

С.М. СТОЙКО¹

ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ЛІСОВІ ФОРМАЦІЇ КАРПАТ



У межах виділених в Українських Карпатах десяти вегетаційних ступенів проаналізовано динаміку лісових формацій, зумовлену глобальними змінами клімату. Встановлено різну реакцію на ці зміни дубових – із дубів звичайного та скельного, букових, буково-ялицево-ялинових і ялинових лісів. Подано оцінку негативних і позитивних наслідків впливу кліматичного режиму на біологію деревних порід та функціонування лісових екосистем. Запропоновано програму екологічного моніторингу для подальших досліджень.

Ключові слова: зміни клімату, вегетаційні ступені, сукцесія.

¹ **СТОЙКО Степан Михайлович** – дійсний член Екологічної та Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, професор, doctor honoris causa, головний науковий співробітник. Інститут екології Карпат НАН України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-098-314-35-91. E-mail: stepan.stojko@gmail.com

Актуальність проблеми. Клімат – найпотужніший екологічний чинник, який в різних видах впливає на взаємопов'язані складові біосфери – літосферу, гідросферу, педосферу, атмосферу, біотосферу (органічний світ), соціосферу. У минулі геологічні періоди, внаслідок космічного впливу і, передусім, сонячної активності, клімат змінювався ритмічно, а, отже, й ритмічно впливав на еволюцію біосфери та органічного світу. У нашу добу зумовлена техногенним впливом акселерація зміни клімату створює загрозу для організованості біосфери, яка формувалась впродовж геологічних періодів, що може мати непередбачені наслідки для її нормального функціонування. Клімат вважається головним регулятором гідротермічного режиму на планеті. Глобальне потепління є причиною танення льодовиків й зниження горизонту вічної мерзлоти в арктичній зоні та Антарктиці. Зміна в глобальному вимірі кліматичного режиму є причиною почастищення стихійних екологічних явищ у Світовому океані – тайфунів, цунамі, а на суходолі – торнадо, катастрофічних повеней, снігових лавин тощо. Тенденція до зміни клімату позначається на традиційній інфраструктурі водного, сільського, лісового господарства та інших галузей економіки, пов'язаних з використанням відновних природних ресурсів. На жаль, глобальна спільнота з великим запізненням усвідомила небезпеку потепління й зміни клімату, із запізненням стала вивчати причини цього явища та розробляти конструктивні заходи мінімізації його негативних екологічних, економічних, соціальних наслідків.

Згідно з дослідженнями Міждержавної групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), створеної у 1988 р. Світовою метеорологічною організацією (WMO) і Програмою ООН з навколишнього середовища (IUNC) (12), сторічний (за період 1906-2005 рр.) лінійний тренд підвищення температури у повітряному басейні становить 0,74 °С, за зміни у межах 0,56-0,92 °С (рис. 1).

Екологи встановили, що головним рухомим механізмом глобального потепління клімату є збільшення у повітряному басейні концентрації двоокису вуглецю (CO₂), метану (CH₄), закису азоту (N₂O) та інших парникових газів. За даними МГЕЗК, впродовж 1971-2004 рр. кількість цих газів зросла на 70 %. Парниковий ефект, який проявляється в глобальному вимірі, є головною причиною порушення киснево-вуглекислотного балансу в атмосфері.

Небезпечний для функціонування біосфери та сталого соціально-економічного розвитку суспільства глобальний процес потепління й зміни клімату набуває не лише екологічного, економічного і соціального значення, але й політичного звучання, зокрема в країнах, розташованих у посушливих зонах Африки та інших континентів. Для подолання цієї глобальної для людства екологічної небезпеки, впродовж останнього десятиріччя проведено міжнародні та громадські форуми у Ріо-де-Жанейро (2004 р.), Копенгагені (2009 р.), Мексиці (2010 р.), Південно-Африканській Республіці (2011 р.).

Багаторічні екологічні дослідження свідчать, що в рослинному покриві найуразливішими до зміни клімату є лісові екосистеми. Порівняно з іншими типами рослинності, ліси відзначаються складнішою

ценотичною структурою як у надземній частині, так і в педосфері, довшим циклом розвитку, тіснішими екологічними зв'язками між автотрофним і гетеротрофним компонентами та педосферою. Тому адаптація лісових екосистем до зміни клімату значно складніша й триваліша, ніж трав'яних та водних.

За даними ФАО, площа лісів світу оцінюється в 38,7 млн км², вони займають 30 % території суходолу. Сумарна фітомаса лісів (їх сухої речовини) дорівнює 1,65-1,96 · 10¹² тонн. Це становить 90 % всієї рослинної фітомаси суходолу. Щорічний запас зрубаної деревини у Світі дорівнює 3,4 млрд м³. Отже, на зрубаних лісосіках лісові фітоценози лише через 30-40 років будуть здатні повною мірою підтримувати киснево-вуглекислотний баланс в атмосфері.

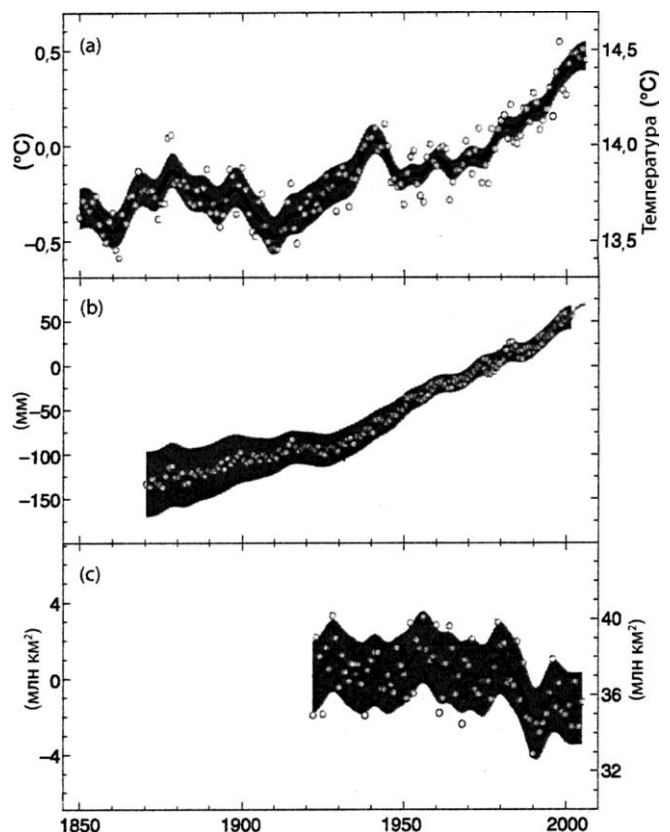


Рис. 1. Зміна приземної температури, рівня Світового океану, площі снігового покриву на північній півкулі:
a – зростання глобальної середньої приземної температури; *b* – підвищення глобального середнього рівня моря; *c* – зменшення площі снігового покриву на суходолі (МГЕИК: Изменение климата. 2007 [12])

Як найпоширеніший і найпродуктивніший тип рослинності, ліси виконують не лише вагомую кліматорегулювальну та екостабілізуючу роль в навколишньому середовищі, але й мають вагомий біосферний значення як депомент органічного вуглецю. Згідно з даними американських ґрунтознавців [23], у фітомасі поширених на суходолі рослинних формацій сумарний запас вуглецю становить 610 Гт (гігатон), майже стільки, скільки в атмосфері, де він становить 750 Гт. Нагадаємо, що гігатонна – це маса одного км³ води. Існують підстави вважати, що головним депоментом вуглецю є лісові формації та їх ґрунти. Запаси вуглецю у педосфері становлять 1580 Гт. Болота, які займають 3 % території суходолу, акумулюють 750 Гт вуглецю [19]. В Україні вагоме

значення щодо збереження органічного вуглецю мають болотні екосистеми Полісся. Тому осушення боліт із загальних екологічних міркувань треба вважати недоцільним.

У 1996 р. уряд України ратифікував Рамкову Конвенцію ООН, а в 1997 р. – Кіотський протокол – міжнародні документи, які стосуються екологічної проблеми потепління й зміни клімату. У Міністерстві охорони навколишнього природного середовища України створено інформаційний центр "Ініціатива по зміні клімату". Отже, в країні потрібно проводити цілеспрямовані екологічні заходи щодо мінімізації небажаних наслідків глобального потепління та зміни клімату. Серед таких заходів важливими є не лише зменшення викиду парникових газів, але й збільшення лісистості та підвищення продуктивності лісових фітоценозів. Україна, на території якої лісистість становить лише 15,7 %, належить до найменш залісених країн Європи. Тому пріоритетним профілактичним заходом підтримання балансу O_2/CO_2 є збільшення лісистості хоча б до 20 %. Такі можливості існують на деградованих сільськогосподарських угіддях у широколистяній лісовій і лісостеповій зонах та на післялісових чагарникових заростях у Карпатах.

Синергідна дія впливу зміни клімату на компоненти природних екосистем. Згідно з екологічним прогнозом Міжнародної групи експертів зі зміни клімату [12] та Ростгидромету [15], глобальне потепління клімату триватиме, отже існуватиме небезпека його впливу на рослинні формації. Є підстави вважати, що темпи зміни клімату випереджуватимуть можливості багатьох біологічних видів адаптуватись до трансформованих умов природного середовища, що може вплинути на їх видовий склад, віталітетність та збереження. Отже, причиною збіднення біорізноманіття можуть бути не лише техногенне забруднення навколишнього середовища, але й глобальна зміна клімату. У загальній доповіді "Зміна клімату, 2007" автори МГЕЗК допускають, що приблизно 20-30 % біологічних видів, за якими ведеться оцінка їх віталітетності, будуть під загрозою підвищеної небезпеки зникання, якщо в світі середня річна температура підвищиться на 1,5-2,5 °С. Така небезпека існуватиме передусім для генетично мало пластичних реліктових і ендемічних видів, для раритетних видів на межі ареалів, для стенотопних й стенотермних видів рослин з низькою здатністю адаптуватися до змінених кліматичних умов.

Внаслідок глобального потепління клімату можуть змінитись фенологічні ритми рослин, які виробились впродовж їх еволюції, а також їх репродуктивні цикли, які залежать від кліматичного режиму. Глобальне потепління впливатиме негативно на біорізноманіття водних екосистем, в яких пришвидшуватиметься процес евтрофікації водного середовища. Особливо відчутно проявлятиметься зміна клімату на віталітетності деревних порід, віковий ценз яких сягає 200-300 і більше років, оскільки дерева старшого віку не зможуть адаптуватись до зміненого кліматичного режиму. Тривалий період глобального потепління та зміни клімату позначатиметься на динаміці ареалів різних за ставленням до температури видів. Зміна клімату

впливатиме на хід природних сукцесій рослинних формацій, а згодом – на зміщення природно-географічних зон.

Із рослинними формаціями топічно й трофічно пов'язані види хребетних і безхребетних тварин, мікобіота, мікробіота. Тому зміна центричної структури лісових формацій впливатиме і на їх видовий склад. Оскільки клімат, рослинний і тваринний світ є головними чинниками ґрунтоутворного процесу, кліматична зміна позначатиметься і на його динамічних тенденціях. У південно-степовій зоні України підвищення температури та збільшення кількості опадів, а, отже, і їх випаровування, може бути причиною засолення ґрунтів [4, 5]. Збільшення середньорічної температури та вологості клімату в Карпатах може вплинути на ґрунтоутворний процес буроземів. Оцінюючи в інтегральному контексті потенційні наслідки техногенного впливу на навколишнє середовище, існують підстави стверджувати про синергідний екологічний вплив глобального потепління та зміни клімату на взаємопов'язані субсистеми біосфери – літосферу (біотичну частину), гідросферу, педосферу, атмосферу (біотичну частину), біотосферу, соціосферу.

Екологічні наслідки зміни клімату проявлятимуться по-різному в окремих регіонах залежно від їх географічного положення, специфіки кліматичних та ґрунтових умов, біологічних особливостей рослин, їх центричних взаємозв'язків, напряму сукцесійних процесів. Це стосується й України, на території якої у післяльодовиковий період сформувалися різні в екологічному аспекті ландшафтні зони – степова, лісостепова, широколистяно-лісова, а в Криму та Карпатах – пояси широколистяних і хвойних лісів, субальпійських і альпійських лук.

Існують певні труднощі методичного характеру під час дослідження зміни кліматичного режиму на природний стан лісів, оскільки впродовж агрокультурного періоду в них відбулися істотні центричні й територіальні зміни, зумовлені антропогенним впливом. Лише на обмеженій площі збереглися дерева природної рослинності, придатні для таких досліджень. У більшості районів відсутні геоботанічні карти первинного рослинного покриву.

На теренах України лісівники й ботаніки лише в останньому десятилітті приступили до дослідження динамічних тенденцій лісових формацій внаслідок змін клімату [2, 14, 4, 5, 10]. У Карпатах ботаніки у загальних рисах відзначали динамічні тенденції висотних поясів рослинності внаслідок глобального потепління клімату [8, 9, 11, 21]. У лісових формаціях подібні дослідження не проводили. Тому ми вирішили приділити увагу з'ясуванню впливу зміни клімату на сукцесії лісових формацій, оскільки це питання цікаве не лише в фітогеографічному плані, але важливе і в практичному лісівничому аспекті [18].

Регіональний сценарій динаміки висотного поширення лісових формацій внаслідок зміни клімату. Біогеографічною особливістю Карпат є те, що в них у межах незначного висотного діапазону проявляються такі географічні закономірності поширення рослинних формацій, які в рівнинних ландшафтах можна вивчати лише на обширній

території. Вони досить добре виражені у висотній диференціації рослинного покриву та формуванні висотних поясів рослинності. Тому Карпати є своєрідною біогеографічною моделлю для з'ясування впливу зміни клімату на рослинний і тваринний світ.

Згідно з дослідженнями українських кліматологів, за останні 100 років середньорічна температура на території України підвищилась на 0,7 °С, середня річна температура січня – на 1,5-2,5 °С, лютого – на 1-2 °С. У лісовій та степовій зонах річна кількість опадів збільшилась на 5-45 мм [6, 7]. Якщо взяти до уваги, що в помірній кліматичній зоні середньорічний градієнт температури повітря становить 0,6-0,7 °С на 100 км географічної широти, то це рівнозначно тому, якби за показником потепління клімату гірська система Карпат змістилась на 100 км південніше. Таке зміщення безумовно проявлятиметься на природних сукцесіях лісових формацій. У Карпатах найкраще можна вивчати такі сукцесії в лісових фітоценозах, розташованих на межі різних висотних поясів.

Е. Шмід [25] у Швейцарії та А. Златнік [27] – у Чехословаччині встановили за клімато-вегетаційним методом висотні ценохорологічні синтаксони – *вегетаційні смуги* або *вегетаційні ступені* (Vegetationsgürtel, Vegetační stupně). Термін "вегетаційний ступінь" вдало відображає характерне для гірських регіонів явище ступінчастої послідовності висотної диференціації фітоценотичних комплексів, тому ми вживаємо його в наших дослідженнях. А. Златнік виділив на території Чехії й Словаччини вісім вегетаційних ступенів (ВС). Система ВС має значення не лише для з'ясування закономірностей висотного поширення лісових формацій і субформацій, але є екологічною основою для диференційованого ведення лісового господарства та формування лісів на природних засадах.

Табл. Вегетаційні ступені (ВС) Карпат та сценарій їх динамічних тенденцій, зумовлених зміною клімату

№ ВС	Назва вегетаційних ступенів	Південно-західний мегасхил (Закарпаття)	Північно-східний мегасхил (Передкарпаття)
1	ВС дубових лісів з дуба звичайного (<i>Querceta roboris</i>)	106-200 стабільний	250-350 стабільний
2	ВС буково-ялицево-дубових лісів з дуба звичайного (<i>Fageto-Abieto-Quercetum roboris</i>)	–	350-450 стабільний
3	ВС дубових лісів з дуба скельного (<i>Querceta petraeae</i>)	200-300 стабільний	Лише фрагментарно на Буковині
4	ВС дубово-букових лісів та буково-дубових лісів з дуба скельного (<i>Querceto petraeae-Fagetum, Fageto-Quercetum petraeae</i>)	300-400 лабільний	Лише фрагментарно на Буковині
5	ВС букових лісів (<i>Fageta sylvaticae</i>)	↑↑↑ 400-1280 (1340) здатний до розширення	↑↑↑ 450-800 здатний до розширення

6	ВС ялицево-букових і буково-ялицевих лісів (<i>Abieto-Fagetum et Fageto-Abietum</i>)	700-1000 стабільний	500-800 стабільний
7	ВС буково-ялицево-смерекових лісів (<i>Fageto-Abieto-Piceetum</i>)	900-1100 ↓↓↓	800-1000 ↓↓↓
8	ВС смерекових лісів (<i>Piceeta abietis</i>)	1100-1500 ↓↓↓	1000-1600 ↓↓↓
9a	ВС субальпійських лук та криволісся сосни гірської і вільхи зеленої (<i>Pineta mugii, Alneta viridis, Prata subalpina</i>) (на схід, включаючи Горгани)	1500-1860	1500-1860
9б	ВС криволісся вільхи зеленої (<i>Prata subalpina, Alneta viridis</i>) (на захід від Горгани)	1240-1600	1400-1860
9в	ВС субальпійських лук (<i>Prata subalpina</i>)	1240-1860	1400-1860
10	ВС альпійських лук (<i>Prata alpina</i>)	1860-2061	1860-2061

Примітка: середня висота ВС в м.н.р.м.; стрілками показані динамічні тенденції лісових формацій і субформацій в різних ВС та стабільність/лабільність ВС; Vegetation belts in Carpathians and scenery their dynamic tendency by effect of climate change; average height of vegetational belts; pointers – dynamic tendency of forest formations)

На підставі методики згаданих фітоценологів, встановлених М.С. Адріяновим [1] вертикальних термічних зон, поширення природних та умовно природних лісових екосистем й характерних для них індикаторів трав'яно-мохового покриву, ми встановили в Карпатах десять вегетаційних ступеней, які сформувалися впродовж пізнього голоцену [17, 26]. Вегетаційні ступені об'єднують рослинні формації й субформації, приурочені до відповідних для них кліматичних і ґрунтових умов. Отже, це явище філоценогенетичне, фітоісторичне, фітогеографічне. Закарпаття, за характером післяльодовикового розвитку рослинності та сучасними кліматичними умовами, відрізняється від Передкарпаття, що позначилося також на висотній диференціації рослинного покриву. Тому існують підстави для виділення двох варіантів формування ВС – закарпатського та передкарпатського. У таблиці показано потенціальні динамічні тенденції лісових формацій і субформацій, зумовлених зміною клімату. Дослідження в субальпійському та альпійському ВС не проводились.

Розташовані в межах ВС лісові екосистеми, порівняно з трав'яними, відзначаються складнішою віковою й ценотичною структурою, тривалішим процесом формування, тіснішими екологічними зв'язками із зооценозом та ґрунтом. Тому потрібний особливий підхід для з'ясування їх динамічних тенденцій. Під час дослідження впливу клімату на сукцесії лісових екосистем потрібно брати до уваги такі критерії методичного значення:

біологічний – встановлення періодичності та рясності плодоношення едіфікаторних порід, як показника їх віталітетності;

флористично-індикаторний – поширення в трав'яному покриві характерних для лісових формацій видів;

динаміка генеративного й вегетативного поновлення едіфікаторних порід;

таксаційний – порівняльна оцінка приростів за діаметром й висотою у модельних деревах;

хорологічний – дослідження спонтанного поширення популяцій деревних порід;

фітоісторичний і фітогеографічний – виявлення осередків реліктових та азональних лісових фітоценозів;

топонімічний – урахування народних назв лісових урочищ, в яких поширені популяції деревних порід.

Поширення лісових формацій залежить від впливу різних екологічних чинників – температури й вологості клімату, ґрунтових умов, материнської породи, орографічної будови, які нерівноцінні за своїм екологічним значенням. Тому під час з'ясування динамічних тенденцій рослинних угруповань потрібно мати на увазі *правило переваги домінуючого екологічного чинника*. Для букових лісів таке значення має вологість клімату, про що свідчить їх острівний локалітет на східноєвропейській межі ареалу в Сатанівському лісництві на Поділлі. Польше поширення бука у східному напрямку лімітується не температурним чинником, а вологістю клімату. У Карпатах, завдяки високій вологості та існуючій тенденції потепління клімату, бук добре відновлюється генеративним способом, відзначається високою віталітетністю і в оптимальних екологічних умовах формує клімаксові фітоценози. Тому він має низку ценотичних переваг відносно дуба скельного та смереки на контакті ВС буково-дубових та буково-ялицево-смерекових лісів.

Подаємо за вегетаційними ступенями результати досліджень, які стосуються стабільності (лабільності) лісових формацій і субформацій, або ж зумовлених потеплінням клімату напрямків сукцесій.

У 1-му ВС дубових лісів з дуба звичайного ценотично стабільними є грабово-дубові ліси (*Carpinetum-Quercetum roboris*). Похідні грабняки виникли лише внаслідок вибіркових рубок дуба та тривалого пасторального впливу. За умови екологічно обґрунтованого лісівництва такими стабільними є липово-дубові ліси в Передкарпатті (*Tiliето cordatae-Quercetum roboris*) (ДП "Коломийське ЛГ"). До ценотично стабільних належать поширені у Притисянській низовині ясеневі-дубові ліси з ясенями звичайним та вузьколистим (*Fraxineto angustifolii-Quercetum roboris*, *Fraxineto excelsiori-Quercetum roboris*). Зміна дуба ясенями спостерігається лише в заплавлених ясеневих дібровах кропивних (*Fraxineto angustifolii – Quercetum roboris urticosum*). Ценотично лабільними виявились буково-грабово-дубові ліси (*Fageto-Carpinetum-Quercetum roboris*), які трапляються зрідка на Передкарпатті та Буковині. У них світлолюбний дуб не витримує конкуренції тінновитривалих субедифікаторів – бука й граба, які переважають у підрослі, що створює загрозу зміни порід. У Закарпатті та Буковині, існують можливості збагачення видового складу грабово-дубових лісів за рахунок теплолюбних екзотів – горіха чорного (*Juglans nigra* L.), каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.), береки (*Sorbus torminalis* Grantz) та ін.

У Передкарпатті та частково – Буковині у вологий кліматичний період у пізньому голоцені сформувався 2-й ВС ялицево-дубових лісів (*Abieto-Quercetum roboris*), який відсутній на Закарпатті. Його диз'юнктивні осередки збереглися в Старосамбірському, Дрогобицькому, Стрийському, Чернівецькому лісгоспах. Незважаючи на те, що едифікатори цих полідомінантних деревостанів

відзначаються різними вимогами до світлового режиму, їх фітоценози ценотично стабільні. Лише сформовані у мезотрофних воюгих едатопах дубові суяличини чорниці (*Querceto roboris -Abietum myrtillosum*), у підрослі яких переважає ялиця, можна віднести до ценотично лабільних.

У 3-му ВС до ценотично стабільних відносять сформовані на південному макросхилі Вигорлат-Гутинського вулканічного масиву дубові з дуба скельного (*Quercetum petraeae*), грабово-дубові (*Carpinetum-Quercetum petraeae*), сріблястолипово-дубові (*Tiliето argenteae-Quercetum petraeae*) ліси. Їх стабільність зумовлена теплим і сухим кліматом, малопотужними буроземними ґрунтами, які утворилися на теплоємних вулканічних породах. Однак впродовж останніх століть дубові ліси цього ВС зазнали істотних антропогенних трансформацій, на їх місці були створені виноградники й сади. У зв'язку з потеплінням клімату існують можливості збагачувати видовий склад дубових лісів цього ВС за рахунок теплолюбних видів – береки (*Sorbus torminalis* Grantz.), ясена білоцвітого (*Fraxinus ornus* L.), клена татарського (*Acer tataricum* L.).

У ценотичному аспекті до лабільних відносять поширені в 4-му ВС у Вигорлат-Гутинських горах буково-дубові й дубово-букові ліси з дуба скельного (*Fageto-Quercetum petraeae, Querceto petraeae-Fagetum*). Бук інтенсивніше, ніж дуб скельний, поновлюється природним шляхом, його підріст до 50 років витримує затінення і за наявності "вікон" здатний нормально рости. Кількісна перевага бука в підрослі (*регенераційний гетерозис*) дає підставу стверджувати, що в сучасних умовах високої вологості клімату існує тенденція розширення площі букових лісів у цьому ВС. Доказом зміни порід є реліктові локалітети дуба скельного, які збереглися серед суцільних бучин в урочищах Дубова (630-640 м), Княгиниця (640 м) в Ужанському НПП, на південних схилах гір Кобила (900 м), Темпа (1090 м) у ДП "Великобичківське ЛМГ" та в інших місцях. Оскільки вартість деревини дуба значно вища, ніж бука, потрібно відтворювати буково-дубові ліси. Існують реальні можливості збагачувати їх видовий склад за рахунок теплолюбних видів – береки (*Sorbus torminalis* Grantz), черешні (*Cerasus avium* (L.) Moench.), клена польового (*Acer campestre* L.), каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.).

У пізньому голоцені (4 тис. р. тому) у вологому помірному кліматі були сприятливі умови для формування монодомінантних букових лісів, які за ценотичною структурою можна віднести до клімаксових. В оптимальних для бука екологічних умовах на Закарпатті діапазон його висотного поширення становить 900-1100 метрів. На південному макросхилі Свидовецького масиву верхня межа букових лісів сягає 1370 м н.р.м. Це найвища межа суцільних бучин в Українських Карпатах. Серед зонально поширених бучин на кам'янистих ґрунтах та в холодному мікрокліматі замкнених котловин в урочищах Воєводино в ДП "Перечинське ЛГ", Ялинковатий в Широко-Лужанському заповідному масиві та в інших місцях, збереглися реліктові локалітети природних смеречин, які свідчать про їх зміну бучинами в середньогірських ландшафтах.

На території Ужанського НПП та в Угольському і Широко-Лужанському заповідних масивах Карпатського біосферного резервату на значній площі збереглися букові праліси, цікаві для дослідження розвитку лісових формацій у післяльодовиковий період та з'ясування лісотвірного процесу (silvagenesis). Вони є також екологічними моделями для формування лісових фітоценозів за зразком природних екосистем. Враховуючи загальноєвропейське значення природних бучин Закарпаття та Словаччини, Комітет всесвітньої спадщини ЮНЕСКО включив 2007 р. номінацію "Букові праліси Карпат" (Primeval Beech Forests of the Carpathians) площею 29238 га та буферну зону площею 48734 га до Всесвітньої природної спадщини.

У Бескидах на родючих буроземних ґрунтах у межах висот 700-1000 м у пізньому голоценові сформувався 6-й ВС буково-ялицевих та ялицево-букових лісів (Fageto-Abietum, Abieto-Fagetum). Порівняльні дослідження природного поновлення їх едифікаторів свідчать про ценотичну стабільність цих субформацій. Скорочення їхньої площі зумовлене не природними, а антропогенними причинами, зокрема, культивуванням смереки на місці корінних фітоценозів.

У гірському масиві Горган і далі на схід між 6-м і 8-м ВС сформувався 7-й ВС буково-ялицево-смерекових лісів, в якому бук відзначається високою віталітетністю, краще, ніж смерека, поновлюється природним шляхом, що дає йому ценотичну перевагу. У зв'язку з потеплінням клімату, в цьому ВС поступово можуть формуватись ялицево-букові деревостани.

У східній гірській частині Карпат у холодному кліматі сформувався 8-й ВС бореальних смерекових лісів, які також можна вважати клімаксовими. Внаслідок тривалого випасу худоби на полонинах з початку 17-го ст., їх природна межа знизилася на 100-150 (200) метрів. У Мармароському гірському масиві на полонинах Берлебашка та П'єтрос-Грибка проф. А. Златнік зафіксував у 1936 р. антропогенно знижену межу лісу. Після припинення випасу впродовж 70 років тут проходило спонтанне поновлення смереки і зараз межа лісу піднялась на 200 м (рис. 2).



Рис. 2. Природне поновлення смереки на антропогенно зниженій верхній межі лісу (позначено пунктиром) на полонинах Берлебашка та П'єтрос-грибка (фото Г. Копецького, 2006)

Аналогічна екологічна ситуація спостерігається і в Чорногірському масиві. Після створення в 1980 р. Карпатського національного природного парку був заборонений випас худоби. На полонинах Пожижевська, Маришевська та інших успішно відбувається спонтанне природне поновлення смереки на її антропогенно зниженій межі.

За теперішньої тенденції потепління клімату існуватимуть сприятливі екологічні умови для підняття верхньої межі смерекових лісів на контакт з субальпійським ВС. Можна також допускати, що скорочуватиметься площа реліктових осередків сосни кедрової (*Pinus cembra* L.), модрина польської (*Larix polonica* Racib.), які збереглися з раннього голоцену в екстремальних едафічних умовах у ВС природних смеречин на Чорногорі та Горганах.

Досліджуючи на полонині Пожижевській гірсько-соснове криволісся в 9-му ВС, В.Г. Коліщук [9] встановив, що за останні 100 років прирости за діаметром та висотою у сосни гірської (*Pinus mugo* Turta) збільшувалися. У Бескидах в Ужанському національному природному парку ми констатували, що на полонинах Кременець та Розсипанець після припинення в 1946 р. випасу криволісся вільхи зеленої (*Alneta viridis*) стало спонтанно розширюватись. Для з'ясування впливу потепління клімату на динамічні тенденції криволісся та рослинних формацій в субальпійському ВС потрібні спеціальні дослідження. Близькими до наших висновків щодо динаміки вегетаційних ступенів в Українських Карпатах, є результати досліджень, проведених А. Бучеком та З. Грубим [22] в гірських лісах Чеської Республіки.

Узагальнений авторський сценарій щодо впливу глобального потепління на сукцесії лісових формацій є попереднім. Динамічні тенденції ВС та сукцесії лісових формацій – складний в часі й географічному просторі біогеоценотичний процес. Для його з'ясування потрібно організувати на базі природних заповідних територій довготривалий екологічний моніторинг за автотрофним й гетеротрофним блоками та ґрунтовим середовищем. На Буковині для ялицево-дубових лісів з дуба звичайного в 3-му ВС для такого моніторингу придатний заказник державного значення "Петрівецький ліс" (181 га). Моніторинг у природних дубових, буково-дубових та дубово-букових з дуба скельного лісах у 4-му ВС можна проводити в заказнику державного значення "Тепла Яма" (92,8 га) в ДП "Ужгородське ЛГ". Моніторинг у букових, буково-ялицево-смерекових та смерекових лісах 5-го, 7-го, 8-го ВС доцільно організувати на експериментальних ділянках, закладених проф. А. Златніком у 1937 р. в Ужанському НПП та Мармароському масиві Карпатського біосферного резервату. Моніторинг за станом криволісся, субальпійських та альпійських лук в 9-му та 10-му ВС можливий в Чорногірському масиві Карпатського НПП та Карпатського біосферного заповідника.



Рис. 3. Всихання смерекових культур, створених на місці ялицевих бучин у Сколівських Бескидах (фото В.О. Крамарця)



Рис. 4. Бурелом у смерекових монокультурах (фото В.О. Крамарця)

З потеплінням та зміною клімату пов'язана ще одна лісівнича проблема – покращення санітарного стану смерекових монокультур, які створювали за межами її природного ареалу ще з початку 19-го ст. Деревина бука тоді не мала широкого попиту та економічного значення. Під час лютих зим, які періодично повторювалися, стовбури бука пошкоджувалися морозобоїнами. У 1928-1929 рр. в Карпатах температура знизилася до мінус 42 °С. Згідно з дослідженнями Е. Поланського [24], в Закарпатті тоді з'явилися масові морозобоїни в букових лісах. Значної шкоди морози завдали бучинам у Сколівських Бескидах, у деяких місцях вони почали всихати [3].

Згідно з даними Державного агентства лісових ресурсів України, в Карпатах зараз нараховується 184,3 тис. га смерекових монокультур, створених за межами ВС смеречин (25 % від загальної площі лісів) [20]. Вони масово пошкоджуються вітровалами, буреломами, грибними хворобами і всихають (рис. 3-5).



Рис. 5. Феромонові пастки для короїдів на стовбурі смереки (фото В.О. Крамарця)

Переформування смерекових монокультур у корінні бучини та ялицеві бучини потрібне також у зв'язку почастищенням у Карпатах катастрофічних повеней. Як встановив В.С. Олійник [13], водозатримувальна здатність ґрунтів у смерекових лісах становить 75-90 мм, а в букових – 140-160 мм. Щоби покращувати водоохоронну та захисну роль гірських лісів, потрібно відтворювати корінні мішані насадження. Найкращими моделями для цієї мети є лісові екосистеми природно-заповідного фонду.

Потенційні екологічні наслідки потепління клімату в лісових екосистемах. Глобальне потепління й зміна кліматичного режиму можуть впливати на біологічні властивості деревних порід, їх природне поширення, сукцесії фітоценозів, функціонування екосистем як у негативному, так і позитивному аспектах. Тому існують підстави стверджувати про синдром впливу глобальної зміни клімату на лісовий біом. На підставі проведених попередніх досліджень в лісах Карпат встановлені такі можливі негативні наслідки цього синдрому:

- порушення фенологічного ритму стенотермних та стенотопних деревних порід, яким буде важко адаптуватись до змінених екологічних умов;
- збільшення небезпеки всихання монокультур смереки, створених поза межами її природного зростання;
- частіша періодичність екстремальних метеорологічних ситуацій та небезпека виникнення снігових лавин, повеней, зсувів ґрунту, селевих потоків;
- частішими можуть бути штормові вітри, що створюватиме небезпеку лісових вітровалів та буреломів;
- внаслідок потепління клімату може зростати небезпека лісових пожеж;
- потепління клімату сприятиме розвитку небезпечної для лісів ентомофауни, а збільшення вологості клімату – небезпечних грибних захворювань.

До позитивних наслідків синдрому впливу потепління клімату на функціонування лісових екосистем належать:

- скорочення термінів періодичності плодоношення, збільшення врожайності деревних порід та покращення їх репродуктивної здатності;
- можливість збагачення лісів теплолюбними аборигенними й інтродукованими видами;
- збільшення приросту деревних порід та продуктивності деревостанів внаслідок збільшення тривалості вегетаційного періоду;
- прискорення ренатуралізації зниженої верхньої межі лісів та покращення їх водо- та ґрунтозахисної ролі;
- можливе розширення рекреаційної сфери в гірських лісах та збільшення їх соціального значення.

У подальшій екологічній стратегії лісівництва в Карпатах потрібно мати на увазі як негативні, так і позитивні наслідки впливу глобальної зміни клімату на лісові формації й відповідно до них планувати систему лісогосподарської інфраструктури.

Підсумок. У лісотвірному процесі (сілвагенезі) й функціонуванні лісових екосистем вирішальне значення мають кліматичний та ґрунтовий чинники. Зумовлене у 20-му ст. техногенним впливом глобальне потепління клімату та зміна кліматичного режиму впливають як на біорізноманіття лісових формацій, так і на географічні закономірності їх поширення, які встановилися у пізньому голоцені. Порівняльні екологічні дослідження свідчать, що синергічний вплив глобальної зміни клімату проявляється по-різному в різних регіонах, а в гірських районах на різних гіпсометричних рівнях – залежно від їх географічного положення, специфіки кліматичних та ґрунтових умов, біологічних особливостей едифікаторних видів, ценогічних зв'язків між ними, напряду сукцесійних процесів. У Карпатах динаміка лісових формацій зумовлена, крім температурного чинника, оптимальною для бука вологістю клімату. Завдяки кількісній перевазі у природному поновленні та тіншовитривалості підросту, бук здатний витіснити дуб скельний у субформації буково-дубових лісів, та смереку – в субформації буково-ялицевих смеречин. У сучасних умовах потепління клімату смерека добре відновлюється природним шляхом на післялісових луках та полонинах, що сприяє спонтанній ренатуралізації верхньої межі лісу.

Екологічний сценарій щодо синергічного впливу глобального потепління клімату на функціонування лісових екосистем та їх динамічні тенденції може бути з'ясований шляхом тривалого моніторингу. У Карпатах такий моніторинг доцільно організувати в природних лісових формаціях на межі вегетаційних ступенів. Для мінімізації впливу потепління клімату на упорядкованість біосфери потрібно застосувати систему заходів, спрямованих на зменшення викидів парникових газів, як головної причини цього явища. Для підтримання киснево-вуглекислотного балансу в атмосфері важлива роль належить лісовому біому, який депонує значну частину органічного вуглецю, знижуючи, таким чином, небезпеку парникового ефекту. Тому потрібно збільшувати лісистість та підвищувати продуктивність лісів у глобальному вимірі. Таке завдання є пріоритетним для України, яка належить до найменш залісених країн Європи. Обґрунтування екологічної стратегії формування лісів

майбутнього повинно здійснюватись з урахуванням існуючої тенденції зміни кліматичного режиму.

ЛІТЕРАТУРА

- 1. Андрианов М.С.** Вертикальная термическая зональность Советских Карпат / М.С. Андрианов // Научный сборник Львовского гос. ун-та. – 1957. – Вып. 4. – С. 87-101.
- 2. Букша И.Ф.** Изменение климата и лесное хозяйство Украины / И.Ф. Букша // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 7. – С. 11-14.
- 3. Голубец М.А.** Ельники Украинских Карпат / М.А. Голубец. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 266 с.
- 4. Дідух Я.П.** Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дія / Я.П. Дідух // Вісник Національної академії наук України : загальнонаук. та громадсько-політичний журнал. – 2009. – № 2. – С. 34-44.
- 5. Дідух Я.П.** Якими будуть наші ліси? / Я.П. Дідух // Український ботанічний журнал : наук. журнал НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – 2010. – Т. 17, № 3. – С. 321-343.
- 6. Друге національне** повідомлення України з питань зміни клімату. – К. : Вид-во "Інтерпрес", ЛТД, 2006. – 80 с.
- 7. Клімат України** / за ред. В.М. Ліпінського, В.Д. Дячука, Б.М. Бабиценка. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 345 с.
- 8. Комендар В.І.** До питання про динаміку рослинних поясів у Східних Карпатах / В.І. Комендар // Український ботанічний журнал : наук. журнал НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – 1957. – Т. 14, № 3. – С. 15-25.
- 9. Колищук В.Г.** Динаміка прироста горної сосни (*Pinus mugo* Turra) в зв'язі з сонячною активністю / В.Г. Колищук // Доклади Академії наук СРСР. – М., 1966. – Т. 167. – № 3.
- 10. Лакида П.І.** Зменшення ризику глобальної зміни клімату шляхом депонування вуглецю при лісорозведенні та лісовідновленні в Україні / П.І. Лакида, І.Ф. Букша, В.П. Пастернак // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2004. – № 79. – С. 212-217.
- 11. Малиновський К.А.** Рослинність високогір'я Українських Карпат / К.А. Малиновський. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1980. – 278 с.
- 12. МГЕИК:** Изменение климата, 2007. Обобщенный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. – Женева, 2007. – 104 с.
- 13. Олійник В.С.** Водоохоронно-захисна роль гірських лісів Українських Карпат, їх антропогенні зміни та шляхи оптимізації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.03 – "Лісознавство і лісівництво" / В.С. Олійник. – Львів, 2008. – 40 с.
- 14. Пастернак В.П.** Методичні підходи до моніторингу динаміки вуглецю у лісових екосистемах / В.П. Пастернак, І.Ф. Букша // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Менеджмент природних ресурсів, економічна і лісова політика. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1904. – Вип. 14.2. – С. 177-181.
- 15. Росгидромет.** Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации до 2010-2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М., 2005. – 22 с.
- 16. Стихійні** метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005) / за ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабиценка. – К.: Вид-во "Ніка-Центр", 2006. – 312 с.
- 17. Стойко С.М.** Високогірно-зональні рослинні ступені Українських Карпат і їх зв'язки з геоморфологічною будовою / С.М. Стойко // Український ботанічний журнал: наук. журнал

НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – 1969. – Т. 26, № 5. – С. 3-9.

18. Стойко С.М. Потенційні екологічні наслідки глобального потепління клімату в лісових формаціях Українських Карпат / С.М. Стойко // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Глобальні зміни клімату – загроза людству та механізми відвернення. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.15. – С. 214-224.

19. Торфяные болота России: к анализу отраслевой информации / под ред. А.А. Сирена, Т.Ю. Пенаевой. – М. : Изд-во "Геос", 2001. – 190 с.

20. Шершун М.Х. Ліс як фактор збереження гірських районів Європи / М.Х. Шершун // Сталый розвиток Карпат та інших гірських регіонів Європи : матер. Міжнар. конф. – Ужгород, 2010. – С. 131-136.

21. Ярошенко П.Д. О природной динамике на верхней границе леса в Карпатах / П.Д. Ярошенко // Доклады Академии наук СССР. – М., 1957. – Т. XXVIII. – С. 128-136.

22. Bucek A. Global climate change and chances of vegetation / A. Bucek, Z. Hruby // Сталый розвиток Карпат та інших гірських регіонів Європи : матер. Міжнар. конф. – Ужгород, 2010. – С. 283-287.

23. Eswaron H. Organic carbon in soils of the words / H. Eswaron, E. van Den Berg, H. Reich // Soil science society of America journal. – 1993. – Vol. 57. – P. 192-194.

24. Polanský E. Účinek neobyčejné tuhé zimy v roce 1928-29 na lesní porosty / E. Polanský. – Praha, 1930. – 130 s.

25. Schmid E. Vegetationsgürtel und Biocoenose / E. Schmid // Bericht der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft. – Zürich, 1941. – S. 12-25.

26. Stojko S.M. Pionowe zróżnicowanie szaty roślinnej w Karpatach Ukrainińskich i w Użańskom Parku Narodowym / S.M. Stojko. – Roczniki Bieszczadzkie. – 2003. – № 11. – S. 43-52.

27. Zlatník A. Vegetationsstufe und deren Indikation durch Pflanzenarten am Beispiel der Wälder der ČSSR / A. Zlatník // Preslia. – 1963. – № 35. – S. 31-51.

S.M. Стойко

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЛЕСНЫЕ ФОРМАЦИИ КАРПАТ

В пределах выделенных в Украинских Карпатах десяти вегетационных ступеней проанализирована динамика лесных формаций, обусловленная глобальным изменением климата. Показана различная реакция дубовых из дубов обыкновенного и скального, буковых, буково-пихтовых-еловых и еловых лесов. Дана оценка отрицательных и положительных последствий влияния климатического режима на биологию древесных пород и функционирование лесных экосистем. Предложена программа экологического мониторинга для дальнейших исследований.

Ключевые слова: изменение климата, вегетационные ступени, сукцессия.

S.M. Stojko

GLOBAL CLIMATE CHANGES IMPACT ON THE FOREST ECOSYSTEMS IN THE CARPATHIANS

10 vegetation belts in the Ukrainian Carpathians are determined. The dynamics of forest formations development caused by global warming and climate changes impacts has been studied within the borders of these belts. Negative and positive consequences of these changes of the climatic regime have been estimated. The program of ecological monitoring

was proposed for further investigation of the development of forest formations.

Keywords: climate change, vegetation belts, succession.

