

С.А. Приходько., О.В. Чиркова

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІСОСМУГ ЯК ЕКОЛОГІЧНИХ КОРИДОРІВ ЕКОМЕРЕЖІ

екомережа, природні ядра, екологічні коридори, просторова структура екомережі, зв'язність, ефективність екомережі

Вступ

Екологічна мережа є комплексною багатофункціональною природною системою, націленою на збереження різноманіття, стабілізацію екологічної рівноваги, підвищення продуктивності ландшафтів, поліпшення стану довкілля та збалансований сталий розвиток. Основними завданнями формування екомережі є збереження генетичного, видового, екосистемного та ландшафтного різноманіття, забезпечення умов для міграції та розселення видів, підтримання екологічної рівноваги [8,11,12,16,18,21 – 23].

Однією із основних проблем формування регіональної екомережі Донецької області, де ландшафти значною мірою антропогенно трансформовані, є велика фрагментація природних ділянок. У концепції Донецької регіональної екомережі були визначені загальні принципи і теоретичні підходи щодо її створення [16]. Основні структурні елементи модельної схеми екомережі Донецької області – це каркасні природні ядра біорізноманітності національного і регіонального рівнів та природні екологічні коридори – річкові системи регіону. Каркасні природні ядра, які представлені незначними за площею об'єктами природно-заповідного фонду (ПЗФ) і територіально зібрані в компактні групи у межах одного річкового водозбору, мають важливе топологічне положення як вузлові елементи екомережі. До таких каркасних ядер віднесено комплекс об'єктів ПЗФ та природні території з високим ступенем біорізноманітності верхньої частини долини р. Казенний Торець, які можна розглядати як фрагмент локальної екомережі.

Відповідно до принципу максимальності створення екологічної мережі, існуючі об'єкти природно-заповідного фонду виступають ключовими територіями у екологічній мережі будь-якого рангу [5,7,14,21]. Створення екологічної мережі локального типу дозволяє вийти за межі заповідних територій та забезпечити збереження природи і ландшафтів на місцевому рівні за умов будь-якої діяльності людини.

Створення умов міграції і розселення видів – основне призначення екологічних коридорів, тому їх мережа проектується насамперед заради ефективного виконання саме цієї функції. Також важливими їхніми функціями є бар'єрна, екологічна, оптимізуючого впливу на прилеглі угіддя, естетична, водоохоронна, протиерозійна та інші.

Екологічними коридорами виступають об'єкти лінійного типу [9], до яких належать лісосмуги. Залежно від типу лісосмуг вони виконують відповідні функції. Основною функцією яружно-балкових лісосмуг є затримка та регулювання поверхневого водного стоку зі зваженими і розчиненими в ньому забруднюючими речовинами. Яружно-балкові лісосмуги запобігають змиванню і розмиву ґрунту на схилах, що пролягають нижче, сприяють рівномірному снігорозподілу. Полезахисні лісосмуги виконують функцію захисту сільгоспугідь від несприятливих умов (вітрової та водної ерозії, засухи, суховіїв). Вони оберігають родючий шар ґрунту від висихання, перезволоження, видування вітрами, насичують мікроелементами та органічними добривами, і тим самим підвищують врожайність сільськогосподарських культур. Лісосмуги вздовж автомобільних доріг виконують вітрозахисну, снігозахисну та декоративну функції. Разом з цим, лісосмуги є місцем зростання багатьох видів рослин.

При проектуванні локальної екомережі необхідно враховувати ефективність функціонування всіх її елементів. На локальному рівні екологічними коридорами, що поєднують природні території з високим ступенем біорізноманіття, можуть виступати лісосмуги. Особливу увагу необхідно приділити вивченню можливостей виконання функцій екологічних коридорів лісосмугами різного призначення, які прилягають до центрів природного біорізноманіття. Тому, мета даної роботи – на прикладі фрагмента локальної екологічної мережі з'ясувати ефективність функціонування лісосмуг як екологічних коридорів.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження були розпочаті у 1992 році з метою виявлення місцезнаходжень рідкісних і зникаючих видів рослин, які охороняються на різних рівнях, цінних рослинних угруповань та організації їх охорони в системі державного природоохоронного фонду у Добропільському районі Донецької області. В результаті у 1994 році до державного природно-заповідного фонду було включено два заповідних урочища місцевого значення – Брандушка, Кучерів Яр, два ботанічних заказника місцевого значення – балки Грузька і Гектова. У 2008 – 2009 рр. об'єктом дослідження стали ці заповідні території, які відповідають критеріям природних ядер екомережі локального рівня, та прилеглі до них лісосмуги для вивчення можливості виконання ними функцій екологічних коридорів.

Дослідження проводили за допомогою методів флор-ізолятив, маршрутного флористичного обстеження з веденням польової документації, збору гербарію.

Біоморфологічний аналіз проводили за лінійною системою життєвих форм [4]. Ценоелементи флори, розподілені за флороцено типами, виділені з використанням класифікаційної схеми флороцено типів помірних флор та прийнятою аналогічною схемою для південного сходу України [1].

Ефективність модельної локальної екологічної мережі оцінювали з використанням метричних та топологічних критеріїв. На основі цих показників визначали відповідність оптимальній структурі даної екомережі. Основним параметром ефективності екомережі є показник зв'язності її графа, який визначає, наскільки розвинута екомережа через зв'язок її біоцентрів (вершин графу) за допомогою екокоридорів (ребер графу). За показником зв'язності графа екомережі аналізували ефективність лісосмуг, як екологічних коридорів в локальній екологічній мережі [16].

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження проводили на західному макросхилі Донецького кряжу в басейні Казенного Торця, поблизу вододілів рік Казенний Торець і Самара. Згідно геоботанічному районуванню України [2] територія відноситься до Слав'янсько-Артемівського району Донецького геоботанічного округу лугових і різнотравно-типчакково-ковилових та петрофітних степів, рослинності кам'янистих відслонень і широколистяних лісів Приазовсько-Чорноморської степової підпровінції Причорноморської (Понтичної) степової провінції Європейсько-Азіатської степової області. За флористичним історико-географічним районуванням України [3,6], це Донецький флористичний історико-географічний район, який пов'язаний з Донецьким кряжем. Враховуючи детальне флористичне районування південного сходу України [1], територія знаходиться в Торецько-Луганському підрайоні Донецького району Донецького округу Східнопричорноморської підпровінції, Причорноморсько-Донської провінції Паннонсько-Причорноморської-Прикаспійської області, для якої характерно розповсюдження багатих різнотравно-типчакково-ковилових степів.

Рослинний покрив природних ядер представлений, в основному, різнотравно-типчакково-ковилковими степами та їх різними варіантами: чагарниковими і петрофітними степами. Наявність на дні та схилах Гектової балки та урочища Брандушка деяких типово лісових видів свідчить, що раніше частини балок були вкриті лісом.

Система показників, які характеризують ефективність екомережі, виходить з того, що мережа є графом [5,13,19,21]. Вершинами його є природні ядра, а ребрами – екологічні коридори. В даному проекті локальної екомережі біоцентрами виступають об'єкти природно-заповідного фонду з прилеглими природними і напівприродними ділянками, природні території з високим ступенем біорізноманіття, а екологічними коридорами, крім лінійних фрагментів пасовищних угідь, водоохоронних зон, – лісосмуги, які їх поєднують.

Основне значення екологічних коридорів в функціонуванні екомережі полягає в забезпеченні зв'язків між біоцентрами. Екологічна мережа повинна бути ефективною, для чого вона має бути перш за все зв'язною. Ефективність екомережі характеризують показники зв'язності графу. В свою чергу зв'язність графу визначається кількістю та розташуванням його ребер. Чим більш розвинута мережа ребер графу, тим більш ефективною є екологічна мережа. У даному випадку її можна відобразити у вигляді графа-дерева (Рис.). Основними оцінками зв'язності графа є наступні чотири індекси [21]: α -індекс дослідної моделі локальної екомережі дорівнює 0,9, що характеризує наявність та насиченість екологічної мережі циклами. Це свідчить про достатню, але не максимально можливу кількість альтернативних шляхів міграції з біоцентрів. Значення

β -індексу дорівнює 2,1, що менше за максимально можливе, коли всі біоцентри об'єднуються екокоридорами в цикли, що означає можливість подальшого розвитку екологічної мережі у напрямі збільшення кількості екологічних коридорів. При γ -індексі 0,9 кожний біоцентр пов'язаний з іншим. Значення ε -індексу дорівнює 2,4, тобто це значно більше ніж, таке, що характеризує мінімальну зв'язність (табл. 1). Отже, у представленій локальній екологічній мережі лісосмуги, в якості екологічних коридорів локального значення, достатньо ефективно виконують міграційну функцію.

Таблиця 1. Показники ефективності екологічної мережі

| Ознака, індекс | Значення індексу, достатнє для функціонування екомережі | Значення індексу для даної локальної екомережі |
|---|---|--|
| Наявність та насиченість екологічної мережі циклами, α | 1 | 0,9 |
| Ступінь розвинутої мережі екокоридорів, β | 1 | 2,1 |
| Ступінь альтернативності вибору шляхів міграції, γ | 1 | 0,9 |
| Показник дефіциту графа, ε | 1 | 2,4 |

В основі оцінки зв'язності графу екологічної мережі лежать топологічні показники, але вони не враховують метричних особливостей. До метричних ознак екомережі відносяться площинні та лінійні характеристики, які використовуються для обчислення щільності екологічних коридорів, рівня зв'язності екологічної мережі, ступеня та індексу фрагментованості.

Метричні та топологічні параметри характеризують ефективність екологічної мережі в цілому. Показник щільності екологічних коридорів складає 0,02. Для даної екомережі щільність екологічних коридорів доволі висока, що забезпечує міграцію видів між центрами біорізноманіття. Ступінь фрагментованості екомережі відносно невеликий і дорівнює 0,94, але він нерівномірний і може бути зменшений за рахунок включення до локальної екомережі перспективних ділянок біля селищ Никанорівка, Золотий Колодязь, Октябрьське (див. рис.).

Процес міграції рослин визначається наявністю умов для їх розселення. Частково такі умови в агроландшафті степової зони можуть створюватися завдяки лісосмугам. Одним з важливих показників для лісосмуг, як міграційних коридорів є оцінка флористичної подібності природних ядер та лісосмуг.

Флора природних ядер нараховує 388 видів судинних рослин, які відносяться до 239 родів, 58 родин, 42 порядків, що складає більше 21% флори південного сходу України та характеризує досить велике флористичне багатство. Аналіз систематичної структури флори виявив перевагу у флорі видів родин Asteraceae Dumort., Fabaceae Lindl., Brassicaceae Burnett, Rosaceae Juss., Poaceae Barnhart, Caryophyllaceae Juss., Lamiaceae Juss., Scrophulariaceae Juss., що є характерним і для регіональної флори [1]. На долю 10 провідних родин флори природних ядер приходить 265 видів, що складає 68,3% від загального складу виявленої флори та 159 родів, що складає 66,5% від загальної кількості родів (табл. 2).

В лісосмугах відмічено 118 видів судинних рослин, які відносяться до 88 родів, 32 родин, 29 порядків. Систематична структура флори лісосмуг в цілому подібна до структури флори природних ядер, за винятком зниження ролі видів з родин Brassicaceae та Caryophyllaceae у лісосмугах, що можливо пов'язано з більш мезофітними умовами зростання. На долю 10 провідних родин флори лісосмуг приходить 83 види, що складає 70,3% від загальної кількості видів, відмічених в лісосмугах, та 63 роди (71,6%) (табл.3).

Ступінь вимогливості до зволоження видів локальної екомережі відображена у їх розподілі на 7 груп (табл. 4). В природних ядрах найбільш чисельна група ксеромезофітів (41,2%) та груп, що тяжіють до неї, – мезоксерофітів (27%) та еумезофітів (19,0%). У флорі лісосмуг співвідношення між екологічними групами зберігається, але спостерігається збільшення частки еумезофітів (25,2%). В цілому екологічна структура флори проектованої локальної екомережі аналогічна зі структурою флори південного сходу України.

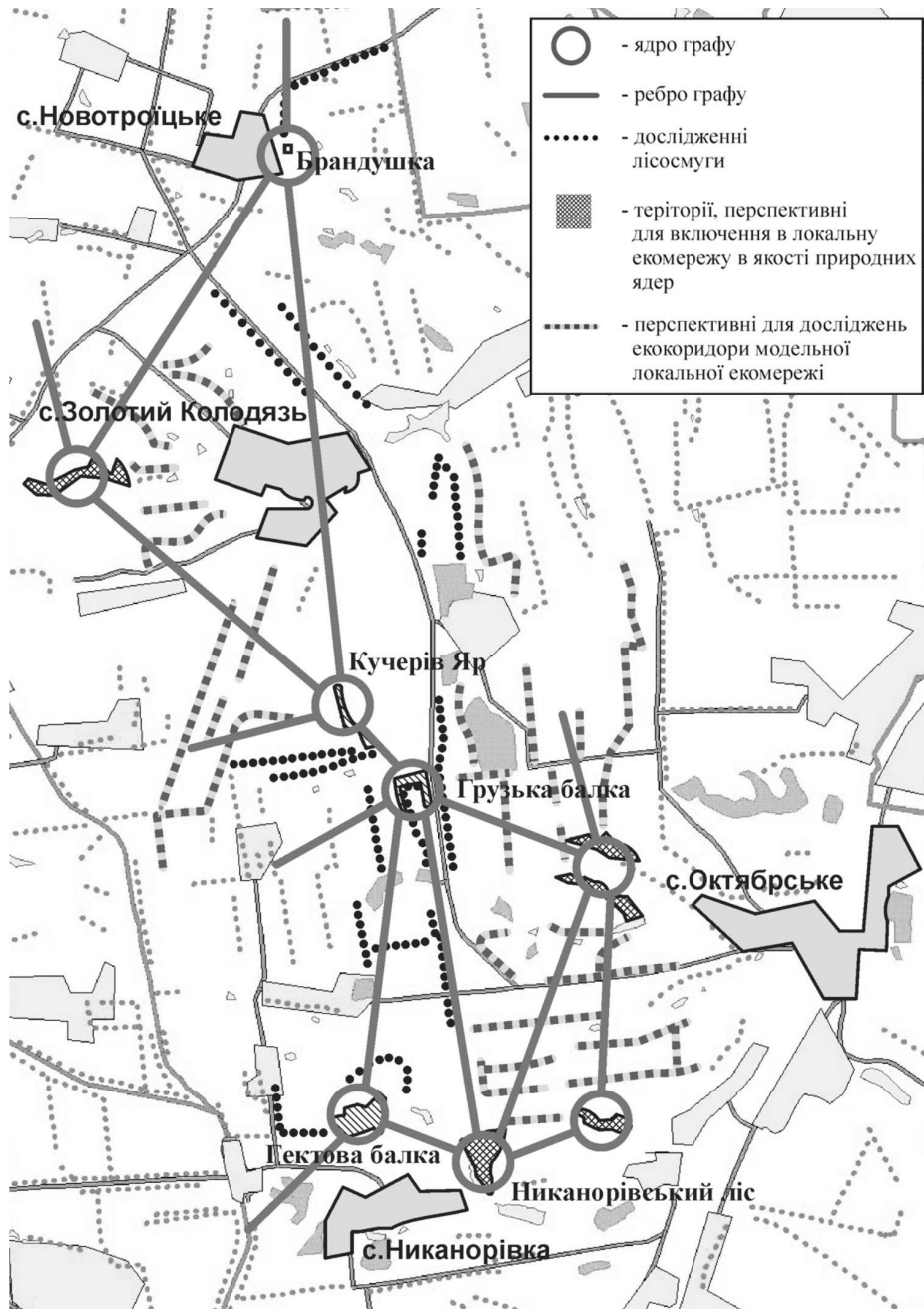


Рисунок. Схема фрагменту локальної екомережі

Таблиця 2. Спектр провідних родин флори природних ядер

| № | Родина | Ранг родини | Кількість | | % від загальної кількості видів |
|----|------------------|-------------|-----------|-------|---------------------------------|
| | | | родів | видів | |
| 1 | Asteraceae | 1 | 33 | 61 | 15,7 |
| 2 | Fabaceae | 2 | 14 | 29 | 7,5 |
| 3 | Brassicaceae | 3 – 4 | 21 | 28 | 7,2 |
| 4 | Rosaceae | 3 – 4 | 16 | 28 | 7,2 |
| 5 | Poaceae | 5 | 13 | 25 | 6,4 |
| 6 | Caryophyllaceae | 6 | 14 | 24 | 6,2 |
| 7 | Lamiaceae | 7 | 16 | 22 | 5,7 |
| 8 | Scrophulariaceae | 8 | 8 | 19 | 4,9 |
| 9 | Boraginaceae | 9 | 12 | 15 | 3,9 |
| 10 | Apiaceae | 10 | 12 | 14 | 3,6 |

Таблиця 3. Спектр провідних родин флори лісосмуг

| № | Родина | Ранг родини | Кількість | | % від загальної кількості видів |
|----|------------------|-------------|-----------|-------|---------------------------------|
| | | | родів | видів | |
| 1 | Asteraceae | 1 | 13 | 19 | 16,1 |
| 2 | Fabaceae | 2 | 9 | 13 | 11,0 |
| 3 | Rosaceae | 3 – 4 | 10 | 11 | 9,3 |
| 4 | Poaceae | 3 – 4 | 7 | 11 | 9,3 |
| 5 | Lamiaceae | 5 – 6 | 6 | 7 | 5,9 |
| 6 | Scrophulariaceae | 5 – 6 | 4 | 7 | 5,9 |
| 7 | Ranunculaceae | 7 | 4 | 5 | 4,2 |
| 8 | Apiaceae | 8 | 4 | 4 | 3,4 |
| 9 | Brassicaceae | 9 – 10 | 3 | 3 | 2,5 |
| 10 | Dipsacaceae | 9 – 10 | 3 | 3 | 2,5 |

Таблиця 4. Екологічна структура флори проектованої локальної екологічної мережі

| Екологічна група за водним режимом | % від загальної кількості видів у природних ядрах | % від загальної кількості видів у лісосмугах |
|------------------------------------|---|--|
| Еуксерофіти | 11,8 | 9,4 |
| Мезоксерофіти | 27,0 | 22,7 |
| Ксеромезофіти | 41,2 | 37,0 |
| Еумезофіти | 19,0 | 25,2 |
| Гідромезофіти | 0,3 | – |
| Мезогідрофіти | 0,8 | – |

За габітусом та тривалістю життєвого циклу в досліджуваних флорах переважають трав'янисті полікарпіки – 58,8%. (табл. 5). Значну роль відіграють рослини з коротким життєвим циклом: малорічники та однорічники. Характерною є значна участь деревних рослин у флорі лісосмуг.

Основне ценотичне ядро складають види степового та неморальнолісового флороценотипів (табл. 6). Зростає частка неморальнолісових видів в лісосмугах (18,5%). Значна участь синантропофітону посилює динамічність та нестійкість флори в цілому.

Таблиця 5. Біоморфологічна структура флори проектованої локальної екологічної мережі

| Габітус та тривалість життєвого циклу | % від загальної кількості видів у природних ядрах | % від загальної кількості видів у лісосмугах |
|---------------------------------------|---|--|
| Деревні рослини | 10,9 | 18,6 |
| <i>дерева</i> | 2,1 | 7,6 |
| <i>кущі та напівкущі</i> | 4,5 | 7,6 |
| <i>напівдеревні рослини</i> | 4,3 | 3,4 |
| Трав'янисті полікарпіки | 58,8 | 56,3 |
| Трав'янисті монокарпіки | 29,2 | 26,1 |

Таблиця 6. Еколого-ценотична структура флори проектованої локальної екологічної мережі

| Флороценотип | % від загальної кількості видів у природних ядрах | % від загальної кількості видів у лісосмугах |
|-------------------|---|--|
| Неморальнолісовий | 13,1 | 18,5 |
| Степовий | 50,3 | 48,7 |
| Петрофільний | 4,5 | 2,5 |
| Псаммофільний | 2,9 | – |
| Лучний | 11,2 | 10,1 |
| Галофільний | 1,3 | 1,7 |
| Синантропний | 16,0 | 17,6 |

В природних ядрах відмічено 15 раритетних видів, що знаходяться на різних рівнях охорони. Так, до Європейського червоного списку віднесені 2 види: *Genista tanaitica* P. Smirn., *Vincetoxicum intermedium* Taliev, до Червоної книги України – 10 видів: *Bulbocodium versicolor* (Ker.-Gawl.) Spreng, *Genista tanaitica* P. Smirn., *Onosma tanaitica* Klokov, *Paeonia tenuifolia* L., *Stipa borysthenica* Klokov, *S. capillata* L., *S. grafiانا* Stev., *S. joannis* Čelak, *S. lessingiana* Trin. et Rupr., *Pulsatilla bogemica* (Scalysky) Tzvelev, на регіональному рівні охороняються 3 види: *Adonis wolgensis* Stev., *Amygdalus nana* L., *Jurinea centauroides* Klokov. [20]. Відмічено чотири рідкісних рослинних угруповання, занесених до «Зеленої книги України» [10]: *Paeonieta tenuifoliae*, *Stipeta capillatae*, *Stipeta lessingiana*, *Amygdalus nanae*. Особливе значення серед них мають угруповання за участю *Paeonia tenuifolia* у всіх досліджених природних ядрах, які дуже різноманітні за видовим складом та характеризуються високою рясністю. Також велике екологічне значення має збереження популяцій *Bulbocodium versicolor* в заказниках Гектова балка, Кучерів Яр та урочищі Брандушка, які є єдиними достовірно відомими місцезнаходженнями виду на Донецькому краї [15].

Висновки

В цілому, проєктована локальна екологічна мережа, завдяки включенню до її складу лісо-смуг, характеризується територіальною, флористичною і функціональною єдністю, про що свідчать високі показники її зв'язності. Лісосмуги можуть функціонувати як міграційні шляхи для розселення рослин з природних ядер.

1. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры / Раиса Ивановна Бурда. – Киев: Наук. думка, 1991. – 167 с.
2. Геоботаничне районування Української РСР. – К.: Наук. думка. – 1977. – 302 с.
3. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. – К.: УЕ, 1990. – Т.2. – 480 с.
4. Голубев В.Н. Принцип построения и содержания линейной системы жизненных форм покрытосеменных растений / В.Н. Голубев // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы, отд-ние биол. – 1972. – 77 вып. 6. – С 72–80.
5. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології: Підручник / М.Д. Гродзинський – К.: Либідь, 1993. – 224 с.
6. Дубовик О.М. Матеріали до флористичного районування Донецького Лісостепу // Укр. ботан. журн. – 1970. – 27, № 3. – С. 279–283.
7. Екологічний потенціал наземних екосистем / [Голубець М.А., Марискевич О.Г., Крок Б.О. та ін.]. – Львів: Поллі, 2003. – 180 с.
8. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» // Відомості ВРУ, 1992. – № 34. – С. 1130–1167.
9. Закон України «Про екологічну мережу України» // Відомості ВРУ, 2004. – № 45. – С. 502.
10. Зеленая книга Украинской ССР: Редкие, исчезающие и типичные, нуждающиеся в охране растительные сообщества/ Под общ. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – Киев: Наук. думка, 1987. – 216 с.
11. Мовчан Я.І. Екомережа як інноваційний інструмент впровадження елементів екологічно збалансованого розвитку // Екологічний вісник. – 2007. – №5 (45). – С. 10–12.
12. Мовчан Я.І. Шляхи втілення екомережі України // Розбудова екомережі України. – Київ, 1999. – С. 104 – 112.
13. Оре О. Теория графов / О. Оре. – [2-е изд.] – М.: Наука, 1980. – 336 с.
14. Пащенко В.І. Зонально-регіональний огляд природних ландшафтів рівнинної території України / В.І. Пащенко // Розбудова екомережі України. Київ, 1999. – С. 26–36.
15. Приходько С.А. Нові місцезнаходження *Bulbocodium versicolor* (Ker.-Gawl.) Spreng. (Liliaceae) в Донбасі // Укр. ботан. журн. – 1994. – 51, № 2/3. – С. 228 – 231.
16. Регіональна екологічна мережа Донецької області: концепція, програма та схема / [Остапко В.М., Глухов О.З., Блэкберн А.А. та ін.]; під заг. ред. В.М. Остапко– Донецьк: ТОВ «ТЕХНОПАРК», 2008. – 96 с.
17. Скляр В.Г. Системний підхід до оптимізації охорони природних комплексів / В.Г. Скляр, Ю.Л. Скляр // Укр. ботан. журн. – 2003. – 60. – № 4. – С. 388–396.
18. Формування регіональних схем екомережі (методичні рекомендації) / За ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – Київ: Фітосоціоцентр, 2004. – 71 с.
19. Харари Ф. Теория графов / Ф. Харари; под ред. Г.П. Гаврилова; пер. с англ. и предисл. В.П. Козырева. – [2-е изд.] – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 296 с.
20. Червона книга України: Рослинний світ / Редкол.: Ю.Р. Шеляг-Сосонко (відп. ред.) та ін. – К.: УЕ, 1996. – 608 с.
21. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Концепция, методы и критерии создания экосети Украины / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.Д. Гродзинський, В.Д. Романенко – Киев: Фитосоциоцентр, 2004. – 144 с.

22. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Науковий та методичний контекст концепції стратегії розвитку природно-заповідної справи / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, С.Ю. Попович // Заповідна справа в Україні. – 2004. – Вип. 1, № 8. – С. 1–14.
23. Boitani L. Ecological Networks as Conceptual Frameworks or Operational Tools in Conservation / Boitani L., Falcucci A., Maiorano L., Rondinini C. // Conservation Biology. – 2007. – 21, № 6. – P. 1414-1422(9).

Донецький ботанічний сад НАН України

Надійшла 17.09.2009

УДК 502.7:502.72(477.60)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІСОСМУГ ЯК ЕКОЛОГІЧНИХ КОРИДОРІВ В ЕКОМЕРЕЖІ
С.А. Приходько, О.В. Чиркова

Донецький ботанічний сад НАН України

За показником зв'язності графа екомережі аналізували ефективність лісосмуг як екологічних коридорів у проєктованій локальній екологічній мережі, яку складають комплекс об'єктів природно-заповідного фонду з прилеглими природними і напівприродними ділянками, природні території з високим ступенем біорізноманіття, а екологічними коридорами, крім лінійних фрагментів пасовищних угідь, водоохоронних зон, виступають лісосмуги, які їх поєднують. Наведено загальну флористичну характеристику природних ядер та екокоридорів локальної екомережі, надано їх фітосозологічну оцінку. В цілому проєктована локальна екологічна мережа, завдяки включенню до її складу лісосмуг, характеризується територіальною, флористичною і функціональною єдністю, про що свідчать високі показники її зв'язності. Лісосмуги можуть функціонувати як міграційні шляхи для розселення рослин з природних ядер.

UDC 502.7:502.72(477.60)

EFFICIENCY OF FOREST BELTS AS ECOLOGIC CORRIDORS IN AN ECOSYSTEM
S.A. Prykhodko, O.V. Chirkova

Donetsk Botanical Garden, Academy of Sciences of Ukraine

Efficiency of forest belts as ecologic corridors in a planned local ecologic network made up by a complex of wildlife objects with adjacent natural and semi-natural plots, natural areas with high level of biodiversity has been analyzed by the indicator of the econetwork cohesion graph, with forest belts, beside linear fragments of grassland and water-protected areas, linking them and serving as ecologic corridors. General floristic characterization of natural nuclei and the ecocorridors of the local econetwork have been presented; their phytosozologic estimation has been given. Generally, the planned local ecologic network, due to forest belts included into it, is characterized by territorial, floristic and functional unity, which is testified by its high cohesion indicators. Forest belts can function as migration ways for dispersion of plants from natural nuclei.