**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5**

**Тема:** Ландшафтна екологія: Визначити стійкість у просторово неоднорідному ландшафті

**Мета:** використовуючи симуляцію на платформі «LABSTER» визначити стійкість у просторово неоднорідному ландшафті. Поглибити знання англійської мови.

**Завдання роботи:**

1. Ознайомитися у додатку зі статею Fangliang He та Stephen Hubbell «Співвідношення вид–площа завжди переоцінюють темпи вимирання через втрату середовища існування». **Джерело:** Fangliang He, Stephen P. Hubbell. [Species–area relationships always overestimate extinction rates from habitat loss](http://www.nature.com/nature/journal/v473/n7347/full/nature09985.html)  // *Nature* . 2011. V. 473. P. 368-371. (<https://www.nature.com/articles/nature09985>)
2. Визначити фактори, що впливають на розташування плям у ландшафті
3. Розрахувати темпи зникнення видів, використовуючи теорію видового ареалу та ендемічного ареалу
4. Оцінити темпи вимирання та колонізації видів у неоднорідному ландшафті
5. Пояснити вплив просторової неоднорідності ландшафту на динаміку населення

**Ключові слова:**

1. крива SAR (species-area relationship) – характеризує зв’язок вид-площа або залежність числа знайдених видів від площі обстеження;
2. крива Backwards SAR - крива, яка є зворотною до кривої SAR. За нею судять про швидкість вимирання;
3. крива EAR (endemics-area relationship) - характеризує зв'язок між ендеміками та територією

**Питання для підготовки:**

1. Що таке стійкість виду та як її виміряють?
2. Що таке колонізація видів та які фактори впливають на колонізаційний потенціал виду?
3. Що таке вимирання видів?

Не всі ділянки ландшафту однакові. Вивчаючи екологічні процеси в навколишньому середовищі, важливо пам’ятати, що ландшафти можуть бути просторово неоднорідними. У цій симуляції ви навчитеся визначати та порівнювати унікальні типи плям на екзопланеті Астакос IV і використовувати їхні специфічні характеристики, щоб допомогти зрозуміти динаміку місцевого населення. Біоінженерам потрібна ваша допомога у застосуванні принципів ландшафтної екології, щоб визначити, чи не загрожує збереження видів Propella на Астакосі IV.

**Для досягнення мети роботи та виконання завдань:**

1. Увійти на платформу «LABSTER» <https://www.labster.com/>
2. Обрати симуляцію «Landscape Ecology: Determine persistence in a spatially heterogeneous landscape»
3. Розпочати симуляцію.

**Хід роботи**

* 1. **Передбачити збереження виду Propella на Астакосі IV**

Біоінженер зацікавилася видом на Астакос IV під назвою Propella, який може генерувати енергію з енергії вітру. Проте її команда не прибуде із Землі протягом багатьох років, і вона хоче дізнатися, чи продовжить виживати вид Propella після недавніх вивержень вулканів та зростання чисельності людей на планеті. Використовуючи принципи ландшафтної екології, дослідити показники колонізації та вимирання, щоб передбачити ймовірність збереження виду Propella..

* 1. **Визначити темпи колонізації та вимирання**

Ви будете використовувати різні методи для оцінки як колонізації, так і вимирання, для того щоб застосувати разом для прогнозування динаміки популяції Propella. По-перше, вам буде доручено інтерпретувати карти ГІС, щоб ідентифікувати різні типи ландшафтних ділянок і намалювати повну мозаїку ландшафту. Використовуючи вражаючі методи візуалізації даних, нанесених на інтерактивну 3D-карту, ви проаналізуєте здатність розповсюдження та рівні спеціалізації різноманітних видів, щоб допомогти передбачити ймовірність колонізації Propella. Швидкість вимирання буде проаналізовано з використанням взаємозв’язку між видом і територією та ендеміками та територією. Нарешті, ви об’єднаєте всі накопичені дані та принципи ландшафтної екології, щоб узагальнити вплив нещодавніх вивержень вулканів і людського зростання на популяцію Propella.

* 1. **Запропонуйте дії для підвищення наполегливості**

Завершити застосування принципів ландшафтної екології, щодо передбачення шансу Propella на стійкість. Запропонувати конкретні заходи, які могли б допомогти збільшити ймовірність його виживання. Чи зможете ви допомогти біоінженерам переконатися, що Propella проіснує достатньо довго, щоб дізнатися її секрети?.

* 1. **Виконати роботу і надати скріни перекладу**
  2. **Зробити скріни оригіналу тестових питань та перекладу зі своєю відповіддю**

**Алгоритм виконання:**

Для виконання роботи необхідно внести інформацію у таблицю «Характеристика об’єктів дослідження»:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Поняття/об’єкт** | **Зображення** | **Опис/приклади** |
| Обладнання, що використовувалося у дослідженні |  |  |
|  |  |
|  |  |
| Об’єкти дослідження в роботі | 1. Пропела - молода форма |  |
| 1. Пропела - доросла форма |  |
| Значення/використання пропели |  |  |
| Інші об’єкти дослідження |  |  |

**Скріни симуляції:**

|  |  |
| --- | --- |
| Оригінал | Переклад |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Тестові запитання (зробити скріни оригіналу тестових питань та перекладу зі своєю відповіддю:

|  |  |
| --- | --- |
| Тестові запитання оригіналу | Тестові запитання у перекладі з відповіддю: |
|  | Чи перший раз ви користуєтесь симуляцією?   1. Так 2. Ні |
|  |  |
|  |  |

***За результатами виконання роботи:***

***Заповнити таблицю 1.*** «Категорія розсіювання (колонізації) та спеціалізація видів за радіусом розповсюдження»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид | Категорія 1 | Категорія 2 | Категорія 3 | Категорія 4 |
| Goslin |  |  |  |  |
| Balateen |  |  |  |  |
| Whean |  |  |  |  |
| Stobster |  |  |  |  |
| Propella |  |  |  |  |

***Заповнити таблицю 2.*** «Характеристика досліджуємих ділянок»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ділянка | Середня температура | Вміст води в грунті | Концентрація кремнію | Колір ділянки на карті | Фото ідентифікації ділянок на міні-голостолі |
| Трав’янисті рівнини |  |  |  |  |  |
| Скелясті рівнини |  |  |  |  |
| Скелясті схили |  |  |  |  |
| Береги озера |  |  |  |  |

**Заповнити таблицю 3.** «Категорія видової спеціалізації видів за радіусом розповсюдження»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид | Категорія 1 | Категорія 2 | Категорія 3 | Категорія 4 |
| Kupplefang |  |  |  |  |
| Red Rigo |  |  |  |  |
| Zentrose |  |  |  |  |
| Synefodedro |  |  |  |  |
| Propella |  |  |  |  |

Дати відповіді на запитання та заповнити **таблицю 4**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Питання | Зображення | Пояснення |
| Зображення радіуса розповсюдження видів (на будь якому прикладі організму) |  |  |
| Крива залежності кількості видів від площі обстеження |  |  |
| Крива швидкості вимирання |  |  |
| Крива зв’язку між кількістю ендеміків та площею обстеження |  |  |
| Які ділянки слід захисти, щоб гарантувати збереження пропели? |  |  |

За отриманими результатами зробити **висновки** щодо впливу виверження вулканів на вимирання видів та яка вірогідність того, що пропела збережеться у цьому ландшафті? Зробити **скрін**, де вказаний час проходження симуляції та ПІБ.

**Висновки**:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Скрін проходження симуляції та ПІБ:**

|  |
| --- |
|  |

***Питання для самоперевірки:***

* 1. Які складові враховують при прогнозуванні збереження виду?
  2. Які шанси на виживання організмів при проживанні на ізольованій ділянці?
  3. Як впливають лавові поля та зростання чисельності людей на екологічні процеси ландшафту?
  4. Значення коридорних ділянок при розповсюдженні видів

**Завдання для самостійного виконання**

Навести приклади виживання видів при негативних абіотичних чи біотичних впливах

**ДОДАТОК**

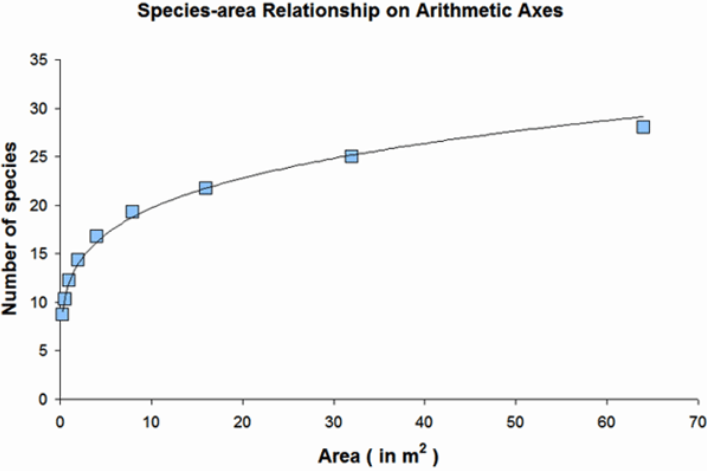
Основна причина вимирання безлічі видів тварин і рослин, що відбувається наразі, - скорочення придатних для їх проживання територій. Щоб передбачати швидкість зникнення видів на основі відомостей про зменшення площі їхнього потенційного місцеперебування, екологи звернулися до давно відомої залежності кількості видів, що виявляються від площі обстеження (розміру проби). Здавалося б, знаючи, як зростає кількість видів при збільшенні площі, на якій всі ці види враховуються, легко вирішити обернену задачу – побудувати залежність числа видів, що зникли від площі обстеження, що скорочується. Однак через вкрай нерівномірний (плямистий) розподіл багатьох видів, ця залежність відрізняється від розрахованої на основі даних про зростання видового розмаїття зі збільшенням площі обстежуваної території. Зниження числа видів за мірою зменшення доступної їм площі відбувається дещо повільніше, ніж передбачає модель, що побудована без урахування нерівномірностей просторового розподілу особин.

Історія Землі знала п'ять масових вимирань - періодів, протягом яких зникнення видів відбувалося набагато частіше, ніж зазвичай. В даний час, за оцінками фахівців, швидкість вимирання в 100 або навіть у 1000 разів перевищує фонову – ту, яка завжди відзначається і яка приблизно врівноважена швидкістю виникнення нових видів. Ми, безперечно, є свідками шостого масового вимирання організмів. І якби тільки свідками! Нинішня криза біорізноманіття викликана не природними катаклізмами, як усі попередні, а діяльністю одного виду – людини розумної ( *Homo sapiens* ), яка виявилася надзвичайно успішною у конкуренції з іншими видами за загальні ресурси. Її чисельність у багато разів перевершила ту, на яку можна було б очікувати для ссавця такого розміру і з таким життєвим циклом.

Основна причина зникнення, що спостерігається зараз, з лиця Землі безлічі видів - скорочення площі їх природних місцепроживання. Оскільки фахівцям загалом було відомо, як із збільшенням площі обстеження зростає кількість видів, що виявляються на цій площі, то, в принципі, цю залежність можна використовувати для прогнозу очікуваного вимирання видів. Якщо, наприклад, ми знаємо, як скорочується площа, зайнята тропічними лісами, то ми можемо передбачити, як при цьому зменшиться кількість видів, що мешкає у цих лісах. Згідно з такими прогнозами, зробленими вже кілька десятиліть тому, за 50 років з лиця Землі мали повністю зникнути від 20 до 50% усіх видів, що існували на ній. Однак, на щастя, вимирання відбувається, мабуть, все ж таки не так швидко. Земля поки що не втратила половини видів. У чому причина розбіжності прогнозу і картини, що спостерігається?

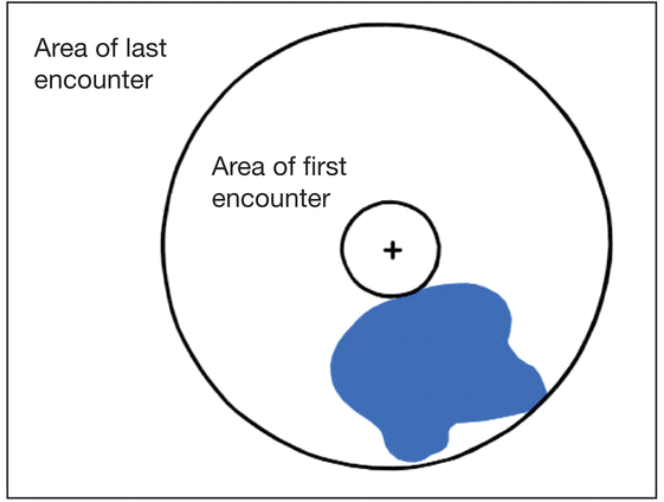
Деякі дослідники вважають, що прогноз вірний, оскільки багато видів, що поки що присутні на Землі, насправді «засуджені» до того, щоб зникнути найближчим часом. Їх чисельність настільки низька, що відновлення популяцій вже неможливе. Або ж, у разі тварин і рослин з тривалою тривалістю життя, у популяції можуть залишатися дорослі особини, але відсутнім є поповнення молодими поколіннями. Подібну приреченість на швидке вимирання ще існуючих видів називають іноді «заборгованістю вимирання» (extinction debt).

Проте нещодавно два дослідники - Фенглянг Хе ( [Fangliang He](http://www.ualberta.ca/~fhe/" \t "_blank) ), фахівець з Китаю, який працює зараз у Канаді, і Стівен Хаббел ( [Stephen Habbell](http://www.stri.si.edu/english/scientific_staff/staff_scientist/scientist.php?id=16) ), еколог із США, автор широко відомої концепції [«нейтралізму»](https://elementy.ru/genbio/synopsis?artid=319) , - опублікували роботу, в якій піддали сумніву традиційному підходу до оцінки зменшення кількості видів за мірою скорочення площі місцеперебування. Зазвичай дослідники використовують підхід, що виходить з кривих "види - площа" ( [species - area curve](http://en.wikipedia.org/wiki/Species-area_curve) ). Подібні криві («криві SAR» - Species Area Relationship) характеризують залежність числа знайдених видів від площі обстеження - наприклад, кількість трав'янистих рослин, виявлених на 1 м2 луку, на 5 м2, на 10 м2 , 20 м2 і т.д. Чим більша площа обстеження (розмір проби), тим більше видів буде виявлено. Зазвичай така крива спочатку зростає швидко, а потім все повільніше та повільніше.



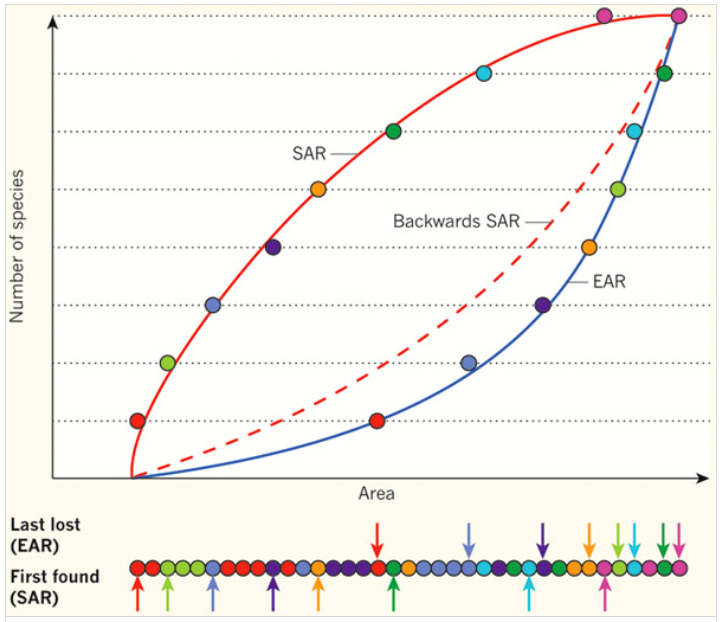
|  |
| --- |
| Класична крива "види - площа" (SAR). *По горизонтальній осі*  – площа обстеження, *по вертикальній*  – кількість виявлених видів (обидві шкали – арифметичні). З сайту en.wikipedia.org |

Якщо ж вирішувати обернену задачу і подивитися, як скорочується число видів за мірою зменшення придатної для їх проживання площі (а саме таке завдання стоїть перед дослідниками, які намагаються оцінити зниження видового розмаїття у міру знищення місцеперебування), то ситуація стає дещо іншою. Про зникнення виду можна говорити лише тоді, коли є впевненість у тому, що не залишилося жодної його особини. Для того, щоб говорити про появу нового виду при розширенні площі обстеження, достатньо, щоб дослідникам потрапила хоч одна його особина. Виходить, що щоб переконатися в тому, що жодної особини цього виду не залишилося, майже завжди потрібно обстежити значно більшу *територію*, ніж щоб знайти хоча б одну особину нового виду (див. схему з роботи Хе і Хаббела).



|  |
| --- |
| Схема з роботи Хе і Хаббела, яка показує, що завдання виявити новий для якоїсь території вид відрізняється від завдання довести, що цього виду на території, що обстежується, не залишилося. *Синім кольором* відзначено територію, зайняту скупченням виду, який шукають (наприклад, чагарниками певного виду рослин). *Хрестиком* відзначено довільно взяту точку, що позначає центр облікового майданчика. *Невелике коло у центрі* (перший майданчик) недостатній, щоб знайти новий вигляд. Для цього потрібно використовувати майданчик більшого розміру ( *більше коло* ). Якщо ж треба вирішити обернену задачу і довести повне зникнення виду, доводиться використовувати площадку ще більшого розміру (показана *прямокутником* ). Таким чином, площа виявлення наявності виду істотно менше площі, необхідної для виявлення зникнення виду. З обговорюваної статті He and Hubbell у *Nature* |

Про швидкість вимирання можна судити з кривої, зворотної кривої SAR (Backwards SAR). Ця крива - увігнута, дзеркально симетрична кривій SAR. Вона відповідає реальності, але у тому випадку, коли особини всіх видів розподілені у просторі досить рівномірно і жодних скупчень не утворюють. У природі ж більшість видів, навпаки, демонструють якраз плямистий (агрегований) розподіл, і ця обставина дещо змінює характер залежності видового розмаїття від площі обстежуваної території, що скорочується. Наявність таких відмінностей і була показана в роботі Хе і Хаббела спочатку на математичній моделі, а потім і на реальних даних - прикладах кількох ділянок тропічного лісу, для яких відомий просторовий розподіл усіх дерев усіх видів, та маршрутні обліки птахів у Північній Америці. Виявилося, що зменшення числа видів за мірою скорочення площі, зайнятої певним типом місцеперебування, відбувається не так швидко, як можна очікувати на підставі кривої (Backwards SAR), що не враховує нерівномірність просторового розподілу.



|  |
| --- |
| Гіпотетичний приклад, який порівнює два підходи – традиційний, який розглядає криву (Backwards SAR), зворотну від тієї, що характеризує зростання числа видів при збільшенні площі обстеження (SAR), і новий підхід, що враховує нерівномірність просторового розподілу різних видів (EAR). Ряд *кольорових кіл внизу*  - це особини різних видів (кожен вид позначений *своїм кольором* ) на розрізі, який використовується для обліку. Усього 37 особин, що належать до 8 видів. *Стрілки, спрямовані знизу вгору* , показують першу знахідку нового виду (First found) згідно з кривою SAR ( *червоний* , *світло-зелений* , *синій* ...). *Стрілки, спрямовані зверху вниз*, показують остаточну втрату виду (Last lost) згідно з кривою EAR (справа ліворуч - *фіолетовий* , *темно-зелений* , *блакитний* ...). *По вертикальній осі* – число видів, *по горизонтальній* – площа, зайнята даним місцем проживання (або розмір вибірки в числі особин). Видно, що зникнення видів при агрегованому розподілі особин різних видів йде повільніше, ніж слід було б очікувати відповідно до кривої (Backwards SAR), симетричної тієї, що визначає зростання кількості видів зі збільшенням площі місцепроживання (SAR). SAR - species-area relationship; Backwards SAR – крива, зворотна SAR; EAR - endemics-area relationship. Зображення з статті, що обговорюється Carsten Rahbek & Robert K. Colwell в *Nature* |

Таким чином, вимирання, викликане скороченням площі проживання, виявляється менш значним, ніж передбачалося раніше. «Заборгованість вимирання» часом може бути артефактом використаної методики прогнозування. Автори роботи підкреслюють, однак, що руйнування природних місцеперебування все одно залишається головною причиною вимирання безлічі видів, а отримані в ході їх дослідження результати в жодному разі не повинні бути приводом для заспокоєння. Серйозні загрози біологічній різноманітності нашої планети все одно залишаються.