

Моніторинг біорізноманіття транскордонних природоохоронних територій Єврорегіону «Верхній Прут»

<https://doi.org/10.17721/2786-4561.2025.6.1.-5/11>

Стракович Г.О., Удовиченко В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна,
annastrakovych19@gmail.com

Анотація. У статті представлено результати дослідження стану біорізноманіття як важливої властивості екосистем у межах транскордонних природоохоронних територій на прикладі Єврорегіону «Верхній Прут». На основі сформованої бази даних про стан біорізноманіття викладено результати аналізу динаміки рослинності та лісових екосистем з використанням даних дистанційного зондування Землі та технологій їх обробки (обрахунку та просторової візуалізації нормалізованого відносного індексу рослинності (NDVI)). Виявлено основні загрози у регіоні, які існують для біорізноманіття та окреслено напрями транскордонної співпраці з метою відновлення природних екосистем. Запропоновано рекомендації щодо вдосконалення системи моніторингу, втілення яких сприятиме підвищенню ефективності збереження біорізноманіття в Єврорегіоні «Верхній Прут» та забезпеченню сталого управління природоохоронними територіями у його межах.

Ключові слова: моніторинг, біорізноманіття, транскордонні природоохоронні території, дистанційне зондування Землі, NDVI, Єврорегіон «Верхній Прут».

Monitoring of Biodiversity in the Transboundary Protected Areas of the Euroregion “Upper Prut”

Strakovich H.O., Udovychenko V.V.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Summary. The article presents the results of a comprehensive study on the state of biodiversity within the transboundary protected areas, using the Euroregion “Upper Prut” as a case study. Based on a developed database, the study analyzes the dynamics of vegetation and forest ecosystems through the use of remote sensing data and advanced processing technologies, including the calculation and spatial visualization of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The research identifies the main threats to biodiversity in the region and outlines directions for cross-border cooperation aimed at the restoration of natural ecosystems. Furthermore, the article proposes recommendations for improving the biodiversity monitoring system. Implementing these recommendations is expected to enhance the effectiveness of biodiversity conservation in the Euroregion “Upper Prut” and support sustainable management of its protected areas. This study contributes valuable insights into the challenges and opportunities of transboundary environmental governance, emphasizing the importance of collaborative efforts in preserving biodiversity across national borders. The use of remote sensing technologies proves essential for timely and accurate monitoring, enabling better-informed decision-making for ecosystem restoration and protection in this ecologically significant region.

Keywords: monitoring, biodiversity, transboundary protected areas, remote sensing, NDVI, Euroregion “Upper Prut”.

Вступ. Біорізноманіття є ключовим індикатором екологічного каркасу Єврорегіонів. У сучасних умовах стрімких кліматичних змін, урбанізаційних процесів та впливу діяльності людини на природні ресурси, моніторинг біорізноманіття стає одним з основних елементів сталого розвитку транскордонних природоохоронних територій. Співпраця країн Єврорегіону «Верхній Прут» у сфері збереження біорізноманіття є важливим етапом на шляху до збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь. Однак, природоохоронні території,

як осередки біорізноманіття, потребують особливої уваги, оскільки саме в них зосереджені найбільш вразливі види та унікальні екосистеми, тому моніторинг біорізноманіття набуває особливої актуальності. Транскордонний характер Єврорегіонів в цілому та Єврорегіону «Верхній Прут», зокрема, вимагає узгоджених дій задля збереження їх природних багатств (Колодяжна, 2013). Зміни (у бік скорочення) біорізноманіття негативно позначаються на функціонуванні екосистем, впливаючи на регулювання водного режиму, запилення рослин, підтримання родючості ґрунтів, що, в свою чергу, може призвести до економічних втрат та соціальних проблем. Тому, моніторинг біорізноманіття є невід'ємною складовою сталого розвитку Єврорегіону та забезпечення благополуччя його мешканців.

Зважаючи на сутність окресленої проблематики, за *мету* цього дослідження було визначено здійснити моніторинг біорізноманіття в межах транскордонних природоохоронних територій Єврорегіону «Верхній Прут», окресливши основні загрози, які існують для біорізноманіття та напрями транскордонної співпраці з метою відновлення природних екосистем. Відповідно до поставленої перед нами мети, в якості *об'єкту* дослідження було визнано біорізноманіття транскордонних природоохоронних територій Єврорегіону «Верхній Прут», а *предмету* – зміни біорізноманіття, що мають місце у межах транскордонних природоохоронних територій Єврорегіону, та відбуваються під впливом транскордонної співпраці та природоохоронних заходів.

Для досягнення поставленої мети, за необхідне вбачалося розв'язання наступних наукових *завдань*:

1. Сформуванню бази даних про біорізноманіття в Єврорегіоні «Верхній Прут», та на її основі здійснити релевантний аналіз.
2. Здійснити моніторинг динаміки стану рослинності Єврорегіону та лісових екосистем за допомогою методів дистанційного зондування Землі та шляхом застосування нормалізованого відносного індексу рослинності.
3. Виявити основні загрози, які існують для біорізноманіття в Єврорегіоні.
4. Окреслити напрями транскордонної співпраці щодо відновлення біорізноманіття, розробити пропозиції щодо вдосконалення системи моніторингу біорізноманіття.

Матеріали і методи дослідження. Зважаючи на сутність сформульованої мети та окреслених завдань, під час здійснення цього дослідження було застосовано комплекс взаємодоповнюючих методів, зокрема:

1. *Аналізу і узагальнення джерел* для формування бази даних про біорізноманіття транскордонних природоохоронних територій Єврорегіону «Верхній Прут», збору, систематизації та аналізу наявних наукових публікацій, звітів природоохоронних установ, відкритих просторових та статистичних даних з різноманітних джерел.

2. *Геоінформаційного моделювання та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)* – для оцінки динаміки рослинного покриву та стану лісових екосистем та задля обробки даних із застосуванням методів попередньої корекції, класифікації та побудови індексних карт Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) у середовищі QGIS та Google Earth Engine.

3. *Картографічного представлення даних* – для візуалізації просторових змін рослинності й створення серії тематичних карт і схем, що дозволяють виявити зони деградації екосистем та локалізувати екологічні ризики.

4. *Методу експертного оцінювання* шляхом залучення місцевих експертів, науковців та представників природоохоронних організацій, що дозволило уточнити основні загрози для біорізноманіття та оцінити ефективність чинних механізмів транскордонної співпраці.

5. *Порівняльно-аналітичного методу* – для виявлення тенденцій змін у біорізноманітті та здійснення зіставлення отриманих даних із попередніми результатами моніторингових досліджень, що дозволило схарактеризувати поточний екологічний стан територій.

Застосування зазначених методів забезпечило можливість застосування комплексного і просторово чутливого підходу до оцінки змін біорізноманіття в Єврорегіоні «Верхній Прут» й обґрунтування напрямів вдосконалення системи моніторингу.

Результати та їх аналіз. Єврорегіон «Верхній Прут» займає західну частину території України (Долотіна, 2013), північно-східну частину території Румунії та північну частину території Молдови. До його складу входять Чернівецька та Івано-Франківська області України, адміністративно-територіальні одиниці Республіки Молдова (9 районів) та Румунії (Ботошанський та Сучавський повіти) (рис. 1).

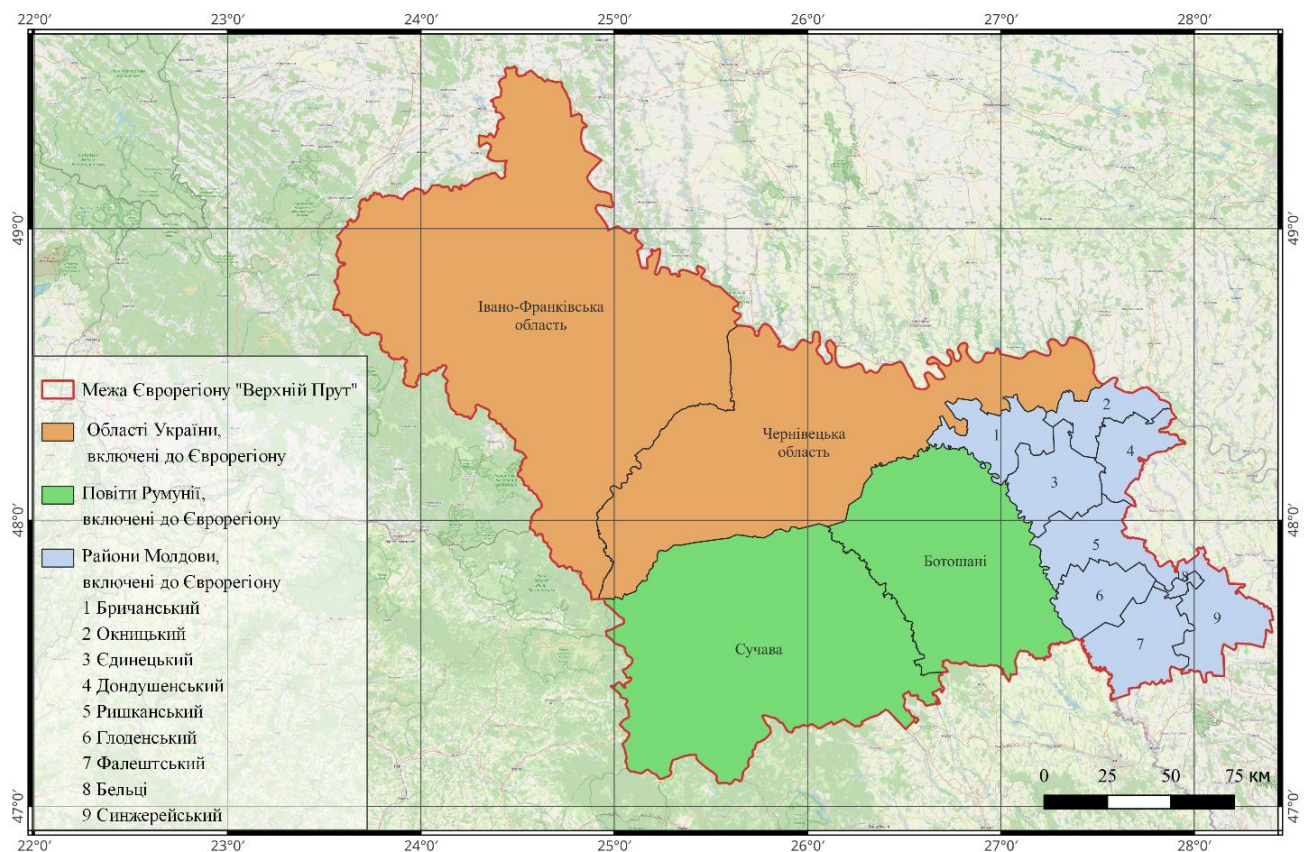


Рис. 1. Єврорегіон «Верхній Прут»

Значна частина території регіону зайнята Карпатськими горами, рельєф яких характеризується пануванням глибоких долин та мальовничих хребтів.

Таблиця 1. Найбільші природоохоронні території у Єврорегіоні «Верхній Прут» (укладено за [Державний кадастр, Природоохоронні території Молдови, Список національних парків Румунії])

Назва природоохоронної території	Площа, га	Розташування
Верховинський національний природний парк	12 022	Івано-Франківська область, Україна
Галицький національний природний парк	14 684	
Національний природний парк « Гуцульщина »	32 271	
Карпатський національний природний парк	50 495	
Національний природний парк «Синьогора»	10 866	
Природний заповідник «Горгани»	5 344	
Вижницький національний природний парк	11 238	Чернівецька область, Україна
Хотинський національний природний парк	9 446	
Черемоський національний природний парк	7 117	

Закінчення Таблиці 1.

Назва природоохоронної території	Площа, га	Розташування
Природний заповідник Кодрул світський Слатіоара (Codrul secular Slătioara)	1 064	Повіт Сучава, Румунія
Природний заповідник Біла-Лала (Bila-Lala)	325	
Природний заповідник Тиновул Пояна Стампей (Tinovul Poiana Stampei)	681	
Природний заповідник Тудорський ліс (Pădurea Tudora)	117	Повіт Ботошані, Румунія
Природний заповідник Чернохальський ліс (Pădurea Ciornohal)	76	
Природний заповідник Віковий ліс Стухоаса (Stuhoasa)	60	
Природний заповідник Ліс Домнеаске (Pădurea Domnească)	5 735	Голоденський район, Молдова
Природний заповідник Розошені (Rosošeni)	149	Бричанський район, Молдова

Передгірні райони мають більш пологий рельєф, представлений пагорбами та горбами. На південному сході регіону розташовані рівнинні ділянки. Клімат регіону помірно-континентальний, з м'якою зимою і теплим літом. Головна водна артерія регіону – річка Прут, яка бере початок у Карпатах і протікає через усю територію Єврорегіону. У Єврорегіоні створені різноманітні природоохоронні території (таблиця 1), зокрема такі як національні парки, заповідники та заказники, метою яких є збереження унікальних природних ресурсів.

Екосистемні особливості Єврорегіону «Верхній Прут».

Біорізноманіття є ключовим елементом стійкості екосистем. Воно включає різноманіття видів, генетичну різноманітність, а також екосистему різноманітність. На територіях Єврорегіону «Верхній Прут», який охоплює транскордонні регіони України, Румунії та Молдови, найвищий рівень біорізноманіття властивий переважно природоохоронним зонам. Ці території є осередками унікальних природних ресурсів, що підтримують екологічну рівновагу регіону, основними з яких є:

1. Лісові масиви природоохоронних територій Румунії та Молдови, зокрема праліси “Codrul secular Slătioara” та “Pădurea Domnească”, які відіграють визначальну роль у збереженні генетичного різноманіття деревних порід. Такі лісові екосистеми є місцем проживання багатьох рідкісних та ендемічних видів флори і фауни. Крім того, ліси виконують важливі екосистемні функції, такі як регулювання гідрологічного циклу, збереження біорізноманіття, стабілізація клімату та запобігання ерозії ґрунтів.

2. Гірські екосистеми Карпат, як одного із наймолодших гірських масивів Європи, які характеризуються високим рівнем ендемізму та реліктів (Чернов, Іванчук, 2019). Цей регіон є важливим центром формування та збереження біорізноманіття, зокрема гірських екосистем. Високірні луки, мішані та хвойні ліси, а також заболочені території, такі як карпатські торфовища, створюють мозаїку унікальних біотопів.

3. Водно-болотні угіддя прибережних смуг річки Прут, які являють собою цінні екосистеми, що відіграють визначальну роль у підтриманні стабільності водних екосистем та збереженні біорізноманіття регіону. Ці унікальні біотопи є домівкою для різноманітних видів гідробіонтів, включаючи рибу, амфібій та орнітофауну. Збереження таких екосистем має вирішальне значення для підтримання міграційних шляхів багатьох видів птахів, зокрема чапель, лелек та качок, забезпечуючи їх життєво необхідними умовами для гніздування, живлення та відпочинку під час міграцій.

Основними представниками флори Єврорегіону є різноманітні види дерев, серед яких найбільш поширені буки, ялини, ялиці та дуби, що формують основу карпатських лісів. У високогірних районах зустрічаються рідкісні альпійські рослини, зокрема едельвейс (*Leontopodium alpinum*) та реліктові сосни. Болота і низовини регіону також зберігають специфічну рослинність, серед якої виділяються осоки (*Carex*), сфагнум і мохи, що підтримують екологічну рівновагу досліджуваних зон (Чернов, 2019).

Фауна регіону багата на великих хижаків, таких як бурий ведмідь (*Ursus arctos*), вовк (*Canis lupus*) і рись (*Lynx lynx*), що є індикаторами здоров'я екосистем і підтримання балансу в лісах Карпат. Окрім цього, у лісах регіону мешкають різні види копитних, зокрема благородний олень (*Cervus elaphus*) та сарна (*Capreolus capreolus*). Багата орнітофауна включає хижих птахів, таких як орел-беркут (*Aquila chrysaetos*) та шуліка рудий (*Milvus milvus*), а також водоплавних птахів, які мешкають у річкових долинах (Петренко, 2017).

У Єврорегіоні «Верхній Прут» мешкають також ендемічні та червонокнижні види, зокрема Карпатська альпійська лисиця (*Vulpes vulpes carpatica*), що є ендеміком Карпат. Серед рослин також представлені ендемічні види, такі як дрід карпатський (*Genista carpatica*) та едельвейс (Дідух, 2009), що додають унікальності флорі регіону. До Червоного списку України, Румунії та Молдови включені бурий ведмідь, рись, а також рідкісні види рослин, такі як шафран Гейфеля (*Crocus heuffelianus*) і венерин черевик (*Cypripedium calceolus*), які знаходяться під загрозою зникнення й потребують особливого захисту (Дідух, 2009; Акімов, 2009).

Моніторинговий аналіз просторово-часових змін домінантних порід лісових екосистем.

Для здійснення моніторингу біорізноманіття в межах Єврорегіону «Верхній Прут» було обрано три модельні ділянки. Перша з них розташована на території Івано-Франківської області (Україна), на околицях міста Яремче. Вибір цього регіону був зумовлений його типовими для Українських Карпат гірськими ландшафтами, що характеризуються значним різноманіттям висотних поясів та форм рельєфу, що дозволяє дослідити лісові екосистеми, характерні для Карпатського регіону, які зазнають значного антропогенного навантаження через розвиток туризму, сільського господарства та лісозаготівлі.

Аналізуючи динаміку лісового покриву досліджуваної території за період з 2010-го по 2020 роки, було виявлено суттєву зміну домінантних порід (рис. 2а та 2б).

Так, відзначається тенденція до заміщення широколистяних лісів, які у 2010 році переважали у центральних та північно-східних районах, хвойними породами, особливо у центральних та західних ділянках. Одночасно з цим спостерігається збільшення площі відкритих ґрунтів, що вказує на процеси деградації лісових екосистем, переважно зумовлені комплексом природних та антропогенних факторів.

Друга модельна ділянка розташована у північній частині повіту Сучава (Румунія), поблизу сіл Арджел та Путна. Цей регіон характеризується мозаїчністю ландшафтів, що поєднують гірські масиви Карпат, річкові долини та антропогенно трансформовані території. Розташування ділянки у прикордонній зоні з Україною робить її особливо цікавою для дослідження, оскільки це дозволяє оцінити вплив транскордонних процесів та різноманітних антропогенних факторів на динаміку лісових екосистем.

Проаналізувавши динаміку лісового покриву за період у 10 років, можна зазначити, що домінуючим видом у межах території дослідження є саме хвойний ліс, який займає значні площі (рис. 2в та 2г). Однак, незважаючи на загальну стабільність, спостерігається цікава тенденція: збільшення площі листяних лісів, які поступово заміщують раніше існуючі хвойні насадження. Цей процес може бути пов'язаний з низкою факторів, таких як зміни клімату, поширення шкідників, а також вплив господарської діяльності людини. Водночас, площі вирубок за цей період залишилися відносно стабільними, що свідчить про певні успіхи у збереженні лісових ресурсів.

Третя модельна ділянка розташована у північно-західній частині Бричанського району Республіки Молдова, між містом Бричани та селом Каракушеній-Ной. Цей регіон характеризується своєрідними особливостями географічного положення та природних умов, що дозволяють оцінити вплив транскордонних процесів на динаміку лісових екосистем. З огляду на те, що Молдова має відносно невеликий ступінь лісистості порівняно з іншими країнами Єврорегіону, дослідження лісових екосистем на цій території є актуальним для оцінки темпів їх деградації та розробки заходів щодо збереження.

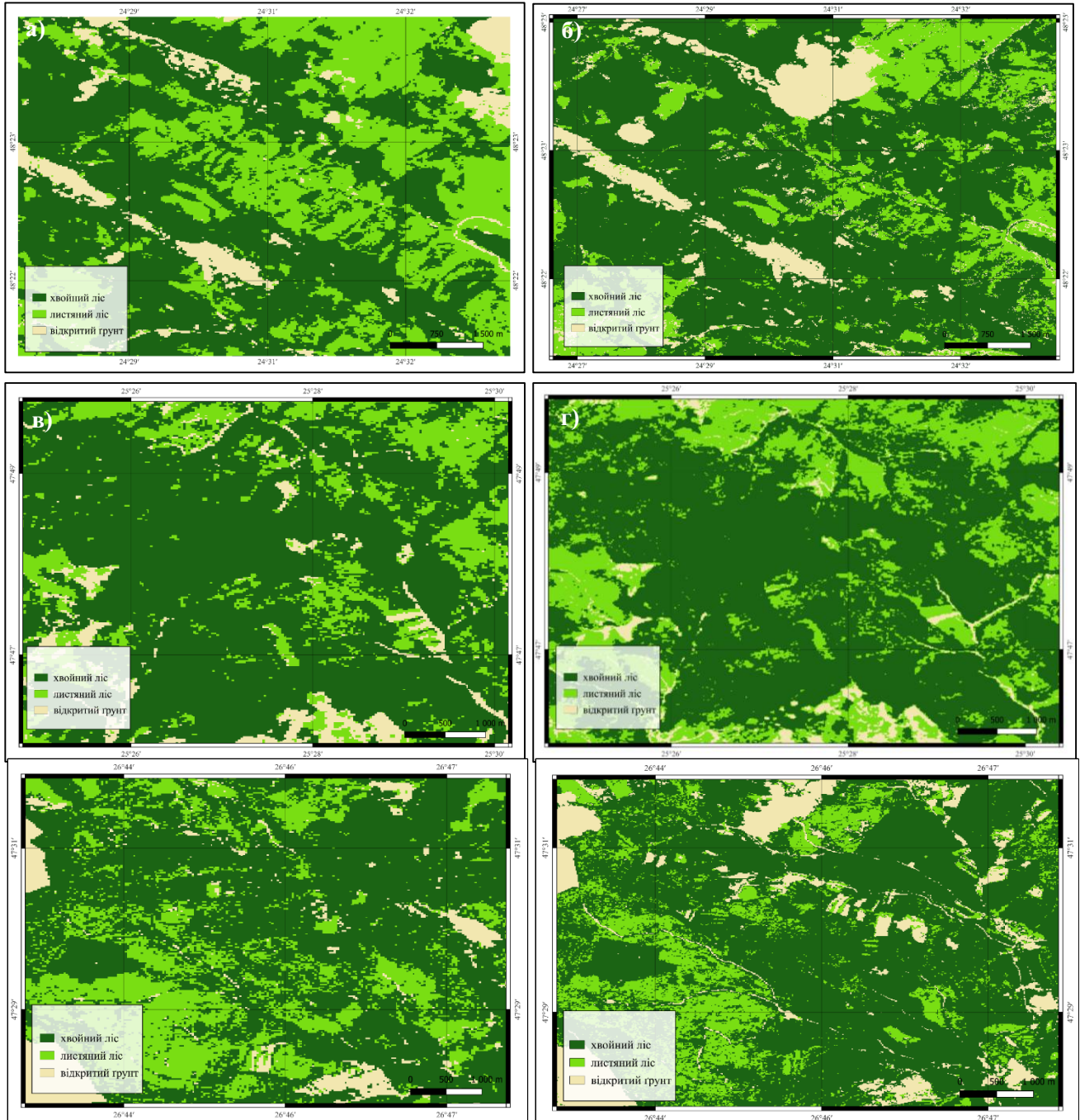


Рис. 2. Просторово-часові аспекти змін домінантних порід у складі лісових масивів Єврорегіону «Верхній Прут» (на прикладі модельних ділянок дослідження)

а) станом на 14.08.2010 (Україна), **б)** станом на 19.07.2020 (Україна),

в) станом на 12.08.2010 (Румунія), **г)** станом на 18.07.2020 (Румунія),

д) станом на 11.08.2010 рік (Молдова), **е)** станом на 12.08.2020 рік (Молдова)

Здійснений аналіз динаміки лісового покриву дозволив виявити значні зміни у структурі лісових угруповань (рис. 2д та 2е): спостерігається тенденція до збільшення частки хвойних порід у загальній структурі лісового покриву, особливо у центральних та західних районах досліджуваної території. Одночасно з цим, фіксується значне зростання площ антропогенно трансформованих ландшафтів, що свідчить про посилення антропогенного тиску на лісові екосистеми.

Моніторинговий аналіз динаміки стану рослинності (за результатами обрахунку вегетаційного індексу).

Єврорегіон «Верхній Прут» зазнає одночасного впливу кліматичних змін та посилення антропогенного навантаження, що обумовлює значні трансформації природних екосистем і призводить до змін особливостей їх функціонування. Стан рослинності, як чутливий індикатор цих змін, відображає реакцію екосистем на зовнішні впливи. Відповідно, моніторинг динаміки стану рослинності є ключовим для розуміння екологічних процесів в регіоні, виявлення тенденцій та прогнозування майбутніх змін.

Сучасні технології дистанційного зондування Землі надають практично необмежені можливості для здійснення масштабного моніторингу стану рослинного покриву. Застосування вегетаційних індексів, зокрема нормалізованого відносного індексу рослинності (Normalized Difference Vegetation Index) (далі NDVI), дозволяє кількісно оцінити стан рослинності та відстежувати його зміни в часі (Sentinel Hub, 2024).

Індекс NDVI залежить від активності біомаси і хлорофілу, надає діапазон даних від -1 до $+1$. Червоні хвилі поглинаються тільки хлорофілом, тому чим більше поглинається червоного, тим активнішим є хлорофіл у листі рослин. Загалом, негативні значення найчастіше вказують на наявність хмар, водної поверхні чи снігу, а значення, близькі до нуля – на скелі чи оголений ґрунт. Дуже низькі значення NDVI (0,1 і менше) можуть бути пов'язаними із наявністю скелястих ділянок, піску або снігу. Середні значення (від 0,2 до 0,3) говорять про панування чагарників і луків, а високі значення (від 0,6 до 0,8) – лісів помірного поясу (NDVI, 2024). Аналіз обрахованих показників нормалізованого відносного індексу рослинності (NDVI) для Єврорегіону за 2010, 2015 та 2020 роки свідчить про високу фотосинтетичну активність біомаси на більшій частині території, що є типовою ознакою лісових екосистем (рис. 3а, 3б, 3в).

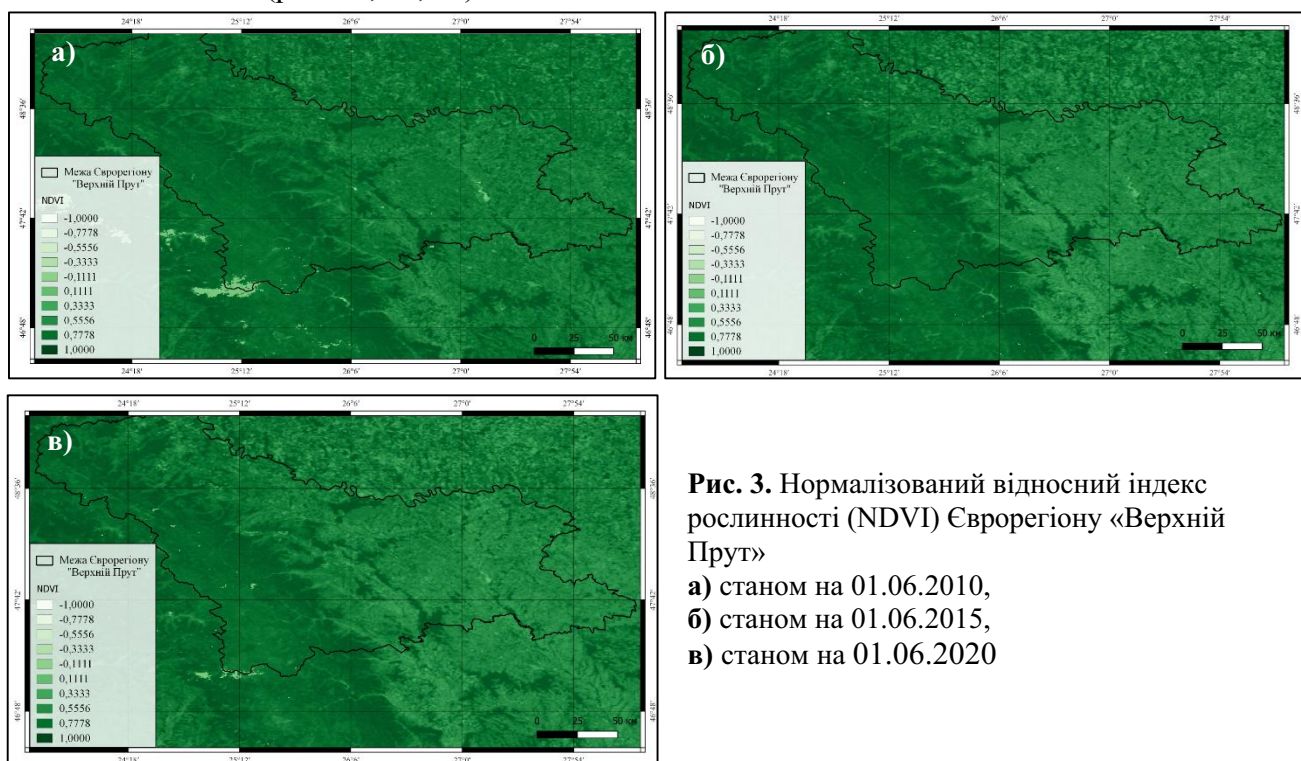


Рис. 3. Нормалізований відносний індекс рослинності (NDVI) Єврорегіону «Верхній Прут»

а) станом на 01.06.2010,

б) станом на 01.06.2015,

в) станом на 01.06.2020

Незважаючи на загальні для Єврорегіону переважаючі високі значення NDVI, спостерігається значна просторово-структурна неоднорідність у його розподілі. Так, у західній та північно-західній частинах території Єврорегіону, зокрема в районі Карпатського масиву, зареєстровано найвищі значення NDVI, що вказує на щільний та добре збережений лісовий покрив. У той же час, в межах периферійних ділянок Єврорегіону, особливо у східній та окремих внутрішніх частинах, спостерігаються знижені значення NDVI. Це, зокрема, пов'язано із переважанням «відкритих» просторів, таких як луки, сільськогосподарські угіддя чи території з менш розвинутою рослинністю.

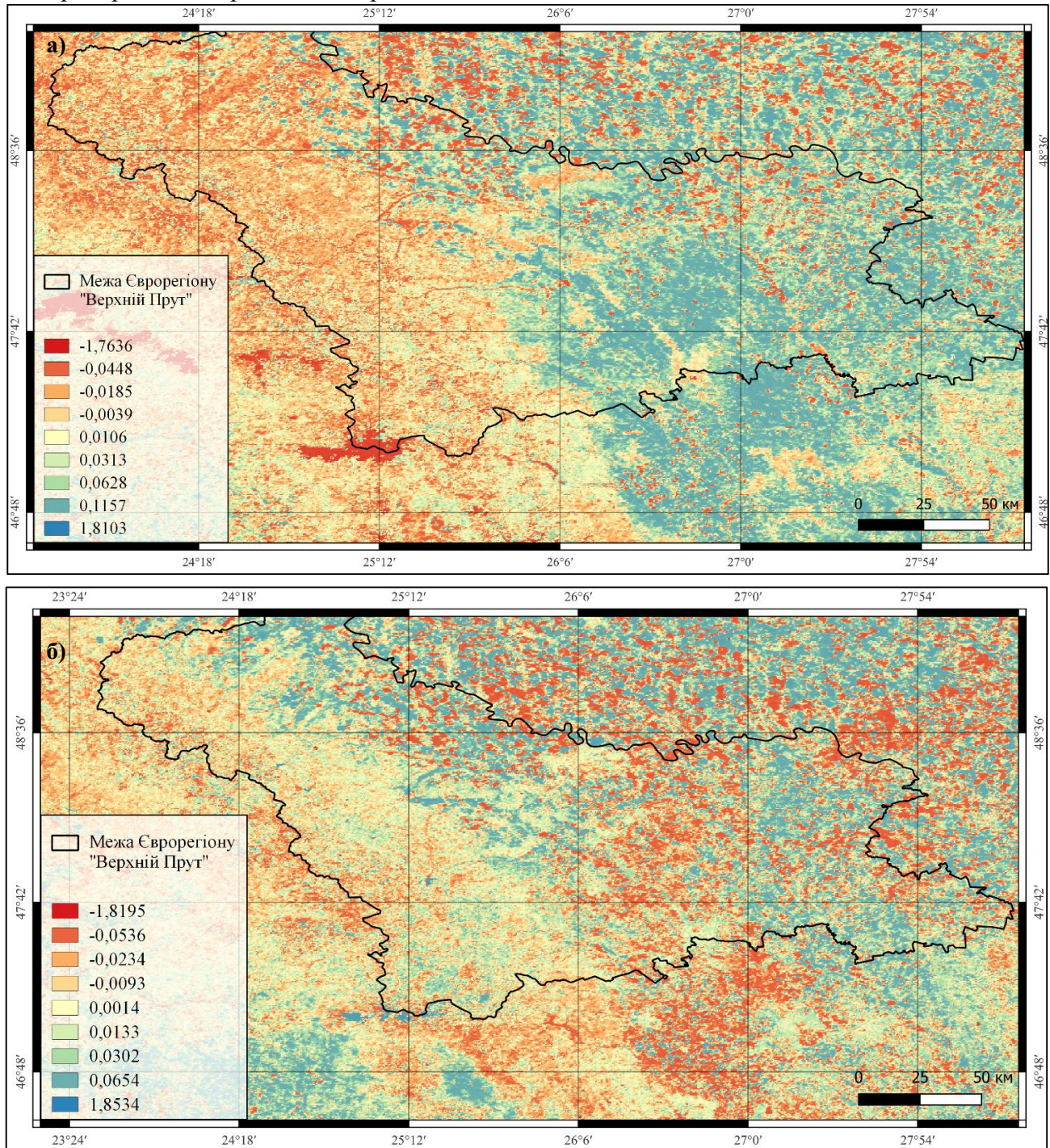


Рис. 4. Різниця нормалізованих відносних індексів рослинності
а) між 2010 та 2015 роками, б) між 2015 та 2020 роками

Однак, аналіз динаміки змін рослинного покриву за різні роки демонструє чіткі тенденції трансформації ландшафтів регіону. Зокрема, порівняння знімків за 2010 і 2015 роки вказує на значне розширення площ, зайнятих луками, пасовищами та сільськогосподарськими угіддями. Ця тенденція особливо помітна у східній частині Єврорегіону, де природні ландшафти зазнають найбільшої антропогенної трансформації. Станом на 2020 рік просторове розширення таких територій продовжується, причому суттєве збільшення площі спостерігається також у північно-західній частині регіону. Зростання кількості ареалів з відкритими ґрунтами може бути наслідком інтенсифікації сільськогосподарської діяльності, змін у землекористуванні або природного відновлення лук і пасовищ.

У результаті обрахування різниці між нормалізованим відносним індексом рослинності за окремі періоди часу, які у даному випадку розглядалися як часові зрізи, було відстежено динаміку змін рослинного покриву (рис. 4а та 4б).

При цьому, отримані значення, близькі до нуля, позначають стабільність у рослинному покриві та відсутність суттєвих змін рівнів фотосинтетичної активності (позначені світло-жовтими та жовтими кольорами), й характеризуються стабільним станом рослинності за досліджуваний період. Це, зокрема, спостерігається у центральній частині території Єврорегіону. У регіонах із від'ємними значеннями NDVI (позначені червоним кольором) можна спостерігати зменшення частки рослинного покриву, що спричинено скороченням площ лісів, деградацією екосистем через антропогенний вплив (внаслідок вирубки лісів або трансформації земель під сільськогосподарські угіддя). Значні від'ємні зміни простежуються у західній та північно-західній частині регіону, а також на окремих ділянках центральної та північно-східної його частин. З іншого боку, території з позитивними значеннями NDVI (позначені синім кольором) відображають ділянки, де фотосинтетична активність за попередні роки була нижчою, ніж у наступні. Такі зміни можуть свідчити про природне відновлення рослинності, активізацію заходів з озеленення, покращення стану лісового покриву або збільшення площі луків і пасовищ. Найбільш значні позитивні зміни спостерігаються у центральній, південній та південно-східній ділянках території Єврорегіону (див. рис. 4а).

Аналіз різниці нормалізованого відносного індексу рослинності за період 2015-2020 років (див. рис. 4б) дозволяє стверджувати про те, що динаміка стану рослинного покриву має наступні особливості. Так, значна частина території регіону демонструє невеликі зміни NDVI, що вказує на стабільний стан рослинності у більшості ландшафтів, переважно в західній та частково центральній частинах Єврорегіону. Однак, помітне зменшення показників NDVI фіксується у центральній, а також у північній частині, та ці райони можуть свідчити про вплив антропогенних факторів, зокрема, розширення сільськогосподарських територій, урбанізаційні процеси або зменшення площ лісового покриву. Території з позитивними змінами NDVI спостерігаються здебільшого у північній та північно-західній частинах території Єврорегіону та окремих локальних ділянках на сході. Такі тенденції вказують на відновлення лісових масивів, природну сукцесію або зростання біомаси на територіях, які раніше перебували в деградованому стані.

Таким чином, отримавши результати аналізу обрахованого нормалізованого відносного індексу рослинності та його різниці для модельних ділянок у складі Єврорегіону та для всієї його території, звертає на себе увагу та з них частина, де мають місце негативні зміни. Отже, наступним кроком цього дослідження має стати виявлення основних загроз, які зумовлюють трансформацію наземного покриву у бік зниження ступеня біорізноманіття та зменшення відсотку лісовкритих площ.

Основні загрози для біорізноманіття в Єврорегіоні.

Біорізноманіття в Єврорегіоні «Верхній Прут» стикається з низкою загроз, які впливають на стабільність екосистем й збереження унікальних видів флори та фауни. Вони виникають через сукупність природних і антропогенних факторів, що загрожують як місцевим екосистемам, так і транскордонним природоохоронним територіям (Гакман, 2020). Серед

такими загрозами ключовими є кліматичні зміни, вирубка лісів, промислове і сільськогосподарське забруднення води, ґрунтів та повітря, урбанізація та розвиток інфраструктури, браконьєрство та нелегальне полювання, проникнення інвазивних видів рослин і тварин (рис. 5).

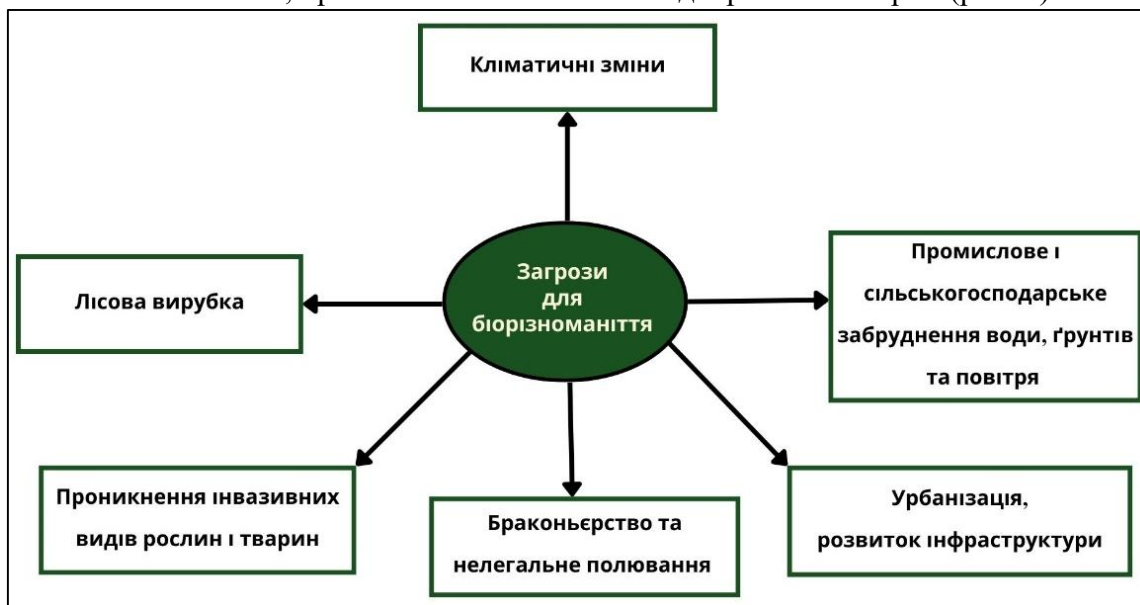


Рис. 5. Основні загрози для біорізноманіття в Єврореґіоні «Верхній Прут»

Однією з найбільших загроз для біорізноманіття регіону є кліматичні зміни. Підвищення середньорічних температур, зміна сезонів і коливання кількості опадів впливають на життєдіяльність багатьох видів рослин і тварин. У Карпатських горах, зокрема, змінюються умови для росту альпійських видів рослин, таких як едельвейс, а також для проживання великих хижаків, таких як бурій ведмідь та рись. Порушення природних сезонних циклів може призвести до зникнення популяцій ендемічних і рідкісних видів.

Крім того, Карпатські ліси, які слугують середовищем існування багатьох рідкісних видів рослин і тварин, поступово втрачають свою екологічну цінність через незаконні вирубки та деградацію екосистем. Лісові вирубки призводять до зниження чисельності тварин, що залежать від густих лісів, таких як вовки, рисі та копитні. Окрім цього, лісові екосистеми є важливими для регуляції водного балансу (регулятивні екосистемні послуги), відповідно їх руйнування негативно впливає на водні ресурси регіону.

Промислове і сільськогосподарське забруднення води, ґрунтів та повітря негативно впливає на стан екосистем Єврореґіону «Верхній Прут». Забруднення річок і боліт регіону пестицидами, важкими металами та хімічними відходами створює несприятливі умови для життя водоплавних птахів, риб та інших водних організмів. Це також впливає на флору, зокрема на види рослин, таких як осоки та мохи, що ростуть у заболочених місцевостях. Окрім цього, забруднення води загрожує знищенню водних ресурсів, що є важливими для збереження місцевого біорізноманіття.

Розвиток інфраструктури, включаючи будівництво доріг, гідроелектростанцій та інших об'єктів, призводить до фрагментації природних екосистем. Урбанізація, особливо у прикордонних районах, створює нові загрози для диких тварин, зокрема для їхніх міграційних шляхів. Це особливо стосується таких видів, як благородний олень і сарна, чия чисельність залежить від наявності великих неушкоджених територій. Будівництво також призводить до зростання рівнів забруднення повітря і води, що посилює тиск на природні середовища існування біоти. Браконьєрство та нелегальне полювання на великих хижаків, таких як бурій ведмідь та вовк, є ще однією серйозною загрозою для біорізноманіття Єврореґіону. Ці види відіграють важливу роль у регулюванні популяцій інших тварин, а їхнє знищення порушує природний баланс в екосистемах. Окрім цього, нелегальне полювання на рідкісні види

копитних також призводить до значного зменшення їхніх популяцій, що негативно впливає на харчові ланцюги регіону.

Проникнення інвазивних видів рослин і тварин, які не є характерними для регіону, становить значну загрозу для місцевого біорізноманіття. Ці види витісняють місцеві рослини та тварин, створюючи несприятливі умови для їхнього існування. Інвазивні види можуть сприяти деградації екосистем і змінювати природні середовища проживання місцевих видів, що призводить до зниження їхньої чисельності та різноманітності.

Долати означені виклики вбачається можливим шляхом запровадження дієвих заходів та реалізації транскордонної співпраці щодо відновлення біорізноманіття в регіоні.

Напрями транскордонної співпраці щодо біорізноманіття в Євросередині.

Збереження біорізноманіття в Євросередині «Верхній Прут» є складним завданням, що вимагає скоординованих дій між Україною, Румунією та Молдовою. Транскордонна співпраця в рамках природоохоронних проєктів спрямована на вирішення спільних екологічних викликів, а також на забезпечення сталого розвитку природоохоронних територій. Такі ініціативи є критично важливими для збереження біорізноманіття та екосистемних послуг у транскордонних регіонах. Транскордонна співпраця у сфері охорони біорізноманіття (Студенніков, 2000) включає декілька ключових напрямів, які зосереджені на спільному управлінні природоохоронними територіями, моніторингу екосистем, а також реалізації спільних екологічних проєктів (Мукіла, 2003). Зокрема, основними такими напрямками співпраці є:

1. Спільний моніторинг біорізноманіття та екосистем: він дозволяє країнам Євросередини координувати свої зусилля у виявленні загроз та вжитті відповідних заходів для їх зменшення. Використання новітніх технологій, таких як супутниковий моніторинг і дистанційне зондування Землі, дозволяє забезпечити ефективний нагляд за станом лісових масивів, водних ресурсів і різноманітним видів.

2. Обмін науковою інформацією та досвідом, співпраця між дослідницькими установами України, Румунії та Молдови сприяє глибшому розумінню екологічних процесів і розвитку нових методів охорони природи. Спільні конференції, семінари та робочі групи дозволяють науковцям та екологам обмінюватися даними та кращими практиками щодо збереження видів та управління природоохоронними територіями.

3. Захист водних ресурсів та екосистем: річка Прут є одним з основних водних об'єктів Євросередини, і її стан впливає на всю екосистему регіону. Отже, співпраця між країнами має бути спрямована на запобігання забрудненню водних ресурсів, а також на захист рідкісних та водоплавних видів, які мешкають у цих місцях. Зокрема, мають бути реалізовані спільні транскордонні екологічні проєкти та ряд ініціатив, що спрямовані на збереження біорізноманіття.

Пропозиції щодо вдосконалення системи моніторингу.

Збереження біорізноманіття є одним з найактуальніших викликів сучасності. Для ефективного управління природними ресурсами та збереження унікальних екосистем Євросередини необхідне впровадження сучасних систем моніторингу. Відповідно, потрібен комплекс заходів, спрямованих на удосконалення існуючих механізмів спостереження за станом природного середовища, зокрема, таких як:

1. Розширення використання технологій дистанційного зондування Землі: запровадження сучасних супутникових систем для постійного спостереження за станом лісів, річок, боліт і інших територій, виявлення змін у рослинному покриві, аналізу площ вирубок, стеження за динамікою водних ресурсів, визначення напрямів впливу кліматичних змін на біорізноманіття.

2. Створення єдиної транскордонної бази даних для країн-учасниць, де зберігатимуться всі необхідні відомості про стан біорізноманіття. Це сприятиме обміну інформацією між природоохоронними організаціями, науковими установами та урядовими структурами. База

даних повинна містити інформацію про види, їхню чисельність, місця проживання, а також виявлені загрози.

3. Залучення місцевих громад до моніторингу, адже місцеві громади можуть відігравати важливу роль у процесі спостереження за змінами в екосистемах. Створення програм навчання та залучення місцевих жителів до участі в екологічних проєктах дозволить розширити охоплення територій та підвищити ефективність моніторингу. Громади можуть брати участь у зборі даних про рідкісні види, фіксуванні випадків браконьєрства та змін у довкіллі.

4. Запровадження автоматизованих систем збору даних через установлення датчиків і камер спостереження у важкодоступних зонах. Це допоможе зменшити людський фактор у процесі моніторингу та дозволить отримувати точніші й оперативніші дані про стан біорізноманіття. Такі системи можуть фіксувати присутність рідкісних або ендемічних видів, відстежувати міграційні шляхи тварин та зміни в екосистемах.

5. Розширення міжнародного фінансування для підтримки довгострокових програм моніторингу через міжнародні гранти та програми ЄС, що дозволить інтенсивніше здійснювати науково-дослідні роботи, проводити інвентаризацію видів, закуповувати новітнє обладнання для моніторингу й підвищити ефективність заходів з охорони природи.

6. Важливим кроком у вдосконаленні системи моніторингу є проведення регулярних спільних досліджень і публікація звітів про стан біорізноманіття в Єврореґіоні. Це забезпечить актуальну інформацію для прийняття рішень на національному та міжнародному рівнях.

7. Створення природоохоронних зон та екологічних коридорів між країнами Єврореґіону, які забезпечать безперервність екосистем і дозволять мігрувати диким тваринам між природоохоронними територіями трьох країн.

8. Впровадження інноваційних екологічних технологій, таких як біоінженерні рішення для захисту ґрунтів та водних ресурсів, а також системи еко-моніторингу на базі штучного інтелекту задля підвищення точності та швидкості аналізу екосистем, більш ефективного використання ресурсів й зменшення антропогенного тиску на території.

Висновки. Отже, виконане дослідження біорізноманіття в Єврореґіоні «Верхній Прут» дозволило виявити ряд ключових тенденцій та проблем, пов'язаних зі збереженням природних ресурсів у цьому транскордонному регіоні. Так, аналіз динаміки лісових екосистем за допомогою методів дистанційного зондування Землі показав значні зміни у структурі лісових угруповань: спостерігається тенденція до заміщення широколистяних лісів хвойними породами, а також збільшення площі відкритих ґрунтів. Моніторинг динаміки стану рослинності шляхом обрахунку нормалізованого відносного індексу рослинності (NDVI) дозволив виявити високу фотосинтетичну активність біомаси на більшій частині території Єврореґіону. Однак, аналіз динаміки змін рослинності в різні роки демонструє чіткі тенденції антропогенної трансформації ландшафтів регіону. Спостерігається значне розширення площ, зайнятих луками, пасовищами та сільськогосподарськими угіддями, що свідчить про посилення антропогенного навантаження на природні екосистеми.

Виявлено, що основними загрозами для біорізноманіття Єврореґіону є кліматичні зміни, вирубка лісів, промислове і сільськогосподарське забруднення, урбанізація, браконьєрство та проникнення інвазивних видів. Ці фактори призводять до деградації екосистем, втрат біорізноманіття та порушення природного балансу. Транскордонна співпраця у сфері охорони біорізноманіття є важливим інструментом для вирішення спільних екологічних проблем. Реалізація спільних проєктів, обмін досвідом та наукова співпраця сприятимуть збереженню природних ресурсів й сталому розвитку регіону. Для ефективного моніторингу біорізноманіття та збереження природних ресурсів необхідно впроваджувати сучасні технології, створювати єдину базу даних, залучати місцеві громади, автоматизувати процеси збору даних та розширювати міжнародне фінансування. Загалом, виконане дослідження підкреслює необхідність комплексного підходу до збереження біорізноманіття в Єврореґіоні «Верхній Прут». Для збереження унікальних природних комплексів регіону

необхідні скоординовані дії на національному та міжнародному рівнях, спрямовані на зменшення антропогенного впливу, збереження природних екосистем та підвищення екологічної свідомості населення.

Reference.

- Акімов, І. А. (Ред.). (2009). *Червона книга України: Тваринний світ*. Київ: Глобалконсалтинг.
- Гакман, С. М., Нечаєва-Юрійчук, Н. В., & Бройде, З. С. (2020). *Євро регіон «Верхній Прут»: досвід, особливості, виклики, шляхи інтенсифікації співробітництва. Інформаційно-аналітичний збірник*. Чернівці: БукРек.
- Державний кадастр територій та природно-заповідного фонду України. (2024). URL: https://data.gov.ua/dataset/mepr_05 (дата звернення: 20.10.2024).
- Дідух, Я. П. (Ред.). (2009). *Червона книга України: Рослинний світ*. Київ: Глобалконсалтинг.
- Долотіна, К. В. (2013). Євро регіони на території України: стан та проблеми розвитку. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*, 4(2), 194-198.
- Колодяжна, В. В. (2013). Транскордонне співробітництво України: поняття, види, форми. *Історико-правовий часопис*, 1(1), 11-15.
- Мікула, Н. А. (2003). *Євро регіони: досвід та перспективи*. Львів: ІРД НАН України.
- Нормалізований Диференційний Вегетаційний Індекс у Сільському Господарстві. (2024). URL: <https://eos.com/uk/make-an-analysis/ndvi/> (дата звернення: 11.11.2024).
- Петренко, В. І., & Дударенко, Н. П. (2017). *Карпатські хижаки: Охорона великих ссавців у регіоні*. Івано-Франківськ: Лісова справа.
- Природоохоронні території Молдови (2024). URL: <https://uk.wikipedia.org/> (дата звернення: 20.10.2024).
- Список національних парків Румунії (2024). URL: <https://uk.wikipedia.org/> (дата звернення: 20.10.2024).
- Студенніков, І. В. (2000). Транскордонне співробітництво та його місце в регіональному розвитку. *Регіональна політика в країнах Європи: Уроки для України*. Київ: Логос. 171 с.
- Чернов, О. Л., & Іванчук, В. С. (2019). *Високогірні екосистеми Карпат: Особливості флори і фауни*. Чернівці: ЧНУ.
- Sentinel Hub EO Browser (2024). URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/> (дата звернення: 15.11.2024).