів, природні екосистеми щороку перетворюються на ріллю або пасовище.

Брінк і Єва [6], досліджували Африку на південь від Сахари де 16% лісів і 5% відкритих лісів з чагарниками були втрачені між 1975 і 2000 роками, тоді як сільськогосподарські угіддя розширилися на 55%, а виробництво сільськогосподарської продукції зросло майже на 50%. Автори [7], досліджували антропогенні зміни навколишнього середовища та їх вплив на глобальний клімат. Було доведено [7], що зміни опадів і температури моделі матимуть важливий вплив на стійкість сільськогосподарських систем. Наприклад, Фішер з авторами [8] очікує, що без належних інвестицій в управління водними ресурсами, зміни клімату можуть збільшити приблизно

20% глобальних потреб у воді для поливу до 2080 року. Schmidhuber і Tubiello вважають [9], що зміна клімату також може негативно вплинути на сільське господарство, доступ до їжі та стабільність запасів їжі, маючи прямий вплив на продовольчу безпеку.

Van Oost з авторами [10] вважають, що здатність до інфільтрації знижується, при зміщенні рослинного покриву, що призводить до поверхневого стоку, який буде переносити наноси та поживні речовини в річки. Крім того, зміни кількості та інтенсивності опадів, спричинені зміною клімату можуть збільшити енергію, доступну в опадах. За даними Yang і інших [11] прогнозується, що у всесвіті середня ерозія ґрунту збільшиться приблизно на 9% до 2090 року через зміни клімату. Хоча ерозія ґрунту є природним і неминучим процесом, прискорені темпи втрати ґрунту, спричинені згаданими вище факторами, являють собою серйозну екологічну проблему. Наприклад Istvánovics [12], пояснює зростання швидкості ерозії ґрунту безпосередньо з втратою поживних речовин, що може знизити продуктивність сільського господарства і спричинити евтрофікація водойм. В деяких випадках [13], просунуті стадії ерозії ґрунту, такі як ерозія балок і ярів, можуть спустошувати цілі території, перетворюючи їх на непридатні для цілей сільського господарства цілей.

У цьому контексті вдосконалення моделей і можливостей комп'ютера в останні десятиліття дозволило збільшити кількість досліджень, спрямованих на стале використання природних ресурсів і планування землекористування. Наприклад, імітаційні моделі землекористування та зміни земельного покриву (LUCC) забезпечили надійні рамки, щоб впоратися зі складністю систем землекористування [14]. Такі моделі розглядаються, як ефективні інструменти для проєктування альтернативних сценаріїв у майбутньому дозволяють перевірити стабільність взаємопов'язаних екологічних систем [15]. Моделі ерозії ґрунту призначені для оцінки втрати ґрунту шляхом імітації процесів, пов'язаних із від'єднанням, транспортом і відкладенням опадів. Наявні моделі ерозії ґрунту відрізняються за складністю та вимогами до даних. Поняття про такі моделі можуть базуватися на емпіричних спостереженнях, фізичних рівнянь або комбінації обох [16].

Формування цілей статті.

Це дослідження має на меті знайти взаємозв'язок між структурою землекористування та ерозією. Коефіцієнт землекористування застосовано в моделі методу ерозійного потенціалу для прогнозування ефекту впливу типу землі на зменшення ерозії. Використовували порівняльно-аналітичний метод та метод факторного аналізу.

Виклад основного матеріалу. Дослідження системи складних природно-кліматичних умов України є важливим для забезпечення захисту земель від ерозії, створення умов для їх раціонального використання у системі економічно ефективного адаптивного землеробства, а також аналізу стану земельних ресурсів – є основними цілями у вирішенні розглянутої проблеми. Проаналізовано природні фактори та антропогенну діяльність, що впливає на ерозію ґрунтів. Ерозія – це одна з основних екологічних проблем у сфері використання земельних ресурсів: зменшує площі цінних сільськогосподарських угідь, їх природно-ресурсний потенціал, знижує родючість ґрунтів, розбалансовує поживний, тепловий, водний, повітряний режими.

Нормальна ерозія виникає і протікає під впливом природних чинників. Процес деградації ґрунтів протікає повільно у часі, коли втрати ґрунту не перевищують темпів ґрунтоутворення. Прискорена ерозія ґрунту на тлі антропогенної діяльності людини та втрати значно перевищують темпи ґрунтоутворення, внаслідок чого наочно зменшується потужність гумусового горизонту та знижується їх родючість [1]. Дослідженнями встановлено, що на ґрунтах із гумусовим горизонтом 80 см за 200 років середня швидкість ерозії дорівнює 1 мм/рік. А зміст гумусу знижується з 9 – 12% до 5 – 6%.

Сучасна ерозія ґрунтів – це багаторічний результат неправильного господарського використання території, без урахування її природних умов та загальних закономірностей водного та вітрового режиму. За характером руйнування ґрунту розрізняють схилу (поверхневу) та лінійну (яружну) водну ерозію. В Україні спостерігаються такі наслідки: розвиток ерозійних процесів: зростання понад 40 тис. ярів, площа змитих земель досягла 6300 тис. га, з них на 1500 тис. га повністю втрачено родючий шар. Сучасна ерозія ґрунтів є результатом складної взаємодії багатьох природних факторів та антропогенних умов. Основні природні фактори, що зумовлюють ерозію ґрунтів – це клімат, геологічну будову місцевості, рельєф. Основним елементом клімату, що чинить прямий вплив на ерозію ґрунтів, є атмосферні опади, які формують поверхневий схиловий стік.

Для визначення залежності між різними показниками, обумовленої характером та інтенсивністю водно-ерозійних процесів, застосовували коефіцієнт кореляції (r). Кореляція дає уявлення про роль різних параметрів у розвитку водно-ерозійних процесів, проте за коефіцієнтами кореляції не можна достовірно судити про вплив окремих показників. Факторний аналіз визнаний підтвердити або спростувати гіпотезу впливу тих чи інших причин на формування процесу (у нашому випадку процесу ерозії), тому був використаний набір ознак, які визначені належним чином і залежать від

природних умов. Оцінка розвитку ерозійних процесів за допомогою факторного аналізу нами виділено кілька груп ознак: геоморфологічні (частка схилів крутістю понад 3° та довжиною 200-500 м на орних землях, горизонтальне та вертикальне розчленування рельєфу); кліматичні (кількість опадів за період з $f > 10^\circ$, ГТК, шар стоку, ерозійний потенціал дощів, запаси води в снігу та ін); ґрунтові (частка ґрунтів різного гранулометричного складу в структурі орних та сільськогосподарських земель); антропогенні (орність, сільськогосподарська освоєність). Факторний аналіз передбачає виняток з-поміж аналізованих характеристик малоінформативних або дублюючих.

Динамічні моделі, що працюють на основі клітинних автоматів, виникають як доцільна альтернатива для аналізу динаміки землекористування і в дослідженні сценаріїв майбутнього ландшафту. У цьому дослідженні просторово імітаційна модель динаміки ландшафту, DINA-MICA-EGO була застосована для моделювання майбутнього сценарію землекористування на території України. Модель отримує як вхідні дані темпи зміни землекористування, ландшафтні змінні та ландшафтні параметри. Параметрам ландшафту є властиві просторово розподілені такі характеристики, як тип ґрунту та нахил, які зберігаються постійними під час процесу моделювання. Ландшафтні змінні просторово-часові динамічні характеристики, які піддаються змінам за рішенням виробників, наприклад доріг і природоохоронних територій.

Модель базувалася на картах землекористування та земельного покриття (LULCM). Першим критерієм було те, що ландшафт змінювався між початковим і кінцевим. Ландшафт повинен точно відображати поточні зміни діяльності землі на території дослідження. Тобто розширення сільського господарства передбачалося, що показники між 1997 і 2023 роками будуть стабільними. Другий критерій спирався на наявність супутникових зображень без хмари для складання LULCM, загалом можна використати десять ландшафтних атрибутів (змінних) таких як – відстань до доріг, відстань до ринків, висота, відстань до річок, природоохоронні території, тип ґрунту, ухил, інсоляція, середня річна кількість опадів і відстань до вже створених сільськогосподарських угідь. Всі ландшафтні атрибути представлені растровими зображеннями з 20 м просторовою роздільною здатністю. Після переходу визначаються показники та роль кожного ландшафту, модель використовує стохастичні алгоритми розподіляйте зміни ґрунту та симулюйте ландшафтні сценарії [17].

Карти ґрунтового покриття були створені в результаті класифікації SPOT зображення та ландшафтний сценарій на 2030 рік, змодельований за допомогою моделі LUCC, показані на рис. 1. Через відсутність своєчасних наземних

контрольних даних або аерофотознімання, точність класифікації 1987 року може не підлягати оцінці безпосередньо. Однак, враховуючи однакову класифікацію методологія була застосована до обох карт.

Середньорічні темпи розширення сільського господарства в 1997–2023 рр. показані в таблиці 1. Найвищі коефіцієнти конверсії в переході від лісів до землеробства однак, за абсолютними цифрами найбільше постраждали чагарникові масиви, враховуючи те, що зараз вони є переважним типом рослинності в Україні. Невеликі ділянки вкриті широколистяними лісами були майже недоторканими, демонструючи низькі коефіцієнти конверсії, і загальна сума площа зменшилася з 77 до 69 км² за спостережуваний період.

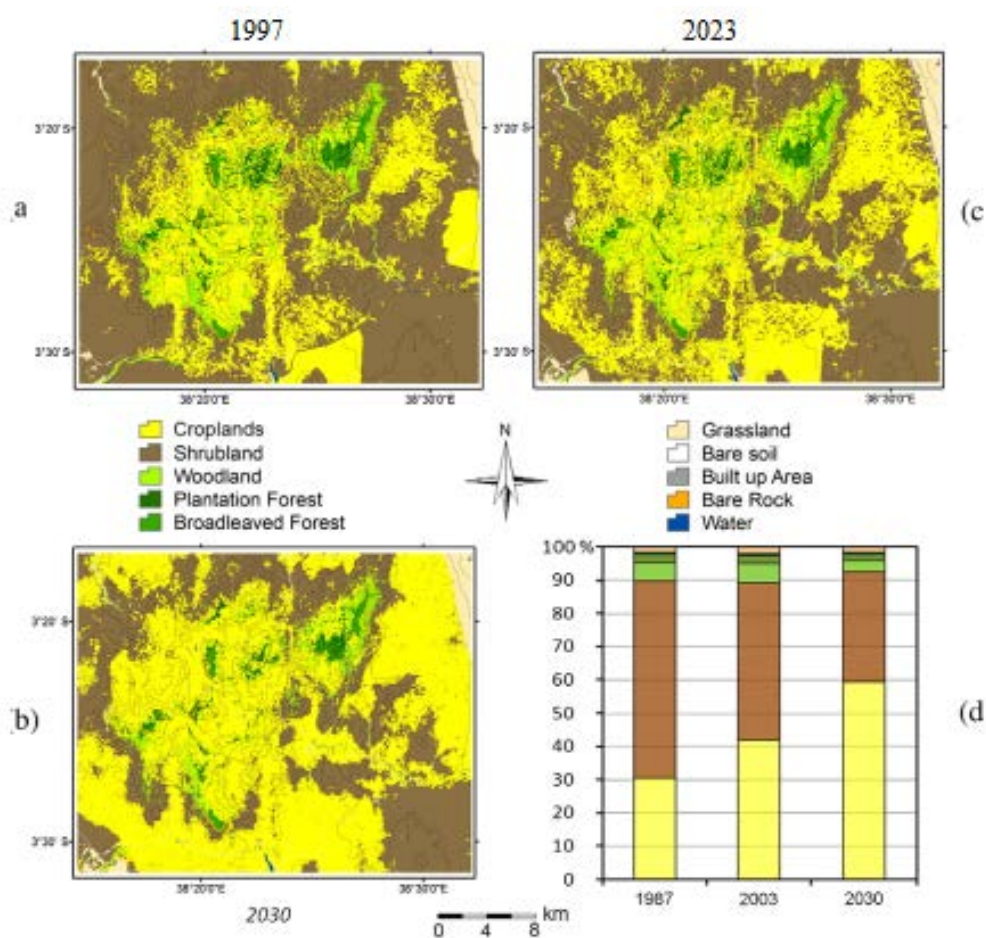


Рис. 1. Історичні та змодельовані зміни землекористування/покриву між 1997 і 2030 роками. (а) Історична карта земельного покриву за 1997 рік; (б) 2023 рік; (с) змодельований дослідницький сценарій на 2030 рік; та (д) відсоток класів ґрунтового покриву в роки дослідження.

У 1997 році посівні землі вже були чітко встановлені в Україні (центральна зона на картах). Це пояснюється сприятливими кліматичними та едафічними умовами для сільськогосподарської діяльності (наприклад, велика кількість опадів), що призвело до очищення великих площ лісів протягом

останнього століття. З 1997 по 2023 рр. ведення сільського господарства на пагорбах вже було майже повністю зайнято. Ця тенденція чітко відображена в результатах моделювання LUCC. У змодельованому сценарії у 2030 році площа посівних угідь зростає приблизно до 5150 км², відповідно приблизно до 60% досліджуваної території. Це означає збільшення на 40% порівняно з 2003 роком, коли орні землі займали близько 3650 км².

Таблиця 1

Середньорічні темпи розширення сільського господарства	
Оригінальна рослинність	Річний коефіцієнт конверсії (%) (базова лінія з 1997 по 2023 рр.)
Чагарник	1,306
Лісистість	2,102
Насадження лісу	1,252
Широколистяний ліс	0,301
Пасовища	0,351

Розподіл ділянок орних земель для кожного з аналізованих років стосовно до коефіцієнта LS представлено на рис. 2. У 1997 році спостерігається, що орні землі були переважно зосереджені в областях з низькими значеннями LS (між 0 і 10), при цьому найбільша кількість патчів має LS від 0 до 1. Між 1997 і 2023 роками нові посівні землі також розвивалися в районах з низьким LS. Іншими словами, сільськогосподарські ділянки створені в останні десятиріччя в основному розселялися в районах зі сприятливим рельєфом. У розширенні сільського господарства, змодельованому на 2030 рік, незначне збільшення ділянок орних земель відбулося в районах з LS від 1 до 10; однак найбільш значне зростання відбулося знову в областях з LS між 0 і 1 (рис. 2а).

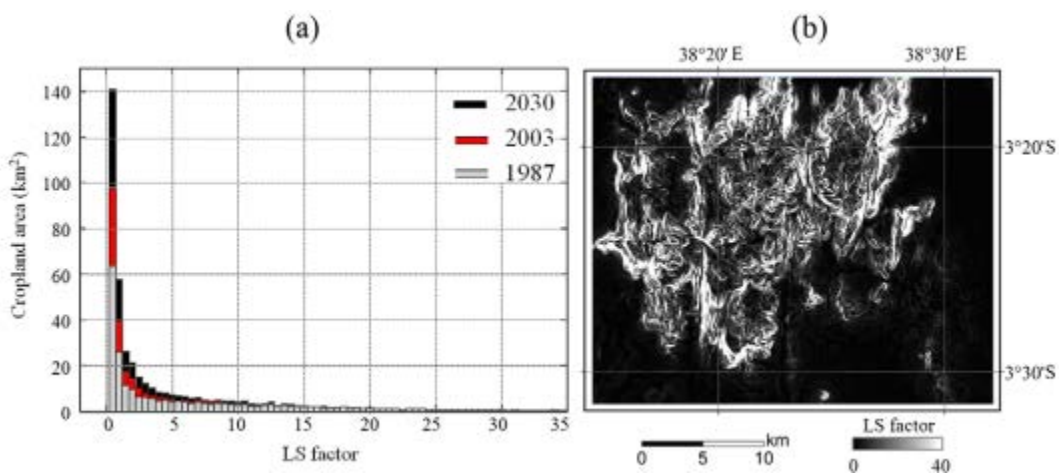


Рис. 2. Розподіл ділянок ріллі щодо фактора USLE LS. (а) Гістограма, що показує розподіл ділянок ріллі стосовно до фактора LS протягом 1997 року, 2023 та змодельований 2030. (б) Коефіцієнт LS для всієї досліджуваної території

Розробка системи протиерозійних заходів стосовно умов конкретного регіону має базуватися на основі ретельного вивчення ґрунтів, рельєфу, характеру сільськогосподарських угідь та місцевого клімату. Оскільки ступінь розвитку ерозійних процесів переважно визначають рельєф, кліматичні чинники, антропогенне навантаження. В останні роки все частіше обговорюються питання глобального потепління клімату та його наслідки. Цей аспект потепління клімату визначив необхідність більш глибокого вивчення з позицій прогнозування прояви ерозії ґрунтів. Для предметного вивчення даного аспекту було зібрано та проаналізовано дані метеорологічних та супутникових спостережень за період з 1997 по 2023 роки з прогнозом на 2030 рік.

На фоні аграрних перетворень (рис. 3), погіршилося ставлення до землі як природного ресурсу, все гостріше на її фоні проявляються негативні природні процеси (дефляція, посухи, суховії, засолення, заболочування та ін.), зменшуються запаси гумусу, відзначається високе техногенне сільськогосподарське навантаження на угіддя агроландшафтів, розораність території часто перевищує екологічно допустимі межі. Прискорений розвиток ерозії ґрунтів у сучасних умовах у перспективі становить загрозу державній продовольчій безпеці.

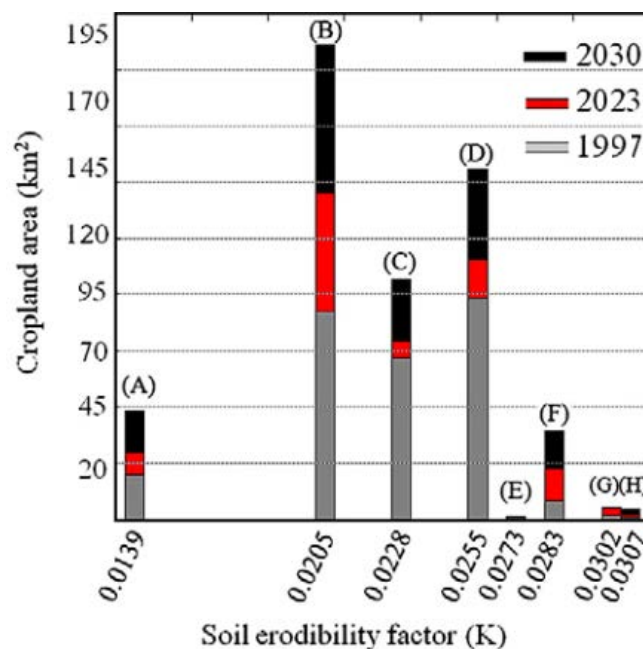


Рис. 3. Просторово-часовий розподіл посівних площ залежно від еродованості ґрунту. Гістограма, що показує розподіл ділянок ріллі щодо ерозійності ґрунту протягом 1997, 2023 років та змодельованого 2030 року

Не менш важливим є дотримання технології створення лісових культур на схилах з відповідною системою обробітку ґрунту, сівбою чи висаджуванням

порід, дотриманням своєчасних агротехнічних і лісівничих доглядів. Актуальною є і розробка механізму економічного стимулювання землевласників та землекористувачів за вжиття заходів з охорони земель від деградації, а також адаптації до змін клімату.

Висновок. До природних факторів (грунти, опади, температура, рельєф та ін), що визначають ступінь розвитку ерозійних процесів додаються ще й антропогенні умови, які посилюють (знижують) інтенсивність їх розвитку. Сучасна прискорена ерозія протікає і інтенсивної сільськогосподарської діяльності, високої освоєності і розораності територій, високого антропогенного навантаження землі. Боротьба з ерозією на етапі розвитку науки набуває нових аспектів. І на цьому фоні проблема та завдання вивчення ерозії ґрунтів. Необхідний системний підхід щодо ландшафтно-екологічного устрою території та впровадження адаптивного землеробства. Зараз є потреба у розробці проєктів землеустрою сільськогосподарських організацій на ландшафтно-екологічних засадах, заснованих на детальному обліку зональних природно-кліматичних особливостей з метою впровадження адаптованих систем землеробства, що забезпечують вирішення задач раціонального, дбайливого використання земель, відтворення родючості ґрунтів та ведення високоефективного аграрного природокористування.

Література:

1. Варга Л., Пузир О.О., Лозінська Т.П. Проблеми збереження біорізноманіття лісів Міжнародна наукова конференція: Технології, інструменти та стратегії реалізації наукових досліджень. Херсон. Матеріали конференцій МЦНД, 2020. С.59-61.
2. Лозінська Т.П., Яценко В.М. Інтродукція як засіб підвищення лісистості та метод покращення видового складу лісових насаджень і збільшення біорізноманіття. Вивчення і збереження біорізноманіття біоценозів України: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених (Біла Церква, 20-23 квітня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. 26-28.
3. Лозінська Т.П., Яценко В.М. Оптимізація фітомеліоративних заходів щодо збереження біорізноманіття та стійкості лісових екосистем. Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ландшафтно-архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 16–17 вересня 2021 р.). Біла Церква : БНАУ, 2021. С.43–44.
4. Foley, J., de Fries, R., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H.,

Holloway, T., Howard, E., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570–574.

5. Clark, B.J.F., Pellikka, P.K.E., 2009. Landscape analysis using multiscale segmentation and object orientated classification. In: Röder, A., Hill, J. (Eds.), *Recent Advances in Remote Sensing and Geoinformation Processing for Land Degradation Assessment*. ISPRS Book Series in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 8. Taylor & Francis, London, pp. 323–342.

6. Brink, A.B., Eva, H.D., 2009. Monitoring 25 years of land cover change dynamics in Africa: a sample based remote sensing approach. *Applied Geography* 29, 501–512.

7. Gafforov Kh.Sh. The Assessment of Climate Change on Rainfall-Runoff Erosivity in the Chirchik-Akhangaran Basin, Uzbekistan. 12(8). *Sustainability*, 2020. - 369 p.

8. Fischer, G., Tubiello, F.N., van Velthuisen, H., Wiberg, D.A., 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements: effects of mitigation, 1990 2080. *Technological Forecasting and Social Change* 74, 1083–1107.

9. Schmidhuber, J., Tubiello, F.N., 2007. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, 19703–19708

10. Van Oost, K., Govers, G., Desmet, P., 2000. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology* 15, 577–589.

11. Yang, D., Kanae, S., Oki, T., Koike, T., Musiake, K., 2003. Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes. *Hydrological Processes* 17, 2913–2928.

12. Istvánovics, V., 2009. Eutrophication of lakes and reservoirs. In: Likens, G.E. (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters*. Academic Press, London, pp. 157–165. doi:10.1016/B978-012370626-3.00141-1.

13. Luo M. Spatiotemporal characteristics of future changes in precipitation and temperature in Central Asia. *International Journal of Climatology*. 39(3). 2019. - Pp. 1571-1588.

14. Шквірко О., Тимчук І. Можливість використання енергетичних культур для рекультивації порушених територій. Студентська молодь і науковий прогрес в АПК : зб. тез доп. міжнар. студ. наук. форуму. (м. Львів, 17–19 вересня 2019 року). Львів , 2019. С. 28.

15. Koomen, E., Rietveld, P., Nijs, T.de., 2008. Modelling land-use change for spatial planning support. *The Annals of Regional Science* 42, 1–10.

16. Merritt, W.S., Letcher, R.A., Jakeman, A.J., 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environmental Modelling and Software* 18, 761–799.

17. Almeida, C.M., Vieira Monteiro, A.M., Camara, G., Soares-Filho, B.S., Coutinho, Cerqueira G., Lopes, Pennachin C., Batty, M., 2005. GIS and remote sensing as tools for the simulation of urban land-use change. *International Journal of Remote Sensing* 26, 759–774.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Cherednychenko Iryna,

Luhansk National University named after Taras Hryhorovych Shevchenko,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Lozinska Tetiana,

Bila Tserkva National Agrarian University

PhD in Geography, Associate Professor **Yermakov Vyacheslav**

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

THE IMPACT OF CLIMATIC FACTORS ON EROSION PROCESSES AND LANDFORMS

The development of erosion processes in many regions of Ukraine remains the most important problem of agriculture. A significant area of eroded land is usually located in areas of developed agriculture, where the vast majority of agricultural products are produced. In modern conditions, anti-erosion organization and arrangement of the territory of arable land of agricultural enterprises should be carried out on the principles of rational use of soil fertility and creation of conditions for conducting adaptive agriculture. In recent years, the issue of global climate warming and its consequences has been increasingly discussed. This aspect of climate warming determined the need for a deeper study of the positions of predicting the manifestation of soil erosion. The development of a system of anti-erosion measures in relation to the conditions of a specific region should be based on a thorough study of soils, relief, the nature of agricultural land and the local climate. Soil erosion in modern conditions is accelerating, which in the future poses a threat to national food security.

Land cover and land use change is predicted for the next decade using topography, geology, land use maps and remote sensing data of the studied area. Our study investigated the relationship between agricultural land growth and landscape change. Land use changes assessed among different land cover classes. These changes in the soil cover led to the degradation of the forests of the studied area. The relationship between land use changes and agricultural growth offered a more reliable forecast of soil erosion in Ukraine.

This study aims to estimate future changes in climate and land use that may vary in time and space, inherent in a widely used model of soil erosion, and assess the impact of these changes on soil conservation. The model framework is assembled by integrating a dynamic landscape model, a soil erosion model, and generated synthetic rainfall datasets using Monte Carlo simulations. The results suggest that if current trends continue, agricultural areas will occupy approximately 60% of the study area by 2030. Although these land-use changes will certainly increase soil erosion, the new arable land is likely to be mostly in the lowlands, which cover areas with less potential for soil erosion. By 2030, precipitation erosivity is likely to increase during April and November, while there is a slight downward trend in March and May.

Key words: erosion potential method; remote sensing; erosion; agricultural activity; soils; anthropogenic load; natural and climatic conditions.

REFERENCES

1. Varha L., Puzyr O.O., Lozinska T.P. Problemy zberezhennia bioriznomanittia lisiv Mizhnarodna naukova konferentsiia: Tekhnolohii, instrumenty ta stratchii realizatsii naukovykh doslidzhen. Kherson. Materialy konferentsii MTsND, 2020. S. 59-61. {in Ukrainian}.

2. Lozinska T.P., Yatsenko V.M. Introduktsiia yak zasib pidvyshchennia lisystosti ta metod pokrashchennia vydovoho skladu lisovykh nasadzhen i zbilshennia bioriznomanittia. Vyvchennia i zberezhennia bioriznomanittia biotsenoziv Ukrainy: materialy Vseukrainskoi naukovopraktychnoi konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity i molodykh vchenykh (Bila Tserkva, 20-23 kvitnia 2021 r.). Bila Tserkva: BNAU, 2021. 26-28. {in Ukrainian}.

3. Lozinska T.P., Yatsenko V.M. Optymizatsiia fitomelioratyvnykh zakhodiv shchodo zberezhennia bioriznomanittia ta stiikosti lisovykh ekosystem. Aktualni problemy, shliakhy ta perspektyvy rozvytku landshaftnoi arkhitektury, sadovoparkovoho hospodarstva, urboekolohii ta fitomelioratsii : materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Bila Tserkva, 16–17 veresnia 2021 r.). Bila Tserkva : BNAU, 2021. S.43–44. {in Ukrainian}.

4. Foley, J., de Fries, R., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570–574. {in English}

5. Clark, B.J.F., Pellikka, P.K.E., 2009. Landscape analysis using multiscale segmentation and object orientated classification. In: Röder, A., Hill, J. (Eds.), *Recent Advances in Remote Sensing and Geoinformation Processing for Land Degradation*

Assessment. ISPRS Book Series in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 8. Taylor & Francis, London, pp. 323–342. {in English}

6. Brink, A.B., Eva, H.D., 2009. Monitoring 25 years of land cover change dynamics in Africa: a sample based remote sensing approach. *Applied Geography* 29, 501–512. {in English}

7. Gafforov Kh.Sh. The Assessment of Climate Change on Rainfall-Runoff Erosivity in the Chirchik-Akhangaran Basin, Uzbekistan. 12(8). *Sustainability*, 2020. - 369 p. {in English}

8. Fischer, G., Tubiello, F.N., van Velthuisen, H., Wiberg, D.A., 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements: effects of mitigation, 1990 2080. *Technological Forecasting and Social Change* 74, 1083–1107. {in English}

9. Schmidhuber, J., Tubiello, F.N., 2007. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, 19703–19708.. {in English}

10. Van Oost, K., Govers, G., Desmet, P., 2000. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology* 15, 577–589. {in English}

11. Yang, D., Kanae, S., Oki, T., Koike, T., Musiak, K., 2003. Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes. *Hydrological Processes* 17, 2913–2928. {in English}

12. Istvánovics, V., 2009. Eutrophication of lakes and reservoirs. In: Likens, G.E. (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters*. Academic Press, London, pp. 157–165. doi:10.1016/B978-012370626-3.00141-1. {in English}

13. Luo M. Spatiotemporal characteristics of future changes in precipitation and temperature in Central Asia. *International Journal of Climatology*. 39(3). 2019. - Pp. 1571-1588. {in English}

14. Shkvirko O., Tymchuk I. Mozhylyvist vykorystannia enerhetychnykh kultur dlia rekultyvatsii porushenykh terytorii. *Studentska molod i naukovyi prohres v APK : zb. tez dop. mizhnar. ctud. nauk. forumu. (m. Lviv, 17–19 veresnia 2019 roku)*. Lviv , 2019. S. 28. {in Ukrainian}

15. Koomen, E., Rietveld, P., Nijs, T.de., 2008. Modelling land-use change for spatial planning support. *The Annals of Regional Science* 42, 1–10. {in English}

16. Merritt, W.S., Letcher, R.A., Jakeman, A.J., 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environmental Modelling and Software* 18, 761–799. {in English}

17. Almeida, C.M., Vieira Monteiro, A.M., Camara, G., Soares-Filho, B.S., Coutinho, Cerqueira G., Lopes, Pennachin C., Batty, M., 2005. GIS and remote sensing as tools for the simulation of urban land-use change. *International Journal of Remote Sensing* 26, 759–774. {in English}