

SSEDJ, 1(1), 21–34 (2023)

Published online: 12 June 2023.

[https://doi.org/10.31499/2786-7838.ssedj.2023.1\(1\).21-33](https://doi.org/10.31499/2786-7838.ssedj.2023.1(1).21-33)**RESEARCH ARTICLE**

Received: 03 October 2022. Revised: 11 May 2023. Accepted: 17 May 2023.

Functioning Simulation of Agricultural Landscapes in the Zhytomyr RegionAndrii Maksyutov¹  · Oksana Braslavska² 

© 2023 Authors

Abstract

Purpose: To establish and substantiate the aspects of modelling the functioning of agricultural landscapes in the Zhytomyr region; to analyse the processes of modelling and designing agricultural landscapes; to provide a historical and landscape interpretation of changes in the nature of the Zhytomyr region under the influence of agricultural nature management. **Design / Methodology / Approach:** Landscape modelling, cartographic, calculation and design, analysis and evaluation of ecological and landscape land management for modelling the functioning of agricultural land use. **Findings:** The article examines and substantiates the process of modelling and functioning of agricultural landscapes of the Zhytomyr region. It was established that the ability of mankind to use and adapt the environment to create a comfortable life and favourable production conditions requires increased attention to regional issues of nature protection and society's attitude to it, interaction of various types of human activity with the geographical environment. It has been proven that the most important task today is the regulation of society's relationship with nature, its rational use and protection, which is understood as the prevention of damage and adverse consequences of human intervention, as well as reasonable forecasting of possible environmental changes. As a result of the research, it was found that the agricultural landscape arises as a result of intensive agricultural production (vegetables, horticulture, livestock, poultry, etc.). The creation of such a landscape is accompanied not only by changing the territory with the removal of those objects that interfere with work, but also by the construction of embankments, ponds, irrigation canals, etc. The territorial arrangement of the agricultural landscape is important, especially for the optimization of economic activity. Its task is the rational distribution of territories of various functional purposes and uses. **Originality / Value:** As a result of the research, it was found that the agricultural landscape arises as a result of intensive agricultural production (vegetables, horticulture, livestock, poultry, etc.). The creation of such a landscape is accompanied not only by changing the territory with the removal of those objects that interfere with work, but also by the construction of embankments, ponds, irrigation canals, etc. The territorial arrangement of the agricultural landscape is important, especially for the optimization of economic activity. Its task is the rational distribution of territories of various functional purposes and uses. As a result, prerequisites are created for increasing the efficiency of land use, agrotechnical technologies, implementation of rational and ecologically clean farming systems, implementation of measures to increase fertility and soil protection. Intensive use of nature has led to deterioration of soil and surface water quality; accumulation of significant volumes of solid and liquid waste; air pollution from vehicles and industrial production; landscape changes and biodiversity. **Practical Meaning:** Modelling the functioning of agricultural landscapes in the Zhytomyr region is important for understanding the geographical patterns of the spatial organisation of nature and human activity. **Further Research:** The obtained results can be used in the further study of agricultural landscapes of the Zhytomyr region. Theoretical and practical material of scientific research can be used in the process of retraining and improving the qualifications of teachers of biology, ecology, geography.

Keywords

environment, geographical environment, nature management, agricultural landscape, territorial arrangement, economic activity, modelling of agricultural landscapes, environmental problems.

JEL Classification: Q15, Q24, R14, R52.

¹ Andrii O. Maksyutov, *corresponding author*

✉ andriy.maksyutov@udpu.edu.ua ☎ +380964810341

Associate Professor at the Department of Geography and Methods of Teaching, PhD in Pedagogy, Associate Professor, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, 2 Sadova Str., Uman, 20300 (Ukraine)

² Oksana V. Braslavska

✉ oksana.braslavska@udpu.edu.ua ☎ +380989198916

Head of the Department of Geography and Methods of Teaching, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, 2 Sadova Str., Uman, Cherkasy region, 20300 (Ukraine)



Опубліковано онлайн: 12 червня 2023.

[https://doi.org/10.31499/2786-7838.ssedj.2023.1\(1\).21-33](https://doi.org/10.31499/2786-7838.ssedj.2023.1(1).21-33)

ДОСЛІДНИЦЬКА СТАТТЯ

Отримано: 03 жовтня 2022. Переглянуто: 11 травня 2023. Прийнято: 17 травня 2023.

Моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області

Андрій Максютів¹  • Оксана Браславська² 

© 2023 Автори

Анотація

Мета. Установлення та обґрунтування аспектів моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області; проведення аналізу процесів моделювання та конструювання сільськогосподарських ландшафтів; історико-ландшафтознавче трактування змін у природі Житомирщини під впливом сільськогосподарського природокористування. **Дизайн / методи / підходи.** Ландшафтного моделювання, картографічний, розрахунково-конструктивний, аналіз і оцінка еколого-ландшафтного землеустрою для моделювання функціонування сільськогосподарського землекористування. **Результати.** У статті досліджені та обґрунтовані теоретичні та практичні аспекти моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області. Встановлено, що здатність людства використовувати та адаптувати навколишнє середовище для створення комфортного життя та сприятливих виробничих умов потребує підвищеної уваги до регіональних питань охорони природи та ставлення до неї суспільства, взаємодії різних видів людської діяльності з географічним середовищем. Доведено, що найважливішим завданням сьогодні є регулювання взаємовідносин суспільства з природою, її раціональне використання та охорона, що розуміється як запобігання несприятливих наслідків людського втручання, а також обґрунтоване прогнозування можливих змін навколишнього середовища. В результаті дослідження виявлено, що сільськогосподарський ландшафт виникає в результаті інтенсивного сільськогосподарського виробництва (овочівництва, садівництва, тваринництва, птахівництва тощо). Створення такого ландшафту супроводжується не тільки зміною території з видаленням тих об'єктів, які заважають роботі, а й будівництвом насипів, ставків, зрошувальних каналів тощо. Територіальне моделювання сільськогосподарського ландшафту має важливе значення, особливо для оптимізації ведення господарської діяльності. Його завданням є раціональний розподіл територій різного функціонального призначення та використання. Як наслідок, створюються передумови для підвищення ефективності використання земель, агротехнічних технологій, впровадження раціональних та екологічно чистих систем землеробства, здійснення заходів щодо підвищення родючості та охорони ґрунтів. **Оригінальність / цінність / наукова новизна.** В результаті дослідження встановлено, що інтенсивне природокористування призвело до погіршення якості ґрунтів і поверхневих вод; накопичення значних обсягів твердих і рідких відходів; забруднення повітря від транспортних засобів та промислового виробництва; змін ландшафту та біорізноманіття. Для Житомирської області характерна велика кількість родовищ корисних копалин, які активно розробляються, що призводить до активного розширення територій з порушеним земельним покривом. Змінені території та полігони відходів є значною екологічною проблемою і вимагають комплексу заходів для їх вирішення. Не менш важливою екологічною проблемою є відмова від активного використання та охорони малородючих земель, які зараз

¹ Андрій Олексійович Максютів, автор-кореспондент

✉ andriy.maksyutov@udpu.edu.ua ☎ +380964810341

доцент кафедри географії та методики її навчання, кандидат педагогічних наук, доцент, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, м. Умань, Черкаська область, 20300 (Україна)

² Оксана Володимирівна Браславська

✉ oksana.braslavska@udpu.edu.ua ☎ +380989198916

завідувач кафедри географії та методики її навчання, доктор педагогічних наук, професор, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, м. Умань, Черкаська область, 20300 (Україна)

активно використовуються для сільського господарства, та створення на таких територіях екологічно стійкого ландшафту. Це потребує розробки методики оцінки стану такої землі та її охорони. *Практичне значення.* Моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області має важливе значення для розуміння географічних закономірностей просторової організації природи та діяльності людини. Об'єктом моделювання є природно-господарські комплекси (у нашому випадку сільськогосподарські ландшафти), які є складними системами з компонентною структурою та великою кількістю внутрішніх взаємозв'язків. *Подальші дослідження.* Одержані результати можна використовувати у подальшому дослідженні просторової організації сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області. Теоретичний та практичний матеріал наукового дослідження може бути використаний у процесі перепідготовки та підвищення кваліфікації вчителів біології, екології, географії тощо.

Ключові слова

навколишнє середовище, географічне середовище, природокористування, сільськогосподарський ландшафт, територіальне облаштування, господарська діяльність, моделювання сільськогосподарських ландшафтів, екологічні проблеми.

Вступ / Introduction

Останні десятиліття характеризуються значною деградацією земельних ресурсів України через виснаження земель внаслідок нераціональної сільськогосподарської діяльності, зростання екологічних наслідків промислового виробництва та неналежної структури ґрунтів.

Особливістю методологічних засад конструктивно-географічного дослідження ландшафтних ресурсів є те, що на відміну від інших видів природних ресурсів вони мають певні виняткові властивості. Серед останніх особливої уваги заслуговує той факт, що земельні ресурси обмежені територією і не можуть бути замінені іншими засобами виробництва (Yatseniuk, 2013, p. 152). Крім того, земельні ресурси пов'язані з природними умовами, які визначають їхню якість. Водночас за умови раціонального використання земельних ресурсів їх можна не лише зберегти, а й, хоча б частково, поліпшити їхні характеристики (Yatseniuk, 2019, p. 40). На нашу думку це можливо завдяки застосуванню конструктивістського підходу щодо формування та моделювання структури землекористування.

Дослідження проблем землекористування за своєю природою знаходяться на перехресті кількох наук – сільського господарства, геодезії, екології, економіки, права і, не в останню чергу, географії. Адже кожна ділянка обмежена певним фрагментом геопросторового простору, який характеризується певними природними умовами. Ці умови значною мірою визначають місце території в структурі земельного фонду, її оцінку з точки зору ймовірної врожайності сільськогосподарських культур тощо. Тому питання землекористування значною мірою належить до компетенції географічних наук, а саме – географії ґрунтів, геоморфології, кліматології, економічної географії тощо, інтеграційну роль яких відіграє конструктивна географія (Yatseniuk, 2014, p. 17). На нашу думку, серед антропогенних комплексів найбільш поширеними є сільськогосподарські ландшафти. Це рілля, сади, плантації та засіяні луки, трав'яно-чагарникові пасовища та луки антропогенного походження.

Сільськогосподарські ландшафти з давніх часів є найпоширенішими серед антропогенних комплексів. Через рух населення і нестачу продуктів харчування з кожним роком на Землі все більше з'являються зміни, які утворюються внаслідок сільськогосподарської діяльності людини (Bahrov, Rudenko, & Chervanov, 2010, p. 13).

Сільськогосподарські ландшафти формуються з метою і під впливом сільськогосподарського виробництва. Вони виникають у процесі землекористування, рослинний і ґрунтовий покрив яких зазнає значних змін і більш-менш підконтрольний людині (Hurova, 2001, p. 146).

Сільськогосподарські ландшафти України характеризується високою різноманітністю, що часто призводить до їх ототожнення з типами сільськогосподарських угідь. За характером основних видів виробничої діяльності людини сільськогосподарський ландшафт України можна поділити на три підкласи: поля, лугові пасовища, сади (Yatseniuk, 2002, p. 48).

Найбільші площі в структурі сільського господарства займають землі сільськогосподарського призначення. Відповідно до особливостей організації ландшафтної

місцевості доцільно виділити власне рельєфні та польові системи ландшафтної інженерії (Hutsuliak, 2008).

На нашу думку, моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області є нагальною та актуальною проблемою сьогодення.

Огляд літератури / Literature Review

Питанням моделювання, прогнозування та функціонування сільськогосподарських ландшафтів присвячена велика кількість досліджень вітчизняних та закордонних науковців. У загальних рисах питання теорії антропогенного ландшафтознавчого прогнозу представлені в працях таких учених, як: К. Баран, В. Буряк, А. Ковтун (Baran, Buriak, & Kovtun, 2011), А. Божок (Bozhok, 1995), В. Гуцуляк (Hutsuliak, 2008), М. Кухар, О. Доброходова, А. Євдокімов, М. Мироненко (Kukhar, Dobrokhodova, Yevdokimov, & Myronenko, 2021), П. Міхно (Mikhno, 2020), П. Шищенко (Shyshchenko, 1988) та інших. Цікавим є практичний досвід А. Гудзевич, який використав методи моделювання для оцінки потенціалу природних ресурсів сільськогосподарських угідь, визначення їх екологічного стану та визначення ступеня сільськогосподарського навантаження (Hudzevich, 2012). В. Удовиченко запропонував використовувати регіональну геоінформаційну систему, що містить інформацію про структуру, стан і придатність ґрунту, як основу для локалізації типів ґрунтів і культур (Udovychenko, 2018).

У своїй роботі Г. Хохлов з використанням геоінформаційної системи здійснив комплексну природно-економічну оцінку місцевості та визначив раціональний тип і тип сільськогосподарського природокористування (Khokhlov, 2017). А. Чижмаков за допомогою геоінформаційного моделювання здійснив комплексну оцінку ґрунтових ресурсів регіону для рослинництва (Chyzhnikov, 1977).

М. Полупан розробив якісно нові типи ґрунтових комп'ютерних баз даних, які широко використовуються для вирішення практичних завдань аналізу ґрунтових ресурсів (Polupan, 2011). Р. Таратула розглядає створення інтегрованої геоінформаційної моделі регіону, заснованої на системному підході та об'єктно-орієнтованій технології, що дозволяє моделювати всі структурні особливості геосистем (Taratula, 2017).

У своїй роботі С. Булигін аналізує існуючі види регіонального геоінформаційного моделювання, описує основні принципи та фази цього процесу (Bulyhin, 2001). Аналіз дослідження показує, що сучасні геоінформаційні технології є потужним інструментом моделювання та просторового аналізу регіональних геосистем, що широко використовується для вирішення різноманітних наукових і практичних завдань.

На регіональному рівні поки що не використовувалося геоінформаційне моделювання. Усі попередні спроби використання геоінформаційних систем стосувалися або малих територій, або мали галузевий характер, що призводило до дублювання інформації та необхідної неузгодженості. При цьому при вивченні регіону враховується взаємозв'язок усіх його підсистем, що впливає на екологічний стан місцевості і в кінцевому підсумку перешкоджає сталому регіональному розвитку (Kukhar, Dobrokhodova, Yevdokimov, & Myronenko, 2021).

На нашу думку, для вирішення цієї проблеми необхідно утриматися від створення багатьох спеціалізованих інформаційних систем. Натомість необхідно мати спеціалізовані бази геоінформаційних даних, які будуть частиною єдиної просторової бази даних регіону, отриманої на єдиній геоінформаційній платформі за однаковими правилами та на тих самих умовах.

Постановка завдання / Problem Statement

Для моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області необхідно: ознайомитися з поняттям сільськогосподарський ландшафт та його функціями; встановити та обґрунтувати аспекти моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області, провести класифікацію ґрантів Житомирської області; проаналізувати процес моделювання та конструювання сільськогосподарських ландшафтів; дослідити передумови та історико-ландшафтознавче трактування змін у природі Житомирщини під впливом сільськогосподарського природокористування.

Матеріали та методи / Materials and Methods

Сільськогосподарський ландшафт складається з комплексу взаємозмінних природних компонентів, а також елементів агросистеми з автономним водним, тепловим та іншим режимом з ознаками єдиної екологічної системи (Hurova, 2000, p. 281).

Сільськогосподарський ландшафт – це складна багатовимірна екосистема з ландшафтним виглядом і внутрішньою структурою, яка функціонує залежно від системи землеустрою (Maksymenko, 2015, p. 284).

Її можна розглядати як територіальну одиницю для вирішення питань формування систем сільського господарства та землеустрою на екологічній основі.

Територія Житомирської області знаходиться у двох природно-кліматичних зонах – Лісостепу (19 %) та Поліссі (81 %) (Рис. 1).

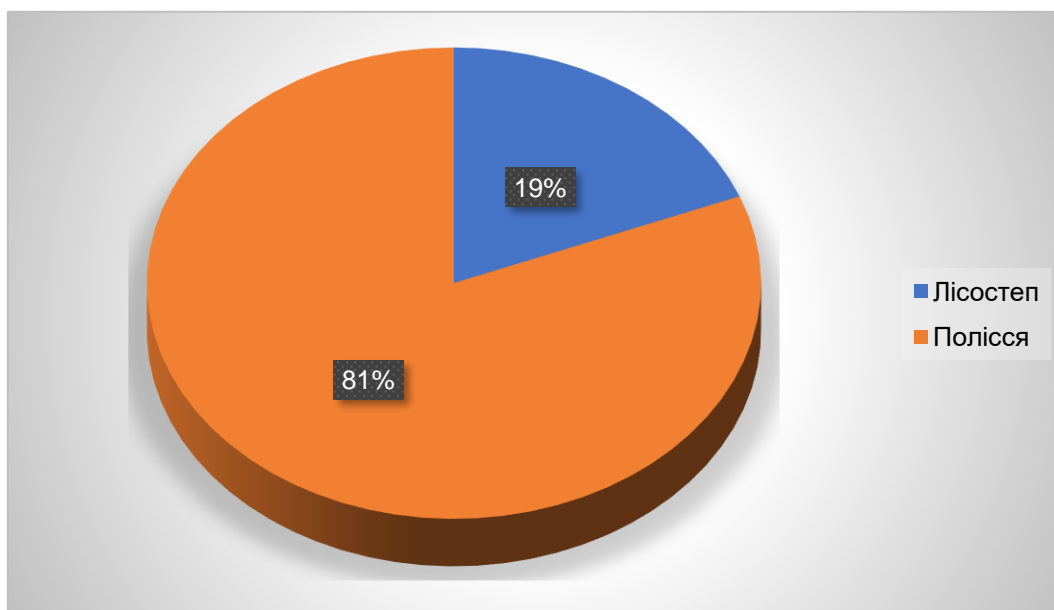


Рис. 1. Природно-кліматичні зони території Житомирської області

Джерело: сформовано за даними Управління екології та природних ресурсів житомирської обласної військової адміністрації (Department of Ecology and Natural Resources of the Zhytomyr Regional Military Administration, 2022, p. 7).

Ці території суттєво відрізняються за геологічною будовою, структурою ландшафту, ґрунтами, лісистістю, ступенем сільськогосподарської зрілості місцевості та видовим складом флори, у тому числі зональних культур.

Ґрунти та їх материнські породи частини Поліського регіону, уздовж умовної широти на північ від Житомира, сформовані переважно на льодовикових та гідрольодовикових відкладах, за винятком висоти Словечансько-Овруцького хребта.

Близькість кристалічних порід до земної поверхні зумовлює розвиток процесів заболочення, які сповільнюють ґрунтоутворення на Поліссі, призводять до утворення торф'яних боліт, торфово-болотних ґрунтів у низинах (Department of Ecology and Natural Resources of the Zhytomyr Regional Military Administration, 2022, p. 81).

Ґрунтовий покрив регіону дуже складний і характеризується високим ступенем диференціації значень ґрунтового контуру та високою контрастністю з генетично-сільськогосподарської точки зору.

В умовах перехідної і особливо поліської зони одні ґрунти часто входять до складу інших з протилежними фізико-хімічними властивостями, що значно ускладнює застосування однієї і тієї ж агротехніки на одному полі. Всього в області виявлено 50 генетичних груп ґрунтів та 294 їх типи ґрунтів (Рис. 2). Така різноманітність поширених у регіоні видів ґрунтів обумовлена неоднорідністю геологічної будови, клімату, рельєфу та пов'язаних з ними вологості та інших факторів, під впливом яких утворилися ґрунти.

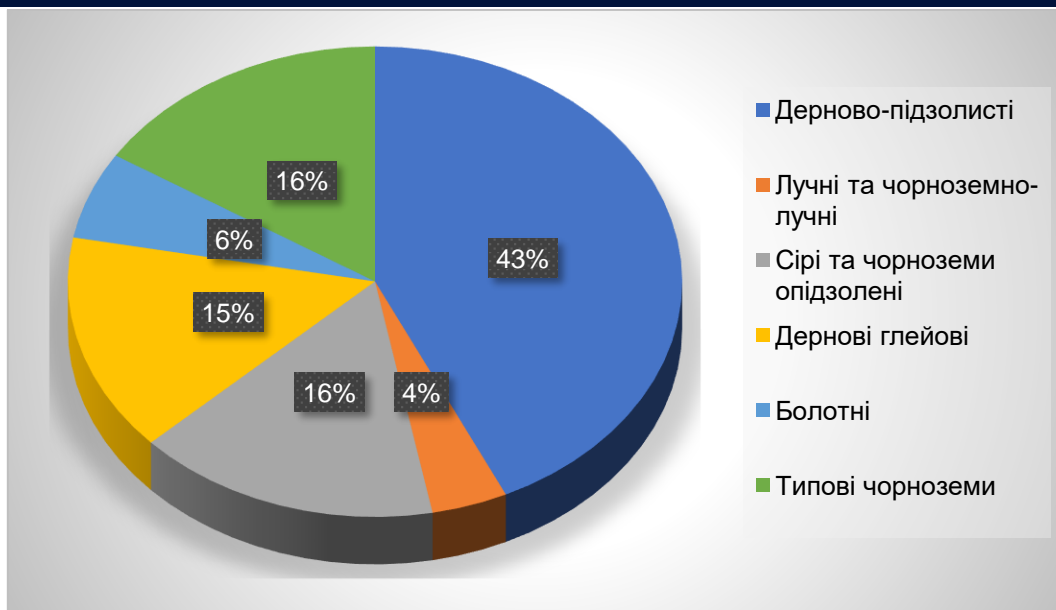


Рис. 2. Структура сільськогосподарських угідь області за типами ґрунтів, %

Джерело: сформовано за даними Управління екології та природних ресурсів житомирської обласної військової адміністрації (Department of Ecology and Natural Resources of the Zhytomyr Regional Military Administration, 2022, p. 88–89).

Як ми бачимо на Рис. 2, найбільшу частку у загальній структурі сільськогосподарських угідь області становлять дерново-підзолисті ґрунти 43,2 %, найменшу – лучні та чорноземно-лучні 4 %.

На відносно низькій, рівнинній ділянці Полісся та перехідних зонах в умовах достатньої зволоження за легким механічним складом утворилися натрієво-підзолисті ґрунти піщаного, глиноземно-піщаного та піщаного механічного складу, а також натрієво-підзолисті вугільні ґрунти.

У структурі сільськогосподарських угідь зони Полісся дерново-підзолисті ґрунти займають 63,4 %, перехідної – 37,3 % (Рис. 3).

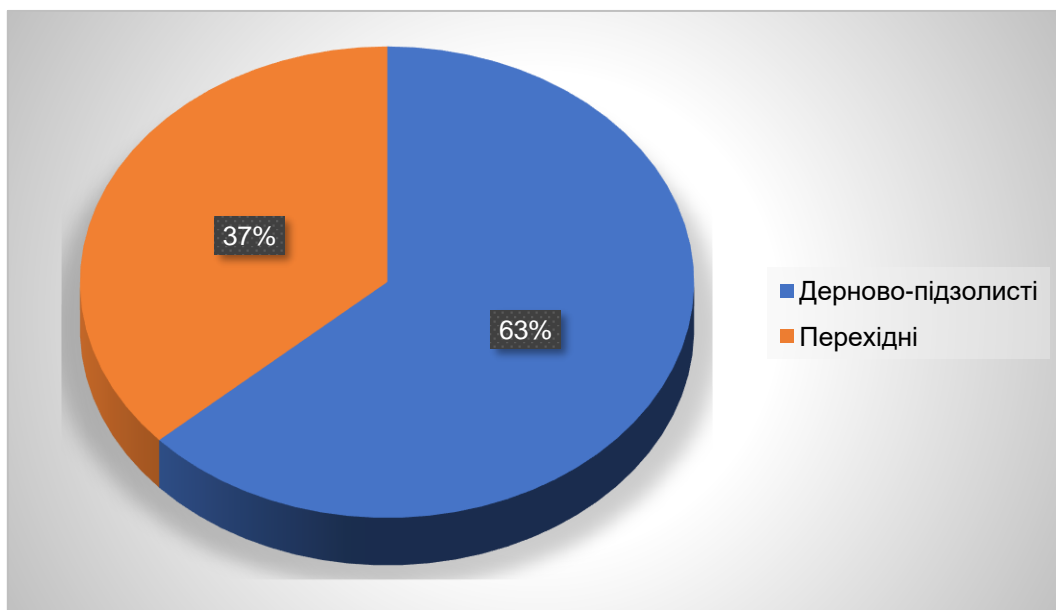


Рис. 3. Структура сільськогосподарських угідь Полісся

Джерело: сформовано за даними Управління екології та природних ресурсів житомирської обласної військової адміністрації (Department of Ecology and Natural Resources of the Zhytomyr Regional Military Administration, 2022, p. 88–89).

Усі підзолисті ґрунти характеризуються низкою негативних властивостей: кислою реакцією ґрунтового розчину, бідністю на гумус та грубо- і легкорозчинними формами поживних речовин, несприятливим водно-повітряним режимом. Природна родючість цих ґрунтів низька, особливо піщані та супіщані ґрунти.

Щільний малопроникний клейовий горизонт натрієво-підзолистих глеїв і сильно склеєних піщаних ґрунтів перешкоджає швидкому проникненню розплавлених весняних і літніх дощових вод у глибші горизонти.

У Лісостаповій зоні області сформувалися багаті кальцієм ґрунти та лісоподібні породи, що утворили значно родючіші ґрунти, ніж у зоні Полісся.

У північній частині лісостепової зони, у південній частині перехідної зони (переважно Житомирський та Новоград-Волинський райони), а також на окремих масивах зони Полісся (Овруцький, Черняхівський, Радомишльський та Баранівський райони) ґрунти: сірі, темно-сірі, підзолисті чорноземи.

Окремі великі масиви (на захід від м. Чуднова і Андрушівки) є малогумусними глибоко-мілководними чорноземами. Основою ґрунтового покриву крайньої південної лісостепової зони області є малогумусні глибокі та неглибокі піщано-середньоглинисті чорноземи. У структурі сільськогосподарських угідь у лісостеповій зоні вони становлять майже 46 %, у перехідній – 9 %, у зоні Полісся – 0,2 %.

Ці ґрунти характеризуються хорошою аерацією та водопроникністю з достатньою водоутримуючою здатністю. Значна поглинаюча здатність і амортизація створюють сприятливі умови для накопичення і закріплення в ґрунті органічних і мінеральних елементів живлення.

Чорнозем глибокий відрізняється від мілководного потужністю гумусового горизонту, яка досягає 90 см., а в окремих випадках – 105–125 см. Їх фізико-хімічні властивості майже такі ж, як властивості мілкого чорнозему, тому заходи щодо їх використання однакові.

На території Ружинського та зрідка Чуднівського районів розвивалися деградовані ґрунти – частіше чорноземи, рідше темно-сірі та сірі. Однак вони рідко утворюють суцільні масиви і в більшості випадків лежать у комплексі з ґрунтами, з яких виникли.

Чорноземні лучні ґрунти поширені переважно в лісостеповій та перехідній зонах області, підзоліні лучні – на Поліссі. З точки зору механічного складу серед чорноземів переважають середньоглинисті та легкоглинисті ґрунти. Ґрунти цієї генетичної групи характеризуються несприятливим водно-повітряним режимом, особливо навесні та восени. Ці ґрунти також підходять для вирощування всіх культур, але не підходять для багаторічних рослин (Bozhok, 1995).

Заболочені угіддя, торфовища поширені переважно в частині Поліського регіону. Аерація майже відсутня. Тому, незважаючи на великі валові запаси поживних речовин, вміст їх рухомих форм дуже низький. Їхня природна плодючість незначна.

Лучно-болотні ґрунти зосереджені переважно в лісостеповій зоні і морфологічно подібні до лучних. Вони відрізняються склеюванням всіх ґрунтових профілів. Реакція ґрунтового розчину тут нейтральна, вміст гумусу високий. Через дуже поганий водно-повітряний режим ці ґрунти часто перебувають під впливом поверхневого перезволоження (Department of Ecology and Natural Resources of the Zhytomyr Regional Military Administration, 2022, p. 89).

Отже, із наведеної характеристики ґрунтів, можна стверджувати, що необхідно з метою оптимізації раціонального природокористування на законодавчому рівні забезпечити розробку заходів щодо моделювання та функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області.

Моделювання – вивчення об'єктів пізнання за їх моделями; побудова та вивчення моделей реальних об'єктів, процесів чи явищ з метою отримання пояснень цим явищам, а також для прогнозування явищ, які цікавлять дослідника.

Загострення ресурсно-екологічних проблем вимагає детального вивчення регіональних природно-господарських комплексів, зв'язку будь-яких господарських дій з природними (ландшафтними) умовами конкретних територій (Baran, 2012).

Зараз для вирішення цих питань все частіше використовується геоінформаційне моделювання, яке є ефективним засобом збору, систематизації та аналізу даних, що відображають минулу та сучасну ситуацію в регіоні, що використовується при прогнозуванні та плануванні природокористування (Bilokrynytskyi, 2001).

Моделювання сільськогосподарського ландшафту як сукупності певних характеристик рельєфу, ґрунтів, рослинності, літології, кліматичних умов та сільськогосподарських угідь є необхідною умовою для створення моделі їх ерозійної деградації та з огляду на тісний зв'язок між параметрами ландшафту та процесами, що відбуваються в них (Bulyhin, 2001).

Геоморфологічне моделювання сільськогосподарського ландшафту є основою для виявлення існуючого ерозійного рельєфу, оскільки відображає вже сформовану ситуацію (Maksymenko, 2018, p. 454). У зв'язку з цим цікавим є визначення характеристик ерозійних процесів на схилах математичними методами (Baran, Buriak, Kovtun, Sukhina, & Tretiak, 2011).

Методологія побудови математичної моделі базується на дослідженнях, в яких представлено та обґрунтовано теоретико-методологічні підходи до розробки моделей ерозійних процесів (Hurova, 2001, p. 46).

Проте раніше запропонована модель не містить посилання на центр ваги системи, що знижує ефективність моделювання. У зв'язку з цим пропонується модифікована модель цієї системи з урахуванням її зв'язку з центром ваги (Mamonov, 2020). Форма поперечного перерізу схилу балки визначається гравітаційними та гідродинамічними процесами, близька до форми логістичної кривої і показана на Рис. 4.

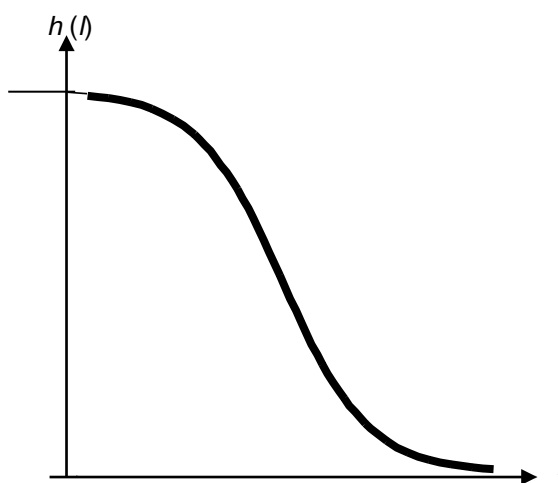


Рис. 4. Форма типового профілю балочного схилу

Експериментально встановлено, що більшість профілів ухилу балки мають форму S-подібної кривої, яка з високим коефіцієнтом кореляції (більше 0,995) описується рівнянням логістичної функції в нормованих значеннях:

$$h(l) = 100 / (1 + A \exp^{(B l + C)}), \quad (1)$$

де $h(l)$ – поточна висота профілю, %;

A – коефіцієнт визначає положення центру ваги системи «Висота – Довжина – Форма схилу»;

B, C – коефіцієнти, що визначають форму і нахил кривої;

l – ширина поперечного перерізу профілю, %.

На Рис. 4 розглянута логістична крива, нахил спрощений без урахування коефіцієнта A , формула (1), що визначає положення центру ваги підінтегральної області. Цей коефіцієнт важливий при створенні математичної моделі схилу. Чисельно відповідає рівню (висоті) схилу, при якому він повністю вироджується (кут схилу дорівнює 0).

Розрахований на основі статистичного аналізу розвитку схилу та за прийнятих граничних умов, він дорівнює 69,7.

Аналіз з використанням логістичної функції для оцінки зміни форми схилів і перенесення твердих речовин зверху вниз дає можливість прогнозувати стан ґрунтів сільськогосподарського ландшафту під час ерозії (Petrovych, 2020).

Виходячи з прийнятих припущень, що весь об'єм твердого матеріалу залишається в розглянутому профілі, за граничні умови приймемо рівність площ субінтегральних кривих, віднесених до різних періодів часу (Рис. 5).

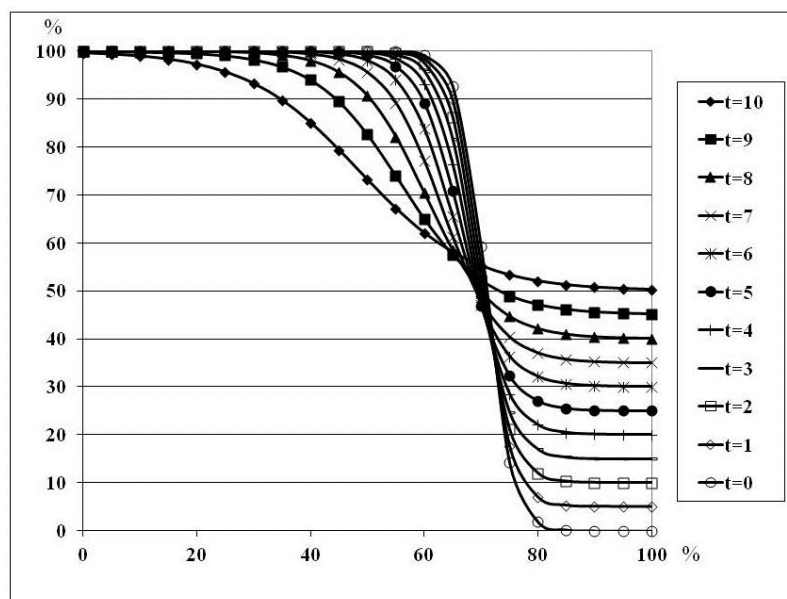


Рис. 5. Зміна профілю схилу за періодами часу

Визначаючи рівність площ поперечних перерізів розглянутих профілів схилів, можна визначити переміщення твердих частинок у просторі з одного положення в інше. Припускаємо, що форма схилу описується логістичною функцією.

Дослідження динаміки зміни форми схилу показали, що залежність коефіцієнтів B і C від періодів нормованого часу є лінійною:

$$B_i = B_0 - (0,033 t) \quad (2)$$

$$C_i = C_0 + (2,59 t), \quad (3)$$

де $t = 0, 1, 2 \dots i$; $B_0 = 0,434$; $C_0 = 35$.

Коефіцієнт A , як було сказано вище, є постійним і дорівнює 69,7. Враховуючи наведені вище припущення, формулу (1) запишемо так:

$$\text{Год } (l) = (100 - 5 t) / (1 + 69,7 \times \exp^{(0,434 - 0,033 t)} \times l + (2,59 t - 35)) + 5 t \quad (4)$$

Перші похідні логістичної функції по довжині ділянки профілю схилу в часових ділянках t показують зміну положення точок перегину на кривих, які визначають зміну інтенсивності процесу ерозії (Рис. 6).

Аналіз положення точок перегину показує, що при зміні нормованого періоду часу від 0 до 10 відбувається зміщення вгору, що відповідає зменшенню інтенсивності ерозійних процесів на схилах.

Таким чином, запропонована математична модель динаміки сільськогосподарського ландшафту на основі логістичної кривої дозволяє систематично аналізувати залежність форми схилу від періоду його розвитку.

Важливо зазначити, що застосування запропонованої моделі забезпечує прогнозування не тільки зміни форми схилу, а й на основі аналізу похідних вивчає зміни розміру схилу (першої похідної) вздовж схилу (Neumyvakin, & Perskyi, 2006).

Як наслідок, моделювання схилів з використанням переробленої формули для зміни його форми дає змогу визначити зону ерозійно небезпечних схилів та можливість використання

методів розрахунку для визначення оптимального місця ерозії або обладнання для захисту сільськогосподарського ландшафту (Ranskyi, 2007).

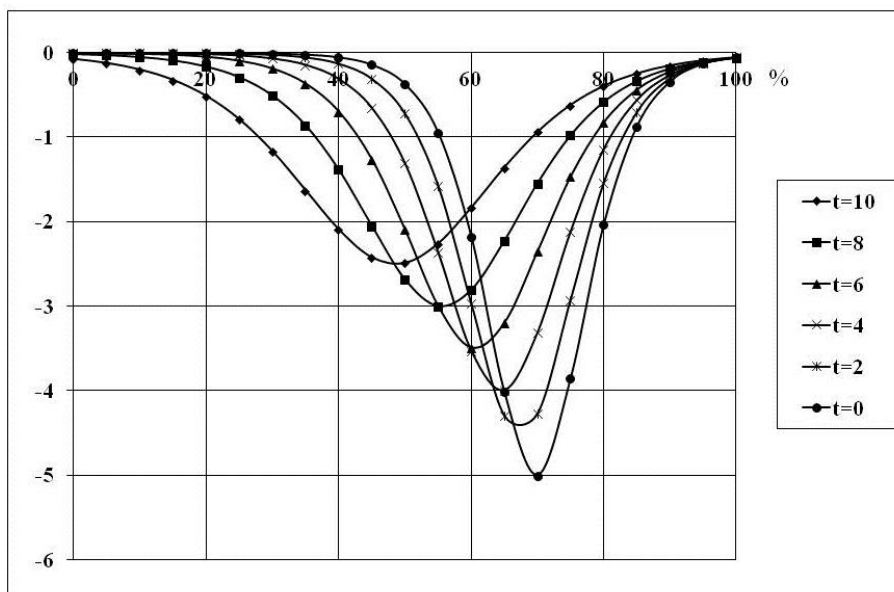


Рис. 6. Зміни положення точок перегину

Таким чином, запропонована модель повинна надавати можливість для всебічного аналізу сільськогосподарського ландшафту для прийняття обґрунтованих та ефективних управлінських рішень. Це завдання є відносно складним через труднощі моделювання на регіональному рівні: необхідність накопичення та аналізу великої кількості просторових тематичних даних, тематики.

Моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області має важливе значення для розуміння географічних закономірностей просторової організації природи та діяльності людини (Mikhno, 2020, р. 150). Їх об'єктом є природно-господарські комплекси (у нашому випадку сільськогосподарські ландшафти), які є складними системами з компонентною структурою та великою кількістю внутрішніх взаємозв'язків.

Результати та обговорення / Results and Discussion

Людина використовує різноманітні елементи морфологічної структури ландшафту та перетворює їх у специфічні типи ґрунтів (рілля, луки, багаторічні насадження) – території, які систематично використовуються для господарської діяльності та мають певні природно-історичні та новонабуті властивості.

Таким чином, горизонтальну структуру сільськогосподарських ландшафтів можна розуміти як сукупність різних типів ґрунтів: орних, лучних, лісових та інших. З точки зору правильного, раціонального використання необхідно, щоб кожне урочище (або фасад) відповідало певному типу землі. Однак у більшості випадків це не так, що в свою чергу призводить до деградації ландшафтних структур.

Створена модель дає можливість проаналізувати горизонтальну структуру сільськогосподарського ландшафту: виділити тип ландшафту, структурні частини (за типом ландшафту, ґрунту, рослинності). Найбільш придатними для цього є земельні інформаційні системи та великомасштабні дані про ґрунти, але вони поки недоступні в регіоні в цілому.

Сучасна система управління сільськогосподарськими ландшафтами включає такі елементи управління: управління всією системою сільськогосподарського ландшафту та управління елементами сільськогосподарського ландшафту. Перша група контролю – оптимальна ландшафтна організація території забезпечує проектування та управління всією системою сільськогосподарських земель. Важливу роль у підвищенні стійкості сільськогосподарських ландшафтів відіграє створення надійної екологічної бази для

сільськогосподарського ландшафту, яка включає ліси, природні корми, багаторічні насадження, багаторічні трави на ріллі (Yatsentiuk, 2006, p. 48).

З метою створення додаткових екологічно-стабілізаційних елементів екологічного каркасу сільськогосподарського ландшафту доцільно вилучати з ріллі еродовані та дефловані площі. Часто виникає необхідність створення додаткових лісосмуг, заліснення території, що прилягає до мережі ущелин, водосховищ.

Оптимізація видового складу та посівної структури культур, розташування посівів за елементами сільськогосподарського ландшафту, застосування сучасних технологій та систем сівозмін забезпечують оптимальну просторово-часову структуру сільськогосподарського ландшафту.

Підвищення родючості ґрунту забезпечується оптимальним насиченням посівних площ зернобобовими та бобово-постійними травами. Збільшення частки багаторічних трав на ріллі досягається за рахунок зменшення частки просапних, зернових та однорічних трав. Управління лучною агроєкосистемою передбачає створення та використання високопродуктивного сіна та пасовищ.

До інших елементів сільськогосподарського ландшафтного управління належать: управління лісовими угіддями, управління водно-болотними угіддями та інші. Система оптимізації сільськогосподарського ландшафту повинна включати управління її інфраструктурою та управління антропогенним навантаженням на окремі її компоненти.

На нашу думку, управління сільськогосподарським ландшафтом в сучасних умовах повинно включати в основному розробку та впровадження такої системи заходів: поліпшення структури ґрунтів, спрямованих на зміцнення екологічного каркаса сільськогосподарського ландшафту; удосконалення сільськогосподарських ландшафтів, розробку адаптованих екологічно безпечних методів, технологій і технічних засобів вирощування сільськогосподарських культур, що економлять ресурси; розробку та впровадження, а також оптимізацію нормативів антропогенного навантаження агрокраїни в цілому та окремих елементів їх просторової структури.

Висновки / Conclusions

Проведене в роботі комплексне дослідження моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів дає підставу для формулювання наступних загальних висновків.

Серед окультурених ландшафтів – сільськогосподарські є найпоширенішими: поля, сади та лугові пасовища. Сільськогосподарські ландшафти формуються з метою і під впливом сільськогосподарського виробництва. Вони виникають у процесі землекористування, рослинний і ґрунтовий покрив яких зазнає значних змін і більш-менш підконтрольний людині.

Комплексне моделювання та побудова порівняльних систем охорони сільського господарства та їх вплив на ландшафт Житомирської області показало, що це форми землеволодіння, поселення та розселення у тваринництві та землеробстві, комплекси сівозмін.

Прагнення за будь-яку ціну збільшити виробництво сільськогосподарської продукції, ігнорування законів сільського господарства з низькою культурою його поведінки, призвело до логічних наслідків – деградації земель – національного багатства України.

Розорювання земель та сільськогосподарське використання призвело до значного погіршення якості ґрунтів, втрати важливих природно-господарських характеристик, поставило під сумнів продовольчу безпеку регіону, добробут нинішнього та майбутніх поколінь її громадян.

Проблема припинення втрат земель важливих природно-господарських об'єктів та їх оздоровлення є однією з найважливіших у Житомирській області. Це пов'язано з надмірним введенням її земель в обробіток та їх вичерпним використанням.

Згубною дією ерозії є руйнування і промивання верхнього горизонту, зниження його ємності, втрата ґрунту через значну кількість поживних речовин рослини, погіршення його структури, ерозія ґрунту та подальша його втрата, знижують здатність до саморегуляції та деградації. Під моделюванням ландшафту в середовищі геоінформаційних систем ми розуміємо процес синтезу набору тематичних багаточасових карт, що відображають окремі компоненти

вертикальних і горизонтальних ландшафтних структур. Основні принципи моделювання компонентів ландшафту були розглянуті на прикладі побудови цифрової моделі місцевості.

Ландшафтне моделювання є єдино можливим способом організації землеустрою та землекористування на місцевому рівні – на рівні сільського адміністративного району, сільської громади чи індивідуального селянського господарства.

Одним з напрямків ландшафтного моделювання є проектування і конструювання стійких сільськогосподарських ландшафтів. Стійкість агровиробництва ґрунтується на застосуванні ландшафтної, адаптивної, ресурсозберігаючої і прецизійної (точної) систем землеробства і біологізованого кормовиробництва в різних по природному пристрою Сільськогосподарський ландшафтах.

Таким чином, наша математична модель динаміки сільськогосподарського ландшафту на основі логістичної кривої дозволяє систематично аналізувати залежність форми схилу від періоду його розвитку.

Застосування на практиці запропонованої моделі забезпечує прогнозування не тільки зміни форми схилу, а й на основі аналізу похідних вивчає зміни розміру схилу (першої похідної) вздовж схилу.

В результаті, моделювання схилів з використанням переробленої формули для зміни його форми дає змогу визначити зону ерозійно небезпечних схилів та можливість використання методів розрахунку для визначення оптимального місця ерозії або обладнання для захисту сільськогосподарського ландшафту.

Отже, запропонована модель надає можливість для всебічного аналізу сільськогосподарського ландшафту для прийняття обґрунтованих та ефективних управлінських рішень. Це завдання є відносно складним через труднощі моделювання на регіональному рівні: необхідність накопичення та аналізу великої кількості просторових тематичних даних, тематики.

На нашу думку, моделювання функціонування сільськогосподарських ландшафтів Житомирської області має важливе значення для розуміння географічних закономірностей просторової організації природи та діяльності людини.

Створена модель дає можливість проаналізувати горизонтальну структуру сільськогосподарського ландшафту: виділити тип ландшафту, структурні частини (за типом ландшафту, ґрунту, рослинності). Найбільш придатними для цього є земельні інформаційні системи та великомасштабні дані про ґрунти, але вони поки недоступні в регіоні в цілому. Відсутність даної системної інформації може стати тематикою подальших наших досліджень сфери раціонального природокористування.

Авторський внесок / Author Contributions

концептуалізація та проектування / Conceptualization and Design: О. Браславська;

огляд літератури / Literature Review: А. Максютів;

методологія та обґрунтування / Methodology and Validation: О. Браславська;

формальний аналіз / Formal Analysis: А. Максютів;

розслідування та збір даних / Investigation and Data Collection: А. Максютів;

аналіз та інтерпретація даних / Data Analysis and Interpretation: А. Максютів;

написання – початковий варіант / Writing – Original Draft Preparation: А. Максютів;

написання – рецензування та редагування / Writing – Review & Editing: А. Максютів;

нагляд / Supervision: О. Браславська;

адміністрування проєкту / Project Administration: О. Браславська;

залучення фінансування / Funding Acquisition: А. Максютів.

References

Bahrov, M. V., Rudenko, L. H., & Chervaniiov, I. H. (2010). Status, misiia i perspektyva heohrafi: pro suchasni pidvalyny davnoi nauky [The status, mission and future of geography: The modern foundations of ancient science]. *Ukrainian Geographical Journal*, (2), 5–13 (in Ukrainian)

- Baran, K. O., Buriak, V. Ya., Kovtun, A. P., Sukhina, K. R., & Tretiak, P. I. (2011). Inzhenerno-heodezychni roboty v Ukraini [Engineering and geodetic works in Ukraine]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii – Bulletin of Geodesy and Cartography*, 5(74), 19–26 (in Ukrainian)
- Baran, P. I. (2012). *Inzhenerna heodeziia* [Engineering geodesy]. Vipol (in Ukrainian)
- Bilokrynytskyi, S. M. (2001). *Topohrafiia i heodeziia* [Topography and geodesy]. Ruta (in Ukrainian)
- Bozhok, A. P. (1995). *Topohrafiia z osnovamy heodezii* [Topography with fundamentals of geodesy]. Vyscha shkola (in Ukrainian)
- Bulyhin, S. Yu. (2001). *Formuvannia ekolohichno stalykh silskohospodarskykh landshaftiv* [Creating sustainable agricultural landscapes]. KhDAU (in Ukrainian)
- Chyzhymakov, A. F. (1977). *Heodeziia* [Geodesy]. Nadra (in Ukrainian)
- Department of Ecology and Natural Resources of the Zhytomyr Regional Military Administration (2022). Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Zhytomyrskoi oblasti u 2021 rotsi [Regional Report on the State of the Natural Environment of the Zhytomyr Region in 2021]. Zhytomyr Regional Military Administration, 187 p. <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-ZHytomyrska-ODA-2021.pdf> (in Ukrainian)
- Hudzevych, A. V. (2012). *Prostorovo-chasova orhanizatsiia suchasnykh landshaftiv: teoriia i praktyka* [Spatio-temporal organisation of modern landscapes: Theory and practice]. Vindruk (in Ukrainian)
- Hurova, D. D. (2000). Vplyv istorychnykh zmin pryrody na suchasnu landshaftnu riznomanitnist Zaporizkoi oblasti [The impact of historical changes in nature on the modern landscape diversity of Zaporizhzhia region]. *Proceedings of the international scientific and practical conference “Problemy landshaftnoho riznomanittia Ukrainy”* [Problems of landscape diversity of Ukraine] (pp. 281–286). Kyiv, Holos (in Ukrainian)
- Hurova, D. D. (2001). Istoryko-landshaftoznavche doslidzhennia silskohospodarskoho pryrodokorystuvannia na Zaporozhzhzi [On the historical and landscape analysis of nature management in Zaporizhzhia]. *Ukrainian Geographical Journal*, (4), 46–50 (in Ukrainian)
- Hutsuliak, V. M. (2008). *Landshaftvoznastvo: teoriia i praktyka* [Landscape science: Theory and practice]. Knyhy-XXI (in Ukrainian)
- Khokhlov, H. P. (2017). *Teoriia i praktyka rozrakhunku y otsinky tochnosti inzhenerno-heodezychnykh vymiriuvan* [Theory and practice of calculating and evaluating the accuracy of engineering and geodetic measurements]. KrNu (in Ukrainian)
- Kukhar, M. A., Dobrokhodova, O. V., Yevdokimov, A. A., & Myronenko, M. L. (2021). Mozhlyvosti suchasnoho elektronnoho heodezychnoho obladdannia ta tendentsii yoho rozvytku [Possibilities of modern electronic geodesic equipment and trends of its development]. *Municipal Economy of Cities. Series: Engineering science and architecture*, 4(164), 122–127. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5830> (in Ukrainian)
- Maksymenko, N. V. (2015). *Landshafna ekolohiia* [Landscape ecology]. KhNU imeni V. N. Karazina (in Ukrainian)
- Maksymenko, N. V. (2018). *Landshaftno-ekolohichne planuvannia v invaironmentalnomu menedzhmenti terytorii lokalnoho rivnia orhanizatsii dovkillia* [Landscape and environmental planning in the environmental management of territories of the local level of environmental organisation]. KhNU (in Ukrainian)
- Mamonov, K. A. (2020). *Terytorialnyi rozvytok vykorystannia zemel rehionu: napriamy ta osoblyvosti otsinky* [Territorial development of land use in the region: Directions and features of assessment]. KhNUMH im. O. M. Beketova (in Ukrainian)
- Mikhno, P. B. (2020, September 17–20). Problemy zastosuvannia tradytsiinykh inzhenerno-heodezychnykh tekhnolohii v Ukraini v suchasnykh umovakh [Problems of application of traditional engineering and geodetic technologies in Ukraine in modern conditions]. *Proceedings of the international scientific and practical conference “Tekhnichni ta ekonomichni rishennia z protydii hlobalnym vyklykam”* [Technical and economic solutions to address global challenges] (pp. 150–154). Kremenchuk, Kolos (in Ukrainian)
- Neumyvakin, Y. K., & Perskyi, M. K. (2006). *Zemelno-kadastrovi heodezychni roboty* [Land cadastral geodetic works]. Kolos (in Ukrainian)
- Petrovych, L. M., & Volosetskyi, B. I. (2000). *Osnovy kadastru* [Fundamentals of cadastre]. LAHT (in Ukrainian)
- Polupan, M. I. (2011). *Pryrodnyi mekhanizm zakhystu shkylovykh gruntiv vid vodnoi erozii* [A natural mechanism to protect slope soils from water erosion]. Feniks (in Ukrainian)
- Ranskyi, M. P. (2007). *Heodezychni roboty v zemlevporiadkuvanni* [Geodetic works in land management]. Ruta (in Ukrainian)
- Shyshchenko, P. H. (1988). *Prykladna fizychna heohrafiia* [Applied physical geography]. Vyscha shkola (in Ukrainian)
- Taratula, R. B. (2017). Teoretychni zasady formuvannia ta funktsionuvannia zemelno-informatsiinoi systemy [Theoretical bases of formation and functioning of the land information system]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriya: Ekonomichni nauky*, 2(24), 34–38. http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_24/2/8.pdf (in Ukrainian)

- Udovychenko, V. V. (2018). *Konstruktivno-heohrafichni zasady rehionalnoho landshaftnoho planuvannia: teoriia, metodolohiia, praktyka (na prykladi Livoberezhnoi polisko-lisostepovoi chastyny terytorii Ukrainy)* [Constructive-geographical basis of the regional landscape planning: Theory, methodology, practice (on the example of the mixed-forest and forest-steppe part of the Left-Bank the Dnipro River of Ukraine territory)] [Doctoral dissertation, Taras Shevchenko National University of Kyiv]. https://scc.knu.ua/upload/iblock/648/dis_Udovychenko%20V.V..pdf (in Ukrainian)
- Yatsentiuk, Yu. V. (2002). Dolynno-balkovo-iaruzhnyi antropohennyi parahenetychnyi landshaftnyi kompleks [Valley-gully anthropogenic paragenetic landscape complex]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Heohrafiia*, (4), 41–48 (in Ukrainian)
- Yatsentiuk, Yu. V. (2006). Antropohenni parahenetychni landshaftni komplekсы [Anthropogenic paragenetic landscape complexes]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Heohrafiia*, (12), 43–48 (in Ukrainian)
- Yatsentiuk, Yu. V. (2013). Vodohospodarski antropohenni parahenetychni landshaftni systemy [Water management anthropogenic paragenetic landscape systems]. *Liudyna ta dovykillia. Problemy neokolohii*, (3–4), 147–152 (in Ukrainian)
- Yatsentiuk, Yu. V. (2014). Ekomerezha yak antropohenna parahenetychna landshaftna systema (na prykladi Vinnytskoi oblasti) [Ecological network as an anthropogenic paragenetic landscape system (on the example of Vinnytsia region)]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Heohrafiia*, (26), 17–24 (in Ukrainian)
- Yatsentiuk, Yu. V. (2019). Rehionalni paradynamichni antropohenni landshaftni systemy [Regional paradyamic anthropogenic landscape systems] [Dissertation abstract, Taras Shevchenko National University of Kyiv]. <http://surl.li/kuinl> (in Ukrainian)

