

УДК 591.52

ПРО МАСШТАБИ ІСТОРИЧНОГО Й ОЧІКУВАНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ССАВЦІВ У СХІДНІЙ ЄВРАЗІЇ ЗА МОДЕЛЛЮ ЕЕВІО (GLOBIO)

Василь Придатко, Григорій Коломицев, Валерія Макаренко

Український центр менеджменту землі та ресурсів (УЦМЗР), Чоколівський бульвар 13, Київ, Україна, 03186
Ukrainian Land and Resource Management Center (ULRMC), 13 Chokolivsky Boulevard, Kyiv, 03186, Ukraine
E-mail: V.Prydatko@ulrmc.org.ua.

Про масштаби історичного й очікуваного розповсюдження ссавців у Східній Євразії за моделлю ЕЕВІО (GLOBIO). — Придатко В., Коломицев Г., Макаренко В. — У 2005–2006 рр. на основі досить складних алгоритмів нами було створено перший в Україні пакет із 65 ГІС (ArcMap 9x) для цілей GLOBIO, із залученням даних ДЗЗ 1993–2005 років, отриманих їх 5 різних супутників (1 км ... 25 м), й зіставлено карти історичного й очікуваного розповсюдження 65 видів ссавців в пострадянській Східній Євразії — ЕЕВІО. З'ясовано, що карти очікуваного розповсюдження мали сенс лише при умові накладання пакету різних думок на новітні дані ДЗЗ та ГІС, і що в історичних текстових сценаріях помилок було тим більше, чим більшим був ареал виду. «Ціна» помилки науковців сягає іноді 17 тис. кв. км. У статті наводяться приклади щодо історичного й очікуваного розповсюдження ведмедів (*Ursus maritimus*, *U. arctos*) та вовка (*Canis lupus*).

Ключові слова: ссавці, ГІС, ДЗЗ, Східна Євразія, *Ursus maritimus*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, Бернська конвенція.

Magnitude of historical and expected changes of mammals natural habitats in Eastern Eurasia based on the EEVIO (GLOBIO) modelling approach. — Prydatko V., Kolomytsev G., Makarenko V. — In 2005–2006 we developed first in Ukraine 65 GISs (ArcMap 9x) based on new experience and using remote sensing data (1 km...25 m) of 1993–2005. The set of maps was used for wide -analysis of historical and expected expansion of the mammals in the post-soviet Eastern Eurasia — EEVIO. These outcome showed that final maps displayed changes better if GIS operators transformed so many opinions that were possible as well as diversity of RS and GIS data. Numbers of mistakes in historical textual 'models' correlated good with size of habitats area of selected mammals. The article contents examples on bears (*Ursus maritimus*, *U. arctos*), wolf (*Canis lupus*).

Key words: mammals, GIS, RS, Eastern Eurasia, *Ursus maritimus*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, Bern Convention.

Вступ

Моделювання — одне з найскладніших завдань сучасної екології. Посібників із цих питань хронічно не вистачає. Вивчення зарубіжних публікацій переконує, що й до цього часу потужні новітні моделі слабо враховують багаторічні напрацювання (щодо ареалів) видів), накопичені в постсовєтській Східній Євразії. Тому, у зарубіжних публікаціях моделі GLOBIO, MSA, CLUE втрачають точність або зовсім зупиняються поблизу адміністративних кордонів Молдови, України, Білорусі, і далі на північ — спрацьовує, у тому рахунку, й мовний бар'єр. Протилежний ефект — навіть в Україні ще мало знають про згадані моделі, нові підходи до представлення просторових даних, і тому, їх ніяк не використовують на практиці (принаймні станом на 2010 рік). Результат: у багатьох вітчизняних виданнях мапи ареалів ссавців — це, на жаль, зафарбовування «полігонів» у межах адміністративних одиниць. Спільними зусиллями зарубіжних і вітчизняних науковців ці перешкоди мають долатися з року в рік, принаймні в Україні, тим більше, що згідно із словником GLOBIO, три країни (Україна, Молдова і Білорусь) формують GLOBIO Ukraine Region.

У статті розглядається приклад успішного спільного зусилля, реалізованого в рамках проекту ЕЕВІО (GLOBIO), коли ареали на мапах створюють із допомогою цифрових технологій. Основні результати є доступними в Інтернет, у пошуковикі ЕЕВІО (The Eastern European..., 2007). Приклад ЕЕВІО є, на наш погляд, цікавим для науковців і викладачів екології, так як він демонструє, якими можуть бути об'єми інформації, а також інформаційно-технічні зусилля, аби не тільки змодельувати ареал одного виду чи групи, але й опрацювати дуже складний цифровий пакет. ЕЕВІО демонструє, якими мали би бути карти ареалів видів у сучасних публікаціях з питань, зокрема, Червоної книги України, Бернської конвенції та ін. Помиляться можуть усі, але спільно не бачити наслідків інформаційно-технічної революції, яка відбулась в останні декілька років, неможливо. Мусимо разом руйнувати стереотипи і долати наслідки штучної тематичної картографічної кризи, у тому числі, у теріології.

Проект ЕЕВІО (GLOBIO) — історія питання й участь України

Перша спроба участі України у розвитку методики GLOBIO мала місце через два роки після перекладу англійських публікацій на українську мову (Текеленбург та ін., 2003). Уже в 2006 р. за фінансової підтримки колишнього RIVM, сьогодні — MNP (Голландія), для підтримки ініціативи GLOBIO, у Києві, було створено об'ємні повидові програмно-аналітичні комплекси (ПАК) із залученням даних дистанційного зондування Землі — це для співставлення карт історичного й очікуваного розповсюдження (ОР) 65 видів ссавців для території 8 пост-советських країн Східної Євразії. Проект діє і завершальною метою є наближення результатів наших досягнень до вимог досить складної моделі CLUE (EURURALIS...2007), для графічно-статистичної демонстрації впливу діяльності людини, зокрема, змін у землекористуванні, зміні клімату, на розповсюдження видів, з рештою, на біорізноманіття.

Просторові, технічні та методичні підходи ЕЕВІО

Скорочення ЕЕВІО розшифровується, як 'the Eastern European GLOBIO v 1.0'. Під 'Eastern European' розуміють частину території GLOBIO (умовно, між 25⁰ с.д. і 70⁰ с.д.) — рис. 1, на якій раніше були частини кордонів принаймні 8 країн колишньої советської імперії. У стартовій ГІС, для якої вибрано тривимірну координатну систему *WGS_1984*, ця територія як би відрізається 70⁰ с. д. Для тварин, які мешкають за полярним колом ми використовували координатну систему *North_Pole_Lambert_Azimuthal_Equal_Area*.

Поточні й підсумкові карти будували у процесі суміщення (відсканованих і, надалі, ректифікованих у середовищі *ArcMap-9x* даних), і сучасних даних, отриманих із різних джерел, в ГІС-форматі, у тому числі, через Інтернет. Повний перелік використаних нами засобів ДЗЗ за 1969-2005 рр. був таким: AVHRR, NOAA, SPOT, CORONA, Landsat 4 TM, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, Terra MODIS (250, 500), Terra ASTER. Таким чином, об'єктивна роздільна здатність сукупного продукту коливалась в інтервалі 10 м ...5 км.

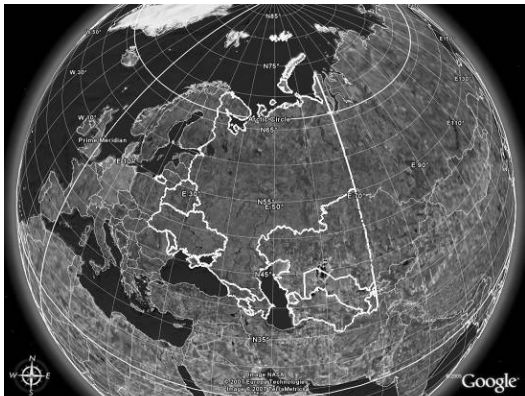


Рис. 1. Територія проекту ЕЕВІО (GLOBIO).

Для відображення меж країн використовували дані ESRI, вбудовані в ArcMap 9x. Для території України використовували електронні карти М 1:500 000 та 1:200 000, розроблені ДП МЦЕК МНС (1998, 2001)¹. Дані ДЗЗ обробляли в УЦМЗР, із використанням ERDAS IMAGINE 8.3. До кожної з моновидових ГІС-моделей висували окремі технічні вимоги, і будували окремий програмно-аналітичний комплекс (ПАК).

Для моделювання використовували два комп'ютери класу Pentium (R) 4 CPU (2,40 GHz та 3,00 GHz).

Ключовим елементом моделювання було використання даних щодо класифікації форм земної поверхні, зокрема: LC-DIVA-GIS (1992), які базувались на AVHRR; GLC (2002) — MODIS; SPOT Vegetation — NDVI (2004); та уточнених даних УЦМЗР (на основі Landsat) щодо України — це 1998–2005 рр. Таким чином, вся LCC-бібліотека проекту ЕЕВІО містила від 12...56 класів земної поверхні, із якої, надалі, вибирали матеріал для моновидових та інших ПАК(ів), і що на картах-моделях ЕЕВІО давало інформаційну комірку, розмір якої коливається в інтервалі [30 м на 30 м] ... [5 км на 5 км].

Ще не відомо, чи буде продовжуватись проект, і чи збільшуватиметься кількість версій моделі ЕЕВІО, але зрозуміло, що уніфікація рухатиметься в напрямку активнішого використання даних про зміни клімату й землекористування. Сьогодні пакет ЕЕВІО включає 180 підсумкових тематичних карт щодо розповсюдження комах, судинних рослин, птахів і ссавців, і він є доступним в Інтернеті (The Eastern European..., 2007). Загалом, у ГІС-пакеті ЕЕВІО було використано більше 800 карт: кожна підсумкова карта, щодо окремого виду, створювалась із використанням 3-15 окремих, перехідних карт.

Нижче наведено короткий загальний опис ПАК і процедури побудови декількох карт із пакету ЕЕВІО — це щодо білого ведмеда (*Ursus maritimus* Phipps, 1774), бурого ведмеда (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) та вовка (*Canis lupus* Linnaeus, 1758). Зрозуміло, що зміст ПАК для кожного із цих видів був різний. У наступних публікаціях ми додамо також корисні коментарі щодо роботи з RS-GIS-індексом, запропонованим апробованим нами в Україні раніше, і який дозволяє працювати з пакетом даних ГІС й, відповідно, пакетом тематичних карт, та будувати більш складні за процедурою узагальнення. Ми використали їх під час роботи із видами із списку Бернської конвенції.

Приклади (опис) створення деяких тематичних карт ЕЕВІО

Робота з великими поверхнями, сучасна деталізація (на основі ГІС підходу із застосуванням даних ДЗЗ) дає змогу краще побачити відбитки ареалів. Найбільш хибним є такий шлях пошуку істини, коли представлення ареалу здійснюють на мові адміністративних одиниць, і що, нажаль, і до цього часу практикують в Україні, у тому числі, по відношенню до видів із списків документу «Червона книга України і, зокрема, Бернської конвенції. У той же час, у суспільства вже є достатньо знань, аби робити це зовсім інакше.

Ursus maritimus Phipps, 1774. Сценарій #1

Для моделювання використовували комп'ютер класу Pentium (R) 4 CPU (2,40 GHz). Статова тематична карта була створена нами із допомогою накладання декількох популярних, на той час, карт, надрукованих у Росії та Норвегії (деталі є на нашій веб-сторінці - ЕЕВІО Searchable Service (2007)).

Накладання дозволило побачити зміну точок зору науковців, щодо ареалу, за наступні роки: 1980, 1967–2005, 1990-ті, 2000-ні. Такі періоди, як наприклад, «1967–2005» виникали із-за специфіки джерел інформації і їхнього наповнення — у даному випадку це інтернет-ресурс «Млекопитающие России». Діючи таким чином, ми з'ясували, що незважаючи на підвищену увагу науковців до білого ведмеда, уява про його ареал не була однозначною. Якщо територія, де вид розмножується була окреслена більш-менш узгоджено, то у відношенні границь проникнення звіра в материкову тундру точки зору різних авторів суттєво розходилися. При побудові ГІС у циркумполярній проекції ці негаразди ставали ще різкішими. Можна було стверджувати, що питання про південну границю ареалу залишилось без відповіді і у наші

¹ Стан місцевості там зафіксовано до 1995 року включно.

дні. Несподіванкою для нас були також картографічні припущення деяких російських науковців про лінійно орієнтовані розриви в ареалі білого ведмеда, принаймні, між Архіпелагом Північна Земля та Земля Франці Йозефа. Використовуючи ці неочікувані обставини, ми розраховували із допомогою інструментарію ГІС, що це непорозуміння може впливати на уяву про площу ареалу, і що така похибка сягає 17 тис. кв. км. Об'єм ГІС-продукту для даного прикладу склав 3,7 Мб. Деталі можна знайти в Інтернет (EEBIO Searchable Service, 2007).

***Ursus arctos* Linnaeus, 1758. Сценарій #1**

Для моделювання використовували комп'ютер класу Pentium (R) 4 CPU (2,40 GHz). Картографічне моделювання завершували об'єднанням двох сценаріїв: 1) порівняння різноманітних точок зору на ареал, як і у випадку із білим ведмедем; 2) територія найбільш ймовірного розповсюдження виду в межах українсько-карпатської частини ареалу. За цим сценарієм вбудовували погляд у минуле - до 1973 року (Охотничье-промысловые..., 1973), із подальшим накладанням на неї даних за 1980-ті — із бази даних «BioDat» та інших джерел. Усього залучили 6 основних картографічних ресурсів. Зауважимо, що, очевидно, далеко не всі ліси та «острови лісів» входили в ареал ведмеда у далеких 70-тих. Далі, будували місток у XXI сторіччя — це було іще складніше. Хоча, звичайно, із появою дистанційного зондування мозаїку щодо лісів стало будувати легше: декілька деталізувати полігони із точністю у десятків метрів, і до того ж видаляти із цифрової карти території з порідним складом, який якнайменше підходить для цієї тварини, або, навпаки, вводити в карту якнайбільше саме незайманих лісів, якщо така можливість існує. Ми знайшли можливість використати для цього цілу низку джерел (BioDAT, 1980; Russia's Game Mammals..., 2005; Bartalev et al., 2004; Inviolate Forests..., 2004; Tuayev, 2005). Об'єм ГІС для цього сценарію склав 24 Мб, об'єм підтримуючих ГІС-даних за її межами — додатково 70 Мб. Приклад результуючої карти можна знайти в Інтернет (EEBIO Searchable Service, 2007).

***Ursus arctos* Linnaeus, 1758. Сценарій #2**

Для моделювання використовували два комп'ютери класу Pentium (R) 4 CPU (2,40 GHz та 3,00 GHz). Метою було отримати цифрову тематичну карту з роздільною здатністю не гірше ніж 500 м. Для цього було використано і переведено у ГІС-формат 8 картографічних ресурсів, а саме: Karos et al., 2001; Хоєцький, 2000; BioDAT, 1980s; Forest Game Birds and Animals..., 1973; Архів УЦМЗР, 2005; Brown bear..., 2003; Тваринний світ...1996; *Ursus arctos*..., 2006).

Основні методичні кроки до створення програмно-аналітичного комплексу, або інакше ПАК, включали: побудову основи щодо лісовкритих площ основи із використанням усіх доступних даних ДЗЗ, виділення всієї території, де «лісистість» складала не менше 40 %, видалення із цифрового шару територій, які звір воліє обминати (наприклад, населені пункти і, приблизно, 500-метрову зону навколо них, іноді — потужні автостради) та ін. Таким чином, було нами враховано розташування 6561 населеного пункту.

В результаті, отримано цікаву картографічну модель, яка вперше деталізує напрямки фрагментації ареалу у Карпатському регіоні, видає розташування найбільш ризикованих існуючих чи виникаючих пустот, які, на превеликий жаль, розширюються, і де, надалі, пересування звіра буде все проблематичнішим. За цим сценарієм у найближчі роки пустоти виникатимуть на лініментах «Свалява – Оленьово – Павлово – Поляна», «Міжгір'я – Колочава – Красна». Острів, де важко чекати позитивних результатів обліку, виник на північному-сході ареалу, у межах України. Підсумуємо: цей погляд на очікуваний ареал бурого ведмеда в Україні висувається вперше, і його картографічна актуальність — це 2000-2001 рр. Об'єм ГІС для даного сценарію склав 24 Мб. Приклад результуючої карти можна знайти в Інтернет (EEBIO Searchable Service, 2007) або побачити тут, на малюнку нижче. Частково, результат був оприлюднений нами у посібнику «Ландшафтна екологія...» (Придатко та ін., 2008).

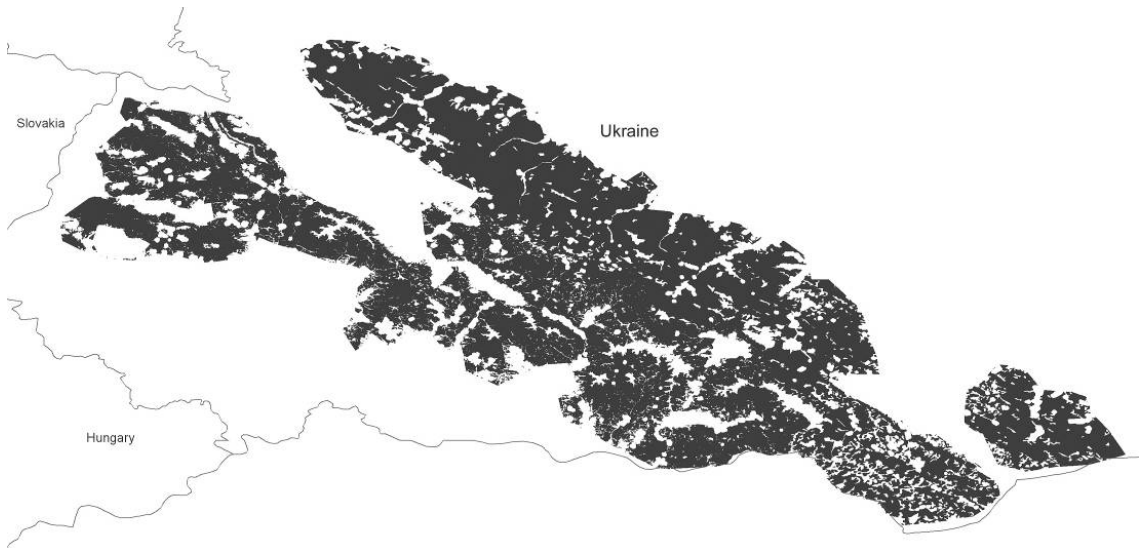


Рис. 2. Картографічна модель ареалу бурого ведмеда за результатами моделювання в GIS EEVIO (для території України).

***Canis lupus* Linnaeus, 1758. Сценарій #1**

Для моделювання використовували два комп'ютери класу Pentium (R) 4 CPU (2,40 GHz та 3,00 GHz). Метою картографічного моделювання було отримати цифрову тематичну карту з роздільною здатністю не гірше ніж 500 м й показати, шляхи цифрової реконструкції ареалу виду, в межах України, і щодо якого, на наш погляд, об'єктивність вже давно втрачена. Використано три джерела картографічної інформації: BioDAT, 1980; *Canis lupus*..., 1999; та топографічна електронна карта України М 1:200000 (ДП МЦЕК МНС, 2001).

В основі ПАК — урахування припущення, що вовки навряд чи заходять у міста України, і що їх не може бути на акваторії потужних водосховищ, а також що за результатами щорічного обліку, вовки були відсутні у Вінницькій області та АР Крим. Усього нами враховано у моделі розташування більше ніж 41 тис. населених пунктів. (При всій спрощеності навіть таких припущень ареал виду в Україні продовжують будувати, чомусь, в розрізі областей, і чим додають драматичності в проблему співіснування цього виду й людини.)

Як і у випадку з бурим ведмедем, але й на відміну від нього, у ГІС будували окремий шейп, намагаючись, по-перше, видалити населені пункти, а по-друге, створити навколо них умовну 200-метрову зону. У такому досліді із видаленням і буферізацією раптово було з'ясовано, що на Pentium (R) 4 CPU (2,40 GHz) ця процедура технічно нездійсненна, але що вона стає можливою на машинах класу Pentium (R) 4 CPU (3,00 GHz) і краще. Об'єм ГІС для цього моделювання склав 38Мб. Приклад результуючої карти можна знайти в Інтернет (EEVIO Searchable Service, 2007), або побачити нижче рисунку.

Обговорення

Таким чином, дякуючи зусиллям проекту EEVIO (GLOBIO), залученню новітніх цифрових пакетів і алгоритмів, в Україні сьогодні є сучасний пакет тематичних карт історичного й очікуваного розповсюдження не менше ніж 65 видів ссавців, виконаний на платформі ArcMap 9x, із залученням різноманітних даних ДЗЗ.

Не враховувати існування такого чудового пакету — це намагатись самотужки пройти той самий інформаційно-технологічний шлях, який вже пройшла команда EEVIO. Вважаємо, що наступникам краще було б зосередитися на внесенні нових доповнень у запропоновані моделі, деталізуючи та ускладнюючи ПАКи.



Рис. 3. Ареал вовка в межах України за результатами моделювання в EEVIO (GLOBIO). Проекція GCS Pulkovo 1942.

Так чи інакше, досвід EEVIO (GLOBIO) показав, що повернення у минуле, спрощений підхід до відображення ареалів без будь-яких технічних пояснень і аргументів (для території України, площа якої 603,7 тис. км²), свідчатиме про низький рівень виробників картографічної інформації. Із цим мусить рахуватись і Мінприроди України, і грантодавці. У масштабах України централізована ГІС, принаймні щодо ссавців, умовно, мала би забезпечувати безперебійну роботу із цифровим пакетом у два рази більшим, ніж той, що пройшов тестування за ініціативи і підтримки EEVIO. Очікуваний обсяг станом на 2010 — це не менше ніж 4,5 Gb. Жодна із приватних чи державних установ про такі наміри іще не заявляла.

У той же час, нами з'ясовано, що об'єктивна картина щодо очікуваних змін ареалів може бути отримана лише на основі накладання на дані ДЗЗ якнайбільшої кількості паперових карт, переведених у цифровий формат, і де вимоги виду щодо середовищ існування, принаймні, переведено на мову класів земної поверхні. (Саме так працює запропонований іще у 2002 р. підхід щодо створення ПАКів (Придатко, 2002; Придатко та ін., 2002)). Навряд чи роботи національного рівня, які стосуються картування ареалів видів, чи загальнодержавної екомережі, є сьогодні результатом ретельного порівняльного аналізу, і у якому враховано якнайбільше точок зору.

Перелік ссавців, із якими починав роботу проект EEVIO, включав: *Alces alces*, *Allactaga major*, *Canis aureus*, *Felis lynx*, *Felis sylvestris*, *Lepus timidus*, *Mustela eversmanni*, *Mustela putorius*, *Nyctalus lasiopterus*, *Nyctalus leisleri*, *Nyctalus noctula*, *Oryctolagus cuniculus*, *Rhinolophus hipposideros*, *Sciurus vulgaris*, *Spermophilus pygmaeus*, *Sus scrofa*, *Ursus arctos*, *Vormela peregusna* та ін., і він постійно збільшується. Пакет результатуючих карт EEVIO (GLOBIO) щодо 65 видів ссавців є доступним у спеціальній пошуковій системі в Інтернет (The Eastern European GLOBIO..., 2007).

Література

- Беликов С. Белый медведь // Красная книга России. — 2000. — <http://www.biodat.ru/db/rb/rb.php?src=0&grp=8>
- Белый медведь // Млекопитающие России / Отв. исп. В. Г. Петросян. — 2007. — www.sevin.ru/vertebrates/index.html
- Ведмідь бурий — *Ursus arctos* // Ссавці під охороною Бернської конвенції / Під ред. І. В. Загороднюка. — Київ, 1999. — С. 118–120. — (Праці Теріологічної школи; Вип. 2).
- Вовк — *Canis lupus* // Ссавці під охороною Бернської конвенції / Під ред. І. В. Загороднюка. — Київ, 1999. — С. 115–117. — (Праці Теріологічної школи. Вип. 2).
- Охотничье-промысловые птицы и звери лесов 1:25000000 // Атлас лесов СССР / Ред. Совет под председ. В. А. Николаюка. — М.: ГУГК, 1973.
- Придатко В. Приклади використання ГІС для вирішення задач збереження біорізноманіття і аспект адаптації первинних даних//Допоміжні матеріали з питань використання просторової інформації у ГІС для цілей

- збереження біорізноманіття. Матеріали учасників тренінгу у рамках виконання Україною проекту UKR|01G-41 «Біорізноманіття Прип'яті». УЦМЗР, 26 березня, 2002 року. CD.
- Придатко В.* Приклад: використання карти щільності класів форм земної поверхні (КЩКЗП), побудованої із використанням космоснімків Terra MODIS (2002) / Додаток 2 // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 2. — Київ: ЗАТ "Нічлава", 2005. — С. 590.
- Придатко В.І., Шмена Ю.М.* Принципово нові можливості для формування екомережі в Україні у зв'язку з появою досвіду цільової обробки та інкорпорації космоснімків в ГІС // ISSN 1561-8889. Космічна наука і технологія. 2002. Т.8. № 2/3. С.59-65. http://www.ulrnc.org.ua/publication/index_ua.html
- Пузаченко А.* Белый медведь // Ареалы животных и растений BioDAT. — 1980 [точних даних про рік немає]. — www.biodat.ru/db/areal.
- Текеленбург А., Придатко В., Алькемаде Р., Шоб Д., Луманн Е., Мейер Й.* Оценивание природного биоразнообразия земель сельскохозяйственного использования: первые наработки и перспективы модели глобального биоразнообразия, учитывающей различные воздействия // Ученые записки Таврич. нац. ун-та. Серия «География». — Симферополь, 2003. — Том 16 (55), № 2. — С. 185–195.
- Хоцький П.* Заходи щодо збереження та відтворення популяцій ведмеда бурого в Українських Карпатах // Великі ссавці Карпат. Матеріали міжнародної екологічної конференції. Івано-Франківськ, 8 вересня 2000 року. — Івано-Франківськ: Сі версія, 2000. — С. 52–53.
- Arctic basic maps* // GRID-Arendal's Online GIS and Map and Graphics Database. — 2006. — <http://www.grida.no/db/gis/prod/html/toc.htm>
- Distribution of Ursus arctos* // EC Fauna Europaea Map. — 2006. — <http://www.faunaeur.org/distribution.php>
- EEBIO Searchable Service* — <http://www.ulrnc.org.ua/services/eebio/is/index.asp?lang=EN>
- EURURALIS* // CLUE homepage. — 2007. — <http://www.cluemodel.nl>
- Europe and Central Eurasia* // GLOBIO. — 2007. — <http://www.globio.info/region/europe>.
- Polar Bears* / Sea World Education Department Resource — <http://www.seaworld.org/infobooks/PolarBears/>
- The Eastern European GLOBIO v 1.0 (EEBIO)*. — 2007. — <http://www.ulrnc.org.ua/services/eebio/index.html>