

ГЕОПРОСТОРОВА ПІДТРИМКА

УДК 528.8.04:004.021

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2023.56.50-56>

Тамара КУРАЧ¹, канд. геогр. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0002-5989-9431
e-mail: tnkurach@ukr.net

Олександр КОРЕНЕЦЬ¹, канд. геогр. наук
ORCID ID: 0000-0001-6352-9591
e-mail: oleksandr.korenets@knu.ua

Наталія ЛИТВИНЕНКО¹, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
ORCID ID: 0000-0002-2203-2746
e-mail: n123n@ukr.net

Ірина ПІДЛІСЕЦЬКА¹, канд. геогр. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0001-6724-2379
email: irinna2008@ukr.net

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ДЕГРАДАЦІЯ ЗЕМНИХ ПОКРИВІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

Вступ. Аналіз трендів змін земного покриву дозволить виявити тенденції зміни земельного покриву, як от переміни у площі та структурі природних екосистем чи в антропогенному впливі на довкілля. Такий аналіз дасть розуміння причин динаміки природних екосистем і сприятиме розробці стратегій їхнього збереження та відновлення. Аналіз змін земельного покриву може бути корисним для оцінювання впливу антропогенних та природних факторів на землекористування, що важливо для прийняття рішень стосовно раціонального використання природних ресурсів, особливо в повоєнний час. Об'єкт дослідження – земний покрив Харківської області та його зміни. Мета дослідження – виявити негативні тенденції зміни земного покриву Харківської області внаслідок ведення бойових дій, використовуючи супутникові матеріали та статистичні дані відкритих джерел.

Методи. Для дослідження застосовано матеріали дистанційного зондування Землі, зокрема, методи їхнього оброблення та візуалізації. Математико-статистичний метод застосовано для оброблення статистичної інформації та отримання індексних зображень у результаті оброблення космоснімків і отримання тематичних растрів. Проаналізовано основні тенденції зміни земних покривів Харківської області та виявлено тренди змін для найбільш змінених покривів, зокрема лісу та сільськогосподарських земель, за період 2015–2022 рр.

Результати. Загальним трендом з 2015 р. є зменшення лісових масивів та сільськогосподарських земель зі значним скороченням у 2022 р., що є результатом ведення бойових дій та їхніх негативних наслідків, зокрема зменшення площі природних екосистем, збільшення площі антропогенно змінених земель, погіршення стану ґрунтів тощо. На сьогодні основною тенденцією в зміні земельного покриву є деградація, спричинена військовими діями. Унаслідок бойових дій на території Харківської області потерпали всі природні ресурси: землі від забруднення та засмічення різного виду відходами, атмосферне повітря – від викидів унаслідок вибухів та пожеж, водні об'єкти, лісові ресурси, біота – від ворожої техніки, забруднення та наємисного знищення.

Висновки. Для більш детального дослідження зміни земних покривів, пов'язаних із військовою діяльністю, зокрема руйнування гумусового горизонту, забруднення ґрунтів металевими фрагментами та залишками вибухових речовин, забруднення ґрунтів важкими металами, необхідні польові дослідження та застосування аеро- чи космоснімків високої розрізненості.

Ключові слова: земний покрив, деградація земного покриву, космічні знімки, негативні тенденції зміни, тренд.

Вступ

Харківська область є однією з найбільш розвинених областей України зі значним промисловим та сільськогосподарським потенціалом. Унаслідок інтенсивної господарської діяльності відбувається значуща трансформація земельних покривів, яка може призводити як до позитивних, так і до негативних наслідків для природних екосистем та економіки регіону.

Аналіз тенденцій змін земного покриву Харківської області є актуальним завданням із розумінням динаміки змін та виявлення їхніх причин. Аналіз трендів змін земного покриву має наукове значення у виявленні тенденцій змін земельного покриву, що сприятиме розумінню причин зміни природних екосистем та розробці стратегій для їхнього збереження та відновлення. Окрім того, аналіз змін у земельному покриві може бути важливим для оцінювання впливу антропогенних та природних факторів на землекористування, що надважливо для прийняття рішень щодо раціонального використання природних ресурсів, особливо в повоєнний період.

Використання результатів аналізу має практичне значення для розробки екологічних програм; виявлені тен-

денції дозволять оцінити стан ландшафтів та екосистем, а також чинники зовнішнього впливу, які призводять до змін у природному середовищі. Отримані результати можуть бути використані для розробки стратегій та збереження довкілля на різних рівнях, включаючи місцевий та державний. Рекомендації щодо збереження та охорони ландшафтів у Харківській області можуть служити основою для розробки програм дій із мінімізації впливу антропогенних факторів на природне середовище та збереження природних ресурсів. Унаслідок воєнних дій значні території області зазнали шкоди. Проведений аналіз змін у земному покриві буде корисним для подальшого оцінювання стану природного середовища на деокупованих територіях Харківської області. Отримані результати можуть стати основою для розробки програм екологічної освіти й популяризації ідей збереження природних ресурсів і охорони довкілля серед населення та широкої громадськості.

Поняття "земний покрив" нетипове для теорії та методології наукових географічних досліджень, більш поширеним є термін "ландшафти". На сьогодні немає загально-

прийнятої класифікації ландшафтів, незважаючи на те, що багато вчених пропонували власні класифікації, зокрема це: Д. Арманд, Г. Ріхтер, А. Ісаченко. Сучасні зміни ландшафтів досліджували науковці Інституту географії НАН України, а саме: В. Давидчук, Л. Сорокіна, О. Маринич, М. Петров, В. Чехній та інші українські вчені – М. Гроздинський, О. Аріон. У статті колективу авторів Інституту географії НАНУ (Сорокіна та ін., 2017) узагальнено досвід робіт з укладання цифрової ландшафтно-карти України та представлено методологічні підходи до середньомасштабного геоінформаційного картографування ландшафтів. О. Семеряга (Семеряга, 2014) у своїй роботі приділяє увагу дослідженню білігеративних ландшафтів, зокрема створених під час воєнних дій. Ґрунтовне дослідження впливу воєнних дій на ландшафти України провели автори монографії (Сплідитель та ін., 2022), метою якого є визначення цілей, основних заходів та рекомендацій з відновлення ґрунтів України після війни на основі оцінювання їхнього еколого-геохімічного стану на території ведення активних бойових дій з урахуванням регіональних ландшафтно-геохімічних умов та типів природокористування.

Об'єкт дослідження – земний покрив Харківської області та його зміни.

Мета та завдання дослідження – виявити негативні тенденції зміни земного покриву Харківської області внаслідок ведення бойових дій, використовуючи супутникові матеріали та статистичні дані відкритих джерел. Основними завданнями дослідження є: проаналізувати статистичні дані зміни земних покривів Харківської області за період 2015–2022 рр.; провести аналіз стану земних покривів на основі матеріалів дистанційного зондування; виявити тренди зміни окремих земних покривів, що мають найбільшу питому вагу серед всіх покривів Харківської області; оцінити за супутниковими даними вплив воєнних дій на стан Ізюмського лісового масиву та атмосферного повітря внаслідок численних лісових пожеж.

Методи

Для аналізу змін земної поверхні використовують різноманітні методи, які надають точні та об'єктивні дані щодо еволюції покриву. Основними методами нашого дослідження є аналіз матеріалів дистанційного зондування Землі, зокрема знімків супутників Sentinel-2, Sentinel-5P. Для отримання детальної інформації про зміни земного покриву за період 2015–2022 рр. було залучено такі веб-джерела: Land Cover 2022, WORLDCOVER 2021 MAP, Global Land Cover 2015 (Land Cover, 2015; WorldCover V2, 2023; Global Land Cover, 2023).

Математико-статистичний метод застосовано для обробки статистичної інформації й отримання індексних

зображень у результаті обробки космоснімків і отримання тематичних растрів. Кожен із методів має свої переваги й недоліки, і їх комбіноване використання сприяє підвищенню точності результатів та зменшенню можливих помилок. Застосування автоматизованих методів обробки даних дозволяє також ефективно зменшити час та зусилля, необхідні для проведення аналізу й отримання результатів. Методи дослідження змін у покриві є важливим інструментом для вивчення та моніторингу змін у природному й антропогенному середовищі. Вони дозволяють отримувати більш детальну та точну інформацію про динаміку земного покриву, що може бути використано для ефективного прийняття рішень щодо збереження навколишнього середовища.

Результати

Термін "земний покрив" є основним у географії та геології у процесі опису комплексного шару на землі, у тому числі це гірські породи, ґрунт, вода та рослинний покрив. Земний покрив становить надземну частину суші, яка відповідає таким категоріям, як: сільськогосподарські угіддя; землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом; ліси; води та водні поверхні; землі під житловою забудовою; землі під громадською забудовою; землі, що використовують для транспорту; землі, що використовують для технічної інфраструктури; землі під промисловою забудовою; землі, зайняті поточним будівництвом і відведені під будівництво; землі під сільськогосподарськими й іншими господарськими будівлями та дворами; землі, що використовують для відпочинку та оздоровлення; землі під об'єктами та спорудами спеціального призначення (Зелик та ін., 2017). Класифікація земного покриву залежить від різних факторів, таких як: географічне положення, клімат і геологічні умови. Але основним фактором його зміни є людська діяльність, що включає в себе забудову, вирубування лісів, заболочування, землеробство, воєнні дії тощо, і призводить до втрати природних функцій значної частини земної поверхні.

Для виконання дослідження зміни земельного покриву Харківської області використано вебресурс Global Land Cover 2015 – глобальний земний покрив, що являє собою візуалізацію глобальних карт змін земного покриву за різні роки (2015–2019) і територій (рис. 1). Вхідними даними є супутникові спостереження PROBA – V, які організовано в мозаїчну сітку 110х110 км. Класифікація земних покривів Land Cover складається з 23 класів, з них 10 є базовими, що відповідає системі класифікації глобальної служби земельних ресурсів ЮН-ФАО (LCCS).

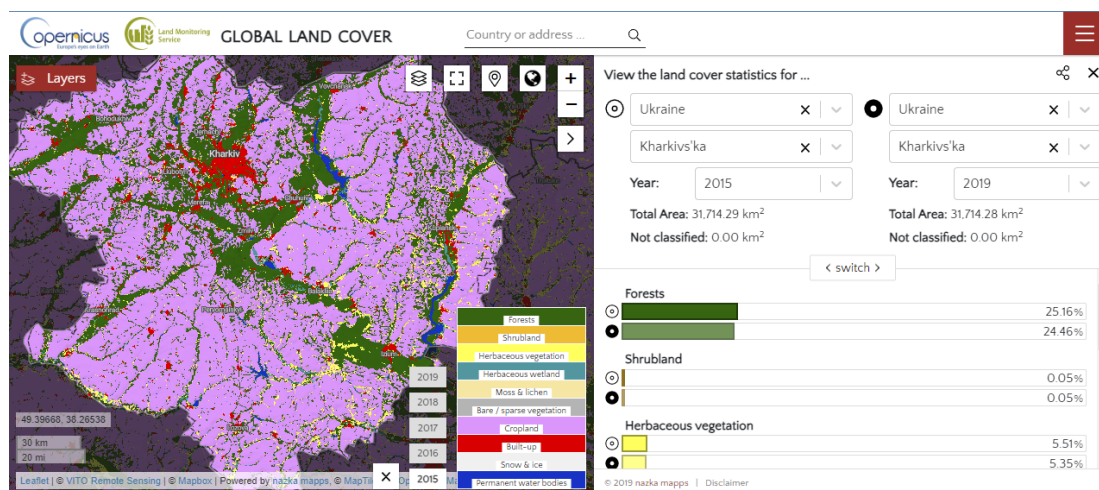


Рис. 1. Порівняння змін земних покривів Харківської області станом на 2015 та 2019 рр.

Land Cover візуалізує земні покриття за трьома групами

1. "Closed forest" (де дерева у різних ярусах та підліску покривають значну частину, більше 40 % землі і мають постійний густий трав'янистий покрив) – ця група містить: вічнозелені хвойні (Evergreen needle-leaved), листопадні хвойні (Deciduous needle-leaved), широколисті вічнозелені (Evergreen broadleaved), широколисті листопадні (Deciduous broadleaved), мішані (Mixed type), невідомий тип лісів (Unknown type).

2. "Open forest" (лісові масиви з нестійким деревним покривом, але з покриттям від 10 % до 40 %. Це можуть бути як керовані, так і некеровані ліси в початковому стані сукцесії. Присутній трав'янистий покрив для пасовищ) – ця група містить: вічнозелені хвойні (Evergreen needle-leaved), листопадні хвойні (Deciduous needle-leaved), широколисті вічнозелені (Evergreen broadleaved), широколисті листопадні (Deciduous broadleaved), мішані (Mixed type), невідомий тип лісів (Unknown type).

3. "Other Land Cover" – ця група містить: чагарникову рослинність (Shrubland), трав'янисту рослинність (Herbaceous vegetation), мохові та лишайникові масиви (Moss & lichen) волога/рідка рослинність (Bare / sparse vegetation), сільськогосподарські землі (Cropland), забудовані території (Built-up), сніговий покрив та лід (Snow & ice), постійні водойми (Permanent water bodies).

Зміна земного покриття є важливою темою для наукових досліджень, які допомагають усвідомити процеси, що відбуваються на Землі, і допомагають розробити стратегії щодо збереження та зменшення впливу людської діяльності на довкілля. Серед чинників впливу виділяють дві групи – природні та антропогенні. До *природних чинників* зміни земного покриття належать:

- кліматичні зміни: збільшення/зменшення кількості опадів, підвищення температури, ураганні вітри тощо;
- екзогенні процеси: ерозія ґрунту, вітрові та водні потоки, поширення карсту тощо;
- катастрофічні природні явища і процеси: зсуви, повені, зливи, землетруси, цунами тощо.

Антропогенні втручання в земний покрив мають різноманітні прояви:

- розширення території забудови: будівництво житлових, промислових об'єктів змінює ландшафт, зокрема перерозподіляє рослинний покрив;

- ведення сільського господарства призводить до зменшення лісів, заплавних лук, боліт та інших природних угідь і впливає на розподіл земних покриттів;

- створення інфраструктури: доріг, залізниць, аеропортів тощо видозмінює територію, змінює рельєф та рослинний покрив;

- розвиток промисловості: промислові підприємства займають значну площу, забруднюють і знищують природні угіддя та рослинність;

- експлуатація природних ресурсів: видобуток корисних копалин, вирубка лісів, створення заплав та будівництво греблі, змінюють земний покрив і впливають на екосистему регіону.

Загальні природні й антропогенні чинники взаємодіють та можуть призводити до серйозних змін у природних екосистемах. Зменшення лісів та інших природних угідь, таких як заплавні луки та болота, під впливом сільськогосподарської діяльності може викликати зміни в біотичному складі та функціях екосистем. Антропогенні фактори, які змінюють земний покрив, шкідливі, оскільки вони можуть призводити до негативних наслідків як для природи, так і для людини, зокрема внаслідок воєнних конфліктів. Зміни в земному покритті є складною проблемою, викликану взаємодією природних та антропогенних чинників. Отже, важливим завданням є охорона природних екосистем та збереження біорізноманіття, яке вимагає розробки ефективних механізмів законодавчої та державної підтримки.

Результати аналізу змін у земному покритті, який проведено за допомогою сервісу Global Land Cover (Global Land Cover, 2023), і статистичних даних Харківської області (Харківська обласна військова..., 2023), представлені на графіку (рис. 2). Тенденції змін у земному покритті відображають взаємодію різних факторів, а саме: зміни клімату, людська діяльність, забудова, забруднення та навіть воєнні дії. Знання й урахування цих тенденцій є головним для розробки стратегій збереження біорізноманіття, забезпечення екологічних послуг та сталого розвитку господарської діяльності.

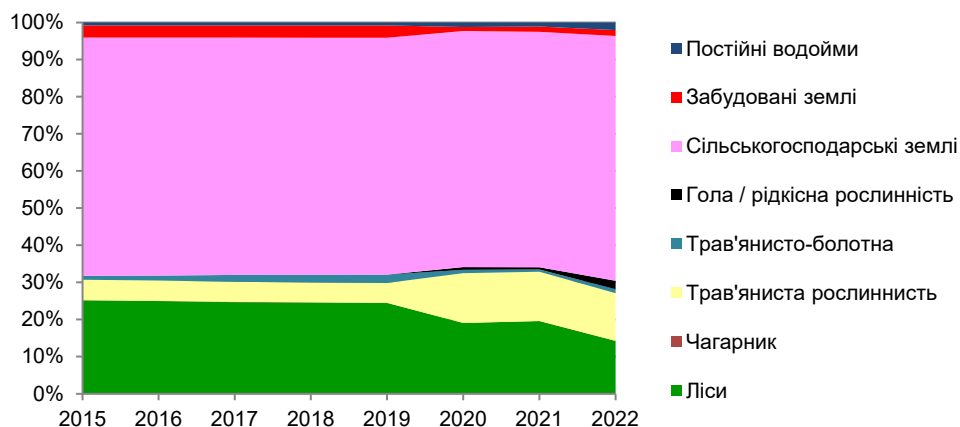


Рис. 2. Зміни земних покриттів Харківської області за 2015–2022 рр.

На основі статистичного аналізу побудовано графіки з лініями тренду зміни земних покриттів Харківської області для лісів та сільськогосподарських земель, які зазнали певних змін за період 2015–2022 рр. (рис. 2, 6). Дані за 2022 р. взято на сайті Харківської обласної адміністрації із

екологічного паспорту регіону (Харківська обласна військова..., 2023), а також на основі комбінованих статистичних даних останніх років, зазначених у науково-аналітичній записці ДУ "Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України" (Жук, Кіпач & Куліш, 2021).

Побудова ліній тренду є одним із найрозуміліших візуальних методів для наочного відображення змін у різних процесах. За такими графіками можна простежити вплив клімату, господарської діяльності, небезпечних явищ, як от техногенні чи природні катастрофи, і навіть прогнозувати вплив політичних рішень на стан навколишнього середовища Харківської області.

Ліси займають значну площу Харківської області (понад 20 %) і відіграють важливу роль у промисловому секторі вироблення товарів на експорт. Саме через високий попит на деревину відбувається значна вирубка лісових ресурсів. Особливо шкоди завдають незаконні вирубки та лісові пожежі, що негативно впливає на природне середовище та ґрунт. На рис. 3 зображено графік із лінією тренду змін лісового покриття протягом 2015–2023 рр., де чітко простежується тенденція до зниження лісового покриття, незважаючи на програми з відновлення лісів, зокрема штучне насадження молодих

саджанців, що впроваджуються в межах урядових і обласних програм відновлення природного середовища. Після надзвичайно сильного впливу воєнних дій у 2022 р. лісовий покрив Харківщини став об'єктом особливої уваги. Ізюмський ліс у Харківській області серйозно постраждав через воєнні події, зазнавши великих пошкоджень від пожеж, спричинених бойовими діями. Значні площі лісу вигоріли, особливо після літніх пожеж 2022 р., як видно це на супутникових знімках (рис. 4). Сіро-білий колір на знімках є димом від пожеж в Ізюмському лісництві протягом літа 2022 р. Ці пожежі, викликані воєнними подіями, стали масштабними та поширилися через вибухи снарядів, що легко спричиняли запалювання сухої трави та дерев, посилюючи масштаби пожеж. Використання комбінації SWIR дозволяє точно визначити осередки загорання та відкритого вогню на супутникових знімках, які відображаються червоним і жовтим кольорами.

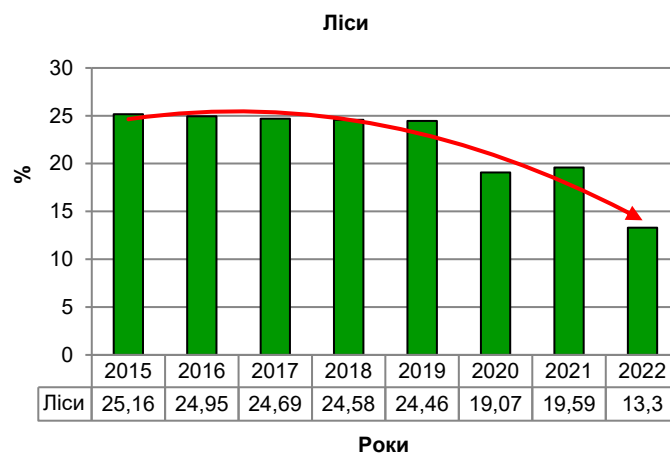


Рис. 3. Графік та поліноміальна лінія тренду зміни лісового покриття за 2015–2022 рр.

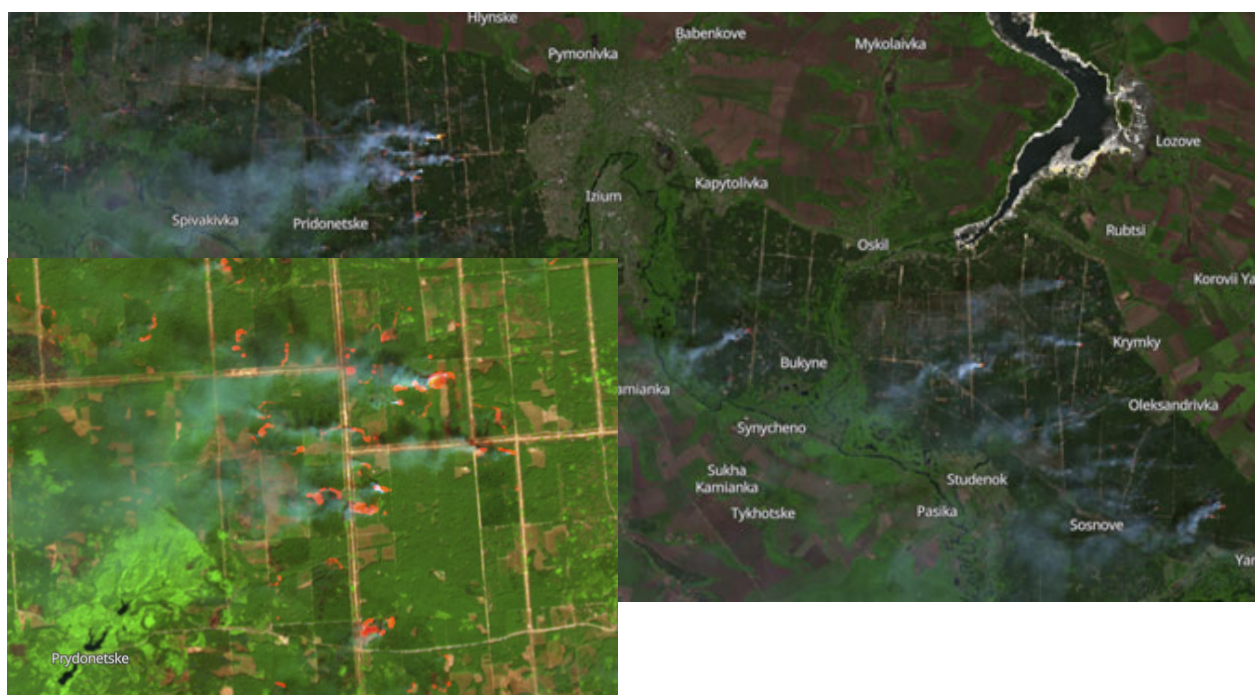


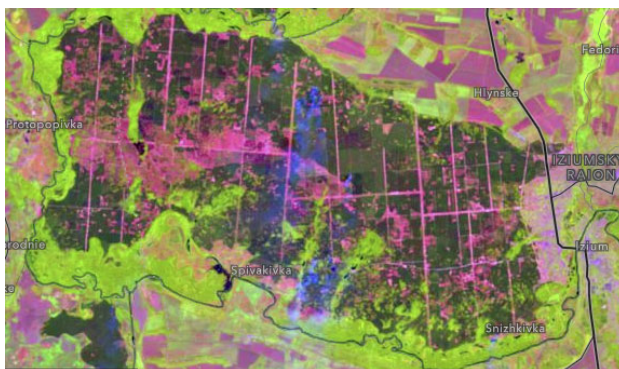
Рис. 4. Супутниковий знімок Sentinel-2 за 06.05.2022 р. лісових пожеж в Ізюмському лісі Харківської області, що були спричинені воєнними діями навесні 2022 р., у природних кольорах і в комбінації SWIR

Усього 37 га лісових насаджень загинуло лише за 2022 р. (Харківська обласна військова., 2023). Причиною тому стали значні артилерійські обстріли та пожежі, які продовжуються на території Харківської області й до сьогодні. На рис. 5 наведено для порівняння стан

Ізюмського лісу до війни та під час воєнних дій. Кольоровий композит каналів 11, 8, 2 відображає рослинність у відтінках зеленого кольору, а оголену землю або з рідкою рослинністю – відтінками фіолетового кольору. Для дослідження задіяно ресурс (Land Cover, 2023).



а



б

Рис. 5. Ізюмський ліс, композит 11, 8, 2: а – липень 2020 р., б – липень 2022 р.

Дерева, які згоріли, мали приблизно півстолітній вік і на відновлення лісу необхідно десятиліття. Загибель лісів означає втрату середовища для існування різноманітних біологічних видів. Втрати лісового фонду: розраховані збитки, заподіяні знищенням або пошкодженням лісових розсадників, лісових культур унаслідок надзвичайних ситуацій та бойових дій під час дії воєнного стану становлять – 0,135 млн грн (Харківська обласна військова., 2023). Окрім того, небезпека від лісових пожеж полягає у вивільненні CO₂ – еквіваленту парникових газів, що посилює кліматичні зміни. Інший небезпечний газ

NO₂ – діоксид азоту, спричинений спалюванням викопного палива та біомаси. На рис. 6 наведено фрагмент космознімку супутника Sentinel-5P, який досліджує стан атмосфери. Як наслідок – пожежі, максимальні концентрації діоксиду азоту в атмосфері над лісовим масивом. На знімку підвищена концентрація відображається у відтінках кольору від зеленого до коричневого. Розраховані збитки, завдані атмосферному повітрю внаслідок надзвичайних ситуацій та бойових дій під час війни в 2022 р., на загальну суму становлять – 9277642,200 тис. грн (Харківська обласна військова., 2023).

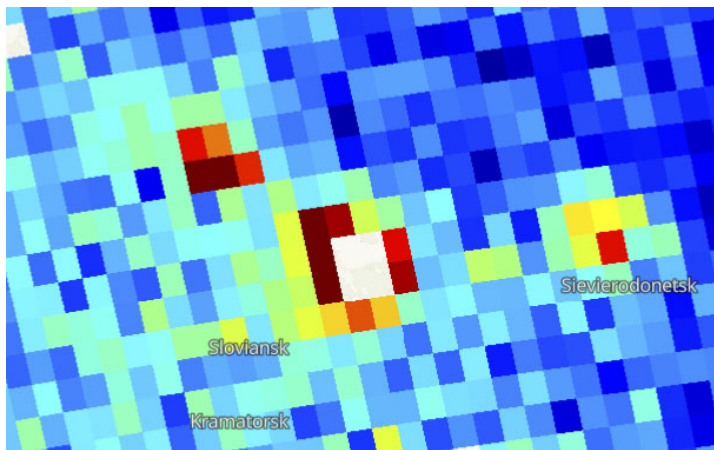


Рис. 6. Підвищений вміст в атмосфері діоксиду азоту на території Ізюмського лісу за 03.05.2023 р. за даними супутника Sentinel-5P

Активні бойові дії – це не тільки порушення лісу, забруднення атмосфери, але й деградація ґрунтового покриву. Унаслідок пересування важкої техніки відбувається ущільнення ґрунту, а отже, порушення процесів вологообміну й погіршення передумов для відновлення земельного покриву. Також спостерігаються пошкодження ґрунтового покриву в результаті вибухів мін, кидання гранат, викопування окопів та траншей, а також утворення лійок та ям на значних площах. Ці процеси порушують єдність та стійкість ґрунтового покриву. На рис. 7 зображено зміни земельного покриву, ділянки, які відведено під сільськогосподарські землі, зокрема,

рілля, пасовища, багаторічні насадження тощо. Загалом сільськогосподарські землі займають переважну частину області; це зумовлено географічним положенням та активним веденням сільського господарства. Проте з 2015 р. помітно загальну тенденцію до скорочення таких земель, і в 2022 р. чітко простежується тенденція різкого зниження земель сільськогосподарського використання. Це пояснюється саме впливом бойових дій, значною площею замінованих земель та окупацією частини області протягом певного часу, що не дозволяє здійснювати активну господарську діяльність у повному обсязі.

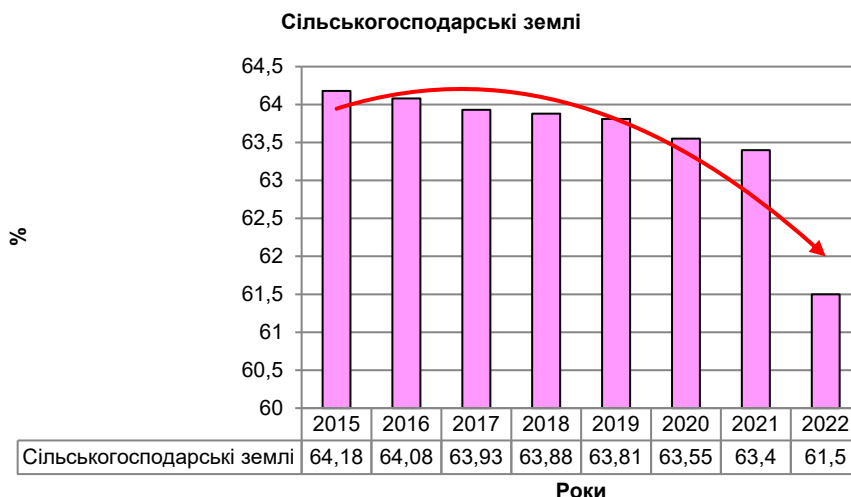


Рис. 7. Графік та поліноміальна лінія тренду змін покриття сільськогосподарської землі за 2015–2022 рр.

Висока інтенсивність бойових дій на окремих ділянках призвела до небезпечного використання землі. На звільнених територіях спостерігається значний негативний вплив військових дій на стан і продуктивність ґрунтів. Вирви від авіабомб та артилерійських обстрілів, мінування території, зруйнована важка військова техніка, розлив нафтопродуктів, вигорілі ділянки від пожеж, зсуви ґрунту та інші подібні явища стали основними наслідками впливу війни на стійкість ґрунтів та призвели до їхнього забруднення. Такі порушення ґрунтів у подальшому спричинять пришвидшену ерозію ґрунтів, негативно вплинуть на ведення сільського господарства та на здоров'я людей.

Дискусія і висновки

Результати аналізу зміни земних покривів Харківської області свідчать про надзвичайний рівень господарського освоєння земель області. Загальним трендом з 2015 р. є зменшення лісових масивів та сільськогосподарських земель зі значним скороченням у 2022 р., що є результатом ведення бойових дій та їхніх наслідків. Військові дії призводять до ряду механічних, фізичних та хімічних впливів на земний покрив. Руйнування рослинності, порушення ґрунтового покриття та опустелювання стають поширеними наслідками воєнно-техногенного навантаження. Зокрема, деградація земних покривів через військові дії стала основною тенденцією в зміні земних покривів. Бойові дії на території Харківської області сильно пошкодили всі природні ресурси: земельні площі зазнали забруднення та засмічення різними відходами; атмосферне повітря забруднене внаслідок вибухів та пожеж; водні об'єкти, лісові ресурси та біота стали жертвами дії ворожої техніки забруднення та умисного знищення. Унаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України значна шкода завдана земельним ресурсам.

За інформацією Національного наукового центру "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського", найбільший вплив на сільськогосподарські землі та ґрунтовий покрив спричиняє авіація та артилерія ворога (80 % досліджуваних ділянок) (Зелик та ін., 2017). Забруднення повітря, ґрунту та води може спричинити значне зменшення врожайів, забруднення продуктів харчування та загрозу здоров'ю людей. Протягом війни на території області пошкоджено та знищено понад 20 тис. об'єктів, із яких 31 % припадає на місто Харків. Із загальної кількості об'єктів ПЗФ на тимчасово окупованій

території та в зоні бойових дій були розташовані 84 заповідні об'єкти на площі 35,1 тис. га (46,8 % від загальної площі) у Ізюмському, Куп'янському, Харківському, Чугуївському районах Харківської області (Харківська обласна військова., 2023). Для більш детального дослідження зміни земних покривів, пов'язаних із військовою діяльністю, зокрема руйнування гумусового горизонту, забруднення ґрунтів металевими фрагментами та залишками вибухових речовин, забруднення ґрунтів важкими металами, необхідні польові дослідження та застосування аеро- чи космоснімків високої розрізненості.

Для подолання наслідків воєнних дій та відновлення господарської діяльності можна рекомендувати такі дії та заходи:

- провести розмінування територій природнозаповідного та лісового фонду області;
- провести комплексне дослідження з оцінюванням ступеня забруднення територій та ґрунтів;
- встановити необхідні заходи з очищення території та відновлення її придатності для ведення сільського господарства;
- встановити контроль якості атмосферного повітря, ґрунту та води;
- запровадити підтримку держави та місцевих органів влади.

Внесок авторів: Тамара Курач – методологія, формальний аналіз, написання – оригінальна чернетка; Олександр Коренець – концептуалізація, аналіз джерел, написання – перегляд і редагування; Наталія Литвиненко – концептуалізація, написання – перегляд і редагування; Ірина Підлісецька – аналіз джерел, валідація даних.

Список використаних джерел

- Жук, П.В., Кіпчач, Ф.Я. & Куліш, І.М. (2021). *Інституційне забезпечення контролю та екологічного стану ґрунтів в Україні: "проблеми, шляхи вирішення"*. Науково-аналітична записка ДУ "Інститут регіональних досліджень імені М.І.Долішнього НАН України". <https://www.adm-km.gov.ua/wp-content/uploads/2021>
- Зелик, Я.І., Куцуль, Н.М., Шелестов, А.Ю., & Яйлимов, Б.Я. (2017). Аналітичний огляд європейських проектів LUCAS і CORINE для моніторингу та валідації земного покриття і землекористування на основі супутникових та наземних спостережень та досвід картографування земного покриття в Україні. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 8, 10–36. <https://ujrs.org.ua/ujrs/article/view/88/pdf>
- Семеряга, О.П. (2014). *Аналітичний огляд методів дослідження белегративних ландшафтів*. <https://cyberleninka.ru/article/n/analitichniy-oglyad-metodiv-doslidzhennya-beligerativniy-landshaftiv/pdf>

Сорокіна, Л.Ю., Голубцов, О.Г., Чехній, В.М., & Батова, Н.І. (2017). Методологія і методика середньомасштабного геоінформаційного картографування ландшафтів. *Український географічний журнал*, 3, 10–20. <https://doi.org/10.15407/ugz2017.03.010>

Сплодитель, А., Голубцов, О., Чумаченко, С., & Сорокіна, Л. (2022). Забруднення земель внаслідок агресії росії проти України. <https://ecoaction.org.ua/zabrudnennia-zemel-vnaslidok-rosii.html>

Харківська обласна військова адміністрація. (2023, 5 жовтня). *Екологічний паспорт Харківської області 2022 рік*. <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/123379>

Global Land Cover. (2015). *Land Cover Classification: Single class forest*. <https://lcviewer.vito.be/2015>

Land cover. (2023). Esri. Sentinel-2 Land Cover Explorer. <https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer/#mapCenter=37.192%2C49.196%2C10&mode=step&timeExtent=2017%2C2022&year=2022>

WORLD COVER 2021 MAP. (2023). *WorldCover V2 2021*. https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/?language=en&bbox=29.696485043033825,47.528572392198754,43.22738885796638,51.39406485302814&overlay=false&bgLayer=OSM&date=2023-11-01&layer=WORLD COVER_2021_MAP

References

Kharkiv Regional Military Administration. (2023, October 5). *Ecological passport of the Kharkiv region 2022*. <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/123379> [in Ukrainian].

Land cover. (2023). Esri. Sentinel-2 Land Cover Explorer. <https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer/#mapCenter=37.192%2C49.196%2C10&mode=step&timeExtent=2017%2C2022&year=2022>

Global Land Cover. (2015). *Land Cover Classification: Single class forest*. <https://lcviewer.vito.be/2015>

Semeriaha, O.P. (2014). *Analytical review of methods of research of belligerent landscapes*. <https://cyberleninka.ru/article/n/analitichnyi-oglyad-metodiv-doslidzhennya-beligerativniy-landshaftiv/pdf> [in Ukrainian].

Sorokina, L.I., Holubtsov, O.H., Chekhniy, V.M., & Batova, N.I. (2017). Methodology and techniques of medium-scale geoinformation mapping of landscapes. *Ukrainian Geographical Journal*, 3, 10–20. <https://doi.org/10.15407/ugz2017.03.010> [in Ukrainian].

Splodytel, A., Holubtsov, O., Chumachenko, S., & Sorokina, L. (2022). *Land pollution as a result of Russia's aggression against Ukraine*. <https://ecoaction.org.ua/zabrudnennia-zemel-vnaslidok-rosii.html> [in Ukrainian].

WORLD COVER 2021 MAP. (2023, October 25). *WorldCover V2 2021*. https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/?language=en&bbox=29.696485043033825,47.528572392198754,43.22738885796638,51.39406485302814&overlay=false&bgLayer=OSM&date=2023-11-01&layer=WORLD COVER_2021_MAP

Zhuk, P.V., Kiptach, F.Ya., & Kulish, I.M. (2021). Institutional support for control and ecological condition of soils in Ukraine: "problems, solutions. Scientific and analytical note of the State University "Institute of Regional Studies named after M.I. Dolishnyi of the National Academy of Sciences of Ukraine". <https://www.adm-km.gov.ua/wp-content/uploads/2021> [in Ukrainian].

Zielyk, Ya.I., Kussul, N.M., Shelestov, A.Iu., & Yailymov, B.Ia. (2017). Analytical review of European projects LUCAS and CORINE for monitoring and validation of land cover and land use based on satellite and ground observations and land cover mapping experience in Ukraine. *Ukrainian Journal of Remote Sensing of the Earth*, 8, 10–36. <https://ujrs.org.ua/ujrs/article/view/88/pdf> [in Ukrainian].

Отримано редакцією журналу / Received: 06.11.23

Прорецензовано / Revised: 26.11.23

Схвалено до друку / Accepted: 30.11.23

Tamara KURACH¹, PhD (Geogr.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0000-0002-5989-9431

e-mail: tnkurach@ukr.net

Oleksandr KORENETS¹, PhD (Geogr.)

ORCID ID: 0000-0001-6352-9591

e-mail: oleksandr.korenets@knu.ua

Natalia LYTVYVENKO¹, PhD (Engin.), Senior Researcher

ORCID ID: 0000-0002-2203-2746

e-mail: n123n@ukr.net

Iryna PIDLISETSKA¹, PhD (Geogr.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0000-0001-6724-2379

email: irinna2008@ukr.net

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

DEGRADATION OF LAND COVERS IN THE KHARKIV REGION DUE TO MILITARY ACTIONS

Background. The analysis of trends in land cover changes will allow to detect trends in land cover changes, which will contribute to the understanding of the reasons for changes in natural ecosystems and the development of strategies for their preservation and restoration. The analysis of land cover changes can be useful for assessing the impact of anthropogenic and natural factors on land use, which is important for making decisions about the rational using of natural resources, especially in the post-war period. The purpose of the research is to allow to detect the trends of land cover changes in Kharkiv region as a result of hostilities, using the satellite materials and statistical data from open sources.

Methods. For the research, materials from remote sensing of the Earth were utilized, including methods of their processing and visualization. Mathematical and statistical methods were applied to process statistical information and obtain index images resulting from the processing of satellite images and the generation of thematic raster data. The article conducts an analysis of the main trends in land cover changes in the Kharkiv region, highlighting trends for the most significantly altered land cover types, specifically forests and agricultural lands, for the period 2015-2022.

Results. A general trend since 2015 has been the reduction of forested areas and agricultural lands, with a significant decrease in 2022, as a result of military actions and their consequences. Land cover degradation due to military activities is currently a prominent trend, representing the primary tendency in land cover changes. As a result of military actions in the Kharkiv region, all natural resources have suffered: lands from pollution and contamination with various types of waste, atmospheric air from emissions due to explosions and fires, water bodies, forest resources, and fauna from enemy equipment, pollution, and deliberate destruction.

Conclusions. For a more detailed study of land cover changes related to military activities, especially regarding the destruction of the humus layer, soil pollution with metal fragments and explosive residues, field research and the use of high-resolution aerial or satellite imagery are necessary.

Keywords: land cover, land cover degradation, satellite images, negative change trends, trend.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.