

батьківськими видами, виключаючи виразність світлої дорсо-медіальної смуги (табл. 5).

Табл. 5. Частота зустрічності особин з дорсальною смугою у жаб різних генетичних типів (М)

Генетична форма	Без смуги	Із смугою		
		всього	нормальна	деформована
R	33	67	55	12
E-R	33	68	64	4
E	0	100	83	17

Примітки: R – *P. ridibundus*; E-R – *P. esculentus* – *ridibundus*; E – *P. esculentus*.

У гібридів, як і в озерних жаб, більша частина особин має дорсальну смугу (67-68 %). У жаби ставкової дорсальна смуга виявлено у всіх проаналізованих особин. Проте, частина особин з деформованою смугою значно більша у ставкових жаб, такі показники більше відображають стан біотопу, ніж таксономічну специфіку.

Висновки:

У популяціях Західного Поділля встановлено присутність трьох форм зелених жаб: озерної *P. ridibundus* і ставкової *P. esculentus* жаб, а також досить чисельних гібридів *P. esculentus* - *ridibundus*.

Більше всього в регіоні трапляється озерних жаб, набагато менше гібридів (приблизно у три рази) і кілька відсотків припадає на ставкову жабу.

Генетично марковані гібриди за генотипами алозимних локусів були гібридами першого покоління, що характеризуються диплоїдністю, чіткою напівклональністю, двостатевістю, хоча і з явним домінуванням самців.

Аналіз мінливості морфологічних ознак дав змогу встановити, що за більшою кількістю фенотипових ознак гібриди займають проміжне положення між батьківськими видами.

Література

1. Некрасова О.Д. Межвидовая изменчивость и полиморфизм окраски зеленых лягушек *Rana esculenta complex* (AMPHIBIA, RANIDAE) гибридных популяций / О.Д. Некрасова // Вестник зоологии. – 2002. – № 3 (36). – С. 37-44.
2. Некрасова О.Д. Структура популяций и гибридизация зеленых лягушек (*Rana esculenta complex*) урбанизированных территорий Среднего Приднепровья : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.08 – "Зоология" / О.Д. Некрасова. – К. : Вид-во, 2002. – 19 с.
3. Тарашук С.В. К методике определения европейских зеленых лягушек группы *Rana esculenta* (Amphibia, Ranidae) / С.В. Тарашук // Вестник зоологии. – 1985. – № 3. – С. 83-86.
4. Mezhzherin S.V. The Ploidy and Genetic Structure of Hybrid Populations of Water Frogs *Pelophylax Esculentus* Complex (Amfibia, Ranidae) of Ukraine Fauna / S.V. Mezhzherin, S. Yu. Morozov-Leonov, O.N. Rostovskaya, D.A. Ahabanov, L. Yu. Sobolenko // Cystologi and Genetics. – 2010. – Vol. 44. – No. 4. – Pp. 23-28.

Соболенко Л.Ю. Структура популяцій і гібридизація зелених лягушек – *Pelophylax esculentus* (L.,1758) complex Західного Подолля

Приведены оригинальные данные о структуре популяций и гибридизации зеленых лягушек Західного Подолля. В результате анализа генетической структуры популяций зеленых лягушек установлено наличие трех форм – *Pelophylax ridibundus*, *P. esculentus*, *P. esculentus* – *ridibundus*, причем частота встреч гибридов *P. esculentus* *P. ridibundus* превышает число особей *P. esculentus* – одной из родительских форм. Путем анализа аллозимов

и цитометрии установлено, что по своей генетической структуре гибриды зеленых лягушек – аллодиплоиды с отсутствием интрогрессий генов, обоеполое, хотя и с явным доминированием самцов.

Ключевые слова: *P. ridibundus*, *P. esculentus*, Західное Подолье, цитометрический анализ, изменчивость.

Sobolenko L. Yu. Population Structure and Hybridization of Green Frogs - *Pelophylax Esculentus* (L., 1758) Complex in Western Podillia

This paper presents original data on population structure and hybridization of green frogs in Western Podillia. The existence of three forms of *Pelophylax ridibundus*, *P. esculentus*, *P. esculentus* - *ridibundus* in the region investigated was determined under the genetic structure analysis of green frog populations, moreover, the frequency of hybrid population exceeds the number of *P. esculentus* type - one of the parental forms. It was found by analyzing allozymes and cytometry that hybrids of green frogs by their genetic structure are allo-diploids without genes introgression, bisexual, though with a clear predominance of males.

Key words: *P. ridibundus*, *P. esculentus*, Western Podillia, cytometric analysis, variability.

УДК 630*58

Доц. А.Ю. Терентьев, канд. с.-г. наук –
НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПЛОЩІ ЖИВЛЕННЯ ДЕРЕВ У ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ

Розглянуто методи розрахунку площі живлення окремого дерева. Запропоновано алгоритм використання сучасних ГІС-технологій для автоматизації пошуку найближчих сусідніх дерев окремого дерева на основі застосування триангуляції за методом Делоне із залученням вільної бібліотеки MapWinGIS для роботи з просторовими даними. Програмно реалізований додаток для оброблення просторових параметрів розташування дерев із використанням даних польових досліджень апаратно-програмного комплексу Field-Map та розрахунку площі живлення окремого дерева на основі алгоритму, запропонованого Штером та доопрацьованого А.П. Тяберою.

Ключові слова: площа живлення окремого дерева, просторове розташування, триангуляція Делоне, геоінформаційні технології.

Сучасні методи дистанційного зондування дають змогу отримати значну кількість даних про середовище, в якому зростає насадження, а також просторові параметри взаємодій дерев усередині деревостану. До таких характеристик належать: діаметр, висота, основні характеристики крони, тип розміщення дерев у насадженні, середня відстань між деревами та площа живлення окремого дерева. Останній безпосередньо впливає на густоту насадження, яка тісно корелює з продуктивністю деревостану загалом [2, 4].

До методів дистанційного зондування можна віднести супутникові та аерофотознімки й інші неконтактні види отримання інформації. На жаль, супутникові та аерофотознімки містять неповну інформацію про просторові дані окремого дерева у насадженні, особливо під наметом деревостану. Тому для детального дослідження просторового впливу дерев у насадженні більш доцільно використовувати наземні методи дистанційного зондування, які дають змогу отримати характеристики піднаметової частини деревостану. До таких методів дистанційного зондування належить програмно-апаратний комплекс Field-Map, який забезпечує вимірювання окремих просторових характеристик дерева, що дає змогу проана-

лізувати вплив сусідніх дерев одне на одне. Разом з тим, під час натурального дослідження деревостану, досить складно вивчити кореневі системи, що майже унеможлиблює розрахунок площі живлення окремого дерева. Тому залишається актуальним питання про дослідження площі живлення окремого дерева та його зв'язок з іншими просторовими параметрами.

Методи та методика досліджень. Нині існує кілька методів визначення площі живлення одного дерева [1, 8, 9], які можна згрупувати на декілька основних напрямів. Одним із найбільш використовуваних вважається метод, запропонований П.П. Ізюмскім [1], його математичне вираження можна записати такою формулою:

$$F=1000/N, \quad (1)$$

де: F – середня площа живлення одного дерева, m^2 ; N – кількість дерев на 1 га.

Попри свою простоту цей метод визначає середню площу живлення одного дерева, проте не дає змоги проаналізувати залежність площі живлення від просторових характеристик та вплив на продуктивність окремого дерева.

Низка вчених, зокрема Є. Ассман [9], А.К. Поляков [4] за основу визначення площі живлення одного дерева пропонують використовувати горизонтальну проекцію крони. Інші методи визначення площі живлення пов'язані з урахуванням впливу найближчих дерев. Зокрема, такі дослідження здійснили Г. Браун, Ф. Штер, Г. Апостолов, А.П. Тябера, А.Н. Мартинов та багато інших [3, 7, 8]. Найбільшої популярності набула методика визначення площі живлення дерев, яку запропонував Штер та доопрацював А.П. Тябера (рис. 1), її суть полягає у визначенні площі полігону, утвореного перпендикулярами (P_i) до прямих (L_i), що з'єднують досліджуване дерево (d_0) із сусідніми (d_i).

Відстань від досліджуваного дерева (d_0) до перпендикуляра (P_i), що утворює сторону полігону, різні вчені розраховують по-різному. У цьому випадку використовують співвідношення:

$$l = \frac{L_i \cdot D_0}{D_0 + D_i},$$

де: l – відстань від досліджуваного дерева до перпендикуляра, м; L_i – відстань між досліджуваним та сусіднім деревами, м; D_0 – діаметр досліджуваного дерева на висоті 1,3 м, см; D_i – діаметр сусіднього дерева на висоті 1,3 м, см.

Розрахунок площі живлення проводять графічним або аналітичним методом. Сучасні можливості інформаційних технологій дають змогу автоматизувати цей процес. При цьому основна проблема полягає не у визначенні площі живлення, а в пошуку найближчих сусідніх дерев.

Враховуючи, що дані просторового розміщення дерев представлені у вигляді координат, це дає змогу використати методи просторового аналізу для визначення найближчих сусідніх дерев.

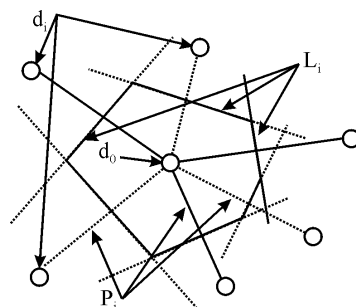


Рис. 1. Графічна інтерпретація розрахунку площі живлення

Значного поширення у сучасних ГІС-технологіях набув метод пошуку найближчих сусідів за допомогою побудови полігонів (діаграм) Вороного та подальшої ідентифікації суміжних ділянок.

Діаграма є сукупністю таких полігонів, що всі точки всередині полігону знаходяться ближче до його центру, ніж до центру інших полігонів. Відповідно, всі точки на кордоні між двома полігонами розташовуються на однакових відстанях від обох центрів, а вершини полігонів рівновіддалені відразу від трьох або навіть більше центрів. Крім цього, полігони Вороного мають такі властивості:

- найближча пара точок відповідає двом суміжним коміркам у діаграмі Вороного;
- дві точки суміжні на опуклій оболонці тоді і тільки тоді, коли їхні комірки Вороного мають спільну грань нескінченної довжини.

Для ідентифікації суміжних точок можна використати триангуляцію Делоне [5, 6]. У загальному випадку вона відповідає дуальному графу розбиття Вороного для N точок. Метод триангуляції полягає в побудові трикутників, при цьому в описаному навколо трикутника колі більше немає точок, крім вершин даного трикутника. Разом з тим центри описаних кіл є вершинами опуклих багатокутників діаграми Вороного.

Таким чином, на основі файлу з координатами дерев за допомогою сучасних геоінформаційних систем можна отримати файл з парами координат сусідніх дерев. У подальшому за допомогою методів аналітичної геометрії можна побудувати шуканий полігон та визначити його площу як опуклої оболонки.

Результати досліджень. Вихідними даними слугують файли даних натурної зйомки насадження, отримані за допомогою програмно-апаратного комплексу Field-Mar. Попередньо дані повинні бути підготовлені у вигляді двох шейп-файлів.

Шейп-файл – популярний формат для зберігання не топологічних векторних даних та атрибутивної інформації просторових об'єктів. Складається з трьох основних файлів з розширеннями:

- *.shp – призначений для зберігання просторової інформації про географічні об'єкти;
- *.dbf – зберігає атрибутивну інформацію у вигляді бази даних формату dBase;
- *.shx – індексний файл, використовується для зв'язку між атрибутивною та просторовою інформацією.

Перший шейп-файл безпосередньо отримуємо при експорті даних польових досліджень з програмно-апаратного комплексу Field-Mar. Він містить координати дерев, діаметр, висоту, площу проекції крони, висоту прикріплення першого живого сучка крони, висоту прикріплення першого мертвого сучка та протяжність крони. Ці дані є основою для формування кінцевого файлу з обробленою інформацією. Другий шейп-файл – підготовлений у сучасній геоінформаційній системі файл, що містить лінії трикутника, які з'єднують сусідні точки, оброблених за допомогою метода Делоне та база даних з парами координат сусідніх дерев з'єднаних однією з сторін трикутника.

Подальше зіставлення сусідніх дерев, розрахунок площі живлення одного дерева та формування кінцевого файлу даних автоматизовано за допомогою програми, розробленої на мові програмування Visual Basic 6 та вільної бібліотеки для роботи з просторовими даними MapWinGIS.

Під час роботи програми (рис. 2) поступово завантажуються шейп-файли, при цьому спочатку відбувається зіставлення координат ліній трикутника та номерів дерев. У подальшому на їх основі утворюються проміжні файли для побудови та розрахунку площі живлення окремого дерева, що містять зіставлення "досліджуване дерево" – "найближчі сусідні дерева". У підсумку формується шейп-файл, що містить просторове зображення площ живлення дерев насаджень та базу даних в форматі Access з такими даними: номер дерева, діаметр, висота, площа проекції крони, висота прикріплення крони, висота першого мертвого сучка, протяжність крони, площа живлення, середня відстань до найближчих дерев та кількість сусідніх дерев.

Крім того, проводять попередню верифікацію розрахованих площ живлення та видаляють ті ділянки, які мають нехарактерні дані. Передусім, це стосується дерев, розташованих на межі досліджуваної ділянки, що пов'язано з неповними даними про сусідні дерева.

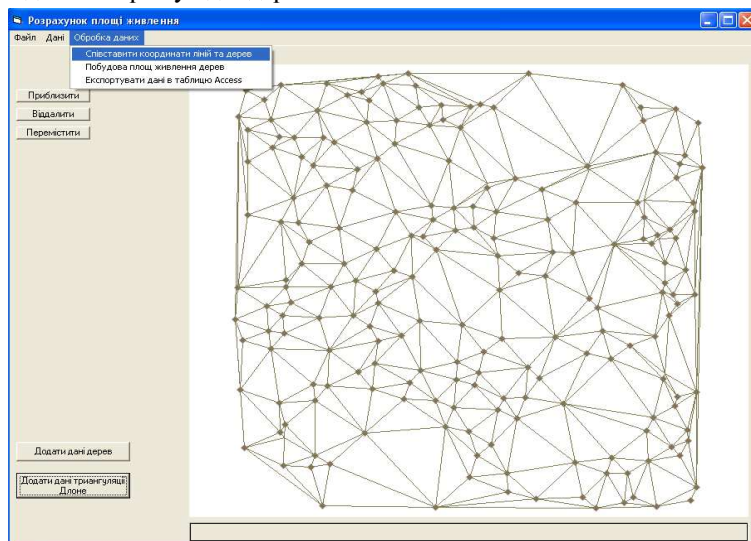


Рис. 2. Зразок вікна програми під час роботи

Висновки. Таким чином, розроблена програма дає змогу автоматизувати розрахунок площі живлення окремого дерева, візуалізувати її та підготувати дані для подальшого аналізу у вигляді бази даних, що спрощує подальшу обробку просторових характеристик насадження.

Література

1. Изюмский П.П. Площадь питания и ее значение для роста и развития насаждений. // П.П. Изюмский // В сб.: Лесоводство и агролесоводство : Респ. межвед. темат. науч. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1971. – Вып. 24. – С. 123-128.
2. Мартынов А.Н. Густота культур хвойных пород и ее значение / А.Н. Мартынов. – М. : Изд-во ЦБНТИлесоз, 1974. – С. 123-128.
3. Мартынов А.Н. Зависимость биометрических показателей сосны от площади питания. / А.Н. Мартынов // Лесоведение : науч.-теорет. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1976. – № 5. – С. 85-89.

4. Поляков А.К. Определение оптимальной густоты сосны в свежей субори / А.К. Поляков // Лесное хозяйство : межвуз. сб. науч. тр. – 1973. – № 12. – С. 123-128.
5. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение : научн. издание / А.В. Скворцов. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
6. Триангуляція Делоне. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://uk.wikipedia.org/wiki/Триангуляция_Делоне.
7. Тябера А.П. Вопросы территориального размещения деревьев в сосновых древостоях / А.П. Тябера // Лесной журнал : Известия высших учебных заведений. – 1980. – № 5. – С. 5-7.
8. Тябера А.П. Площадь роста дерева и ее определение аналитическим способом / А.П. Тябера // Лесной журнал : Известия высших учебных заведений. – 1978. – № 2. – С. 12-16.
9. Assman E. Waldertragskunde / E. Assman. – Munchen – Bonn-Wien. BLV. Verlagsgesellschaft, 1961. – 112 p.

Терент'єв А.Ю. Использование современных ГИС-технологий для расчета площади питания деревьев в лесных насаждениях

Рассмотрен метод расчета площади питания отдельного дерева. Предложен алгоритм использования современных ГИС-технологий для автоматизации поиска ближайших соседних деревьев отдельного дерева на основе использования триангуляции по методу Делоне с применением свободной библиотеки для работы с пространственными данными MapWinGIS. Программно реализовано приложение для обработки пространственных параметров расположений деревьев с использованием данных полевых исследований аппаратно-программного комплекса Field-Map и расчета площади питания отдельного дерева на основе алгоритма, предложенного Штером и доработанного А.П. Тяберой.

Ключевые слова: площадь питания отдельного дерева, пространственное расположение, триангуляция Делоне, геоинформационные технологии.

Terent'ev A.Y., Use of GIS Technology to Calculate the Area of Grouping Space of Trees in Forest Stands

Methods for calculating the area of grouping space of tree are analyzed. Algorithm for the search of the nearest neighboring trees a single tree on the basis of Delaunay triangulation method using free library MapWinGIS for work with the spatial data is developed. Software application for calculating spatial parameters of distribution of trees using data from complex Field-Map and calculation of grouping space a tree-based algorithm proposed by Stehr and revised A. Tyabero are developed.

Key words: grouping space of a tree, spatial distributional, the Delaunay triangulation, GIS technology, forest stand.

УДК 332.3

Аспір. М.В. Харачко¹ – Львівський НАУ

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИМИ ТЕРИТОРІЯМИ

Розкрито питання застосування геоінформаційних систем в управлінні природно-заповідними територіями.

Обґрунтовано, що проблема оптимізації природного середовища і зокрема земель природно-заповідного фонду, є надзвичайно актуальна і потребує свого вирішення. З огляду на це, розглянуто методологічні питання землекористування на засадах системної орієнтації у процесі розв'язання проблемних екологічних задач, оскільки системний підхід визначає науковість аналізу і синтезу всякого явища, речі, предмета, системи. Висвітлено питання застосування геоінформаційних систем (ГІС) в управлінні природно-заповідними територіями. Розглянуто унікальні можливості застосування ГІС у широкому

¹ Наук. керівник: проф. А.Я. Сохнич, д-р екон. наук.