

УДК 630.182.59

М. А. БОНДАРУК, О. Г. ЦЕЛІЩЕВ*

**ФІТОІНДИКАЦІЯ КЛІМАТИЧНИХ РЕЖИМІВ ЕКОТОПІВ
ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ СЕРЕДНЬОРУСЬКОГО ЛІСОСТЕПОВОГО
ОКРУГУ УКРАЇНИ**

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

У роботі наводиться аналіз проблем фітоіндикації та фітомоніторингу провідних екологічних факторів для великомасштабних регіональних (зональних) досліджень. Викладені методичні підходи фітоіндикації і приклади їхнього застосування розкривають перспективність цього наукового напрямку для регіонального (зонального) екологічного моніторингу екологічних режимів лісових екотопів. Об'єкти досліджень – ділянки моніторингу 1-го рівня (114 ділянок) у межах Середньоруського лісостепового лісогосподарського округу Лісостепової області України. Для порівняльних моніторингових спостережень за флуктуаціями та динамікою екологічних режимів відносно типових та зонально обумовлених значень у лісових екотопах регіону запропоновано поняття «екофон лісів» (діапазон значень у межах стандартних відхилень), що інтерпретується як точка відліку, відносно якої вимірюється спрямування та інтенсивність едафічних і кліматичних процесів у лісових екотопах конкретного регіону, а в межах останнього – в екотопах хвойних, мішаних та листяних лісів. У цьому випадку досліджено клімафон як складову екофону лісів округу, а в межах останнього – окремі клімафони хвойних, мішаних та листяних лісів.

К л ю ч о в і с л о в а : фітоіндикація, лісові екотопи, лісові угруповання, лісорослинні умови, екологічні амплітуди, екологічні режими, кліматичні фактори, екофон лісів.

Вступ. Особливий науковий і практичний інтерес являють відомості про хорологічні та хронологічні зміни параметрів чинників (екологічних факторів) природного середовища. Орієнтація програм фітоекологічного моніторингу як складової моніторингу природного середовища на проведення таких спостережень, особливо великомасштабних на рівні регіону чи природної зони, породжує великі труднощі [5]. Вимірювання екологічних факторів за допомогою інструментальних методів є доволі трудомісткими, дорогими, недостатньо забезпеченими відповідними приладами, які давали би можливість отримувати інформацію в польових умовах [13]. Фітоіндикаційні методи оцінювання екологічних факторів на основі тривалих, безперервних і методично однотипних досліджень на ділянках моніторингу можуть цілком задовольнити інформаційні потреби щодо виявлення хронологічних зміщень екотопічних показників лісових екосистем. Провідними екологічними факторами, що забезпечують можливість росту та визначають закономірності розподілу видів, є кліматичні (сонячна радіація, тепло, волога) та едафічні (зволоження ґрунтів і їхні фізичні та хімічні властивості, які формують родючість) [12]. Особливості кліматичного режиму визначаються географічною широтою та висотою над рівнем моря, циркуляцією атмосфери та характером земної поверхні. Кліматичні режими конкретних екотопів можуть значно відрізнятися від тих, які одержані в стандартних умовах метеостанцій. Тому в поняття клімату включаються нерозривно пов'язані з ним мікрокліматичні локальні особливості режиму інсоляції, температури повітря та ґрунту, випаровування, вітру; особливості, викликані формою і експозицією рельєфу, характером рослинності (висота, густина, повнота, зімкненість тощо), типом ґрунту, штучними спорудами тощо [6]. Екологія конкретних рослинних угруповань визначається саме мікрокліматичними особливостями екотопу. Серед мікрокліматичних факторів, для оцінювання яких Я. П. Дідухом створено фітоіндикаційні шкали [6, 26], виділяються радіаційний баланс (терморезим, Tm), континентальність (контрасторезим, Kn) та морозність (кріорезим, Cr). Прийнятий у сучасних фітоіндикаційних дослідженнях новий системний підхід (врахування різнорівневості організації систем і відповідності індикатора фактору або системі, достовірності, можливості стандартизації, порівняння і перевірки отриманих результатів) дає змогу оцінювати як статичні властивості екосистем, так і їхню хорологічну та хронологічну динаміку [19].

* © М. А. Бондарук, О. Г. Целіщев, 2015

Актуальність досліджень обумовлена міжнародними, прийнятими Україною до вирішення на державному рівні, зобов'язаннями щодо збереження природного середовища, різноманіття біоти та природних ландшафтів, ведення лісового господарства на принципах сталого розвитку [8, 10, 17, 18, 20, 21]. Фітомоніторинг з використанням в якості моніторів рослин є одним з видів контролю як екологічного стану лісових екосистем, так і стану довкілля (екологічного моніторингу), у т. ч. його кліматичних змін [5, 13]. Викладені в роботі методичні підходи фітоіндикації і приклади їхнього застосування розкривають перспективність цього наукового напрямку для регіонального (зонального) екологічного моніторингу екологічних режимів лісових екотопів.

Метою досліджень є визначення придатності та адаптація методичних підходів фітоіндикації для регіонального (зонального) екологічного моніторингу екологічних режимів лісових екотопів.

Об'єкти досліджень – ділянки моніторингу 1-го рівня (усього 114 ділянок), розташовані у Харківській (52 ділянки) і Сумській (62 ділянки) областях, згідно з лісогосподарським районуванням – у межах Середньоруського лісостепового округу Лісостепової області України [7]. Лісотипологічний розподіл досліджених лісових угруповань на ділянках моніторингу 1-го рівня в межах Середньоруського лісостепового округу відповідає типовому для описаного лісостепового округу [7, 15, 23, 24] з переважанням зонального типу лісу – свіжої кленово-липової діброви. Частка угруповань листяних лісів становить 67,5 % від загальної кількості досліджених лісів. Угруповання хвойних і мішаних лісів становлять 27,2 і 5,3 % відповідно. Листяні ліси представлені переважно липово-ясенево-дубовими, кленово-липово-дубовими, ясенево-дубовими та дубово-ясеневими деревостанами, а також чистими дубняками із домішкою клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) та липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.), або ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) в умовах свіжої кленово-липової діброви (66,2 % листяних лісів). Хвойні ліси представлені лише чистими сосняками, іноді з домішкою берези повислої (*Betula pendula* Roth.) або дуба звичайного (*Quercus robur* L.) переважно в умовах свіжого дубово-соснового субору (54,8 % хвойних лісів). Мішані ліси представлені сосново-дубовими деревостанами або сосновими деревостанами з березою повислою, осикою (*Populus tremula* L.) чи дубом звичайним, переважно в умовах свіжого липово-дубово-соснового сугрудю або свіжої кленово-липової судіброви (50,0 і 33,3 % відповідно).

Матеріали і методи. Підбір та закладку дослідних ділянок (кругових перелікових площадок) проводили з використанням методичних рекомендацій з моніторингу лісів [11]. За елементарну одиницю обстеження прийнято ділянку моніторингу 1-го рівня [11]. Тип лісорослинних умов (ТЛУ), тип лісу та тип деревостану визначали за класифікацією Погребняка – Воробйова [1, 2, 16]. Здійснювали повний перелік видів, які входять до складу деревостану, підросту, підліску, живого надґрунтового покриву та візуально оцінювали їхню ясність-покриття за комбінованою шкалою Г. М. Висоцького та Д. В. Воробйова (у балах і відсотках) [1, 3]. Для уточнення та визначення назв видів використовували визначники для вищих судинних рослин [14].

Для індикації екологічних режимів екотопів лісових екосистем на ценотичному рівні організації рослинних угруповань (синфітоіндикація), визначення для конкретних місцезростань екологічних параметрів, а саме мікрокліматичних показників екотопів – терморезиму, режиму континентальності, кріорезиму, особливостей їхньої зміни за типами лісорослинних умов нами використано розроблений Я. П. Дідухом метод фітоіндикації провідних факторів за уніфікованими шкалами екологічних амплітуд видів флори України [6, 26]. Кількісні індекси для фітоценозу розраховували в балах на основі

середньої градації індексів усіх інформативних видів, беручи до уваги індекси їхньої рясності-покриття, за формулою (1):

$$\gamma = \frac{k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_nx_n}{k_1 + k_2 + \dots + k_n}, \quad (1)$$

де $x_{1\dots n}$ – середні значення амплітуд толерантності видів відповідно до шкали;

$k_{1\dots n}$ – коефіцієнти рясності (у балах за шкалою Г. М. Висоцького та Д. В. Воробйова [1, 3]) або покриття (%), які дорівнюють: 1 – для < 1 % (p, n, un); 2 – 1–5 % (1 бал); 3 – 6–25 % (2а, 2б балів); 4 – 26–50 % (3 бали); 5 – понад 51 % (4, 5 балів);

n – кількість інформативних видів у дослідженні.

Отриманий індекс відбивав середнє значення екорезиму (метод середнього бала), зручне для подальших розрахунків [26]. Переведення бальної оцінки екологічних режимів у відповідні їм абсолютні розмірності здійснено за Я. П. Дідухом і П. Г. Плютою [5, 6]. Для характеристики екологічних умов лісових екотопів району досліджень, аналізу закономірностей зміни певних екологічних чинників та диференціації екотопів лісових екосистем на лісотипологічному рівні організації розраховано мінімальні (x_{\min}), середні (\bar{x}) та максимальні (x_{\max}) значення екологічних режимів за типами лісорослинних умов, за угрупованнями лісів (хвойні, мішані, листяні) та загалом по округу, визначено амплітуди екологічних режимів екотопів досліджених лісових екосистем відносно шкал екологічних факторів.

Середнє значення екофактора та розраховані відносно нього стандартні відхилення становлять середній, або фоновий, рівень певного екофактора (термофон, контрастофон, кріофон, гігрофон, нітрофон тощо) для лісових екотопів достатньо великого регіону (району) або ландшафту. Для порівняльних моніторингових спостережень за флуктуаціями та динамікою екологічних режимів щодо типових та зонально обумовлених значень у лісових екотопах цього регіону запропоновано поняття «екофон лісів». «Екофон лісів» інтерпретується нами як точка відліку, щодо якої вимірюється спрямування та інтенсивність едафічних і кліматичних процесів у лісових екотопах конкретного регіону. У цьому випадку досліджено клімафон (термофон, контрастофон, кріофон) як складову екофону лісів Середньоруського лісостепового лісогосподарського округу, а в межах останнього – окремі клімафони хвойних, мішаних та листяних лісів. Достовірність різниць між середніми значеннями режимів для екотопів за окремими рослинними угрупованнями визначали за критерієм Стьюдента на рівні значущості 0,95 [9].

Результати та обговорення. Провідними екофакторами, які зумовлюють диференціацію лісових екотопів на рівні Середньоруського лісостепового лісогосподарського округу, є такі кліматичні фактори, як термальність (Tm), кріоклімат (Cr) і континентальність (Kn). Їхня варіабельність становить $Tm = 15,4 \%$, $Cr = 12,6 \%$, $Kn = 11,4 \%$ відносно шкали кожного фактора. Характер диференціації показників основних кліматичних факторів у лісових екотопах лісогосподарського округу обумовлюється зональними особливостями формування екологічних режимів у різних типах лісорослинних умов, а також специфікою структури угруповань хвойних, мішаних і листяних лісів. Підтвердженням цього є зниження варіабельності реальних амплітуд показників основних екологічних факторів і їхніх відношень до повної розмірності відповідних шкал, розрахованих окремо для хвойних ($Tm = 13,1 \%$, $Cr = 9,5 \%$, $Kn = 7,9 \%$), мішаних ($Tm = 2,8 \%$, $Cr = 2,2 \%$, $Kn = 5,8 \%$) і листяних ($Tm = 6,2 \%$, $Cr = 9,4 \%$, $Kn = 9,5 \%$) лісів. Порівняно найменшим і найбільшим рівнями варіабельності відрізняються показники основних кліматичних факторів в екотопах мішаних і хвойних лісів відповідно. Перші представлені всього двома типами трофотопів у межах одного гігротопу (C_2, D_2), другі – повним спектром трофотопів у межах двох гігротопів (A_2, B_2, C_2, C_3, D_2) (табл. 1).

**Фітоіндикаційна оцінка кліматичних режимів екотопів за типами лісорослинних умов
Середньоруського лісостепового лісогосподарського округу**

ТЛУ	Значення екологічного фактора		
	x_{\min}	x_{\max}	\bar{x}
Термальний клімат (Tm)			
A ₂	6,71	7,61	7,13
B ₂	7,73	8,93	8,21
C ₂	8,27	8,84	8,53
C ₃	8,14	8,77	8,44
D ₁	8,60	8,69	8,63
D ₂	8,15	9,33	8,68
D ₃	–	–	8,60
Листяні ліси	8,27	9,33	8,68
Хвойні ліси	6,71	8,93	8,13
Мішані ліси	8,27	8,74	8,47
Загалом по округу	6,71	9,33	8,52
Загалом по округу	12,17	15,07	13,19
Континентальність клімату (Kn)			
A ₂	9,15	9,36	9,29
B ₂	8,65	9,55	9,10
C ₂	8,06	9,24	8,66
C ₃	7,71	8,87	8,48
D ₁	8,24	8,65	8,43
D ₂	7,62	8,84	8,07
D ₃	–	–	7,93
Листяні ліси	7,62	9,24	8,13
Хвойні ліси	8,21	9,55	8,98
Мішані ліси	8,19	9,18	8,59
Загалом по округу	7,62	9,55	8,38
Кріоклімат (Cr)			
A ₂	7,25	7,65	7,41
B ₂	7,17	8,59	7,71
C ₂	7,84	8,50	8,10
C ₃	7,66	8,39	7,92
D ₁	8,25	8,50	8,34
D ₂	7,81	9,10	8,33
D ₃	–	–	8,10
Листяні ліси	7,69	9,10	8,31
Хвойні ліси	7,17	8,59	7,79
Мішані ліси	7,81	8,14	7,99
Загалом по округу	7,17	9,10	8,15

Мікрокліматичні показники термального клімату (терморезим, Tm) (радіаційний баланс – кількість тепла, яке потрапляє на 1 см² поверхні на рік) екотопів лісів округу подані в табл. 1 та на рис. 1. Спектр умов термоклімату в лісових екотопах округу змінюється від субмікротермальних до субмезотермальних і має амплітуду від 6,71 ($Tm = 34$ ккал/см² на рік, або 1423 МДж м²/рік) до 9,33 бала ($Tm = 47$ ккал/см² на рік, або 1968 МДж м²/рік). Екотопи,

які формуються в борових і суборових умовах, характеризуються найменшими показниками мінімальних (6,71 і 7,73 бала відповідно) і середніх (7,13 і 8,71 бала) значень термоклімату, в умовах сугрудів і грудів – найбільшими (8,14–8,60 бала та 8,44–8,68 відповідно) (див. табл. 1, рис. 1).

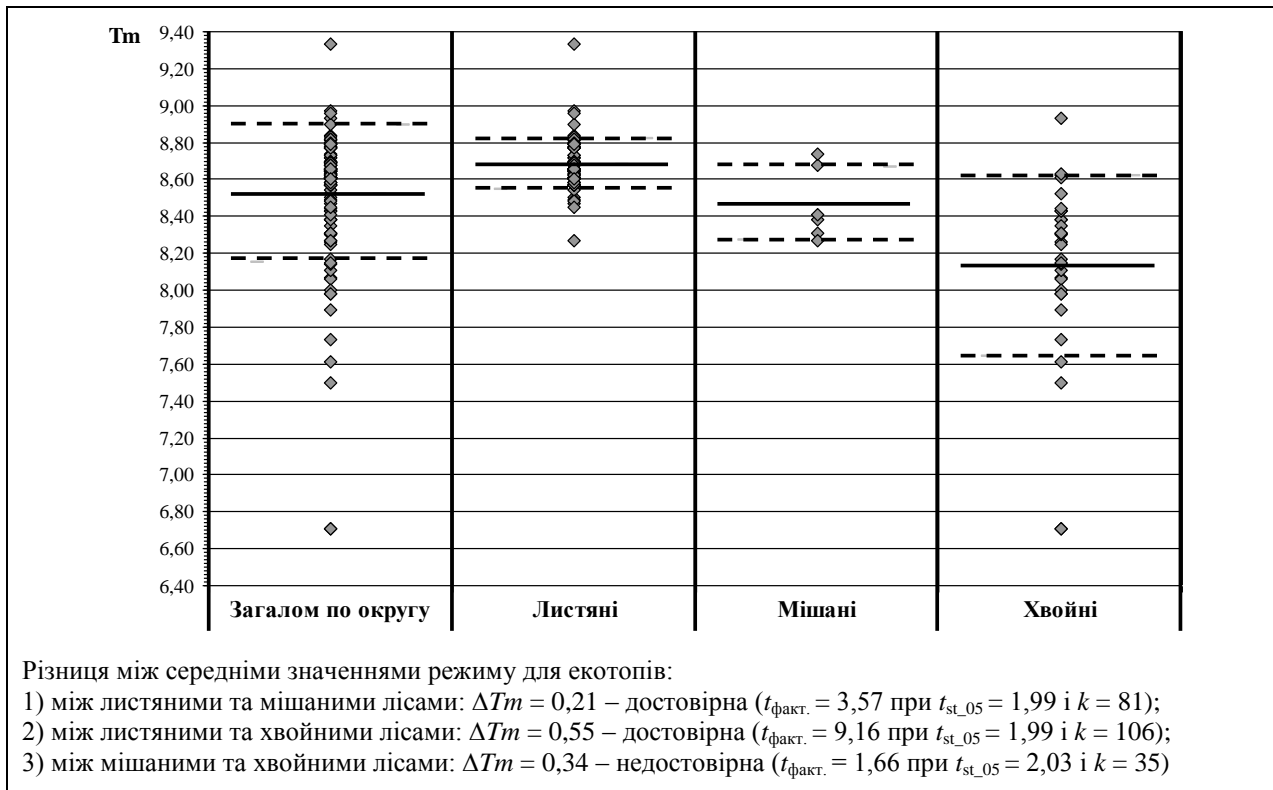


Рис. 1 – Термальний клімат (Tm). Горизонтальними суцільними лініями показані середні значення режимів, горизонтальними штриховими – межі стандартного відхилення

Термофон екоотопів лісів округу (див. рис. 1): середнє значення (8,52 бала) у межах стандартних відхилень (8,15 і 8,89 бала) є наближеним до субмезотермального ($Tm = 41 \div 44$ ккал/см² на рік, або 1717–1842 МДж м²/рік) [26]. Фонові значення показників термоклімату екоотопів листяних і мішаних лісів вкладаються в межі стандартних відхилень термофону лісів округу, екоотопів хвойних лісів – виходять за межі стандартних відхилень у бік зменшення показників термоклімату до 7,64 бала ($Tm = 38$ ккал/см² на рік, або 1591 МДж м²/рік). Середні значення режиму термоклімату у 8,13 бала для хвойних лісів, у 8,47 бала для мішаних та у 8,68 бала для листяних лісів свідчать про розташування вісі лісів Середньоруського лісостепу в проміжній зоні між мішаними та листяними угрупованнями лісів (ближче до останніх) і є характерними для лісових екоотопів неморальної термозони та сприятливими для розвитку екогрупи субмезотермальних видів [26]. Різниця між середніми значеннями режиму термального мікроклімату для екоотопів мішаних і листяних, хвойних і листяних лісів є достовірною, хвойних і мішаних – недостовірною (див. рис. 1).

Континентальність клімату (контрасторежим, Kn) є інтегральним показником, який залежить від величини річних і добових амплітуд температури повітря, його вологості та радіаційного балансу. Мікрокліматичні показники континентальності лісових екоотопів округу наведені на рис. 2 та в табл. 1. Континентальність клімату екоотопів округу варіює в межах від 7,62 бала ($Kn = 117$ %, або геміокеанічний режим) до 9,55 бала ($Kn = 137$ %, або геміконтинентальний режим). Екотопи, які формуються в борових і суборових умовах, характеризуються найбільшими показниками контрасторежиму (9,36–9,55 бала), в умовах грудів – найменшими (7,62–8,84 бала) (див. табл. 1). Зменшення середніх значень континентальності клімату екоотопів відбувається згідно з трофорядом: бір – суббір – сугруд –

груд (3,98–7,23 бала), а в межах тропотопів – пропорційно збільшенню зволоження лісорослинних умов: від сухих до вологих (9,29–7,93 бала) (див. табл. 1). Подібне співвідношення бальних оцінок контрасторежимів у сухих, свіжих та вологих екотопах дубових лісів зафіксовано також іншими дослідниками у верхів'ях Західного Бугу (Західне Поділля, Вороняки) [6].

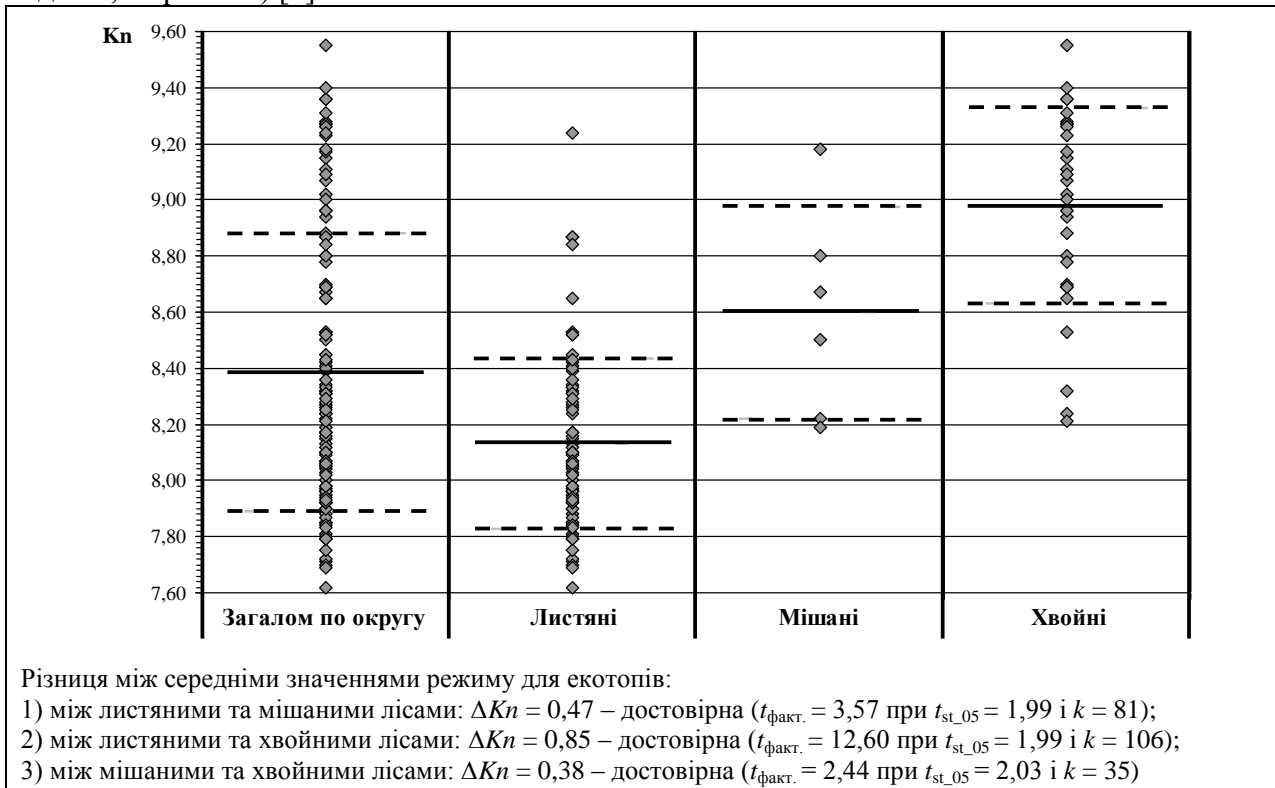


Рис. 2 – Континентальність клімату (Kn). Горизонтальними суцільними лініями показані середні значення режимів, горизонтальними штриховими – межі стандартного відхилення

Контрастфон екотопів лісів округу: середнє значення 8,38 бала ($Kn = 125\%$) у межах стандартних відхилень 7,89 і 8,88 бала ($Kn = 121\div 130\%$) відповідає режиму, проміжному між геміокеанічним і геміконтинентальним (див. рис. 2), який є характерним для району на межі Полісся та Лісостепу і менш континентальним за показники континентальності клімату південно-східного Лісостепу України ($Kn = 140\div 150\%$) [6, 26]. Пояснюється це зменшенням у лісах амплітуд температури та збільшенням вологості повітря, що сприяє зниженню континентальності мікроклімату в лісових екотопах Середньоруського лісостепового лісогосподарського округу. Фонові значення показників континентальності клімату екотопів листяних і мішаних лісів вкладаються або знаходяться близько до меж стандартних відхилень контрастфону лісів округу (див. рис. 2). Вісь контрасторежиму екотопів лісів Середньоруського лісостепу розташована в проміжній зоні між середніми значеннями амплітуд контрасторежимів мішаних та листяних лісових угруповань (8,59–8,38 ($Kn = 125\%$) – 8,13 бала) і, одночасно, майже на верхній межі останніх (8,43 бала; $Kn = 126\%$). Фонові значення показників континентальності клімату екотопів хвойних лісів (верхня межа та середнє значення) виходять за межі стандартних відхилень у бік збільшення континентальності до геміконтинентального режиму у 9,32 ($Kn = 139\%$) і 8,98 ($Kn = 134\%$) бала відповідно. Пояснюється це зменшенням середовищеутворювальної функції (нівелювання контрастів річних і добових амплітуд температури повітря, його вологості та радіаційного балансу) хвойних лісів у порівнянні з листяними та мішаними [27]. Різниця між середніми значеннями режиму континентальності мікроклімату для екотопів мішаних і листяних, хвойних і листяних лісів, хвойних і мішаних є достовірною (див. рис. 2).

Морозність (Cr) відбиває кріорежим клімату [6, 26]. Холодний період року є періодом спокою для переважної більшості рослин України. Ріст їх припиняється восени за стійкого переходу середньодобової температури повітря через 5°C , а весною вегетація відновлюється за настання цієї ж температури. У багатьох випадках саме умови перезимовування рослин визначають можливості їхнього росту в тому чи іншому екотопі. Зимостійкість рослин є результатом тривалого історичного розвитку в певних фізико-географічних умовах, вона неоднакова і залежить як від їхнього виду, так і від кліматичних умов тієї чи іншої природної зони [6]. У північних і континентальних районах вона є вищою, у південних і приморських – нижчою. Головними метеорологічними елементами, що впливають на зимівлю рослин є температура повітря і сніговий покрив [6]. Характеристикою зимових екстремальних умов є середня температура найхолодніших місяців (в Україні це найчастіше січень, іноді – лютий). [6, 26]. Слід зазначити, що шкала кріорежиму відрізняється від інших тим, що у разі збільшення бальної оцінки показники фактора (ступеня морозності) зменшуються (в інших шкалах – змінюються паралельно).

Мікрокліматичні показники кріорежиму лісових екотопів округу подані на рис. 3 та в табл. 1. Спектр умов кріорежиму клімату лісових екотопів округу змінюється від 7,17 ($Cr = -11,0^{\circ}\text{C}$, або режим, наближений до субкріофітного з помірними зимами) до 9,10 бала ($Cr = -4,0^{\circ}\text{C}$, або режим, наближений до гемікріофітного з м'якими зимами). Специфікою спектру умов кріоклімату лісових екотопів округу є достатньо високий градієнт змінності середніх температур ($7,0^{\circ}\text{C}$) найхолоднішого місяця (січень-лютий). Пояснюється це особливостями рельєфу Середньоруського лісостепу із чергуванням горбів і балок із від'ємними формами рельєфу – долинами, улоговинами, днищами балок тощо. Відомо, що найнижчі мінімальні температури повітря та максимальна морозобійність характерні для

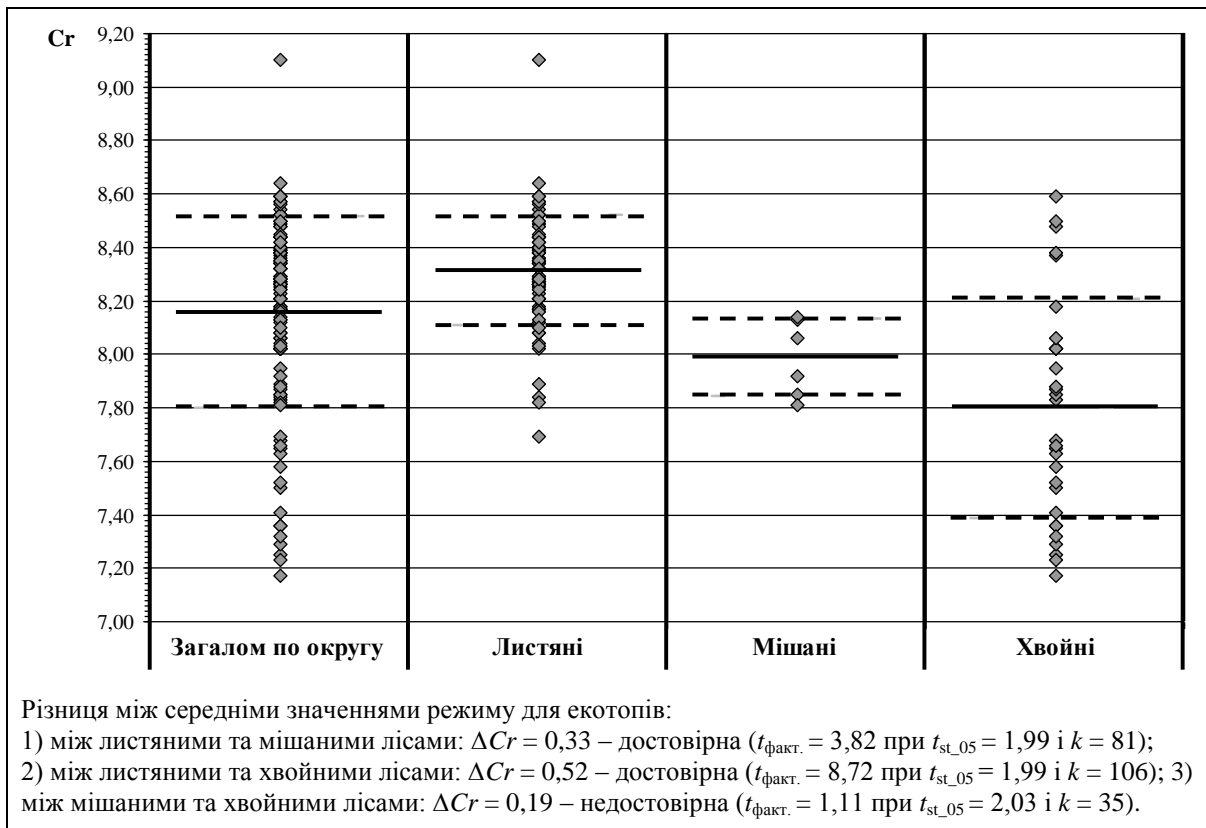


Рис. 3 – Кріоклімат (Cr). Горизонтальними суцільними лініями показані середні значення режимів, горизонтальними штриховими – межі стандартного відхилення

від'ємних форм рельєфу [4, 22]. Сирі низовини мають менший радіаційний і тепловий баланс, ніж вищі місцеположення; вночі сюди спрямований стік холодного повітря, яке в

умовах низького продування застоюється. Завдяки цьому за незначних відмінностей у денних температурах нічні знижуються на 2,5–3,0°C у порівнянні з горбами [25]. Збільшення середніх значень показників кріорежиму, тобто зменшення морозності (збільшення бальної оцінки цієї шкали супроводжується зменшенням впливу фактора) в екотопах на фоні збільшення кількості тепла, яке потрапляє на 1 см² за рік (терморежиму), відбувається згідно з трофорядом: бір – суббір – сугруд – груд (7,41–8,34 бала) (див. табл. 1).

Кріофон екотопів лісів округу: середнє значення (8,15 бала) в межах стандартних відхилень (7,80 і 8,51 бала) відповідає режиму, проміжному між субкріофітним з помірними зимами та гемікріофітним з м'якими зимами ($Cr = -9,0 \div -6,0^\circ C$) (див. рис. 3) [6, 26]. Фонові значення показників кріоклімату екотопів листяних і мішаних лісів вкладаються в межі стандартних відхилень кріофону лісів округу, екотопів хвойних лісів – виходять за межі стандартних відхилень у бік збільшення морозності до 7,38 бала ($Cr = -12,0^\circ C$). Різниця між середніми значеннями кріорежиму мікроклімату для екотопів мішаних і листяних, хвойних і листяних лісів є достовірною, хвойних і мішаних – недостовірною (див. рис. 3).

Таким чином, екотопи лісів Середньоруського лісостепового лісогосподарського округу характеризуються такою варіабельністю мікрокліматичних показників (у межах стандартних відхилень): термофон – наблизений до субмезотермального ($Tm = 41 \div 44$ ккал/см² на рік, або 1717–1842 МДж м²/рік), який є характерним для лісових екотопів неморальної термозони та сприятливим для розвитку екогрупи субмезотермальних видів; контрастофон відповідає режиму, проміжному між геміокеанічним і геміконтинентальним ($Kn = 121 \div 130$ %), який є характерним для району на межі Полісся і Лісостепу і менш континентальним за показники континентальності клімату південно-східного Лісостепу України; кріофон – проміжний між субкріофітним з помірними зимами та гемікріофітним з м'якими зимами ($Cr = -9,0 \div -6,0^\circ C$). Фонові значення мікрокліматичних показників екотопів листяних і мішаних лісів вкладаються в межі стандартних відхилень екофону лісів округу, екотопів хвойних лісів – виходять за межі стандартних відхилень в бік зменшення показників термоклімату до 7,64 бала ($Tm = 38$ ккал/см² на рік, або 1591 МДж м²/рік), збільшення континентальності до геміконтинентального режиму у 9,32 бала ($Kn = 139$ %) та збільшення морозності до 7,38 бала ($Cr = -12,0^\circ C$).

Висновки. Викладені методичні підходи фітоіндикації і приклади їхнього застосування розкривають перспективність цього наукового напрямку для регіонального (зонального) екологічного моніторингу екологічних режимів лісових екотопів. Показниками закономірностей зміни певних екологічних чинників та диференціації екотопів лісових екосистем на лісотипологічному рівні організації визнано мінімальні (x_{\min}), середні (\bar{x}) та максимальні (x_{\max}) значення екологічних режимів за типами лісорослинних умов, за угрупованнями лісів (хвойні, мішані, листяні) та загалом по округу, розмір амплітуд екологічних режимів екотопів лісових екосистем відносно шкал екологічних факторів.

Провідними екофакторами, які зумовлюють диференціацію лісових екотопів на рівні Середньоруського лісостепового лісогосподарського округу, є термальність, континентальність і кріоклімат (від 11,4 до 15,4 % відносно шкали кожного фактора). Характер диференціації показників основних кліматичних факторів у лісових екотопах на рівні лісогосподарського округу обумовлюється зональними особливостями формування екологічних режимів у різних типах лісорослинних умов, а також специфікою структури угруповань хвойних, мішаних і листяних лісів.

Для порівняльних моніторингових спостережень за флуктуаціями та динамікою екологічних режимів відносно типових та зонально обумовлених значень у лісових екотопах цього регіону запропоновано поняття «екофон лісів» (діапазон значень у межах стандартних відхилень), що інтерпретується як точка відліку, щодо якої вимірюється спрямування та інтенсивність едафічних і кліматичних процесів у лісових екотопах конкретного регіону, а в межах останнього – в екотопах хвойних, мішаних та листяних лісів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Воробьев Д. В.* Методика лесотипологических исследований / Д. В. Воробьев. – К. : Урожай, 1969. – 388 с.
2. *Воробьев Д. В.* Типы лесов Европейской части СССР / Д. В. Воробьев. – К. : АН УССР, 1953. – 452 с.
3. *Высоцкий Г. Н.* Биологические, почвенные и фенологические наблюдения и исследования в Велико-Анадоле. 1901–1902 / Г. Н. Высоцкий // Избранные сочинения. Т.1. – М. : АН СССР, 1962. – С. 159–497.
4. *Гольцберг И. А.* Климатическая характеристика заморозков по Ленинградской области / И. А. Гольцберг // Тр. Гл. геофизич. обсерватории. – 1947. – Вып. 6 (68). – С. 42–55.
5. *Дідух Я. П.* Основи біоіндикації / Я. П. Дідух. – К. : Наук. думка, 2012. – 344 с.
6. *Дідух Я. П.* Фітоіндикація екологічних факторів / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта. – К. : Наук. думка, 1994. – 280 с.
7. *Генсирук С. А.* Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии / С. А. Генсирук, В. С. Бондарь, С. В. Шевченко и др. – К. : Наук. думка, 1981. – 360 с
8. Концепція реформування державної системи моніторингу довкілля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://menr.gov.ua/public/discussion/2167-proekt-rozporiadzhennia-kabinetu-ministriv-ukrainy-pro-skhvalennia-kontseptsii-reformuvannia-derzhavnoi-systemy-monitorynhu-dovkillia>.
9. *Лакин Г. Ф.* Биометрия : учеб. пособие для биологич. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. школа, 1980. – 293 с.
10. Лісовий кодекс України [Постанова Верховної Ради України від 21 січня 1994 року №3852-ХІІ] // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 17. – Ст. 99.
11. Методичні рекомендації з ведення моніторингу лісів України І рівня. – Х. : УкрНДЦЛГА, 2008. – 47 с.
12. *Одум Ю.* Основы экологии / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 743 с.
13. *Ольхович О. П.* Фітоіндикація та фітомоніторинг / О. П. Ольхович, М. М. Мусієнко. – К. : Фітосоціоцентр, 2005. – 64 с.
14. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др.; под ред Ю. Н. Прокудина. – К. : Наук. думка, 1987. – 548 с.
15. *Остапенко Б. Ф.* Типологічна різноманітність лісів України. Лісостеп / Б. Ф. Остапенко. – Х. : Харк. держ. аграр. ун-т, 1997. – 128 с.
16. *Погребняк П. С.* Лісова екологія і типологія лісів / П. С. Погребняк. – К. : Наук. думка, 1993. – 496 с.
17. Положення про державну систему моніторингу довкілля : Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391 // Офіційний вісник України. – 1998. – № 13. – Ст. 91.
18. Про затвердження Комплексної програми реалізації на національному рівні рішень, прийнятих на Всесвітньому саміті зі сталого розвитку, на 2003-2015 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.04.2003 № 634 // Офіційний вісник України. – 2003. – № 18. – Ст. 847.
19. Продромус растительности Украины / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Я. П. Дидух, Д. В. Дубына и др.; отв. ред. К.А. Малиновский; АН УССР. Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. – К. : Наук. думка, 1991. – 272 с.
20. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25 червня 1991 р. №1264-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – № 41. – Ст. 546.
21. Про приєднання до Конвенції 1979 року про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі : Закон України від 29 жовтня 1996 р. №436/96-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 50. – Ст. 278.
22. *Романова Е. Н.* Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата / Е. Н. Романова. – Л. : Гидрометеоздат, 1977. – 289 с.
23. *Улановский М. С.* Лесоводственно-типологическая оценка лесорастительных условий Харьковской области / М. С. Улановский // Третья науч. конф. аспирантов и молодых ученых УкрНИИЛХА по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г. : тез. докл. – Х., 1963. – С. 75.
24. *Улановский М. С.* Лесотипологическая характеристика суборей Харьковщины / М. С. Улановский // Науч. конф., май 1964 : тез. докл. – Вып.5 : Ботаника, лесоводство, агролесомелиорация и метеорология. – Х., 1964. – С. 55–57.
25. *Щербань М. И.* Микроклимат естественных и преобразованных ландшафтов равнинной части Украинской ССР : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра географ. наук : спец. 11.00.09 / М. И. Щербань. – К., 1974. – 52 с.
26. *Didukh Ya. P.* The Ecological Scales for the Species of Ukrainian Flora and Their Use in Synphytoindication / Ya. P. Didukh. – Kyiv : Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
27. *Olszewski J. L.* Rola ekosystemow lesnych w modifikacji termoklimatu lokalnego Puszczy Bialowieskiej / J. L. Olszewski // Acta Univ. Wratisl. – 1991. – No 1213. – S. 109–114.

Bondaruk M. A., Tselishchev A. G.

PHYTOINDICATION OF CLIMATIC REGIMES OF FOREST ECOSYSTEMS ECOTOPES FOR CENTRAL RUSSIAN UPLAND STEPPE AND FOREST FORESTRY DISTRICT OF UKRAINE

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotskiy

Issues of phytointication and phytomonitoring of major ecological factors for large-scale regional (zonal) investigations are analyzed. Subjects of research are the first level monitoring plots (114 plots), located in Kharkiv and Sumy regions within Central Russian Upland Steppe and Forest forestry district of Ukraine. Method of phytointication of major factors on unified ecological scales for Ukrainian flora species (Ya.P. Didukh, 2011) was used for indication of ecoregimes in forest ecosystems ecotopes, definition of such microclimatic indicators of ecotopes as thermoregime, contrast regime, cryoregime and features of their changes according to the types of forest growth conditions. A concept of “eco-background” - the background factors of forests (a range of values within the limits of standard deviations) - interpreted as a reference point, in relation to which the direction and intensity of edaphic and climatic processes are measured in the forest ecotopes of specific region, and within the region - in the ecotopes of the coniferous, mixed and broad-leaved forests, is proposed for the comparative monitoring of fluctuations and dynamics of the ecological regimes in relation to typical and zonally-provided values in the forest ecotopes of the region.

The major climatic factors which predetermine the differentiation of forest ecotopes on the level of Central Russian Upland Steppe and Forest forestry district are radiation balance, continental climate and cryo-climate (ecological amplitude is from 11,4 to 15,4 % in relation to the scale of every factor). The differentiation of indexes for basic climatic factors in forest ecotopes at the level of forestry district is caused by the zonal features of the ecological regimes forming in the different types of forest growth conditions and by the specific structure of the coniferous, mixed and leafy forest communities. There were investigated the climatic eco-background, as a component of the eco-background of district's forests and within the district - separate climatic eco-backgrounds of coniferous, mixed and broad-leaved forests. Forest ecotopes in Central Russian Upland Steppe and Forest forestry district are characterized by the following variability of microclimatic indices (within standard deviation): thermo-background – approximate to Sub-mesotherms ($Tm = 41 \div 44 \text{ kcal/cm}^2/\text{year}$, or $1717-1842 \text{ MJ m}^2/\text{year}$), contrast-background corresponds to the regime intermediate between Hemi-oceanic and Hemi-continental ($Kn = 121 \div 130\%$), cryo-background – intermediate between Sub-cryophytes with moderate winters and Hemi-cryophytes with soft winters ($Cr = -9,0 \div -6,0^\circ\text{C}$).

The expounded methodical approaches of phytointication and examples of their application expose the perspective of this scientific direction for the regional (zonal) ecological monitoring of ecological regimes in forest ecotopes. Minimum, average and maximal values of the ecological regimes for types of forest growth conditions, for forest communities (coniferous, mixed, broad-leaved) and for the district in whole, amplitudes of the ecoregimes of forest ecosystems' ecotopes relative to the scales of ecological factors, eco-background of district forests and separate eco-backgrounds of the coniferous, mixed and broad-leaved forests are acknowledged as the indices of regularities of change of certain ecological factors, and differentiation of forest ecosystems' ecotopes.

К e y w o r d s : phytointication, forest ecotopes, forest communities, forest growth conditions, ecological amplitudes, ecological regimes, climatic factors, background factors of forests.

Бондарук М. А., Целищев А. Г.

ФИТОИНДИКАЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭКОТОПОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕРУССКОГО ЛЕСОСТЕПНОГО ОКРУГА УКРАИНЫ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

В работе приводится анализ проблем фитоиндикации и фитомониторинга ведущих экологических факторов для крупномасштабных региональных (зональных) исследований. Изложенные методические подходы фитоиндикации и примеры их использования раскрывают перспективность этого научного направления для регионального (зонального) экологического мониторинга экологических режимов лесных экотопов. Объекты исследований – площадки мониторинга 1-го уровня (114 площадок) в пределах Среднерусского лесостепного лесохозяйственного округа Лесостепной области Украины. Для сравнительных мониторинговых наблюдений за флуктуациями и динамикой экологических режимов относительно типичных и зонально обусловленных значений в лесных экотопах региона предложено понятие «экофон лесов» (диапазон значений в пределах стандартных отклонений), который интерпретируется как точка отсчета, относительно которой измеряются направленность и интенсивность эдафических и климатических процессов в лесных экотопах конкретного региона, а в пределах последнего – в экотопах хвойных, смешанных и лиственных лесов. В данном случае исследован климафон как составляющая экофона лесов округа, а в пределах последнего – отдельные климафоны хвойных, смешанных и лиственных лесов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : фитоиндикация, лесные экотопы, лесные сообщества, лесорастительные условия, экологические амплитуды, экологические режимы, климатические факторы, экофон лесов.

E-mail: tsel_s@ukr.net

Одержано редколегією 12.11.2015