

МОДУЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ДАНИХ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ФІТОЦЕНОТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Сумський державний педагогічний університет ім. А. С. Макаренка

Розповідається про досвід створення бази даних рослинності (фітоценотеки) Лівобережного Лісостепу України. Особливістю фітоценотеки є її модульний принцип організації. Платформою для реалізації реляційної бази даних є MS Access. Фітоценотека містить велику кількість фактичних даних – 2370 геоботанічних описів, 44205 номенклатурних видових назв, для 8932 видів створено екологічні шкали з 14 показників, 4353 номенклатурних синтаксономічних назв із вказівкою для 2204 з них 6046 діагностичних видів, а також 12168 значень у модулі географічних даних.

Проведено вторинну синтаксономічну діагностику наявних описів з метою перевірки правильності первинної авторської класифікації. Показано невідповідність отриманої і автентичної класифікації в 10 % випадків. Розглядається наповнення модулів «Фітоценоз», «Синтаксономія», «Екологія», «Геодата», «Біоморфа», «Таксономія», «Антропоєкологія». Наведено завдання, що вирішуються в рамках створеної фітоценотеки, зокрема проведення автоматичних розрахунків основних фітоценотичних показників і напряму інтерактивної роботи з базою даних.

Ключові слова: рослинність, фітоценотека, фітоценотичний аналіз, класифікація рослинності.

I. V. Goncharenko

A. S. Makarenko Sumy state pedagogical university

MODULE ORGANIZATION OF DATABASES USED FOR THE PURPOSES OF PHYTOCENOTIC ANALYSIS

The article is devoted to the experience of creation of vegetation database (the phytocenoteka) of Ukrainian left-bank forest-steppe. Specific of the database is a modularity organization. MS Access platform was selected. Phytocenoteka contains 2370 geobotanical descriptions, 44205 nomenclatural species names, 8932 species has 14 factors ecological scales, 4353 syntax nomenclature names, 12168 positions in the geographical data module. The syntaxonomic diagnostics of geobotanical descriptions included in database was verified several times. Contents of «Phytocoenose», «Syntaxonomy», «Ecology», «Geodata», «Biomorphe», «Taxonomy», «Antropoecology» modules were examined. The tasks that were solved includes automatic estimation of general phytocenoteka indices, interactive work with a database.

Keywords: vegetation, phytocenoteka, phytocenotic analysis, vegetation classification.

Фітоценотичні дані являють собою значний масив інформації. Це геоботанічні описи, екологічні та географічні показники окремих видів, їх таксономічна належність і т. п. Для обробки і впорядкування великої кількості інформації сьогодні успішно використовуються різноманітні бази даних. Вони різняться своїми завданнями, предметною галуззю і технікою комп'ютерної реалізації.

На сьогоднішній день збереження і всебічний аналіз фітоценотичних даних без комп'ютера уявити просто неможливо. Але не всі створені комп'ютерні фітоценотеки користуються популярністю. Із вітчизняних досить популярною є система *Ficen* (Косман, 1991; *Sirenko*, 1996). Але вона призначена лише для напівавтоматизованого введення бланків геоботанічних описів, перегляду та первісного сортування фітоценотичної таблиці. Реалізація її під *DOS*-оболонку також є не досить зручною.

Аналізуючи комп'ютерні технології, можна дійти висновку, що найбільшу життєздатність демонструють програми, побудовані за модульним принципом, тобто такі, що складаються з окремих самостійних частин, переробка кожної з яких не вимагає переробки всієї системи. У цій публікації спробуємо показати одну з можливих реалізацій модульного принципу для фітоценотичних баз даних. За платформу для реалізації створеної нами фітоценотеки було обрано *MS Access 97*. Це достатньо гнуч-

ка, популярна і потужна за своїми можливостями оболонка для проектування баз даних. Хоча наша розробка ще залишається в стадії вдосконалення, але її ідеологія майже сформувалася і вже довела свою працездатність на багатьох прикладах.

Метою даної публікації є висвітлення досвіду створення фітоценотеки, її фактичного наповнення, багатомодульної структури організації та показ можливостей проведення автоматичної синтаксономічної діагностики з використанням евристичного алгоритму.

ЕЛЕКТРОННА БАЗА ДАНИХ РОСЛИННОСТІ «PHYTOCENOTEKA 1.0»

Електронна база даних (далі – БД) «*Phytocenoteka*» розроблялася автором статті з 2001 р. Повідомлення про створення БД «*Phytocenoteka*» публікується вперше.

Починаючи з 2001 р. БД була перевірена на комплексному аналізі 2370 геоботаничних описів. З них 1121 геоботаничний опис виконано автором протягом польових сезонів 1998-2006 рр. у Лівобережному Лісостепу України, решту введено з використанням уже опублікованих фітоценотичних таблиць і синтаксономічних класифікацій. Це роботи О. М. Байрак (1996а, 1996б, 1996в, 1997а, 1997б), Л. М. Сипайлової (1996), Л. М. Гомлі (2005), Я. П. Дідуха (1997), І. А. Коротченко (1997), О. О. Сенчила (1997, 1998, 1999), І. В. Соломахи (1997), В. Л. Шевчика (1996а, 1996б). Ці публікації підбиралися таким чином, щоб разом із власними описами вони становили територіальну цілісність і репрезентували Лівобережний Лісостеп України та, звичайно, містили повні, уже опубліковані геоботаничні описи. Наявність у відкритому друці повних геоботаничних таблиць – значний здобуток української синтаксономії, особливо починаючи з 1996 р., коли вийшов перший примірник Українського фітоценотичного збірника (гол. редактор В. А. Соломаха). Територіально в БД «*Phytocenoteka*» репрезентовано Київську (1 %), Чернігівську (4 %), Черкаську (13 %), Харківську (5 %), Полтавську (42 %), Сумську (34 %) та інші області (1 %) України.

Серед інших модулів БД, про які піде далі мова, важливим є таксономічний. Він містить номенклатурні назви та супровідні дані для 44205 видів. При цьому 4954 види зустрічаються і у флорі України. Джерелом даних для більш східних регіонів (17839 види) були списки С. Г. Черепанова (1996), для більш західних (5883 види) – зведення *Flora Europaea* (1964). До речі, 522 види, тобто 1,2 % від загальної кількості, мають соціологічний статус і перебувають під охороною. При створенні модуля нами враховано таксономічні синоніми. При їх визначенні ми керувалися роботами С. Л. Мосякіна (1999), С. Г. Черепанова (1996), *Flora Europaea* (1964). Так, з усієї кількості 19029 (43 %) видів є таксономічними синонімами і зіставлені з відповідними валідними назвами видів.

Екологічна частина БД містить дані щодо 8932 видів, причому 3945 видів (44 %) зустрічаються і на території України. Екологічну інформацію представлено у вигляді екологічних шкал для 14 екологічних факторів. При наповненні екомодуля ми користувалися оригінальними екологічними шкалами (Цыганов, 1983; *Borhidi*, 1995; *Ellenberg et al.*, 1992; *Frank, Klotz*, 1998; *Landolt*, 1977; *Sukopp*, 1972). Повнота цих екологічних шкал різна. Найбільш повними за кількістю охоплених видів виявилися шкали термоклімату – 82 %, континентальності – 89 %, вологості – 87 %, кислотності – 82 %, вмісту азоту – 72 %, освітленості – 84 % видів. Середнім наповненням за кількістю наведених видів виявилися шкали кріорежиму – 36 %, гумусу – 39 %, гранулометричного складу – 39 %, засоленості – 30 %, гемеробності – 43 %. Слабко представлені види в екологічних шкалах омброрежиму – 18 %, змінності зволоження – 6 %, урбанітету – 27 %. Як бачимо, екологічні фактори можна об'єднати в три групи – кліматичні, едафічні та антропоєкологічні. Слабко виповнені шкали в подальшому будуть поповнюватися видами на основі зворотного розрахунку середнього значень екологічних факторів у фітоценозах, де ці види зустрічаються.

У синтаксономічному модулі БД наведено 4353 синтаксони різного рангу ієрархії. Наповнення модуля проводили з урахуванням публікацій по рослинності Європи, різноманітних фітоценотичних таблиць, продромальних зведень (Соломаха, 1996; *Chytrý, Tichý*, 2003; *Dierschke*, 1997; *Grabherr, Mucina*, 1993; *Korotkov et al.*, 1991; *Matuszkiewicz*, 2001; *Moravec et al.*, 1995; *Mucina et al.*, 1993а; *Mucina et al.*, 1993б; *Oberdorfer*, 1957; *Passarge*, 1999; *Rodwell et al.*, 1997; *Rothmaler*, 1972). У модулі вра-

ховано також синонімічні назви синтаксонів. Так, для 1868 синтаксонів, тобто 43 %, вивчення літературних публікацій перекоонує, що їх слід вважати за синоніми.

Із загальної кількості синтаксонів для 2204, крім назви, автора та синтаксономічного рангу, що є базовими індексами таблиць БД, указано ще діагностичні види. Серед діагностичних опинилися 6046 видів із 160 родин. Зокрема, серед валідних синтаксонів, для яких введено діагностичні види, – 54 класи, 115 порядків, 272 союзи та 1328 асоціацій. З них на території України зустрічається 671, тобто 30 % синтаксонів. Але не всі синтаксони виявилися однаково «багатими» діагностичними видами. Так, 486, тобто 22 % синтаксонів, у тому числі 310 з території України, мають по три та менше діагностичних види, інші багатші за «діагностичним видовим складом». У цілому цей модуль організований таким чином, що може використовуватися для синтаксономічної діагностики (див. далі), тобто автоматичного визначення синтаксономічної належності нових фітоценозів за їх видовим складом.

У модулі геоданих БД нами прийнято адміністративно-територіальний поділ. Він є більш зручним з точки зору географічного аналізу синтаксонів. Цей модуль містить дані щодо поширення 12168 видів, у тому числі 4300 видів, що зустрічаються в Україні. У районуванні нами використано двомасштабний принцип – на рівні Євразії та в межах України.

Районування на рівні всього євразійського континенту включає поділ на 92 райони (рис. 1).

З них Арктика (*AR*) нараховує 6, Атлантична Європа (*AE*) – 7, Далекий Схід (*FE*) – 8, Західний Сибір (*WS*) – 9, Кавказ (*KV*) – 5, Північна Європа (*NE*) – 5, Понтична область (*PO*) – 7, Сарматська область (*SA*) – 7, Середземномор'я (*ME*) – 13, Східний Сибір (*ES*) – 7, Туранська область (*TU*) – 11 та Центральна Європа (*CE*) – 7 підрайонів.

Таким чином, указані райони охоплюють основну частину Європи і Азії. Поділ суші на райони з урахуванням поширення видів дає можливість проводити географічний аналіз синтаксонів, з'ясовуючи ареал останніх за щільністю накладання ареалів видів із флористичного складу синтаксонів. Як бачимо з рис. 2, створюючи районування Євразії, ми поєднали детальне районування, прийняте в *Flora Europaea* (1964) для західної частини, Флорі СРСР (1934) для східної частини континенту, а також урахували поширення видів у сибірській (Флора Сибири, 1987) та європейській (Флора європейської частини, 1974) частині континенту за детальнішими даними. Це дало можливість асимілювати в БД дані щодо поширення кількості видів, використовуючи вказані вище джерела.

Для того щоб аналіз в обраній нами штучній системі узгоджувався з результатами фітохорологічного аналізу в системі *H. Meusel* (1965), для кожного району адміністративного поділу ми вказали відповідні фітохорії чи зони. Так, за зональним принципом 92 вищезгаданих райони розподіляються так: в арктичній зоні (*arct*) – 5 районів, у бореальній (*boreal*) – 15, у температурній (*temp*) – 38, до субмедитератної зони (*sm*) належать 16 районів, до медитератної (*m*) – 18. У системі океанічності розподіл такий: *k1* – 21, *k2* – 29, *oz1* – 13, *oz2* – 29 районів. Оскільки використане нами районування є більш детальним, ніж фітохорологічне за *H. Meusel*, результати, одержані за першим з них, легко трансформуються в результати для другого при здрібненні масштабу географічної проекції.

Фітоценотичний модуль БД містить геоботанічні описи, у тому числі їх вихідні дані (автор, місцезнаходження, дата опису і т. п.) та повний флористичний склад. Раніше згадувалося, що фітоценотичний модуль містить 2370 геоботанічних описи. Після введення їх у БД нами було проведено вторинну синтаксономічну ідентифікацію фітоценозів з метою перевірки правильності їх початкової класифікації, яка наводилася у відповідних публікаціях авторами описів. При цьому скористалися даними синтаксономічного модуля, що містить інформацію про діагностичні види синтаксонів. Ідея діагностики (ідентифікації) полягала у встановленні у видовому складі кожного опису участі діагностичних видів класів Браун-Бланке. Номером «клас № 1» ми позначали перший за рангом клас, до якого найбільше тяжіє видовий склад поточного фітоценозу і найбільше видів якого міститься в цьому фітоценозі. Клас № 2 – це наступний клас за величиною «вкладу» у поточний фітоценоз і т. д. Відповідно класи № 1 і № 2 є найбільш впливовими.

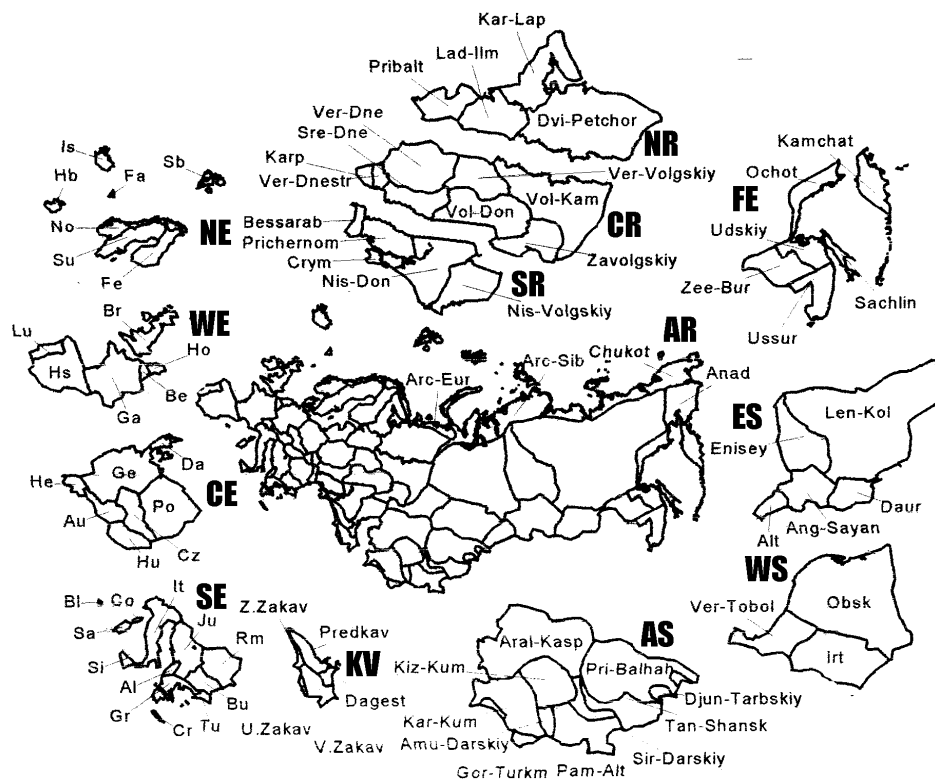


Рис. 1. Система адміністративно-територіального районування БД «Phytocenoteka»

Результати діагностики фітоценозів показано в табл. 1. У кожній клітинці таблиці показано кількість фітоценозів, що належать до відповідної пари класу № 1 і № 2. По вертикалі та горизонталі наведено загальну кількість описів, що репрезентують той чи інший клас.

З табл. 1 бачимо, що в значній кількості у БД представлені класи *Phragmiti-Magnocaricetea* (429 описів, 18 %), *Molinio-Arrhenatheretea* (13 %), *Festuco-Brometea* (15 %), *Quercu-Fagetetea* (23 %). Інші класи Лівобережного Лісостепу України вивчені ще недостатньо, тому представлені значно меншою кількістю описів.

Розподіл кількості фітоценозів за класами системи Браун-Бланке

| Клас 2 | Клас 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Сума |
|--------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|------|
| | AA | AB | CA | CC | CD | GA | GC | GE | IA | IB | IC | KA | KB | KD | OB | QA | QB | QC | QD | QE | SA | UA | UB | UD | UE | UG | UH | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | |
| AA | | 17 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 |
| AB | 8 | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 18 |
| AC | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| AD | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| CA | 1 | 4 | | 2 | 4 | | 7 | | | 49 | | | | | | | | | 1 | 6 | 106 | | 1 | 4 | 1 | 1 | | 187 | |
| CC | | | | 11 | | | | | 7 | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | 22 | |

Закінчення табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
|----|----|----|-----|---|----|----|----|---|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|------|
| CD | | 1 | 8 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 11 |
| CE | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | 3 |
| EA | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| GA | | | | | | | 33 | 1 | 1 | 10 | | | | | 1 | | | | | | | | | 2 | | | | 48 |
| GC | | | 15 | | | 28 | | | | 21 | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | 66 |
| GE | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| IA | | | | | | | | | | 20 | | | 3 | | | | 1 | 5 | | 1 | 1 | | | | | | | 31 |
| IB | | | 68 | | | 5 | 6 | | 1 | 5 | 23 | 10 | | | | | | 14 | 5 | 11 | 1 | | | 8 | 10 | | 167 | |
| IC | | | | | | | | | | 12 | 129 | 3 | | | | | 5 | 21 | | | | | | | | 4 | | 174 |
| KA | | | | | | 1 | | | | 35 | 5 | | 31 | 28 | | | | | | | | | 1 | | 18 | | 119 | |
| KB | | | | | | | | | | 9 | 2 | 45 | | | 2 | | | 13 | 7 | | 2 | 1 | 2 | 1 | 7 | 1 | 92 | |
| KC | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| KD | | | | | | | | | | | | 91 | | | | | | | | | | | | | | | | 91 |
| MD | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | 13 |
| OA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| OB | | | | | | | | | | 3 | | 5 | 59 | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | | 70 |
| QA | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | 33 | | | | | | | | 1 | | 37 |
| QB | | | | | | | | | | 1 | 1 | 5 | 5 | | | | | 217 | | 2 | | | | | | | | 231 |
| QC | | | | | | | | | 2 | 4 | 5 | 1 | 5 | | | 1 | 11 | | 13 | 16 | 5 | 12 | 1 | | | 1 | 77 | |
| QD | | | 14 | | | | | | | 8 | | | 8 | | | | | 28 | 10 | | 1 | | | | | | | 69 |
| QE | | | 256 | 1 | | | | | 8 | 14 | | | 1 | | | | | 20 | 2 | | 2 | | | | | | | 304 |
| SA | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 5 | | | | | | | | | | 6 |
| SC | | | | | | | | | 2 | | 1 | | | | | | | 6 | | | 2 | | | | | | | 11 |
| UA | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 143 | 5 | 1 | | | 3 | | | 4 | | 157 |
| UB | | | 2 | | 1 | | | | | 9 | | | 5 | | | | | 3 | 2 | | | | | 4 | 1 | 12 | | 39 |
| UD | | | 15 | | | 1 | 5 | | | 60 | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | 83 |
| UE | | | 22 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 28 |
| UG | | | | | | | | | | 36 | 2 | 57 | 43 | 5 | 1 | | | 4 | 4 | | | | 11 | | | 1 | 164 | |
| UH | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | 10 | | | | | 1 | | | | | 13 |
| Σ | 14 | 22 | 429 | 3 | 10 | 38 | 51 | 1 | 15 | 303 | 22 | 356 | 179 | 33 | 4 | 1 | 17 | 540 | 46 | 151 | 13 | 14 | 23 | 20 | 3 | 59 | 3 | 2370 |

Умовні позначення: AA – *Lemnetea minoris*; AB – *Potametea*; AC – *Utricularietea*; AD – *Littorelletea uniflorae*; CA – *Phragmiti-Magnocaricetea*; CC – *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*; CD – *Isoeto-Nanojuncetea*; CE – *Montio-Cardaminetea*; EA – *Ammophiletea*; GA – *Puccinellio-Salicornietea*; GC – *Asteretea tripolii*; GE – *Thero-Salicornietea*; IA – *Calluno-Ulicetea*; IB – *Molinio-Arrhenatheretea*; IC – *Trifolio-Geranietea sanguinei*; KA – *Festuco-Brometea*; KB – *Koelerio-Corynephoretea*; KC – *Thero-Brachypodietea*; KD – *Helianthemo-Thymetea*; MD – *Mulgedio-Aconitetea*; OA – *Asplenietea trichomanis*; OB – *Sedo-Scleranthetea*; QA – *Rhamno-Prunetea*; QB – *Quercetea pubescentis*; QC – *Quercu-Fagetea*; QD – *Salicetea purpureae*; QE – *Alnetea glutinosae*; SA – *Vaccinio-Piceetea*; SC – *Pulsatillo-Pinetea*; UA – *Galio-Urticetea*; UB – *Stellarietea mediae*; UD – *Plantaginetea majoris*; UE – *Bidentetea tripartiti*; UG – *Artemisietea vulgaris*; UH – *Epilobietea angustifolii*.

Виявилось, що в значній кількості випадків перевірка довела огріхи первинної авторської класифікації фітоценозів та навіть на найвищому рівні – рівні класів. Результати вторинної ідентифікації не завжди збігаються з авторською класифікацією, що наведена в автентичних публікаціях. Зважаючи, що для діагностики нами було задіяно величезний обсяг порівняльно-синтаксономічних даних – 6046 діагностичних видів, можна стверджувати, що саме вихідна класифікація фітоценозів була помилковою. Так, незбігання вторинної і автентичних класифікацій встановлено для 241 фітоценозів із 2370 наявних у БД, тобто 10 %. Зауважимо, що мова йде про класифікацію на рівні класів, тобто на найвищому рівні синтаксономічної ієрархії.

Подальша перевірка розподілу невірних автентичних класифікацій довела, що найбільше помилок припущено було в класах *Festuco-Brometea* – 14 %, *Molinio-Arrhenatheretea* – 17 %, *Salicetea purpureae* – 7 %, *Vaccinio-Piceetea* – 28 %, *Galio-Urticetea* – 6 %. Загалом у списку класів, у класифікації яких припущено помилки, виявилися 22 класи, але для таких класів, як *Alnetea glutinosae*, *Calluno-Ulicetea*, *Bidentetea tripartiti*, *Lemnetea minoris* та деяких інших, відсоток невірних класифікацій менший ніж 1 %.

Цікаво було прослідкувати, за «рахунок» яких саме класів було припущено помилки. Так, до класу *Festuco-Brometea* було помилково віднесено деякі фітоценози *Koelerio-Corynephoretea* (10 %); деякі фітоценози, віднесені до *Galio-Urticetea* (5 %), насправді виявилися ценозами *Quercu-Fagetea*; віднесені до *Molinio-Arrhenatheretea* ценози «розпалися» на *Artemisietea vulgaris* (4 %), *Festuco-Brometea* (3 %), *Phragmiti-Magnocaricetea* (4 %); деякі з *Phragmiti-Magnocaricetea* (2 %) виявилися «справжніми» *Alnetea glutinosae*; у *Salicetea purpureae* помилково опинилися ценози *Koelerio-Corynephoretea* (5 %); але найбільш критичним виявився «помилковий» *Vaccinio-Piceetea*, частина описів якого опинилася в *Alnetea glutinosae* (4 %), *Koelerio-Corynephoretea* (3 %), *Quercu-Fagetea* (16 %). Сутність зафіксованих «перехресних» помилок між класами з попаданням частини фітоценозів з одного класу в інший відображає екологічну близькість цих класів. Так, клас *Vaccinio-Piceetea* у Лівобережному Лісостепу України знаходиться на межі свого ареалу, тому у флористичному складі ценозів зростає участь південних лучних, болотних та субнеморальних елементів. Тому ці ценози помилково прийняті за бореальні *Vaccinio-Piceetea* з точки зору вченого, що працює у південніших регіонах.

Таким чином, створення БД дозволяє ефективно аналізувати велику кількість даних, причому цей аналіз може здійснюватися в площині будь-якого параметру чи параметрів. Тому ми називаємо такий фітоценотичний аналіз багатопараметричним. Це дозволяє відкрити нові горизонти і можливості фітоценотичного аналізу, які були недосяжні раніше. У БД раціонально зберігається великий масив геоботанічної інформації, ефективно здійснюється його поповнення та аналіз.

Розглянемо структуру створеної фітоценотеки рослинності як приклад можливої реалізації модульного принципу баз даних у фітоценології.

СТРУКТУРА БАЗИ ДАНИХ РОСЛИННОСТІ «PHYTOCENOTEKA 1.0»

База даних – це форма організації і збереження даних, що використовується в різноманітних галузях, де накопичуються численні дані і виникає проблема пошуку інформації та її аналізу. Геоботанічні описи, що становлять основу будь-якої фітоценотеки, саме і являють такий масив інформації, котрий потребує організації у вигляді бази даних. Звичайно, що матеріальним носієм даних не обов'язково повинен бути комп'ютер, але електронна форма організації БД дозволяє не лише зберігати, а й проводити пошук і аналіз за долі секунди.

Основною відмінністю БД рослинності «Phytocenoteka» від подібних існуючих систем є широкий спектр завдань: від простого введення геоботанічних описів і створення вибірки геоботанічних описів за вказаним критерієм до проведення багатопараметричного аналізу синтаксонів. Це забезпечується особливою ідеологією організації БД – багатомодульним принципом. Модуль – це відносно самостійна логічна частина БД, призначена для досягнення певної мети.

Модульна організація БД рослинності

Модуль «Фітоценоз»

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. Номер опису. | 5. Деревостан. |
| 2. Автор опису. | 6. Травостій. |
| 3. Дата опису. | 7. Видовий склад. |
| 4. Літературні джерела. | |

Модуль «Синтаксономія»

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. Валідна назва синтаксону. | 4. Діагностичні види синтаксону. |
| 2. Синоніми. | 5. Константні види синтаксону. |
| 3. Ієрархічна підпорядкованість синтаксону. | 6. Характерні види синтаксону. |

Модуль «Екологія»

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Термоклімат. | 6. Вологість. |
| 2. Кріорежим. | 7. Мінеральний азот. |
| 3. Омброрежим. | 8. Освітленість. |
| 4. Засоленість. | 9. Гумус. |
| 5. Кислотність. | |

Модуль «Геодата»

1. Зональне районування.
2. Флористичне районування.
3. Ботаніко-географічні райони України.

Модуль «Біоморфа»

1. Типи біоморф за К. Раункієром.
2. Типи біоморф за І. Г. Серебряковим.
3. Класифікація розеткових біоморф.

Модуль «Таксономія»

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Валідна назва виду. | 3. Автор виду. |
| 2. Синонімічні назви виду. | 4. Таксономічна належність. |

Модуль «Антропоєкологія»

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Види Червоної книги України. | 4. Гемеробність видів. |
| 2. Види Бернської конвенції. | 5. Урбанofільність. |
| 3. Види Європейського Червоного списку. | 6. Фітоценотип. |

Внаслідок взаємодії і зіставлення даних у різних модулях БД можливо проведення аналізу даних. Напрямки аналізу даних надзвичайно різноманітні:

1. Флористична насиченість фітоценозів (вид/опис).
2. Діагностичні (характерні, константні, домінуючі) види.
3. Приуроченість видів до певних екогруп.
4. Середня міцність зв'язків між видами.
5. Середня подібність між описами синтаксону.
6. Положення фітоценозу в синтаксономічній ієрархії.
7. Середні значення екологічних чинників (екологічний центр).
8. Аналіз географічної структури.
9. Екологічний аналіз.
10. Відношення до антропоічного фактора.
11. Спектр провідних родин.

12. Коефіцієнт антропоїчної трансформації.
13. Спектр гемеробності.
14. Наявність адвентивних видів.
15. Біоморфологічний аналіз.

Частина роботи з БД здійснюється інтерактивно, тобто із взаємодією дослідника та комп'ютера, частина – автоматично, тобто певний алгоритм, заснований на взаємодії різних модулів системи, дає можливість розрахувати основні показники (рис. 2).

Серед зазначених вище модулів БД основними є модулі географічного, екологічного, біоморфологічного і ценотичного аналізу.

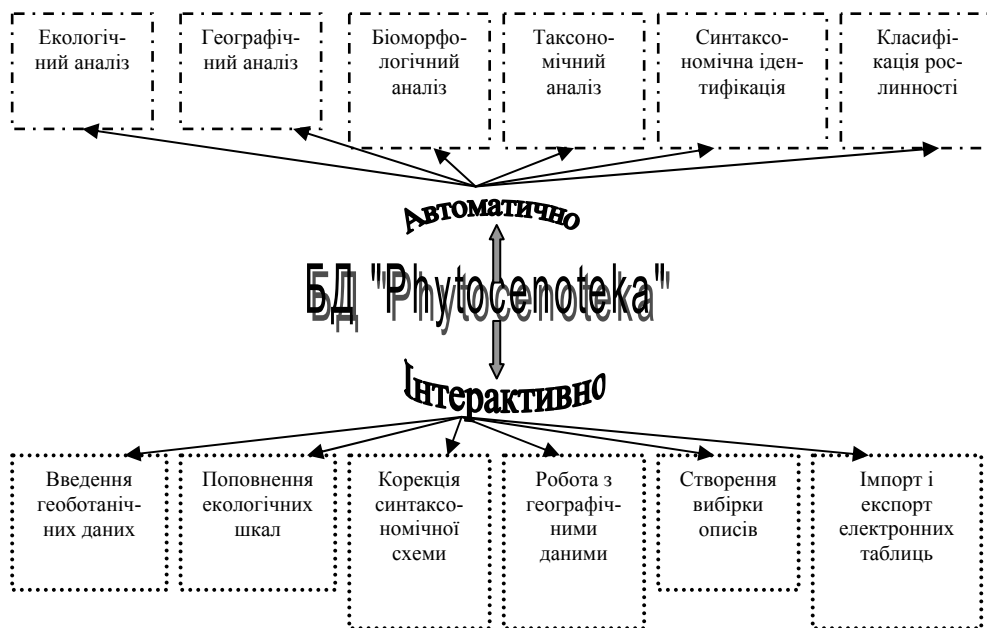


Рис. 2. Можливості та задачі проекрованої БД «Phytocenoteka»

Модуль географічного аналізу ставить за мету визначення міри тяжіння видового складу певного синтаксону чи окремого фітоценозу до тих чи інших географічних регіонів. Можливий експорт і візуалізація даних – у ГІС *Mapinfo*. Географічний аналіз має на меті встановлення відносної кількості видів, що тяжіють до певного флористичного чи ботаніко-географічного району. У результаті розраховується спорідненість (аффінітет) до кожного географічного виділу, а просторовий розподіл останніх дає уявлення про ареал синтаксону. Нами прийнято таку систему геоелементів у системі ботаніко-географічних координат.

Модуль екологічного аналізу ставить за мету проведення фітоіндикаційної оцінки за видовим складом. В основі розрахунків лежить принцип зваженого середнього, де додатками є оцінки видів в екологічних шкалах. Розрахунок можливий за 14 екологічними чинниками. Для розрахунків використовуємо оригінальні шкали *H. Ellenberg*, *Д. Циганова*, *А. Borhidi*, *Е. Landolt* та ін. Результатом розрахунків є фітоценотичні показники, що визначають екологічний центр синтаксону.

Модуль біоморфологічного аналізу ставить за мету встановлення спектра (співвідношення) різних життєвих форм у складі ценофлори. За базу прийнято класифікацію життєвих форм *К. Раункієра*. При розрахунках устанавлюється відносний уміст видів різної життєвої форми, що визначає морфологічну та фізіономічну структуру фітоценозів. Також проводиться аналіз за традиційною системою класифікації життєвих форм *І. Г. Серебрякова* та за типом підземної сфери.

Регіональний принцип районування

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. Європейський. | 9. Центральноміазіатський. |
| 2. Західноєвропейський. | 10. Західноміазіатський. |
| 3. Східноєвропейський. | 11. Альпійський. |
| 4. Північноєвропейський. | 12. Кавказький. |
| 5. Середземноморський. | 13. Австралійський. |
| 6. Західносибірський. | 14. Африканський. |
| 7. Сибірський. | 15. Американський. |
| 8. Азіатський. | |

Зональний принцип районування

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Арктичний. | 6. Меридіональний. |
| 2. Бореальний. | 7. Субтропічний. |
| 3. Північотемператний. | 8. Тропічний. |
| 4. Південнотемператний. | 9. Австралійський. |
| 5. Субмеридіональний. | |

Районування в системі «океанічність-континентальність»

- | | |
|-------------------|------------------------|
| 1. Еуокеанічний. | 3. Субконтинентальний. |
| 2. Субокеанічний. | 4. Еуконтинентальний. |

Класифікація біоморф за К. Раункієром

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Фанерофіти. | 8. Гідрофіти. |
| 2. Нанофанерофіти. | 9. Ліани. |
| 3. Хамерофіти. | 10. Сапрофіти. |
| 4. Гемікриптофіти. | 11. Епіфіти. |
| 5. Геофіти. | 12. Талофіти. |
| 6. Паразити. | 13. Терофіти. |
| 7. Напівпаразити. | |

Класифікація за І. Г. Серебряковим

- | | |
|------------|-----------------------------|
| 1. Дерево. | 4. Однорічник. |
| 2. Кущ. | 5. Дворічник. |
| 3. Кущик. | 6. Трав'янистий полікарпик. |

Класифікація за типом пагоноутворення

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Бульбоутворюючий. | 6. Мичкокореневий. |
| 2. Гіллястокореневий. | 7. Повзучестолонний. |
| 3. Довгокореневищний. | 8. Позбавлений коренів. |
| 4. Каудексовий. | 9. Стрижнекореневий. |
| 5. Короткокореневищний. | 10. Цибулинний. |

Модуль синтаксономічної ідентифікації ставить за мету визначення фітоценотичного спектра, котрий являє співвідношення в складі певного фітоценозу флористичних елементів різних синтаксонів. Наявність у БД інформації щодо діагностичних видів різних синтаксонів дозволяє проводити розрахунок фітоценотичного спектра автоматично і таким чином визначати ті синтаксони, до яких у найбільшій мірі тяжіє той чи інший фітоценоз (фітоценоз). Нами прийнято таку схему класифікації рослинності на рівні класів.

Структура БД являє систему таблиць, у кожній з яких зберігаються дані окремого модуля фітоценотеки. Між собою таблиці зв'язані в реляційну структуру за спільними полями. Поля з обох боків реляційного зв'язку індексуються для прискорення пошуку і виконання запитів до БД. Коло цих запитів надзвичайно широке за призначенням від створення вибірки описів за певним критерієм (автором, датою опису, наявністю певного виду у фітоценозі) до фітоіндикаційних розрахунків та автоматичної класифікації. Основними індексними полями є номер опису для модуля «Фітоценоз», назва виду для таксономічного модуля та синтаксону для синтаксономічного модуля.

1. Водна і прибережно-водна рослинність

| | |
|---|---------------------------|
| Клас Lemnetea. | Клас Charetea fragilis. |
| Клас Potametea. | Клас Isoeto-Nanojuncetea. |
| Клас Utricularietea intermedio-minoris. | |
2. Болотна рослинність

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Клас Охусоссо-Sphagnetea. | Клас Phragmiti-Magnocaricetea. |
| Клас Scheuczerio-Caricetea nigrae. | Клас Alnetea glutinosae. |
3. Лучна, пустищна та узлісна рослинність

| | |
|-------------------------------|---------------------------|
| Клас Molinio-Arrhenatheretea. | Клас Trifolio-Geranietea. |
| Клас Nardo-Callunetea. | |
4. Ксерофітна трав'яниста рослинність

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Клас Fetuco-Brometea. | Клас Sedo-Scleranthetea. |
| Клас Helianthemo-Thymetea. | Клас Festuceta vaginatae. |
5. Деревна та чагарникова рослинність

| | |
|-------------------------|---------------------------|
| Клас Quercu-Fagetea. | Клас Rhamno-Prunetea. |
| Клас Vaccinio-Piceetea. | Клас Salicetea purpureae. |
6. Рослинність засолених ґрунтів

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Клас Asteretea tripolium. | Клас Theru-Salicornietea. |
| Клас Festuco-Puccinilieta. | |
7. Синантропна рослинність

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Клас Robinietea. | Клас Plantaginetea majoris. |
| Клас Urtico-Sambucetea. | Клас Bidentetea tripartiti. |
| Клас Agropyretea repentis. | Клас Epilobietea angustifolii. |
| Клас Artemisietea vulgaris. | Клас Galio-Urticetea. |
| Клас Chenopodietea. | Клас Secalietea. |

Реляційну структуру проєктованої БД показано на рис. 3.

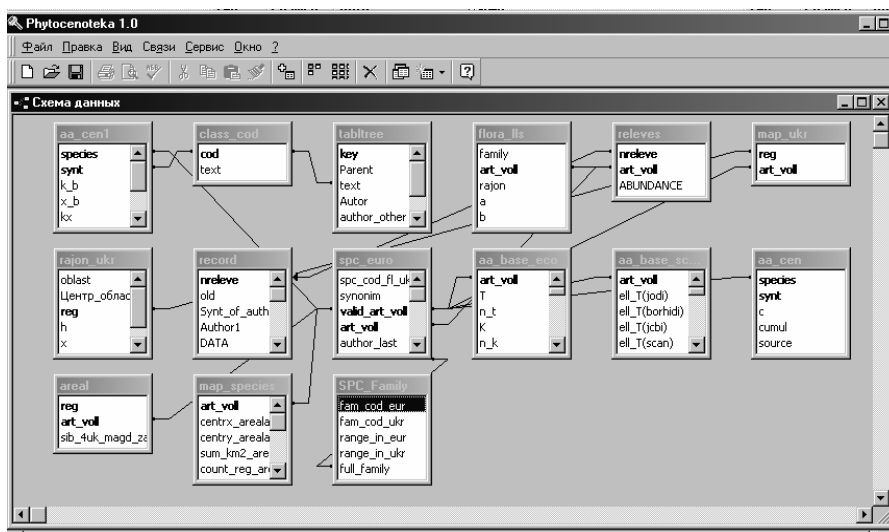


Рис. 3. Реляційна структура БД «Phytocenoteka»

Для зручності взаємодії з користувачем спроектовано ряд інтерактивних форм, що поділені на тематичні категорії. На рис. 4 показано форми для введення і пошуку інформації за назвою виду, вибором опцій друку результатів фітоценотичного аналізу, введенням бланків геоботанічних описів, аналізом спектрів ценоморф, екоморф, географічним аналізом у вигляді зірчастої діаграми та введенням і пошуком інформації щодо синтаксонів. Призначення інших форм – це розміщення елементів управління БД для запуску певних модульних підпрограм.

Система форм створює інтерфейс фітоценотеки.

СИНТАКСОНОМІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ

Однією з найважливіших задач, які ставляться при створенні подібних інтегрованих систем збереження й аналізу даних – це задача класифікації рослинності і синтаксономічної ідентифікації. Зазначимо, що для вирішення цих задач необхідно щонайменше три складові – модуль «Синтаксономія», модуль «Фітоценоз», модульна підпрограма «Фітоценотичний аналізатор». Наповнення модуля «Синтаксономія» здійснюється з використанням існуючих систем класифікації, що стають ніби еталоном для подальших порівнянь. Тут містяться дані про назви синтаксонів та їх ієрархічну підпорядкованість. Наповнення цього модуля враховує існуючі системи класифікації та доповнюється за результатами класифікації власних даних.

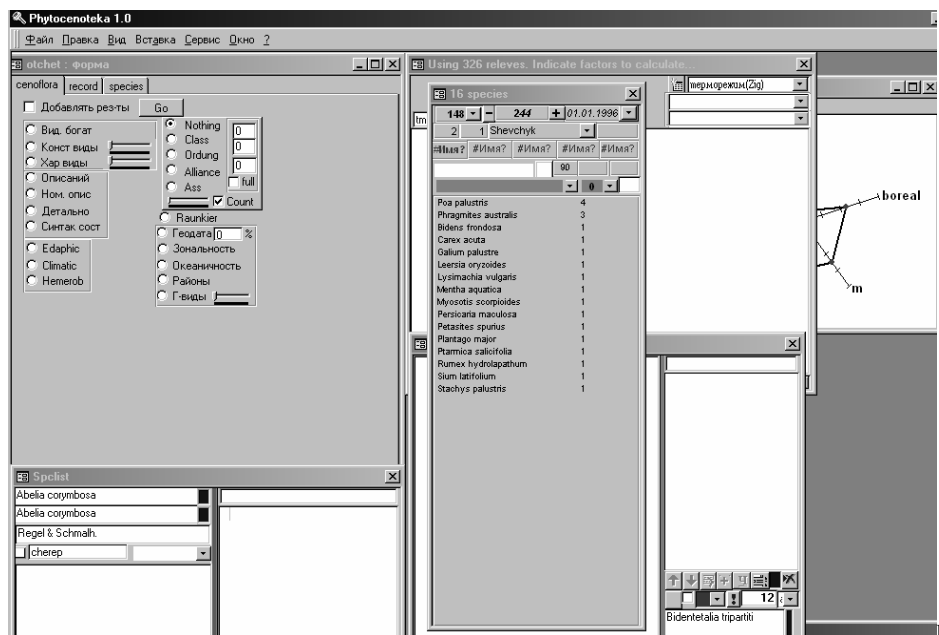


Рис. 4. Інтерфейс проектованої БД «Phytocenoteka»

Поняття «фітоценотичний аналізатор» потребує певних роз'яснень. Фітоценотичний аналізатор – уся сукупність даних і методів їхнього перетворення, що дозволяє визначити відносну подібність конкретного фітоценозу до існуючих синтаксонів і провести синтаксономічну ідентифікацію.

Фітоценотичний аналізатор дозволяє проводити ідентифікацію фітоценозів з невідомою синтаксономічною належністю щодо існуючих синтаксонів, дані про які містяться в модулі «Синтаксономія». Спочатку створюється вибірка геоботанічних описів для аналізу в результаті пошуку і фільтрації даних модуля «Фітоценоз». Еталон для порівняння являє модуль «Синтаксономія». На проміжних етапах роботи підпрограми синтаксономічної ідентифікації розраховується масив коефіцієнтів флористичного порівняння видового складу конкретного фітоценозу та існуючих синтаксонів. Таким чином, процес синтаксономічної ідентифікації включає 3 етапи – аналітичний, етап ідентифікації, синтетичний.

ВИСНОВКИ

Ідеологія описаного проекту полягає у створенні інтегрованої системи введення, зберігання та аналізу фітоценотичних даних. Формою реалізації проекту є БД «Phytocenoteka». Робота з фітоценоотекою передбачає інтерактивну взаємодію з користувачем через систему БД, реалізовану на базі *MS Access 97*, а також автоматичний аналіз у рамках цієї системи багатопараметричної спрямованості (екологічний, геог-

рафічний, біоморфологічний тощо). Особливістю спроектованої фітоценотеки є її модульна організація, де кожен модуль являє відносно самостійну складову в плані наповнення даними і вдосконалення програмної реалізації. Наявність синтаксономічних даних дозволить проводити синтаксономічну інтерпретацію нових фітоценозів, що вводяться в базу даних. В основі останньої – застосування фітоценотичного аналізатора, новітньої реалізації нелінійного дискримінантного аналізу, що здійснюється на якісній основі з використанням фітоценотичних даних. Поряд з новими підходами БД виконує також традиційні задачі для цього класу програм – введення бланка опису, проведення класифікації за методикою Браун-Бланке, розрахунки фітоіндикації і т. п. Але інтегрованість і багатомодульність системи фітоценотеки істотно виділяє проект серед існуючих програм обробки геоботанічних даних, що є вузько спрямованими і мають на меті лише введення та збереження фітоценотичних даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Байрак О. М.** Гідрофільна рослинність Полтавської рівнини / О. М. Байрак, Я. П. Дідух // Укр. фітоценот. зб. – К., 1996в. – Сер. А, вип. 2. – С. 37-43.
- Байрак О. М.** Синтаксономія галофільної рослинності Лівобережного Придніпров'я // Укр. фітоценот. зб. – К., 1997а. – Сер. А, вип. 2 (7). – С. 68-74.
- Байрак О. М.** Синтаксономія соснових Лівобережного Придніпров'я та участь в них епігейних лишайників // Укр. фітоценот. зб. – К., 1997б. – Сер. А, вип. 1 (6). – С. 85-92.
- Байрак О. М.** Синтаксономія широколистяних Лівобережного Придніпров'я // Укр. фітоценот. зб. – К., 1996а. – Сер. А, вип. 3. – С. 51-64.
- Байрак О. М.** Фітоценотична характеристика заплавних Лівобережного Придніпров'я // Укр. фітоценот. зб. – К., 1996б. – Сер. А, вип. 6. – С. 45-51.
- Гомля Л. М.** Рослинність долини річки Хорол. – Укр. фітоценот. зб. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – Сер. А, вип. 1 (22). – 187 с.
- Дідух Я. П.** Степова рослинність південної частини Лівобережного Лісостепу України. I. Класи Festucetea vaginatae та Helianthemo-Thymetea / Я. П. Дідух, І. А. Коротченко // Укр. фітоценот. зб. – К., 1996. – Сер. А, вип. 2. – С. 56-63.
- Коротченко І. А.** Степова рослинність південної частини Лівобережного Лісостепу України. II. Клас Festuco-Brometea / І. А. Коротченко, Я. П. Дідух // Укр. фітоценот. зб. – К., 1997. – Сер. А, вип. 1 (6). – С. 20-39.
- Косман О. Г.** Новий комп'ютерний метод обробки описів рослинних угруповань / О. Г. Косман, І. П. Сіренко, В. А. Соломаха, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 1991. – 48, № 2. – С. 98-104.
- Сенчило О. О.** Деревно-чагарникова рослинність острова Просеред / О. О. Сенчило, Є. О. Воробйов, В. Л. Шевчик, І. В. Соломаха // Укр. фітоценот. зб. – К., 1999. – Сер. А, вип. 3 (14). – С. 58-67.
- Сенчило О. О.** Рослинність острова Собачого Кременчуцького водосховища / О. О. Сенчило, В. Л. Шевчик, І. В. Соломаха // Укр. фітоценот. зб. – К., 1998. – Сер. А, вип. 1 (9). – С. 21-29.
- Сенчило О. О.** Синтаксономія лучного масиву в заплаві Дніпра у Кременчуцького водосховища / О. О. Сенчило, В. Л. Шевчик, В. А. Соломаха // Укр. фітоценот. зб. – К., 1997. – Сер. А, вип. 2 (7). – С. 39-49.
- Сипайлова Л. М.** Лучна рослинність заплав річок рівнинної частини України / Л. М. Сипайлова, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. фітоценот. зб. – К., 1996. – Сер. А, вип. 1. – С. 28-40.
- Соломаха В. А.** Синтаксономія рослинності України // Укр. фітоценот. зб. – К., 1996. – Сер. А, вип. 4 (5). – 120 с.
- Соломаха І. В.** Лісова рослинність Чорнухинщини (Полтавська обл.) / І. В. Соломаха, О. О. Сенчило, О. М. Колот, Б. Ю. Войтюк // Укр. фітоценот. зб. – К., 1997. – Сер. А, вип. 2 (7). – С. 80-88.
- Флора европейской части СССР.** – Л., 1974-1993. – Т. 1-8.
- Флора Сибири.** – Новосибирск: Наука, 1987-1994. – Т. 1-9.
- Флора СССР.** – М.; Л., 1934-1964. – Т. 1-30.
- Цыганов Д. Н.** Фитоиндикация экологических факторов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.
- Черепанов С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. – СПб.: Мир и семья-95, 1996. – 992 с.
- Шевчик В. Л.** Синтаксономія рослинності островів Круглик та Шелестів Канівського природного заповідника / В. Л. Шевчик, В. А. Соломаха // Укр. фітоценот. зб. – К., 1996а. – Сер. А, вип. 1. – С. 12-27.

- Шевчик В. Л.** Синтаксономія рослинності та список флори Канівського природного заповідника / В. Л. Шевчик, В. А. Соломаха, Ю. О. Войтюк // Укр. фітоценол. зб. – К., 1996б. – Сер. Б, вип. 1 (4). – С. 5-119.
- Borhidi A.** Social behavior types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora // Acta Botanica Hungarica. – 1995. – 39. – P. 97-181.
- Chytrý M., Tichý L.** Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. – Brno, 2003. – P. 160-169.
- Dierschke H.** Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Molinio-Arrhenatheretea. – Göttingen, 1997. – 74 s.
- Ellenberg H., Weber H., Dull R. et al.** Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica. – V. 18. – 1992. – S. 67-153.
- Flora Europaea** / Ed. By Tutin T. G. et. al. – Vol. 1-12. – London-N.Y. – Cambridge University Press. 1964-1980.
- Frank D., Klotz S.** Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. – Halle: M.-Luther-Universität, 1988. – 103 s.
- Grabherr G., Mucina L.** Die Pflanzengesellschaften Oesterreichs, Teil 2: Natuerliche waldfreie Vegetation. – Gustav Fischer Verlag, Jena. – 1993. – 523 s.
- <http://planto.de/datenbank.php>
<http://www.e-c-o.at/pflages/index.php/pflages/pflanzengesellschaften> (Institute for Ecology)
http://www.ibot.sav.sk/Id_Key/Priloha/Syntaxony.pdf
http://www.sci.muni.cz/botany/assoc_a.htm (Czech National Vegetation Database)
http://www.vim.de/pflanzges/download/pfg_syno.zip
- Korotkov K. O., Morozova O. V., Belonovskaja E. A.** The USSR vegetation syntaxa prodromus. – Moskow, 1991. – 346 p.
- Landolt E.** Ökologische Zeigerwerte zur Scheizer Flora // Veröff. Geobot. Inst. der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich. – 1977. – H.64. – S. 1-208.
- Matuszkiewicz W.** Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski. – Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2001. – 540 s.
- Meusel H., Jäger E., Weinert E.** Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. – Fischer Verl. – 1965. – Bd. 583 s.
- Moravec J. a kol.** Rostlinna spolecensta Ceske republiky a jejich ohrozeni. 2 vyd. – Priloha, 1995. – 206 s.
- Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M.** Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. – Kiev, 1999. – 345 p.
- Mucina L., Grabherr G., Ellmauer T.** Die Pflanzengesellschaften Oesterreichs. Teil 1: Anthropogene Vegetation. – Gustav Fischer Verlag, Jena. – 1993a. – 578 s.
- Mucina L., Grabherr G., Wallnoefer S.** Die Pflanzengesellschaften Oesterreichs, Teil 3: Waelder und Gebuesche. – Gustav Fischer Verlag, Jena. – 1993b. – 353 s.
- Oberdorfer E.** Pflanzensoziologie. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Jena, 1957. – 10. – 564 s.
- Passarge H.** Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands. II. Helocyperosa und Caespitosa. – Berlin-Stuttgart, 1999. – S. 262-302.
- Rodwell, J. S., Mucina, L., Pignatti, S., Schaminee, J. H. J. & Chytry, M.** 1997. European Vegetation Survey: the context of the case studies. – Folia Geobot. Phytotax. – 32. – P. 113-115.
- Rothmaler W.** Exkursionsflora. Gefäßpflanzen. – Berlin, 1972. – 612 s.
- Sirenko I. P.** Creation a Databases for Floristic and Phytocenologic Researches // Укр. фітоценол. зб. – К., 1996. – Сер. А, вип. 1. – С. 9-11.
- Sukopp H.** Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen // Ber. ü. Landwirtschaft. Hrsg. Bundesministerium f. Ernährung, Landwirtschaft ü. Foresten. – 1972. – 50, № 2. – S.112-139.

Надійшла до редколегії 16.08.07