

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**С. І. Мусієнко**

**«ЛІСОВА КЛІМАТОЛОГІЯ»**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної форми навчання  
за спеціальністю 206 – Садово-паркове господарство)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

**Мусієнко С. І.** Лісова кліматологія : конспект лекцій для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 206 – Садово-паркове господарство / С. І. Мусієнко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 103 с.

Автор

канд. с.-г. наук, С. І. Мусієнко

Рецензент

**О. І. Лялін**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою лісового та садово-паркового господарства, протокол № 1 від 29 серпня 2017 р.*

Конспект лекцій складено з метою допомогти студентам спеціальності 206 – Садово-паркове господарство під час підготовки до занять, заліків та іспитів із дисципліни «Лісова кліматологія».

© С. І. Мусієнко, 2019

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

## ЗМІСТ

1 Основи кліматології.....	4
1.1 Історія кліматології.....	4
1.2 Основні фактори формування клімату.....	10
1.3 Мезо- та мікроклімат.....	12
1.4 Класифікація кліматів.....	19
1.5 Клімат України.....	31
2 Особливості лісової кліматології.....	38
2.1 Клімат і географія лісів.....	38
2.2 Ліс і світло.....	53
2.3 Ліс і тепло.....	63
2.4 Ліс і волога .....	75
2.5 Ліс і повітря .....	92
Список рекомендованих джерел.....	103

# 1 ОСНОВИ КЛІМАТОЛОГІЇ

## 1.1 Історія кліматології

**Кліматологія** (з грец. *Κλίμα* – «нахил» і – *λογία* – «знання») – наука, що вивчає питання кліматоутворення, опис і класифікацію клімату Земної кулі, антропогенні впливи на клімат. Відноситься до географічних наук, оскільки клімат є географічною характеристикою. Так само відноситься до географічної частини метеорології, оскільки кліматотвірні процеси мають геофізичну природу.

Вивчаючи ту чи іншу науку, неможливо досягнути її основи, не розглянувши історію її розвитку.

На всьому протязі історії людства розвиток науки був одним з елементів цієї історії. Вже з тієї далекої і темної для нас епохи, коли перші зачатки людського пізнання втілилися в найдавніших міфах і в обрядах первісних релігій, ми можемо простежити, як разом з громадськими формаціями, в тісному зв'язку з ними, розвивалися і природничі науки. Вони зароджувалися з повсякденної практики землеробів і пастухів, з досвіду ремісників і мореплавців. Першими носіями науки були жреці, ватажки племен та знахарі. Лише антична епоха побачила людей, імена яких прославило саме заняття наукою, це були імена великих учених.

Людство з незапам'ятних часів цікавилось питаннями клімату, так як з кліматом були пов'язані умови життя людини і її побут.

На даному етапі розвитку кліматологію розуміють як географічну науку про сукупність атмосферних умов, властивих тому чи іншому місцерозташуванню в залежності від його географічного положення.

### ***Кліматологія стародавнього світу***

Ще на зорі свого існування людина намагалася розібратися в навколишніх явищах природи, які часто були їй незрозумілі та ворожі. Жалюгідні хатини погано захищали людину від негоди, посіви її страждали від посухи або від дуже сильних дощів. Жреці первісних релігій вчили людину обожнювати стихії, з натиском яких вона була безсила боротися. Першими богами всіх народів були боги сонця і місяця, грому і блискавки, вітрів і морів.

У епічній та філософській літературі стародавності, що донесли до нашого часу деякі ідеї і поняття давно минулих століть, нерідко зустрічаються відомості про погоду, різні атмосферні явища і т. д., що характеризують їх авторів як уважних спостерігачів.

В царині метеорології перша закономірність, яка була відома, звичайно, з незапам'ятних часів, був річний цикл погоди. Згадка про річні

цикли погоди зіграла особливу роль у створенні перших метеорологічних записів давнини.

Вже з часів астронома Метона (близько 433 р. до н.е.) в грецьких містах виставлялися в громадських місцях календарі з записами про явища погоди, зроблених у попередні роки. Ці календарі називалися парапегмами. Деякі з цих парапегм дійшли до нас, наприклад в працях відомого олександрійського астронома Клавдія Птолемея (нар. приблизно в 150 р. до н.е.), римського землевласника Колумелли та інших письменників давнини. У них ми знаходимо здебільшого дані про вітри, опади, холод та про деякі фенологічні явища.

Найбільших успіхів, систематичності та ясності наука давнини досягла в античній Греції, перш за все в Афінах. Завдяки своїм колоніям, що поширилися, починаючи з VI ст. до н. е., в Середземному і Чорному морях, від Марселя до сучасних Феодосії та Сухумі, греки змогли познайомитися з культурою західного світу того часу. Вони сприйняли багато що від своїх попередників – єгиптян та фінікійців, але зуміли з порівняно уривчастих елементів створити вже науку в сучасному розумінні слова. Греки приділили велику увагу зібраному матеріалу, проявили вміння глибоко проникати в сутність речей і знаходити в них найважливіше. Природничі науки в них були тісно пов'язані з філософією. У той же час великі філософи, наприклад Піфагор і Платон, бачили в математиці (і особливо в геометрії) ключ до загального пізнання.

Метеорологічні спостереження древніх народів та їх спадкоємців греків призвели до вивчення фізичних закономірностей природи. Тепло і холод, світло і темрява, їх регулярна зміна і взаємна залежність були першими фізичними поняттями давнини. Протягом століть фізика не була відокремлена від метеорології.

Перша книга про атмосферні явища була написана одним з найбільших учених античної Греції Аристотелем (384–322 рр. до н.е.) під назвою «Метеорологія». Вона становила, як вважав Аристотель, істотну частину загального вчення про природу. Він писав на початку книги, що «... залишається розглянути ще ту частину, яку попередні автори називали метеорологією». Звідси видно, що ця наука отримала свою назву ще задовго до Аристотеля і що він, ймовірно, використовував багато минулих спостереження, об'єднавши їх у систему.

Перша книга «Метеорологія» трактувала явища, що відбуваються, на думку автора, у верхніх шарах атмосфери (кометах, падаючих зірках тощо). Верхні шари, як вважав Аристотель, були сухими і гарячими, на відміну від вологих нижніх шарів. Друга книга була присвячена морю, вітрам,

землетрусам, блискавкам та грому. Третя – описувала бурі та вихори, а також світлові явища в атмосфері. Четверта книга була присвячена «Теорії чотирьох стихій». Зміст «Метеорології» вказує, що греки часів Аристотеля були знайомі з багатьма найважливішими метеорологічними явищами. Вони були настільки спостережливі, що мали чітке уявлення навіть про північні сніга. Аристотель знав, що град утворюється частіше навесні, ніж влітку, і частіше восени, ніж взимку, що, наприклад, в Аравії та Ефіопії дощі випадають влітку, а не взимку (як у Греції), що «блискавка здається випереджаючою грім, тому що зір випереджає слух», що кольори веселки завжди одні й ті ж, що роса утворюється при слабкому вітрові і т.д.

Вже в першому столітті нашої ери спостерігається величезний занепад античної науки. Причини його були в громадському порядку. Рабовласницький лад, що зосередив всю владу величезної імперії в руках невеликої жменьки аристократів, йшов шляхом розпаду та зростаючого безсилля. Безправ'я рабів, бідність римського простого люду, злидні пригноблених провінцій, занепад торгівлі та виробництва вели до занепаду ремесел. Стимулу для прогресу науки майже не було, і її розвиток, можна сказати припинився. Це сталося ще задовго до того, як сама римська імперія загинула під ударами навал готів та вандалів.

У подальші століття центр цивілізації і культури перемістився далеко на схід, в арабські країни, Індію, Хорезм та Іран.

На жаль, внесок, який зробили країни Сходу в першому тисячолітті нашої ери в розвиток науки про атмосферу ще дуже мало вивчений. Ми маємо про нього тільки досить уривчасті несистематизовані відомості, які потребують подальшого вивчення та систематизації.

### ***Кліматологія середніх віків***

Коли сутінки середньовіччя змінили яскравий день розквіту античної цивілізації, в Європі надовго були забуті науки греко-римського світу. Забуті були зроблені тоді спостереження за явищами природи, прикмети про погоду, вислови народної мудрості та наукові трактати грецьких та римських учених. В епоху раннього середньовіччя були забуті і творіння Аристотеля. Вони залишилися жити на Сході в перекладах на арабську та вірменську мови і лише значно пізніше за посередництва арабів повернулися до Європи. Найсумнішим для цивілізації виявилось те, що вони залишили науковий метод, заснований на спостереженні явищ природи і на спробах їх правильного тлумачення. Науку ранніх століть змінила схоластика середніх століть, скована авторитетом букви священного писання.

Пишним цвітом розквітло в середні століття особливе «вчення», нині вже ґрунтовно забуте – астрометеорологія. Це був розділ астрології, дуже

популярної тоді. Астрологією називалося фантастичне вчення про «проорокування» подій в житті людини і природних явищ з руху планет серед зірок. Розділ цієї «науки», що називався «натуральної астрологією», або астрометеорологією, займався спеціально проорокуванням погоди поряд з іншими явищами природи.

Панування астрології, в тому числі в царині передбачення погоди, тривало дуже довго, до початку XVII століття.

У XVII столітті наука ніби почала створюватися заново. Те, що нова наука повинна була завоювати право на існування, викликало у вчених того часу величезний ентузіазм. Так, Леонардо да Вінчі був не тільки великим художником, механіком та інженером, він був конструктором ряду фізичних приладів, одним із засновників атмосферної оптики, і те, що він написав про відстань видимості забарвлених об'єктів є цікавим до цього часу. Паскаль – філософ, який проголосив, що думка людини дозволить їй підкорити могутні сили природи, видатний математик і творець гідростатики – перший довів експериментально спадання атмосферного тиску з висотою. Декарт і Локк, Ньютон та Лейбніц – великі уми XVII століття, що прославилися своїми філософськими та математичними дослідженнями – внесли великий вклад у фізику, зокрема, у науку про атмосферу, яка тоді майже не відокремлювалася від фізики.

На чолі цього перевороту стояла Італія, де жив і творив Галілей та його учні Торрічеллі, Маджіотті і Нарді, Вівіані та Кастеллі. Великим вченим Галілеєм і його учнями були винайдені термометр (1610 р.), барометр, дощоміри, тобто з'явилася нова можливість інструментальних спостережень. Починаючи з середини XVII століття академія експериментування в Тоскані організувала першу нечисленну мережу інструментальних спостережень, що проводилася в кількох пунктах Європи. Крім того, неодмінною частиною програм усіх морських плавань було проведення спостережень за погодою.

Для експериментальної науки першої половини XVII століття, в тому числі і для метеорології, найбільше зробив Галілей. Створення термометра, барометра, дощоміра заклало фундамент всієї сучасної метеорології.

Інші країни теж внесли великий внесок у метеорологію того часу; досить згадати Ф. Бекона, Е. Маріотта, Р. Бойля, Х. Гюйгенса, О. Геріке – цілий ряд видатних вчених. Вісником нового наукового методу був Ф. Бекон (1561–1626 рр.) – «родоначальник англійського матеріалізму і всієї дослідної науки нашого часу». Бекон проголосив, що науку поведе вперед союз досвіду і розуму, який очищає досвід та витягає з нього закони природи, витлумачені останнім.

## *Кліматологія України*

Вперше інструментальні спостереження в Україні проведені у Харкові (1738–1741 рр.), Сосновську (Щорс) Чернігівської області (1769–1782), у Києві (1770–1771, 1799–1802 рр.). Перша метеорологічна станція в Україні була створена в Херсоні в 1808 р. Хоча регулярні спостереження розпочались лише в 1811 р. на метеорологічній станції в с. Кручик під Харковом, в 1812 р. в Києві в 1825 р. в Херсоні. Перша в Україні метеорологічна обсерваторія була створена в Луганську в 1836 р. В подальшому аналогічні обсерваторії були створені у Одесі (1839 р.) та в Дніпропетровську (1841 р.).

Метеорологічна обсерваторія при Київському університеті заснована в 1855 р. Регулярні місячні результати спостережень почали виходити з 1863 р. Використовуючи ці матеріали О. В. Клосовський опублікував цікаву працю «Некоторые данные по климатологии Киева (1874 р.)». До речі, з 1890 р. роботою обсерваторії керував завідувач кафедри фізичної географії університету професор П. І. Броунов, який з часом став основоположником сільськогосподарської метеорології. В 1892 р. він організував Придніпровську мережу метеорологічних станцій, де паралельно велися спостереження за ростом, розвитком та врожайністю сільськогосподарських культур.

Уже відомий нам професор Одеського університету О. В. Клосовський протягом 1883–1886 рр. заснував мережу метеорологічних станцій (1648 станцій) від Бессарабії до Криму та від Одеси до Чернігова. В 1891 р. заснована метеорологічна обсерваторія при Харківському університеті. Роботою обсерваторії керував викладач фізики і метеорології М. П. Косач, брат Лесі Українки. Він брав участь також в організації Харківської мережі метеорологічних станцій, яка почала спостереження в 1902 р.

Перша світова і, особливо, громадянська війни практично зруйнували мережу метеорологічних станцій в Україні. Відбудувати її почали уже в 1918 р.

Характеристику кліматів різних районів України вперше опубліковано в 20-х роках ХХ століття: Д. К. Педаєв «Климат Харьковской губернии», Г. М. Висоцький «Климатические очерки Черниговщины», С. О. Бржозовский «Климат Житомира», М. М. Самбікін «Микроклиматические районы Полтавщины», Л. Г. Данилов «Климат Подолии», П. Л. Томашевич «Климатические условия Белоцерковщины», І. Я. Точидловський «Климат Одессы», Д. К. Педаєв та М. І. Гук «Климатический атлас Украины», Б. І. Срезневський «Атлас карт распределения температуры воздуха в Украине».

В 1950 р. за редакцією М. І. Гука опубліковано довідник з клімату



України, в якому наведено узагальнені матеріали спостережень всієї метеорологічної мережі України за період 1891–1935 рр. Протягом 1966–1969 рр. опубліковано п'ять томів характеристик клімату. Слід відмітити дві монографії І. О. Бучинського «Клімат України» (1960 р.) та «Клімат Украины в прошлом, настоящем и будущем» (1963 р.)

Подальше дослідження клімату України було наведено в монографії «Клімат Украины» в 1967 р. за редакцією Г. Ф. Приходька, О. В. Ткаченка, В. М. Бабіченко. В 1984 р. та монографії «Клімат», яка є складовою в серії публікацій із загальною назвою «Природа Украинской ССР» за редакцією К. Т. Логвинова та М. І. Щербаня.

В 2003 р В. М. Бабіченко стала організатором великого колективу авторів опублікованої монографії «Клімат України».

В ХІХ столітті набув розвитку метод класичної кліматології, коли для характеристики клімату використовувалися середні значення всіх метеорологічних величин. Ці величини публікувалися у вигляді довідників, кліматичних карт, атласів. Вони зручні для характеристики клімату та використовуються й сьогодні.

На початку 20-х років ХХ століття Є. Є. Федоров запропонував так званий метод комплексної кліматології. Справа в тому, що в синоптиці в цей час розвивалось вчення про повітряні маси. Синоптики оперували погодою в цілому, а кліматологи вивчали середні багаторічні величини. Автор запропонував характеризувати клімат місцевості повторюваністю різних класів (типів) погоди. На сьогодні виділено 14 класів погоди. Метод не набув широкого розповсюдження, він досить трудомісткий. Повторюваність класів погоди можна вважати додатковою характеристикою клімату місцевості.

В 30-х роках ХХ століття інтенсивно розвивався метод динамічної кліматології. Широко вивчалась динаміка атмосфери, формування та переміщення повітряних мас, наприклад, визначення кількості днів з арктичним повітрям, середньої температури арктичного повітря в даному районі кожного місяця. Представники цього методу В. Фогель, К. Росбі, Г. Гельмгольц, В. Беркнес, М. Маргулес, М. Є. Кочін, І. О. Кібель, О. О. Фрідман, Г. Я. Вангенгейм, Є. С. Лір, О. І. Аскіназій, С. П. Хромов, О. О. Дроздов, Б. П. Алісов виконали чимало цікавих кліматичних досліджень.

Починаючи з 30-х років ХХ століття розвиток аерологічних досліджень дозволив вивчати клімат вільної атмосфери та пов'язувати його з кліматом приземного шару атмосфери. Це відображено в працях Х. П. Погосяна, М. Ф. Накоренка, Є. С. Селезньової, В. М. Міхеля тощо.

Велике значення для розвитку теорії кліматології мають роботи

М. Є. Кочіна про загальну циркуляцію атмосфери, В. В. Шулейкіна про взаємодію повітряних течій над океаном та суходолом, Х. П. Погосяна про сезонні коливання загальної циркуляції атмосфери, Є. М. Блінової про центри дії атмосфери, М. Є. Швеця про теорію добового ходу температури.

Значна частина праць присвячена величезній проблемі в кліматології – проблемі теплового балансу підстилаючої поверхні. Теоретичному обґрунтуванню дослідження присвятили свої роботи С. І. Савинов, М. М. Калітін, А. Онгстрем, С. Ланглей та Г. Абот, Ф. Лінке. Організатором вивчення усіх компонентів теплового балансу Земної кулі став М. І. Будико. Цей напрямок робіт одержав назву фізична кліматологія, оскільки широко вивчались фізичні основи клімату.

Велику роботу з методики обробки матеріалів спостереження провели Л. О. Камінський, Є. С. Кузнєцов, О. О. Дроздов, Є. С. Рубінштейн. Значну роль у розвитку сільськогосподарської метеорології відіграли П. І. Броунов, О. І. Воєйков, Г. Т. Селянинов, Ф. Ф. Давітая, П. І. Колосков та ін.

Зараз дослідження в галузі метеорології та кліматології досить добре координуються ВМО, особливо у напрямку можливих змін та коливання клімату.

## 1.2 Основні фактори формування клімату

*Клімат* – це стійкий режим метеорологічних процесів на певній території. Кліматотвірні процеси проходять в конкретних географічних умовах Земної кулі. У низьких і високих широтах, над сушею і над морем, над рівнинами і над горами кліматотвірні процеси протікають по-різному, тобто мають свою географічну специфіку.

Основними географічними кліматотвірними чинниками є:

1. Географічна широта.
2. Висота над рівнем моря.
3. Розподіл суходолу і водних просторів.
4. Орографія поверхні суші.
5. Океанічні течії.
6. Рослинний, сніговий та льодовиковий покриви.
7. Діяльність людини.

Першим і дуже важливим фактором клімату є географічна широта. Від неї залежить зональність в розподілі елементів клімату. Сонячна радіація поступає на верхню межу атмосфери в прямій залежності від географічної широти, яка визначає полуденну висоту Сонця і тривалість випромінювання за сезонами року. З тієї самої причини зональність лежить в основі розподілу

температури повітря. Але цей розподіл залежить також і від циркуляційних умов. Водночас, і в загальній циркуляції має місце певна зональність (яка в свою чергу викликана зональністю у розподілі температури). Можна згадати, що такий суто кінематичний фактор загальної циркуляції атмосфери, як сила Коріоліса, залежить від географічної широти.

Висота над рівнем моря також є географічним фактором, що визначає клімат. Атмосферний тиск з висотою падає, сонячна радіація і ефективно випромінювання збільшуються, температура, як правило, знижується, частка водяної пари також зменшується. Висота змінює вертикальний розподіл практично всіх метеорологічних величин, тому дуже суттєво впливає на клімат і закономірності його розподілу на Земній кулі, викликаючи явище висотної кліматичної зональності.

Розподіл суходолу та океанів на поверхні планети є ефективним кліматотвірним фактором. Саме з ним пов'язаний поділ кліматичних типів на морські та континентальні. На зональність розподілу температури та опадів, а також інших метеорологічних величин впливає розподіл суші та моря. З ним ж пов'язане утворення та позиціонування баричних центрів дії атмосфери: субтропічні зони високого тиску розвиваються над материками влітку, в помірних широтах над материками чітко виражене переважання високого тиску взимку та низького влітку. Це ускладнює систему загальної циркуляції атмосфери, а отже, і кліматичних умов на Землі.

На кліматичні умови в горах впливає не лише висота місцевості над рівнем моря, але й орографічні умови – висота і напрям гірських хребтів, експозиція схилів відносно розподілу світла і переважаючих вітрів, ширина долин і кривизна поверхні. Затримуючи переміщення мас холодного чи теплого повітря, гори створюють різкі розділи в розподілі температури у великому географічному масштабі. Над горами виникають рухи повітряних течій і особливі форми хмар. Над нагрітими схилами гір також посилюється конвекція і як наслідок – хмароутворення.

Океанічні течії створюють особливо різкі відмінності в температурному режимі поверхні моря і тим самим впливають на розподіл температури повітря та на атмосферну циркуляцію. Стійкість океанічних течій призводить до того, що їх вплив на атмосферу має кліматичне значення. Відзначимо, зокрема, вплив Гольфстріму на клімат Півночі Європи, Перуанської та Бенгальської течій – на утворення пустель Атакама та Наміб відповідно, вплив теплої течії Ель-Ніньо на клімат і господарство Південної Америки. Над районами холодних течій збільшується повторюваність туманів (особливо проявляється біля Ньюфаундленда).

Густий трав'яний покрив зменшує добову амплітуду температури

грунту і знижує її середню температуру. Вплив рослинного покриву має здебільшого мікрокліматичне значення. Сніговий покрив зменшує втрату тепла поверхнею і коливання її температури. Навесні на танення снігового покриву витрачається велика кількість атмосферного тепла. Над сніговим покривом виникають часті та потужні інверсії температури (взимку пов'язані з радіаційним охолодженням, а навесні – з таненням снігу). Велике альbedo снігу призводить до посилення розсіяної радіації і тим самим збільшує сумарну радіацію і освітленість.

Людина впливає на клімат через свою господарську діяльність. Спостерігається вплив людини на мікроклімат (смоги, зміни у водному режимі, вирубка лісів), так і на макрокліматичні умови (викиди парникових газів, опустелювання, порушення озонового шару атмосфери тощо).

### 1.3 Мезо- та мікроклімат

**Мікроклімат.** Місцеві особливості клімату, що зумовлюються неоднорідністю підстилаючої поверхні та різко змінюються на невеликій віддалі, називають мікрокліматом. У будь-якому географічному районі з одним і тим самим кліматом можуть зустрічатися різні варіанти мікроклімату, наприклад, лісу й галявини, горбів і долин, озер і боліт тощо.

Поняття «мікроклімат» має два значення: клімат невеликих просторів, наприклад, схилу гори, яру, прибережної смуги водойм, і клімат приземного шару повітря, у якому живуть і працюють люди. Саме в цьому шарі відбуваються взаємодія атмосфери з Земною поверхнею, тому режим метеорологічних елементів тут має свої особливості, які швидко змінюються з місця до місця. Ці зміни не викликають змін у погоді, проте вони обумовлюють виникнення особливостей клімату.

**Мезоклімат.** Поряд з поняттям «мікроклімат» існує поняття «мезоклімат», як проміжна ланка між макрокліматом і мікрокліматом. Мезокліматичні особливості формуються під впливом великих і середніх неоднорідностей територій. До великих неоднорідностей відносять гірські системи, океани, великі ріки тощо. До середніх неоднорідностей відносять річки, озера, горбистий рельєф, строкатість ґрунтово-рослинного покриву тощо.

У характері підстилаючої поверхні існують і мікрівідміни у вигляді невеликих горбів, блюдць, купиння, борозен тощо, які також впливають на режим приземного шару повітря та верхнього шару ґрунту. Метеорологічний режим таких мікрівідмін прийнято називати нанокліматом. Варіації нанокліматів можуть бути досить значними і їх треба враховувати під час

вивчення розвитку лісових культур.

Щоб визначити, де мезо-, мікро- або наноклімат, Є. Н. Романова запропонувала критерії, які враховують тип поверхні, її горизонтальні розміри і вертикальне розчленування (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Критерії для визначення мезо-, мікро- і наноклімату (за Є. Романовою, 1977)

Неоднорідність підстильної поверхні		Масштаб збурення	
Тип	Характеристика	горизонтальний	вертикальний
<b>Мезоклімат</b>			
Гірський рельєф	Система гір		
Горбистий рельєф	Масиви площею більше 100 км <sup>2</sup>		
Річки	Ширина більше 1 км		
Озера, моря, океани	Площа дзеркала 50–100 км <sup>2</sup>		
Ґрунтово-рослинний покрив	Масиви площею більше 100 км <sup>2</sup>	Менше 100 км	1000 м
Велике місто	Район міста		
<b>Мікроклімат</b>			
Гірський рельєф	Окремі ділянки		
Горбистий рельєф	Окремі горби або групи горбів		
Річки	Ширина менше 1 км	Менше 10 км	100–200 км
Озера, океани	Площа дзеркала менше 50 км <sup>2</sup>		
Ґрунтово-рослинний покрив	Масиви площею менше 100 км <sup>2</sup>		
Місто, селище	Окремі будівлі, вулиці		
<b>Наноклімат</b>			
Мікропідвищення і мікропониження (горби, купиння, гребені, борозни, блюдця)	Окремі нерівності з перепадом висот, що вимірюються одиницями й десятками сантиметрів	1–3 м	Менше 0,5 м

Мезо- і мікрокліматичні особливості доповнюють клімат та є його невід’ємною характеристикою. Мезо і мікроклімат багато в чому визначають режим опадів та вітру, інтенсивність танення снігу, характер приморозків, туманів, тривалість розвитку рослин тощо. Для прикладу розглянемо мезоклімат лісу, великого міста та морського узбережжя.

Мезоклімат лісу. В лісі значно ускладнюються умови тепло- і вологообміну. Густий ліс пропускає лише 2–7 % прямої сонячної радіації. Денна температура під кронами дерев значно нижча, як над кронами. Вітер обтікає крони зверху, тому швидкість вітру в лісі мала. Ліс сприяє підняттю повітря, розвитку турбулентності, а остання зумовлює конденсацію водяної

пари і збільшення опадів. У лісі сніговий покрив розподіляється рівномірно і довго затримується навесні, промерзання ґрунту незначне, температура повітря взимку вища, влітку нижча, аніж у полі.

Мезоклімат великого міста. У великих містах формується свій місцевий клімат, а на окремих його вулицях та майданах – мікроклімат. Останній формується під впливом забудови, зелених насаджень, покриття вулиць бруківкою чи асфальтом, розташування промислових підприємств тощо.

Значне забруднення повітря у містах зменшує доступ прямої сонячної радіації на 20 % і водночас зменшує ефективне випромінювання, а, отже, й нічне охолодження. Будівлі та вулиці нагріваються сильніше ніж ґрунт і більше віддають тепла атмосфері. Тому над містами виникає «острів» тепла у вигляді теплого «плато», яке поступово підвищується від периферії до центру міста. На околицях міста температурні градієнти досягають 4 °С на 1 км. У місті посилюється турбулентність, розвивається конвекція, а з нею й купчаста хмарність. Через це тепловий ефект міста проявляється до висоти 200–500 м. Значний вміст ядер конденсації в повітрі спричиняє більше опадів.

При озелененні міст, в районах з несприятливими факторами, рекомендуються прийоми і методи розміщення об'єктів озеленення, які сприяють послабленню їх дії. В містах, розташованих в зоні пустель, де вітри приносять багато піщаного пилу і мають висушуючу дію, в системі озеленення передбачають широкі захисні перепони з насаджень з боку пануючих напрямів вітру. Насадження повинні забезпечити максимальне гальмування вітрового потоку (швидкість 6–7 м/с). Ширина зони, де розміщують смуги насаджень, повинна бути 150–200 м, ширина кожної смуги – 20 м. Між смугами влаштовують газонний трав'яний покрив. Захисні зони можуть включати спортивні та ігрові майданчики, а також школи, міські сади, парки, бульвари тощо.

У всіх випадках при побудові системи озеленення населених пунктів необхідно досягти ефекту поліпшення мікроклімату територій. Об'єкти озеленення слід розміщувати з урахуванням створення оптимального аераційного режиму на міській території (провітрювання або захист від потужних вітрів). У кожному конкретному випадку вивчають вітровий режим місцевості, оцінюють можливість оптимального співвідношення та взаємного розташування відкритих і закритих просторів з погляду регулювання теплового балансу та створення конвекційних потоків повітря в міській забудові. Ці комплексні завдання вирішують кліматологи, архітектори та фахівці садово-паркового господарства і ландшафтного

будівництва.

Забезпечити оптимальний аераційний режим можна шляхом створення розривів в насадженнях у напрямі пануючих вітрів. Це можуть бути поляни, луки, водні простори з'єднані в загальну ландшафтну композицію. Вимогами встановлюється відсоткове співвідношення закритих та відкритих просторів на об'єктах озеленення.

Мікроклімат водойм і прибережних територій. Мікрокліматичні особливості водойм та прибережних територій виникають внаслідок нерівномірного нагрівання водойми та суходолу. Над водоймою повітря нагрівається повільно і рівномірно упродовж дня. На суходолі нагрівання різко міняється з дня до ночі. Такий режим нагрівання зумовлює бризову циркуляцію, а з нею зміну метеорологічних елементів. З настанням морського бризу зменшується конвективна хмарність і кількість опадів, але збільшується відносна вологість на 5–10 %. Проте, на віддалі 20–30 км від берега, над суходолом турбулентність, хмарність та опади не зменшуються. На узбережжі опади бувають вранці, до початку морського бризу, або пізно увечері і навіть серед ночі після його припинення. Амплітуди добових коливань температури малі. Зими м'які, тривалість безморозного періоду збільшується на 10–20 днів.

Для виявлення мікрокліматичних особливостей ділянок Земної поверхні створюється досить густа мережа пунктів спостереження на невеликій відстані. Ця мережа не може діяти довго, для цього досить 3–5 років залежно від особливостей території та характеру погоди. Завданням мережі є виявлення різниці метеорологічного режиму ділянок у відношенні до постійно діючої метеорологічної станції в даній місцевості. У тому випадку, коли мікрокліматичні особливості потрібно виявити на віддалених від метеорологічної станції ділянках, тоді на рівному відкритому місці встановлюється додаткова тимчасова точка спостереження. У цьому випадку матеріали спостереження на окремих мікрокліматичних ділянках порівнюються з умовами відкритого рівного місця.

Для проведення мікрокліматичних спостережень використовують мобільні метеорологічні прилади, у першу чергу аспіраційні психрометри, ручні анемометри, барометри анероїди, альбедометри, балансоміри та портативні метеостанції. Спостереження на різних ділянках проводять одночасно. Можна проводити маршрутні спостереження, в тому числі і за допомогою автомобіля. До мікрокліматичних спостережень відносять, також, виявлені особливості пошкодження рослин на різних ділянках після нічних приморозків та особливості розподілу снігового покриву на даній місцевості.

Спостереження за температурою, вологістю повітря та вітром

проводять на кількох висотах над поверхнею ґрунту. Як правило, температуру і вологість повітря вимірюють на висотах 0,5 і 2,0 м, 0,5 і 1,5 м, або 0,2 і 1,5 м. Температуру ґрунту вимірюють на його поверхні, а вітер на висоті 1 та 2 м. На основі цих спостережень визначають вертикальні градієнти метеорологічних величин у приземному шарі повітря. Тому ці спостереження називаються градієнтними. Вони дозволяють виявити особливості нагрівання та охолодження приземного шару повітря.

Ми знаємо, що добова амплітуда температури поверхні ґрунту більша, ніж у метеорологічній споруді. Тому й у повітрі безпосередньо над ґрунтом вона більша, ніж у споруді. Оскільки повітря нагрівається і охолоджується безпосередньо біля поверхневого шару ґрунту, то на його поверхні та в найнижчому шарі повітря можуть бути приморозки, а в споруді температура залишається позитивною. При ясній погоді вночі, як правило, спостерігаються приземні інверсії температури.

Вдень при ясній погоді максимальна температура безпосередньо над поверхнею ґрунту настає на 1 годину раніше і тут вона вища, ніж у споруді. При перерахунку різниці температури у приземному шарі на кожні 100 м висоти виходять величезні вертикальні градієнти температури, які інколи можуть досягати сотень градусів. Звичайно вони спостерігаються у нижньому шарі повітря товщиною кілька десятків сантиметрів. Ця особливість зміни температури є поштовхом для розвитку конвекції.

Мікрокліматичні спостереження відносно короткочасні. Тому матеріали спостереження детально аналізують окремо при різних типах погоди. Основними типами погоди є:

- ясно, тихо (хмарність 0–2 бали, вітер 0–2 м/с);
- ясно, вітряно (хмарність 0–2 бали, вітер 3 м/с і більше);
- змінна хмарність, тихо (хмарність 3–7-балів, вітер 0–2 м/с);
- змінна хмарність, вітряно (хмарність 3–7 балів, вітер 3 м/с і більше);
- хмарно, вітряно (хмарність 8–10 балів, вітер 3 м/с і більше).

Отже, в результаті мікрокліматичних досліджень ми отримуємо відмінності метеорологічних величин при різних типах погоди.

### ***Роль рельєфу у формуванні мезо- і мікроклімату***

Нерівності Земної поверхні з перепадами висот на десятки й сотні метрів впливають на формування мезо- й мікроклімату так само, як і мегаформи впливають на формування макроклімату. Проте є й відмінності. Наприклад, на формування мезо- й мікроклімату вирішальне значення мають не висота над рівнем моря, а експозиція схилів та форми рельєфу. Найвищі температури спостерігаються на південно-східних схилах. Очевидно це пов'язано з ефективнішим засвоєнням ґрунтами сонячної радіації у другій



половині дня. Різниця у нагрівання ґрунту на південних та північних схилах може досягати 10 °С. На південних схилах плодово-ягідні рослини квітують, а зернові дозрівають на 1–2 тижні раніше порівняно з північними або прилеглими долинами.

Вплив рельєфу чітко проявляється у розподілі мінімальних температур і тривалості безморозного періоду. На вершинах гір та високих схилах тривалість безморозного періоду на 20 днів довша, а в долинах на 15 днів коротша порівняно з рівнинною місцевістю. Місцеві вітри також призводять до різких коливань температури. Вночі з вершин та високих схилів стікає холодне повітря, а на зміну йому підіймається тепле. В результаті між вершиною та долиною виникає різниця температур, яка в окремих випадках може досягати 8–12 °С. На навітряних схилах завжди випадає більше опадів ніж на протилежних. У долинах більше накопичується вологи, сюди здувається сніг. Навесні південні схили звільняються від снігу на 10–15 днів раніше.

Зміни клімату. Клімат весь час змінюється. Для нього характерні коливання як в історичний час, так і в далекому геологічному минулому. Вивчення особливостей залягання гірських порід, викопних решток тварин і рослин, похованих та сучасних ґрунтів, характер яких залежав від клімату минулого, показує, що там, де зараз поверхня Землі вкрита багаторічною кригою, колись шуміли тропічні ліси, а там, де тепер панує спекотний клімат, Земну поверхню вкривали льодовики. Під льодовиковими відкладами арктичних островів знаходять скам'яніле листя та плоди хлібного дерева, яке росте лише в тропічних країнах. На підставі скам'янілих решток рослин, знайдених біля Південного полюсу, встановлено, що в Антарктиді 40–50 млн. років тому, росли папороть та лавр, які тепер зустрічаються лише в субтропіках. В середині XIX століття вчені відкрили сліди минулих зледенінь, які відбувалися мільйони років тому в Північній Америці, в Південній Африці, Австралії та Індії. 30 млн. років тому в Україні росли віялові і перисті пальми, мирти і магнолії.

Отже, в далекому минулому на різних ділянках Земної кулі холодні клімати змінювалися спекотними, сухі – вологими. Вивчення річних кілець старих дерев, коливань рівнів річок та озер, старовинних хронік і безпосередніх метеорологічних спостережень за останні 300–350 років, свідчать, що зміни клімату мали місце і в минулому. Так, на території Східноєвропейської рівнини за останнє тисячоліття були значні коливання клімату. Найсухішим він був у XI столітті, а найбільш вологим у XII столітті. З XIV століття посушливість клімату зростає, а в XV–XVI століттях він знову стає вологим. У XVII–XVIII століттях клімат був досить сухим, хоча і не

досяг рівня посушливості XI століття. В кінці XIX століття розпочалося поступове підвищення температури, яке на початку XX століття охопило всі широти Північної півкулі і досягло свого максимуму в 30-х роках. На початку 40-х років процес потепління змінився похолоданням, який підсилюється в середині 60-х років і продовжується до цього часу.

Отже, зміна клімату – це спрямовано-прогресуюче його поліпшення або погіршення, в ході якого відбувається закономірна зміна метеорологічного режиму упродовж великих відрізків геологічного часу.

### ***Причини зміни клімату***

Основні причини зміни клімату мають космічний та планетарний характер. Всі гіпотези, що пояснюють причини коливання клімату можна звести до трьох груп: астрономічні, фізичні та геолого-географічні. Серед астрономічних причин виділяють циклічні коливання нахилу земної осі до площини екліптики, які мають періодичність 40 000 років. Від величини нахилу осі залежить величина притоку сонячної радіації. 9 тис. років тому, коли нахил Земної осі було на 1° більшим за сучасне, полярне коло лежало на 1° далі на північ і літо в середніх широтах було значно тепліше. Впливає на клімат і ексцентриситет Земної орбіти з періодичністю 90 000 років, і рецесія Земної осі з періодичністю 21 000 років.

Фізичні гіпотези пов'язують коливання клімату з концентрацією в атмосфері CO<sub>2</sub> та аерозолів. Із зменшенням кількості CO<sub>2</sub> пов'язують причини четвертинного зледеніння. Збільшення аерозолів в атмосфері зменшує її прозорість і доступ сонячного тепла. Наприклад, після вибуху вулкана Кракатау 1883 р, який викинув у атмосферу близько 18 км<sup>3</sup> попелу, прозорість атмосфери знизилася з 0,76 до 0,58, а ефективність сонячної радіації зменшилась на 20 %. Зменшилась й тривалість сонячного сяння.

До фізичних причин належать циклічні коливання сонячної активності, тривалістю 7,3; 11,0 і 14,6 років, а також вікові (80–90 років). В період сонячної активності середня річна температура повітря дещо підвищується і підсилюється циркуляція атмосфери, а в період спокійного Сонця – вони зменшуються. Віковим коливання підпорядковується зміна льодового покриву в арктичних широтах, зміна середнього рівня Каспійського моря та ін.

Всі ці причини зумовлюють незначні, а, головне, циклічні зміни клімату. Значно важче встановити його докорінні зміни. Однак і в цьому питанні нагромаджено багато фактів, які підтверджують ряд геолого-географічних гіпотез. Зокрема корінні зміни клімату пов'язують з поступовим охолодженням Землі, з дрейфом материкових плит і полюсів, з корінною зміною співвідношення суходолу й океанів в результаті трансгресії

чи регресії моря. Про клімати геологічного минулого можна розмірковувати на підставі побічних геологічних даних, наприклад, структури осадових порід, залишків тварин та рослин. В умовах спекотного та вологого клімату відбувається інтенсивне хімічне вивітрювання гірських порід і в осадових породах знаходять каолін, залізні, марганцеві та бокситові руди. Для холодного клімату характерне фізичне вивітрювання та нагромадження уламкового матеріалу.

На кліматичні умови впливає і людське суспільство. Вирубубання лісів, будівництво водойм, каналів, осушення боліт змінюють радіаційний баланс, умови зволоження, силу й напрям вітру. Значний вплив на хід метеорологічних процесів мають міста, особливо великі промислові центри. Над ними в атмосфері багато вуглекислого газу й диму, а це спричиняє зменшення прозорості атмосфери і доступ прямої сонячної радіації. Крім того велика кількість аерозолів сприяє утворенню хмар і опадів.

#### **1.4 Класифікація кліматів**

Класифікація кліматів – це поділ кліматів Землі за різними ознаками, умовами виникнення або зв'язками з іншими географічними явищами на кліматичні зони (та області), що мають однотипні кліматичні умови. Кліматична зона – це найбільша одиниця кліматичного районування, що має широтну протяжність та виділена за визначеними об'єктивними кліматологічними показниками. Кліматична область – це частинна кліматичної зони, що характеризується визначеними типом клімату. Тип клімату – це клімат з характерними властивостями, що відповідає визначеній кліматичній зоні. У зв'язку з цим існує таке поняття як кліматична межа. Це досить чітко виражена межа між регіонами з різним кліматом.

Класифікація кліматів проводиться для виділення типів кліматів, за допомогою яких можна об'єктивно встановити подібність чи відмінність кліматичних умов на всій території Земної кулі чи її частині. Це має велике практичне значення, тому що з кліматом пов'язане життя рослин та тварин, характер ґрунтового та рослинного покривів, гідрологічний режим, життя та господарська діяльність людини.

Вчені відразу помітили явний зв'язок розподілу рослинності на Земній кулі з кліматичними умовами. Отже, перші класифікації клімату ґрунтувалися на ботанічних ознаках. Це сталося в кінці XIX століття. Перше районування провів Грізебах в 1872 р. Найтиповішою була класифікація кліматів – класифікація Зупана (1884 р.), він виділив 35 кліматичних провінцій. Хульт в 1892 р. кількість провінцій збільшив до 103. Це так звані

описові класифікації кліматів. Основним завданням цих класифікацій було виділення кліматичних провінцій, тобто більш-менш однорідних за кліматом географічних районів без їх зв'язку з аналогічними в інших місцях. Назву провінціям давали за назвою даної місцевості та особливістю рослинності.

Уже в 1874 р. де Кандоль помітив природну географічну зональність рослинності та спробував виділити п'ять географічних зон. Великий вклад у розвиток теорії класифікації кліматів вніс В. Кеппен (Кйоппен). Він різко критикував описові класифікації та висунув зовсім новий принцип класифікації кліматів і назвав його принципом кліматичних аналогів. Він старався об'єднати суттєво подібні клімати в далеко розташованих місцевостях Земної кулі. Для класифікації кліматів він використав середньорічні та місячні температури повітря та річні атмосферні опади.

В. Кеппен удосконалював свою класифікацію у ряді публікацій з 1900 року до 1936 року. У кінцевому вигляді вона одержала широке розповсюдження у багатьох країнах. Як така, що добре відповідає ландшафтним зонам. В. Кеппен виділив п'ять кліматичних зон, у яких виділив 11 типів кліматів:

- клімат тропічних лісів;
- клімат саван;
- клімат степів;
- клімат пустель;
- клімат помірно теплий з сухою зимою (мусонний);
- клімат помірно теплий з сухим літом (середземноморський);
- клімат помірно теплий з рівномірним зволоженням;
- клімат бореальний з сухою зимою (мусонний);
- клімат бореальний з рівномірним зволоженням;
- клімат тундри;
- клімат вічного морозу.

Бореальний клімат за В. Кеппеном спостерігається лише у північній півкулі. Це помірно холодний клімат середніх широт з чітко вираженими порами року. Характерним тут є утворення стійкого снігового покриву взимку.

Цінність класифікації В. Кеппена у її географічності. Зараз вона не використовується, оскільки в основі лежить штучний критерій посушливості клімату, а саме співвідношення між середньою кількістю опадів і середньою річною температурою. Насправді однозначної залежності посушливості клімату від цього співвідношення немає. Тому сухі пояси В. Кеппена в одних випадках розташовані південніше помірно теплих, а в інших – північніше.

Крім того, у групі сухих поясів об'єднуються такі різні за широтою місцевості, як Хартум (Африка) та Омськ (Західний Сибір).

У різний час були створені класифікації кліматів, які ґрунтувались на ландшафтно-географічних зонах (В. В. Докучаєв, Л. С. Берг), на класифікації річок (О. І. Восейков, А. Пенк, М. І. Львович), на врахуванні ступеня зволоження території (О.О. Камінський, М. М. Іванов, М. І. Будико) та інші.

### ***Класифікація кліматів Л. С. Берга***

Перш за все ідея тісного зв'язку типів клімату з географічними ландшафтами відображена у вченні В. В. Докучаєва про зони природи в 1900р. Використовуючи цю ідею Л. С. Берг в 1925 р. запропонував свою класифікацію. У ній типи клімату діляться на клімати рівнин та гір. У кліматах рівнин Л. С. Берг виділяє кліматичні зони у відповідності з однойменними ландшафтними зонами. Але не всі кліматичні зони повністю співпадають з межами зон рослинності та ґрунтів.

Класифікація кліматів Л. С. Берга проста і зручна. Вона підкреслює, що між кліматом, рельєфом, ґрунтовим та рослинним покривом спостерігається тісний зв'язок і взаємодія. Справді, при просуванні з півночі на південь кількісні зміни метеорологічних величин призводять до якісних змін природи, що виражається у закономірній зміні ландшафтів. Отже, в утворенні цих ландшафтів клімат відіграє провідну роль. Нам лише залишається характеризувати клімат конкретної ландшафтно-зони. Л. С. Берг у кліматі рівнин виділяє 12 кліматичних зон.

1. ***Клімат вічного морозу.*** Цей тип клімату існує у високих широтах на льодяних плато Антарктиди, Гренландії (крім вузької смуги на заході, півдні та сході узбережжя), Землі Франца-Йосипа, північної частини Нової Землі, Північної Землі. Клімат тут суворий, найтепліший місяць має середню температуру нижче 0 °С, на плато Гренландії близько –15 °С, а в Антарктиді –30 °С.

2. ***Клімат тундри.*** Ця зона займає північну частину Північної Америки, Євразії та багато островів Арктики. Південною межею тундри вважають північну межу лісотундри. Ліси наближаються до тундри не суцільними масивами, а у вигляді рідколісся, яке й називається лісотундрою. Ця межа співпадає з ізотермою 10–12 °С найтеплішого місяця року. У тундрі розповсюджена вічна мерзлота великої товщини.

3. ***Клімат тайги.*** У північній півкулі тайга займає величезні площі, а у південній на рівнинах не зустрічається. Південна межа тайги у Північній Америці проходить близько 50° пн. ш. У Євразії тайга займає Скандинавський півострів (крім півдня), далі південна межа проходить вздовж лінії Санкт-Петербург – Нижній Новгород – Єкатеринбург, Західний

Сибір (крім півдня), Східний Сибір (крім середнього Амуру й Уссурійського краю), Камчатка, Сахалін (крім півдня).

Континентальність та суворість клімату тайги у Євразії збільшується на схід. У тайзі Північної Америки середня температура січня місцями нижче  $-28-30$  °С, абсолютний мінімум знижується до  $-64$  °С. Ще суворіші зими у тайзі Східного Сибіру. Тут середня температура січня  $-50,1$  °С, абсолютний мінімум  $-70$  °С.

При дуже низьких температурах спостерігаються дивовижні явища. І. Д. Черський описує шелест, який появляється при температурі  $-48$  °С і нижче. Коли людина зупиняється і прислухається, то шелест зникає. Цей шелест створюється кристаликами льоду, які утворюються при сублімації водяної пари, яку видихає людина разом з повітрям. Це ніби шелест зерна при пересипанні, чи шелест мітли при підмітанні вулиці.

Особливо холодної ночі чути слабкий дивовижний безперервний шелест, який якути називають шепотінням зірок. Це шелест осідання кристалів льоду, які утворюються в повітрі в результаті сублімації водяної пари при дуже низькій температурі.

Літо в тайзі досить тепле. Середня температура липня на північній межі зони  $10-12$  °С, на південній  $18-20$  °С. В Якутську температура липня  $19$  °С, це вище, ніж у Москві, яка розташована на  $6$  ° південніше. Опадів у тайзі випадає у межах  $300-600$  мм зі зменшенням на схід. Умови сприятливі для рослинності. Вічна мерзлота на півдні зони переважно острівного розповсюдження.

**4. Клімат листяних лісів помірної зони.** У Північній Америці ці ліси займають територію південніше  $50^{\circ}$  пн. ш. і східніше  $100^{\circ}$  зх. д. за винятком південно-східної частини, далі Ірландія, Англія, південь Скандинавського півострова, Східна Європа на південь від тайги, південь Західного Сибіру, у Південній Америці у нижній течії річки Парана та за течією річки Уругвай, південний схід Австралії, Нова Зеландія. До цієї зони Л. С. Берг включає й лісостеп. Температура найтеплішого місяця не перевищує  $22$  °С. Річна кількість атмосферних опадів переважно  $500-600$  мм, місцями до  $1000$  мм. У Західній Європі переважають букові ліси, у східній – дубові.

**5. Клімат степів.** Степи поділяють на дві групи. До першої групи належать степи помірних широт з холодною зимою. Це степи Європи, Середнього Поволжжя, Передкавказзя, північного Казахстану, Забайкалля, Монголії, західних штатів Північної Америки. До другої групи відносять степи в тропічних і субтропічних широтах на периферії пустель з теплою зимою. В степах помірних широт середня температура найтеплішого місяця  $22-24$  °С, у тропічних широтах до  $28$  °С. Спостерігається велика

випаровуваність. У помірних широтах випадає 300-500 мм опадів, у тропічних 200–350 мм. Найбільше опадів випадає влітку у вигляді злив, але літо сухе, спекотне. У степах помірних широт встановлюється сніговий покрив висотою 10–30 см.

**6. Середземноморський клімат.** Такий тип клімату спостерігається у басейні Середземного моря, на південному березі Криму, Чорноморському узбережжі Кавказу від Новоросійська до Туапсе, на тихоокеанському узбережжі штату Каліфорнія, узбережжі Чилі на південь від Сант-Яго, південному узбережжі Австралії та Африки.

Температура найхолоднішого місяця у середземноморському кліматі вище 0 °С, найтеплішого 22–28 °С. Річна кількість атмосферних опадів від 300 до 1000 мм і більше залежно від рельєфу. Літо сухе, спекотне, опади випадають переважно зимою. Тут своєрідна рослинність: кипарис, лаврове дерево, магнолії тощо.

**7. Мусонний клімат помірних широт.** Ця зона займає середню течію Амуру, Уссурійський край, південь Сахаліну, північні частини Японії та Кореї, Північно-Східний та Східний Китай. Влітку східні та південно-східні вітри переносять вологе повітря з океану. Зимою північно-західні вітри приносять із Сибіру морозне сухе повітря. Середня температура січня близько -20 °С, сніговий покрив не високий. Середня температура липня 20–25 °С. Атмосферні опади досягають 600–1000 мм. Переважна кількість опадів випадає влітку.

**8. Клімат вологого субтропічного лісу.** Займає узбережжя Мексиканської затоки, південно-східні штати США, Болівію, Парагвай, південно-східну частину Бразилії, плоскогір'я Африки, південно-східне узбережжя Чорного моря, південне узбережжя Каспійського моря, на півночі Індії, Південний Китай, південна половина Японії та Кореї, північно-східне узбережжя Австралії. Середня температура найхолоднішого місяця не нижче 2 °С, найтеплішого 25–30 °С. Літо спекотне, сире. Кількість атмосферних опадів перевищує 1000 мм. Найбільше опадів буває влітку. Тут розповсюджені широколистяні ліси з домішкою вічнозелених, зустрічаються ліани.

**9. Клімат позатропічних пустель.** Це середньоазіатські пустелі та напівпустелі Гобі, пустелі Північної Америки в середній течії р. Колорадо, у Південній Америці, у східній Патагонії. Зима холодна. Середня температура найхолоднішого місяця в Середній Азії на півночі – 10 °С, до 3 °С на півдні, найтеплішого 28–32 °С. Максимальна температура влітку досягає 50 °С. Дуже сухо. Випадає менше 250–300 мм опадів, місцями близько 80 мм. Часто бувають піщані бурі. Характерною рослинністю є полин, солянка, саксаул.

При зрошенні вирощують бавовник, рис, баштанні тощо.

**10. Клімат субтропічних пустель.** Це найсухіші пустелі Земної кулі: Сахара, пустелі Аравії, Наміб, Атакама, Каліфорнійська та в нижній течії р. Колорадо, пустелі Австралії. Тут панує континентальне тропічне повітря. Середня температура найтеплішого місяця (крім берегових пустель) становить 32–38 °С, а в нижній течії р. Колорадо 39 °С. Абсолютний максимум температури повітря тут досягає 58 °С. Середня температура найхолоднішого місяця не опускається нижче 10 °С. Кількість атмосферних опадів менше 250 мм, місцями менше 100 мм, а в окремих місцях 3–5 мм і протягом кількох років немає дощу. Оподи бувають у вигляді злив. Характерні часті піщані бурі. Природна рослинність практично відсутня, або появляється тільки після злив. В оазисах Сахари росте фінікова пальма.

**11. Клімат саван.** Займає великі простори в Африці та Південній Америці, узбережжя Центральної Америки, західну частину о. Мадагаскар, Індостан південніше 22° пн. ш., Цейлон, Індокитай, північну частину Австралії, Гавайські острови. Це тропічний лісостеп Земної кулі. Зимою тут панує сухе континентальне тропічне повітря, яке розповсюджується сюди пасатами. Влітку сюди переноситься вологе екваторіальне повітря у вигляді екваторіального мусону. Середня температура найтеплішого місяця 25–30 °С, найхолоднішого не нижче 18 °С. Річна амплітуда температури повітря досягає 12 °С. Кількість атмосферних опадів близько 1000 мм, а на схилах гір більше 2000 мм. Майже всі вони випадають влітку. Характерна рослинність баобаб. В сухий період дерева скидають листя, але є й вічнозелені породи. Протягом вологого періоду розвивається буйна трав'яниста рослинність.

**12. Клімат вологого тропічного лісу.** Це зона Земної кулі вздовж екватора: екваторіальна Африка, вздовж течії Амазонки, на сході Бразилії, місцями в Центральній Америці, Великі Антильські острови, східна частина о. Мадагаскар, південно-західна Індія, західне узбережжя Індокитаю, півострів Малакка, Великі Зондські острови, Філіппінські острови, Нова Гвінея.

У цьому типі клімату середня річна температура 24–30 °С. Річна амплітуда температури 1–6 °С. Середня температура найхолоднішого місяця вище 18 °С. Нічні мінімальні температури не нижче 16 °С. В річному ході температури два максимуми та два мінімуми. Максимуми у період весняного та осіннього рівнодення, а мінімуми – літнього та зимового сонцестояння. На річний хід температури дуже впливає хмарність та опадів. Кількість атмосферних опадів досягає 3000 мм. Спостерігається два відносно дощові періоди під час рівнодення, але посушливого періоду немає. Оподи мають зливовий характер з грозами і, як правило, спостерігаються в другу половину



дня, коли найбільше розвивається конвекція.

Ростуть тут вічнозелені ліси з ліан, пальм сагової та кокосової, бананів, ананасів, дерев какао, хлібне, кавове та хінне, каучуконосів тощо.

Класифікація кліматів Л. С. Берга справді проста та зручна. Але вона має дуже великий недолік тому що стосується лише суходолу, а значно більші площі водної поверхні залишаються поза увагою.

### ***Класифікація кліматів Б. П. Алісова***

Це генетична класифікація кліматів, яка пояснює умови їх формування. В основу класифікації покладено загальну циркуляцію атмосфери, що виражається в переважанні повітряних мас певного географічного типу. Б. П. Алісов виділяє сім основних кліматичних поясів (зон): екваторіальний, два тропічних, два помірних та два арктичних (по одному у кожній півкулі) (рис. 1.1). У кожному поясі протягом усього року переважає одна повітряна маса, відповідно екваторіальне повітря, тропічне, помірне (або полярне) та арктичне (антарктичне) повітря. Між цими основними поясами Б. П. Алісов виділяє по три перехідні пояси у кожній півкулі. Це пояс екваторіальних мусонів (субекваторіальний), субтропічний та субарктичний (субантарктичний).

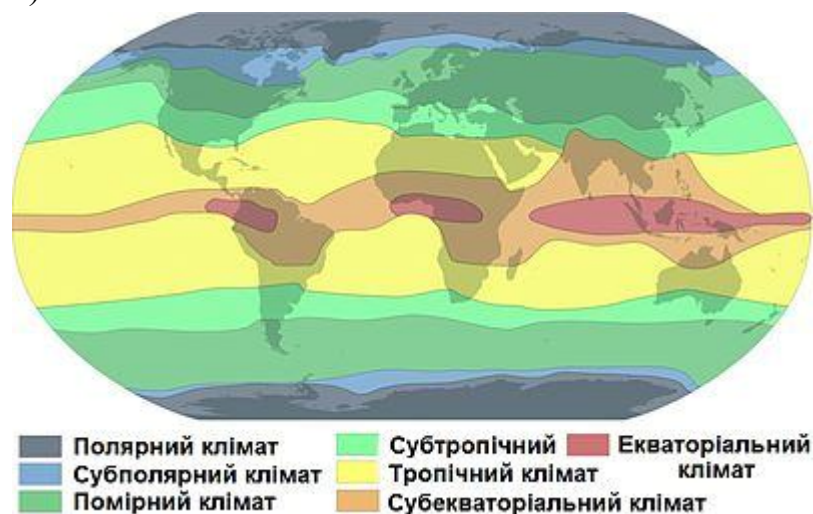


Рисунок 1.1 – Кліматичні пояси Землі за класифікацією Алісова Б. П.

Межі поясів визначаються за середнім багаторічний положенням кліматологічних фронтів Земної кулі. Так, тропічні пояси обмежуються літнім положенням тропічних фронтів та зимовим положенням полярних фронтів. Тому тут увесь рік переважає тропічне повітря. У субекваторіальному поясі влітку панує екваторіальне повітря і це буде вологий сезон року, а взимку – тропічне повітря і відповідно сухий сезон. Субтропічний пояс простягається між зимовим та літнім положенням полярних фронтів, тому тут взимку переважає полярне повітря, а влітку тропічне. Субарктичний пояс простягається між зимовим та літнім

положенням арктичного (антарктичного) фронту і відповідно взимку панує арктичне (антарктичне) повітря, а влітку – полярне. Отже, у перехідних поясах влітку панує повітря південнішого основного поясу, а взимку – північнішого. Відповідно до своїх властивостей повітряні маси і визначають основні властивості клімату поясів, оскільки повітряна маса формується під впливом радіаційного та теплового балансів даної місцевості.

У кожному поясі Б. П. Алісов виділив дві різновидності кліматів, а саме клімат низовин та клімат високих гір. Він сподівався узгодити межі поширення повітряних мас з ландшафтними зонами. У низьких широтах дійсно межі поясів Алісова добре співпадають з ландшафтними зонами, у помірних широтах гірше внаслідок постійної трансформації повітряних мас, а на узбережжі північних морів взагалі не очевидно, що межа тундри є межею поширення арктичного повітря.

У більшості поясів Б. П. Алісов виділяє чотири типи кліматів: материковий (континентальний), океанічний (морський), західних та східних берегів материків. Відмінність між материковим та океанічним кліматами пояснюється впливом відповідної підстилаючої поверхні, а між кліматом західних та східних берегів материків обумовлюється умовами циркуляції атмосфери та океанічними течіями.

Наводимо коротку характеристику кліматичних поясів Б. П. Алісова.

**Екваторіальний пояс.** Протягом усього року панує екваторіальне повітря. Пасати переносять у бік екватора тропічне повітря, яке уже на підході до екватора трансформується в екваторіальне. Трансформація полягає переважно у його зволоженні на всю товщу тропосфери. Значних відмінностей між материковим та океанічним типами клімату немає. Найбільше материковий тип проявляється у внутрішній екваторіальній Африці та Південній Америці. Середні місячні температури повітря змінюються в межах 24–28 °С. Річний максимум не перевищує 35°, мінімум не нижче 20 °С. Добова амплітуда температури 10–15 °С, річна 1–5 °С. Переважає хмарна погода. Дуже розвинена конвекція, тому переважають опади зливого характеру і досягають 2 000–3 000 мм. На схилах гір на острові Ява досягають 7 000 мм, а на схилах г. Камерун більше 9 000 мм. Дуже великий вміст водяної пари у повітрі. Відносна вологість протягом року близько 85 %. Клімат екваторіального поясу Б. П. Алісова відповідає клімату вологого тропічного лісу Л. С. Берга.

**Пояс екваторіальних мусонів (субекваторіальний).** Тут клімат формується під дією сезонних зміщень тропічного фронту, які пов'язані із зміщенням смуги найбільшого нагрівання. Ця смуга влітку розташована північніше екватора, а взимку південніше. Отже, влітку на відповідній

півкулі смуга низького тиску віддаляється від екватору і екваторіальний мусон розповсюджується у вищі широти, досягаючи на материках широти  $18^\circ$ . Лише на території Індостану та Індокитаю літній мусон досягає Гімалаїв, тобто близько  $30^\circ$  пн. ш. Це супроводжується зменшенням добової амплітуди температури, збільшенням хмарності та вологості повітря, випадають значні, в основному зливові дощі. Під час зимового мусону, який є по суті пасатом, на материках різко зменшується хмарність, вологість повітря, кількість атмосферних опадів та збільшується добова амплітуда температури. Клімат поясу екваторіальних мусонів ніби складається із двох різних самостійних кліматичних режимів.

У материковому типі клімату температура найтеплішого місяця досягає  $32^\circ\text{C}$ , а найхолоднішого  $16^\circ\text{C}$ . У річному ході температури виділяється два максимуми (навесні та восени) і два мінімуми (взимку та влітку). Основним є зимовий мінімум. Весна – спекотна і суха пора року. Сонце у цей час досягає зеніту і нещадно палить, річки висихають, земля розтріскується, а дерева скидають листя. Оподи щороку в середньому не перевищують 1 500–2 000 мм, а на північній межі поясу зменшуються місцями до 300–400 мм і випадають в основному влітку в другій половині дня з грозами. На навітряних схилах гір кількість опадів збільшується до 4 000–5 000 мм, а в Чарапунджі 10 902 мм. Клімат екваторіальних мусонів відповідає клімату саван.

Океанічний тип клімату поширюється приблизно до  $12^\circ$  широти в обох півкулях. Тут немає таких різких сезонних контрастів. Температура повітря  $24\text{--}26^\circ\text{C}$ . Літо вологіше і на  $2\text{--}3^\circ\text{C}$  тепліше від зими. Оподи частіше тут спостерігаються вночі.

Клімат західних та східних берегів материків у цьому поясі відрізняється мало, але на західних берегах зима сухіша, ніж на східних, де на гористих берегах випадає досить багато опадів. Тому на західних берегах переважають савани, а на східних – вологі екваторіальні ліси.

**Тропічний пояс.** Тут протягом року панує тропічне повітря, яке формується в субтропічних антициклонах над океанами та в малоградієнтних баричних депресіях термічного походження над материками. У тропічному поясі, як і в екваторіальному, адвекція не має суттєвого значення.

У кліматі материкового типу температура найтеплішого місяця досягає  $30\text{--}32^\circ\text{C}$ , найхолоднішого  $10\text{--}20^\circ\text{C}$ , а абсолютний максимум  $58^\circ\text{C}$ . Середня річна амплітуда температури повітря близько  $20^\circ\text{C}$ . Середня добова амплітуда повітря також близько  $20^\circ\text{C}$ , в окремі дні вона досягає  $40^\circ\text{C}$ , а добова амплітуда температури піщаної поверхні інколи перевищує  $80^\circ\text{C}$ . Опадів тут менше 250 мм, в окремих місцях їх буває кілька десятків міліметра

і вони не випадають роками. Відносна вологість повітря влітку менша 30 %. Інколи сюди проникають глибокі циклони, що викликає піщані бурі потужної сили. При цьому температура повітря підвищується до 45–50 °С, а відносна вологість зменшується до кількох відсотків. Це клімат внутрішньоматерикових пустель. Зимом при особливо потужних вторгненнях холодного повітря можливе зниження температури нижче 0 °С і випадання снігу в Сахарі.

В океанічному тропічному кліматі майже весь радіаційний баланс витрачається на випаровування води. Тому тут малі річні й добові амплітуди температури та велика вологість повітря. За цими характеристиками клімат наближається до екваторіального. Відрізняється від нього малою хмарністю. Температура найтеплішого місяця близько 28 °С, найхолоднішого 20 °С. Вологість повітря близько 80 %. Добре виражені вітри – пасати.

Клімат західних берегів материків. Формується на східній периферії субтропічних антициклонів у зоні пасатів та під впливом холодних океанічних течій. Температура повітря для тропічних широт дуже низька. Середня температура найтеплішого місяця близько 20 °С, найхолоднішого 16 °С. Вологість повітря 80–90 %, опадів менше 100 мм, а місцями взагалі кілька міліметрів. Це своєрідний клімат прибережних вологих пустель: західне узбережжя Сахари, Наміб, Атакама, південь Каліфорнії. Місцеві рослини використовують воду крапельок туманів, які бувають досить часто. Тут виникають сильні бризи, особливо вдень. Тому відносна вологість повітря на узбережжі навіть вдень не опускається нижче 65–70 %.

Тропічний клімат східних берегів материків. Відрізняється від західних мусонною циркуляцією. Температура найтеплішого місяця близько 26 °С, найхолоднішого 18 °С. Пасатна інверсія тут менше виражена і часто розташована вище рівня конденсації. Тому кількість опадів досягає 1 000 мм і випадають вони переважно влітку. Тут ростуть тропічні ліси.

**Субтропічний пояс.** Влітку тут панує тропічне повітря, а взимку повітря помірних широт. Взимку фронт помірних широт (полярний) зміщується на південь, тому в субтропічному поясі часто проходять циклони і відбувається вторгнення холодного повітря з різкими похолоданнями. Майже щорічно випадає сніг, але сніговий покрив не утворюється. Влітку над океанами розширюються субтропічні антициклони, фронт помірних широт зміщується на північ, тому шляхи циклонів пролягають значно північніше. Отже, тут добре виражені сезонні зміни погоди.

Материковий тип. Літо сухе, спекотне, зима відносно волога, нестійка. Середня температура найтеплішого місяця перевищує 30 °С, найхолоднішого переважно 4–8 °С. Річна кількість опадів близько 500 мм, в окремих місцях

менше 300 мм. На навітряних схилах гір опадів у 4–5 разів більше, ніж на рівнинах.

Океанічний тип клімату. Тут рівномірний річний хід температури: влітку 18–20 °С, зимою – близько 12 °С. Кількість опадів досягає 1000 мм і випадають вони переважно взимку. У цей же час часто бувають сильні вітри.

Клімат західних берегів. Характеризується сухим, сонячним та спекотним літом і відносно теплою дощовою погодою. Цей тип клімату називається середземноморським. Влітку переважає безхмарна погода, характерна східній периферії субтропічних антициклонів. Середня температура найтеплішого місяця 26–28 °С, найхолоднішого переважно 10–12 °С. Річна кількість опадів 400–800 мм, а на навітряних схилах гір навіть більше 4 000 мм. Основна частина їх випадає взимку.

Клімат східних берегів материків. Клімат тут мусонний. Спостерігається холодна, для субтропіків, суха зима і спекотне вологе літо. Середня температура найтеплішого місяця 25–30 °С, найхолоднішого – 4–6 °С. Оподи переважно влітку, щороку випадає близько 600–800 мм. Вологість повітря влітку 80–85 %, переважає хмарна погода.

**Помірний пояс.** В помірних широтах визначальне значення у формуванні клімату має циклонічна діяльність. Вона обумовлює міжширотний обмін повітряних мас. У тропічних широтах найважливіше значення у формуванні клімату має трансформація повітряних мас, а в помірних різко збільшується значення адвекції. Результатом цього є різкі зміни, як окремих метеорологічних величин, так і погоди в цілому. У зволоженні помірних широт головне значення мають фронтальні опади і значно менше опади термічної конвекції.

Континентальний тип клімату. Характеризується холодною сніжною зимою та теплим літом. Зимою в середині материків часто формуються антициклони з малохмарною морозною погодою. Середня температура найтеплішого місяця на різних широтах 10–24 °С, найхолоднішого від –2–3 °С до –30–40 °С. Тут річна амплітуда температури повітря досягає 50–60 °С. Річна кількість опадів 300–600 мм. Переважають літні опади. У відповідності зі зволоженням території, ландшафти змінюються від вологої тайги на півночі до напівпустель та навіть пустель на півдні.

Океанічний тип клімату. Формується під впливом інтенсивної циклонічної діяльності, тому погода тут надзвичайно мінлива. Температура найтеплішого місяця 8–12 °С, найхолоднішого 0–6 °С. Кількість атмосферних опадів понад 1 000 мм і вони випадають досить рівномірно протягом року. Велика швидкість вітру над океанами – «ревучі сорокові широти».

Клімат західних берегів материків. Формується під впливом адвекції, тобто перенесення вологого океанічного повітря протягом усього року. Середня температура найтеплішого місяця 15–19 °С, найхолоднішого – трохи вище 0 °С. Річна кількість опадів близько 600 мм на рівнинах та понад 2 000 мм на навітряних схилах. Спостерігається рівномірний розподіл опадів протягом року.

Клімат східних берегів. Добре виражений мусонний характер клімату. Зимою вздовж східної периферії Азіатського антициклону холодне сибірське повітря переноситься на океан, а влітку океанічне на материк. Така ж циркуляція і на сході північної Америки. Холодні течії вздовж східних берегів знижують температуру влітку. Температура найтеплішого місяця 10–16 °С, найхолоднішого – 16–20 °С. Річна кількість опадів 500–700 мм, на схилах гір до 2 000 мм. Близько 70 % опадів випадають влітку. Весною та на початку літа часто спостерігаються тумани.

**Субарктичний (субантарктичний) пояс.** В субарктичному поясі спостерігається материковий та океанічний типи клімату, а в субантарктичному лише океанічний.

Материковий тип клімату. Тут влітку переважають північні вітри, бо циклони проходять південніше, а зимою – південні. Спостерігається холодна тривала зима і відносно тепле коротке літо. Середня температура найтеплішого місяця 10–17 °С, найхолоднішого – 40–50 °С. Річна амплітуда температури у північно-східній Якутії досягає максимального для Земної кулі значення – 65 °С. Річна кількість опадів 200–300 мм.

Океанічний тип клімату. Зимою тут панує морське арктичне повітря, влітку морське повітря помірних широт. Спостерігається інтенсивна циклонічна діяльність протягом усього року, особливо у південній півкулі. Зима відносно тепла, літо прохолодне. Температура найтеплішого місяця 4–8 °С, найхолоднішого – 8–16 °С. Річна амплітуда температури не більше 20 °С. Річна кількість опадів 200–500 мм і випадають вони рівномірно. Зимою часто бувають потужні вітри.

**Арктичний (антарктичний) пояс.** Протягом усього року зберігається крижаний та сніговий покрив. Середні температури зимових місяців відрізняються мало і найхолоднішим місяцем може бути будь-який із них. Добовий хід температури 1–2 °С. Часто спостерігається інверсійний тип розподілу температури через вихолоджування від підстилаючої поверхні та низхідні рухи повітря в антициклонах.

Материковий тип клімату найкраще виражений в Антарктиді та Гренландії. Дуже важливою характеристикою клімату є сильний вітер. Середня швидкість стокових вітрів на окраїнах Антарктиди досягає 15 м/с, а

в окремих випадках 90 м/с. Ширина зони стокових вітрів Антарктиди досягає 600–800 км. Середня температура найтеплішого місяця в центральних районах Антарктиди – 30–35 °С, в Гренландії близько – 15 °С, найхолоднішого в Антарктиді близько – 70 °С, в Гренландії – 55 °С. Річна кількість опадів на островах Арктики 100–200 мм, Антарктиди 60–80 мм. Крім слабких циклонічних опадів тут при низьких температурах випадають окремі кристали льоду при ясній погоді. На поверхні снігу часто бувають відклади інію. Оподи та сублимація водяної пари на поверхні снігу перевищують випаровування.

Океанічний тип клімату спостерігається в Північному Льодовитому океані. Головним джерелом надходження тепла в Арктиці є тепло океанічних вод, яке проникає через товщу криги та через розриви в ній. Доказом цього є те, що в Арктиці морози значно менші, ніж на материку. Середня температура найтеплішого місяця близько 0 °С. Влітку під дією сонячної радіації лід частково тоне. Температура найхолоднішого місяця в центрі Арктики близько – 36 °С. Тут буває щомісяця 15–20 днів з опадами, але через малий вміст вологи в повітрі опадів усього 100–200 мм, на периферії Арктики до 300 мм.

## 1.5 Клімат України

Клімат України помірно континентальний, на Південному березі Криму – субтропічний (середземноморського типу). Зміна сезонів протягом року чітко виражена.

На території країни континентальність клімату зростає з північного заходу на південний схід. На клімат будь-якої території впливають три основні чинники кліматоутворення: 1) кількість сонячної радіації; 2) циркуляція повітряних мас; 3) характер підстилаючої поверхні. Клімат залежить від географічної широти, абсолютної висоти, рельєфу, віддаленості від морів та океанів, наявності поблизу океанічних течій, розміщення материка (розміри і частина материка), характеру підстилаючої поверхні (колір, рослинність, мікроформи рельєфу).

Головним із чинників, що обумовлює особливості розвитку кліматотвірних процесів, є географічна широта. Географічною широтою зумовлене існування в Україні помірного клімату з переважаючими західними вітрами та чітко вираженими змінами кліматичних явищ за сезонами.

Відсутність гірських систем на північному заході України, а також у північному та східному напрямках робить її відкритою для проникнення

повітряних мас з Атлантики, Арктики та центральної частини Євразійського материка.

Особливості помірно континентального типу клімату в Україні зумовлені не тільки віддаленістю її просторів від океану, а значною мірою тим, що розміщена наша країна саме в західній частині найбільшого на Землі материка.

Середні величини альбедо за рік на теренах України змінюються від 24 % на півночі до 17 % на півдні (за зимовий період від 60 % до 25 % відповідно). Значні відмінності взимку, в основному, пов'язані зі стійкістю снігового покриву, а влітку вони згладжуються. На території України, яка розміщена в помірних широтах, середньорічна величина сумарної сонячної радіації становить від 95 ккал/см<sup>2</sup> (4 200 МДж/м<sup>2</sup>) на півночі до 125 ккал/см<sup>2</sup> (5 200 МДж/м<sup>2</sup>) на Південному узбережжі Криму за рік.

Різницю між поглинутою сонячною радіацією та величиною теплового випромінювання підстилаючої поверхні називають радіаційним балансом. Він може бути плюсовим (вдень, влітку) та від'ємним (вночі, взимку). Визначається він у тих самих одиницях, що й сонячна радіація – МДж/м<sup>2</sup>. На півночі середня величина його становить близько 1 700 МДж/м<sup>2</sup>, у центральній частині держави – 1 850 МДж/м<sup>2</sup>, а на півдні – до 2 650 МДж/м<sup>2</sup>.

### ***Типи повітряних мас та їх вплив на клімат України***

На клімат України спливають арктичні, помірні та тропічні повітряні маси.

Арктичне повітря формується над Арктикою. Воно холодне, сухе, чисте. Не зустрічаючи перешкод, воно проникає далеко на південь Східноєвропейської рівнини. Взимку арктичні маси приносять морозну суху та малохмарну погоду, навесні та восени – заморозки.

Помірні повітряні маси формуються в середніх широтах та дуже відрізняються своїми властивостями від арктичних. На терени України вони приходять здебільшого з Атлантики у вигляді західних вітрів. Морське помірне повітря з Атлантичного океану, просуваючись на схід, поступово віддає свою вологу. Влітку воно зменшує спеку, особливо на заході України, підвищує вологість повітря та приносить опади, а взимку пом'якшує морози, викликає снігопади і відлиги.

Континентальне помірне повітря надходить в Україну переважно з внутрішніх районів Євразії та надає клімату сухості. Взимку встановлюється ясна та морозна погода, а влітку – суха, ясна і спекотна.

На клімат нашої країни впливають тропічні повітряні маси, морські – з боку Середземного моря, континентальні – з внутрішніх районів



Євразійського континенту. Вони завжди теплі, мають високу температуру. Сформувавшись над субтропічними районами Атлантики та прийшовши на терени України, морське тропічне повітря переважно зумовлює влітку теплу похмуру погоду із затяжними дощами, а взимку – різке потепління.

Континентальне тропічне повітря з внутрішніх районів Азії бідне на вологу, але містить багато пилу. Воно спричиняє спекотну та суху погоду, а інколи посухи та суховії.

Антициклони і циклони переміщуються на територію здебільшого з заходу на схід. Це зумовлено західним перенесенням повітря у помірних широтах, в яких розміщена територія України. Тривалість «життя» циклону від 1–2 до 5–7 діб, антициклону – до кількох тижнів. Тому для України пересічна річна кількість днів з циклонами (130) менша, ніж з антициклонами (235), хоч за рік над територією нашої країни проходить понад 45 циклонів та 35 антициклонів. Найчастіше циклони спостерігаються з листопада до березня, рідше – наприкінці весни.

Формуються циклони та антициклони переважно в одних і тих же районах Земної кулі. Циклони, що надходять на територію України, зароджуються протягом року північніше Ісландії (Ісландський мінімум). Антициклони пов'язані в більшості випадків з діяльністю Азорського максимуму. Влітку антициклони інколи заходять у межі України з Арктичного, а взимку з Азійського максимумів. Вони, на відміну від перших центрів дії атмосфери, мають сезонний характер.

### ***Основні кліматичні показники. Розподіл температур повітря та опадів по території України***

Характеризуючи погоду, говорять про температуру повітря, опади, вологість а також деякі атмосферні процеси, їх називають метеорологічними елементами.

Температура повітря змінюється відповідно до сонячної радіації, а отже знижується з півдня на північ. Середньорічна температура повітря в Україні коливається від +11 °С... +13 °С на півдні до +5 °С... +7 °С на півночі.

Пересічна середня температура найхолоднішого місяця (січня) змінюється від -7 °С... -8 °С на північному сході країни до +2 °С... +4 °С на Південному узбережжі Криму. В окремі роки спостерігаються зниження середньомісячних температур до -15 °С.

У найтеплішому місяці (липні) середньомісячна температура змінюється від +17 °С... +19 °С на півночі та північному заході країни до +22 °С... +23 °С у південних районах, +25 °С – на Південному узбережжі Криму.

Січневі ізотерми мають, в основному, напрямок з північною заходу на південний схід, а липневі – з південного заходу на північний схід. Отже, йдуть вони майже перпендикулярно одні до одних, а тому різниця температур найхолоднішого та найтеплішого місяця (амплітуда температур) змінюється з заходу на схід. Ця особливість клімату пов'язана зі зменшенням впливу на нього Атлантичного океану. Водночас посилюється вплив материка, тобто континентальність клімату.

Зростання континентальності клімату з заходу на схід підтверджується і тим, що абсолютні мінімальні температури (нижче  $-40^{\circ}\text{C}$ ) спостерігаються на сході, а абсолютні максимуми ( $+41^{\circ}\text{C}$ ...  $+42^{\circ}\text{C}$ ) – на південному сході України.

На рівнинній території України річна кількість опадів також змінюється в напрямку з заходу на схід (від 700 мм на заході Полісся та Лісостепу до 300–350 мм у південних районах). Найбільше опадів випадає на гірських хребтах Карпат (в окремих місцях – понад 1 500 мм), а у Кримських горах – понад 1 000 мм за рік.

Кількість опадів розподіляється нерівномірно за сезонами. У теплу пору їх випадає у 2–3 рази більше, ніж у холодну. Винятком є Південний берег Криму, де опади переважають в холодну пору року. Це пов'язано з тим, що влітку тут панують повітряні маси з високим тиском та низхідним рухом повітря.

Максимальна кількість опадів на більшості території України припадає на червень – липень, причому в червні вона різко зростає порівняно з травнем. Влітку спостерігаються часті грози та зливи, що становлять 200 мм опадів на рівнині й до 300 мм у Карпатах.

Різною на території України є середня кількість днів з опадами. На півдні Причорноморської низовини вона коливається від 5 до 9, а у північній та західній частині країни – від 10 до 16 днів на місяць. Найбільше їх взимку, а найменше – в серпні-вересні.

Перший сніг випадає наприкінці жовтня – в листопаді. Сталий сніговий покрив утворюється на півночі у кінці листопада і лежить до першої декади квітня. На півдні України сніг вкриває землю у середині грудня, а тоне на початку березня. На території країни зими, коли б сніг лежав постійно протягом 3–4 місяців, бувають дуже рідко, а у південних районах половина зими не має стійкого снігового покриву.

Висота снігового покриву на Поліській низовині змінюється від 30 до 20 см, а в Причорномор'ї – до 10 см. Сильні вітри на півдні часто здувають сніг з відкритих місць у долини річок, балки, що не дає можливості створити достатній запас вологи на полях.

Абсолютна річна кількість опадів на території країни ще не свідчить про достаток вологи. Адже значна частка вологи випаровується, а величина випаровування залежить від температури.

Чим вища температура повітря, тим більше вологи воно може в собі містити, а отже – більше вологи може випаровувати. Величина випаровуваності може бути меншою або більшою, ніж кількість опадів. Співставивши ці дві величини, можна визначити зволоженість території. Характеризують її коефіцієнтом зволоження, що визначається відношенням кількості опадів до величини випаровуваності за певний період. Тобто,  $K = O/V$ , де  $O$  – річна кількість опадів,  $V$  – величина випаровуваності,  $K$  – коефіцієнт зволоження. Якщо  $K=1$ , то зволоження достатнє,  $K>1$  – надмірне,  $K<1$  – недостатнє,  $K<0,3$  – бідне.

На північному заході України випаровуваність дещо менша, ніж кількість опадів, тому ця територія має достатнє, зволоження, а в Карпатах та Криму воно навіть надмірне. У південних та південно-східних районах країни величина випаровуваності значно більша від кількості опадів, а, отже, зволоження недостатнє.

Таким чином, у напрямку з заходу на схід в Україні зростає континентальність клімату, яка проявляється не тільки у зростанні амплітуди температур, але й у зменшенні кількості опадів та коефіцієнту зволоження.

### *Загальні риси клімату України*

Територія України лежить у помірно континентальній області помірного кліматичного поясу. Значні зміни висоти Сонця над горизонтом, тривалості дня, циркуляції атмосфери, а також характеру підстилаючої поверхні у різні пори року в помірному поясі визначають закономірне чергування сезонних типів погоди.

Зима в Україні характеризується морозною погодою з випаданням снігу та встановленням снігового покриву. Триває вона 3–4 місяці, починається у кінці листопада – на початку грудня, коли утворюється сталий сніговий покрив. Сніг впродовж зими декілька разів сходить та випадає знову. Приходить зима в Україну з північного сходу і найпізніше досягає Кримського півострова. Для неї характерна значна мінливість погодних процесів: сильні похолодання часто змінюються різкими потепліннями з відлигами; періоди хмарної та теплої погоди з опадами у вигляді мокрого снігу та дощу змінюються безхмарною погодою. Відлиги (8–10 днів протягом зими) охоплюють більшу частину території, іноді і всю країну, що спричиняється перенесенням теплих повітряних мас з Атлантики.

Весна на теренах України раніше настає на південному заході та

швидко просувається на північний схід. Бувають заморозки, викликані вторгненням холодного арктичного повітря з півночі. Якщо середньодобова температура переходить через +15 °С настає літо.

Літо тепле, на півдні – спекотне. Максимальні температури повітря спостерігаються в серпні. Цей місяць характеризується часто безхмарною посушливою погодою. На всій території України влітку проходять грози та зливові дощі. На літо припадає близько 40 % річної норми опадів. Тільки в південних районах літо посушливе.

Осінь у нас порівняно тепла і тривала, з ясними сонячними днями та прохолодними ночами, нерідко з заморозками. Негода з затяжними дощами, низькими температурами повітря настає в кінці осені (жовтень-листопад). Найбільше вона відображена на заході та півночі країни.

У помірно континентальній області клімату України виділяють на рівнині атлантико-континентальну та континентальну підобласті, а у Карпатах – карпатську і закарпатську.

На Південному березі Криму погода взимку визначається впливом помірних повітряних мас, а влітку – тропічних. Тому опади тут характерні в основному взимку, бувають і у вигляді снігу, але сніговий покрив не утворюється. Літо сонячне, сухе і спекотне.

Клімат України сприятливий для життя і діяльності людини. Кліматичні умови враховують, коли вибирають місця для будівництва житла, господарських об'єктів, транспортних шляхів. Від них залежить робота водного транспорту.

### ***Несприятливі погодні явища в Україні***

Клімат України сприятливий для розвитку сільського та лісового господарств. Всюди є можливість вирощувати культури помірного поясу: на півночі, де менше тепла, – вологолюбні та невибагливі рослини; на півдні та Закарпатті – теплолюбні та посухостійкі; у середній, лісостеповій частині – зернові, цукрові буряки тощо.

Однак, для клімату України характерні і деякі несприятливі погодні явища. У літній період на території України часто спостерігаються грози, 25–30 днів (у Карпатах – до 40), які супроводжуються зливами, інколи градом. Град випадає на рівнинах 2–3 рази, а в Карпатах – до 4–6 разів на рік.

15–30 днів на рік з туманами (в горах до 130 днів). Значної шкоди сільському та лісовому господарствам завдають заморозки, восени (з другої половини вересня) і навесні (квітень-травень).

Взимку для всієї території України характерні ожеледі, тривалість яких коливається від кількох годин до 10 днів і більше. Ожеледь – шар льоду, що

утворюється на гілках дерев, телефонних та електропроводах, а також на поверхні Землі при температурі від 0° до –3°С внаслідок замерзання крапель дощу, мряки чи туману. Ожеледь, яка покриває дорогу називають ожеледицею. Хуртовини найчастіше бувають у січні – лютому.

У літній період (інколи навесні та восени) виникають посухи, котрі повторюються, як правило, через 2–3 роки та завдають чималих збитків сільському господарству, особливо на півдні та південному сході країни. У весняно-літній період спостерігаються пилові бурі, тривалість яких коливається від кількох хвилин до кількох діб. Їх спричиняють суховії, що дмуть із пустельних та напівпустельних просторів Середньої Азії.

Важливу роль у прогнозуванні несприятливих явищ має гідрометеорологічна служба України. Вона охоплює близько 130 гідрометеорологічних станцій у різних куточках країни, де за єдиною програмою 8 разів на добу (через кожні 3 години) фіксуються дані приладів. Метеорологічні та гідрологічні спостереження здійснюють також 14 морських станцій, спеціалізовані обсерваторії та інші станції. Зібрана інформація надходить у Гідрометцентр України, який обробляє інформацію і повідомляє прогнози населенню та підприємствам і організаціям.

### *Агрокліматичні ресурси України*

Агрокліматичні ресурси оцінюються переважно за сумою активних температур та зволоженістю території. Середньодобові температури, що перевищують 10 °С, називають активними. Їхню величину за рік підсумовують. Найбільша сума активних температур спостерігається на Південному березі Криму (3 600 °С). На рівнинах вона зменшується до 2 400 °С на півночі і до 1 600 °С – у верхів'ях Карпат. Отже, рівнинні території України є достатньо теплими для вирощування більшості культур помірного поясу.

Щодо зволоження території, то воно надмірне у Карпатах та Західному Поліссі, де плоскорівнинний рельєф зумовлює потребу в осушенні земель. Територія решти Полісся та більшості Лісостепу достатньо зволожена. Східна частина Лісостепу та Степу мають недостатнє зволоження та потребують зрошення.

Найбільша величина сонячної радіації та кількість сонячних днів в Україні характерна для Кримського півострова. Тому тут ресурси сонячної енергії можуть використовуватись для виробництва електроенергії. У Криму та Карпатах спостерігається найбільше вітрів, що часто характеризуються великою швидкістю (40 м/с), використання енергії вітру у гірських та деяких рівнинних районах (будівництво вітряних двигунів, електростанцій) має значну користь для господарства.

## 2 ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВОЇ КЛІМАТОЛОГІЇ

### 2.1 Клімат і географія лісів

*Лісова кліматологія* – розділ прикладної кліматології, що вивчає вплив кліматичних умов на ріст, розвиток і продуктивність лісових насаджень, а також вплив лісових насаджень на клімат.

*Ліс* – це сукупність землі, рослинності, в якій домінують дерева та чагарники, тварини, мікроорганізми та інші природні компоненти, що в своєму розвитку біологічно взаємопов'язані, впливають один на одного і на навколишнє середовище.

Клімат як багаторічний режим погоди, характерний для тієї чи іншої місцевості на земній поверхні, є однією із її географічних характеристик. Ліс як елемент географічного ландшафту, у першу чергу, залежить від клімату, бо саме клімат зумовлює можливість самого існування та розповсюдження лісів на Земній кулі, визначає породний склад деревостанів (часто разом з ґрунтовими умовами), продуктивність лісових насаджень.

Будучи інтегральним поняттям, клімат впливає на ліс комплексно через різні взаємозв'язки його елементів: тепла, вологи, повітря.

У лісі не можна розглядати або тільки навколишнє середовище, або тільки живі організми, у першу чергу, деревну рослинність. Лісове угруповання є завжди продуктом цих двох начал.

Лісове середовище за своїми ознаками поділяється на фізичне середовище, яке охоплює повітряний простір від верхівок дерев до поверхні ґрунту, і простір, у якому розміщені підземні частини лісових рослин (дерев). У сумі ці два простори складають лісове місце оселення. При цьому вважається, що на фізичне середовище в атмосфері і ґрунті впливають фактори біоти, тобто рослинний і тваринний світ, що зростає і мешкає на даній ділянці лісу.

У лісівництві відомі фактори, які впливають на ріст дерев у лісі. Їх досить легко виміряти, але досить непросто визначити дію факторів у комплексі, як вони діють на місцеоселення у цілому.

Найбільш вдало поділяв екологічні фактори акад. П. С. Погребняк. Він об'єднав їх у три великі групи: абіотичні, біотичні та антропогенні.

Абіотичні фактори, тобто фактори неживої природи, у свою чергу, поділяються на три категорії: кліматичні, едафічні та геологічні.

Кліматичні фактори, або фактори надземного середовища, – це атмосферні фактори, які включають у себе сонячну радіацію, світло, тепло, опади, вологість повітря, випаровування вологи, вуглекислий газ повітря, атмосферне електричне поле та ін.

### *Природні пояси і зони*

Природні пояси є найбільш масштабними природно-географічними одиницями поділу Земної поверхні, які започатковані і науково обґрунтовані німецьким вченим О. Гумбольдтом ще у першій половині XIX століття. Поділ Земної поверхні на зони запропонував 1848 р. В. В. Докучаєв, встановивши зональність ґрунтового покриву та її співпадання з зональністю клімату, рослинності та тваринного світу.

Географічні пояси виділяються залежно від величини радіаційного балансу, специфіки режиму тепла і вологи, особливостей багатьох природних процесів. На суші виділяють екваторіальний пояс, по два (у Північній та Південній півкулі) субекваторіальні, тропічні, субтропічні, помірні пояси, а також субарктичний та арктичний у Північній півкулі та субантарктичний і антарктичний – у Південній півкулі.

Якщо в екваторіальному поясі існує однорідність кліматичних умов зі значною кількістю тепла, вологи, а у полярних поясах – з дефіцитом тепла, то в інших поясах такої однорідності немає. Різноманітність кліматичних умов у тропічних, субтропічних та помірних поясах викликає зональну диференціацію ландшафтів.

Географічні зони об'єднують території, для яких характерні свої термічні умови та умови зволоження, своєрідна ритмічність їх прояву. Назва більшості зон визначається переважаючим типом рослинності, наприклад, лісова зона, лісостепова зона, степова. Саме характер рослинного покриву найбільшою мірою підкреслює особливість природи тієї чи іншої зони.

Як свідчать дані палеогеографії, найбільш стабільними є зони екваторіального та субекваторіального поясів, де близько 67 млн. років не відбувалося ніяких катаклізмів. Це зумовлює багатство флори і фауни у цих зонах. Стосовно помірного поясу, то тут усього кілька десятків тисяч років тому було останнє обледеніння, відбулися інші катаклізми, що пов'язані з трансгресією морів, тому значно бідніша рослинність цих зон обумовлена не тільки меншою кількістю тепла, а й переліченими процесами, які затримали розвиток географічних зон.

Лісова зона зумовлюється кліматом лише у деяких географічних поясах: екваторіальному та субекваторіальному. У тропічних поясах лісові зони приурочені до більш зволених територій. У субтропічних поясах розповсюджена порівняно незначна площа зони лісів середземноморського типу (західна периферія материків) та лісів мусонного типу (східна периферія материків). Найбільшу площу лісова зона займає у помірному поясі Північної півкулі (Євразія та Північна Америка). У ній виділяють підзони тайги, мішаних та широколистяних лісів, які послідовно змінюють

одна одну в Європі з півночі на південь та з північного сходу на південний захід – в Америці. У центральній, більш посушливій частині Євразії підзони мішаних і широколистяних порід випадають, а їх місце займають хвойно-дрібнолистяні ліси. На півдні лісова зона переходить у лісостеп. У Південній півкулі лісова зона у субтропічних та помірних поясах мало розповсюджена внаслідок обмеженості площі суші.

На широтну зональність у багатьох місцях накладаються інші фактори, які зумовлюють характер рослинності. Це пов'язано з наявністю гірських систем, у яких формується своя зональність, що пов'язана з різною висотою місцевості над рівнем моря, тобто виражена вертикальна поясність.

До цього часу не втратили значення класичні дослідження О. Гумбольдта (XIX століття) щодо зміни рослинності залежно від висоти над рівнем моря, хоча його дані стосуються приекваторіальної частини Південної Америки. Саме на прикладі цієї території можна прослідкувати зміну рослинності, починаючи від тропічних форм і закінчуючи альпійською рослинністю і вічними снігами.

Наведена картина висотної поясності рослинності буде іншою в інших широтах внаслідок меншої висоти стояння Сонця. Але результати досліджень для екваторіальної території дають найбільш широке уявлення про зміну ландшафтів за вертикаллю. Віддаляючись від екватора, будемо мати менш різноманітну рослинність, що притаманно вертикальним поясам. Вертикальна поясність лісів має велике значення для лісового господарства у гірських лісах.

Залежно від відстані до океану у глибину материків у межах поясів виділяють сектори, у яких гідротермічний режим відрізняється від типового для тієї чи іншої зони і впливає на характер рослинності. У посушливих районах уздовж рік на великі відстані протягуються ліси, які іноді заходять у межі лісової зони.

Не дивлячись на досить складну картину розподілу лісової рослинності на Земній поверхні, в її розподілі основною географічною закономірністю вважається саме поясність і зональність.

Вищі рослини, особливо дерева, у процесі асиміляції витрачають велику кількість води. Транспіраційний коефіцієнт (кількість одиниць маси води, що витрачається на утворення одиниці сухої речовини) іноді досягає 1 000 і більше.

Транспірація рослин збільшується з підвищенням температури повітря і збільшенням дефіциту вологи. Тому успішний ріст рослин залежить від співвідношення кількості опадів і тепла у конкретному регіоні. Цим співвідношенням, головним чином, і визначається можливість існування



лісу.

Спроби математично виразити ступінь сприятливості клімату для росту лісу робилися неодноразово, хоч така залежність носить надто наближену картину порівняно з дійсністю.

Так, Г. Майр (1909) прийшов до висновку, що для існування лісу необхідно, щоб протягом чотирьох місяців вегетаційного періоду середня температура повітря була не нижче  $+10^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість повітря – не менше 50, середня кількість атмосферних опадів – не менше 50 мм.

Одним із перших для характеристики ботаніко-географічних зон застосував відношення кількості опадів за рік до величини випаровуваності (випарування з відкритої водної поверхні) Г. М. Висоцький (1930). Цей коефіцієнт він назвав омброевапорометричним корелятивом. Якщо величина корелятива дорівнює 1,0 це відповідає умовам лісостепу, якщо 0,5 – напівпустелі, а більше одиниці – вказує на надмірну вологість клімату, який притаманний лісовій зоні помірного поясу.

Оскільки Г. М. Висоцький для визначення випаровуваності користувався випаровувачем Вільда, то отримані дані були далекими від дійсних, тому і висновки слід вважати наближеними. З введенням у дію Валдайського випаровувача з площею дзеркала води у 20 м отримані більш наближені до реальних дані про випаровуваність (О. Р. Константинов, 1968).

Проф. Д. Д. Лавриненко (1965) вдосконалив характеристику кліматів Д. В. Воробйова і на цій основі опрацював лісокліматичне районування Східно-Європейської рівнини. Він ввів в ужиток поняття «кліматоп» як територію з певними показниками суми плюсових місячних температур (Т) і алгебричною різницею середніх температур липня і січня (А). Перший показник автор назвав «термотоп», а другий – «контрастотоп». За цими показниками на території Східно-Європейської рівнини виділено 32 кліматопи та дана їх характеристика.

Наближено Д. Д. Лавриненко характеризував вологість клімату певної території за середньою за три літні місяці відносною вологістю повітря.

### ***Коротка характеристика лісів світу***

Площа лісових земель світу становить понад 4 млрд. га, із яких зімкнутих лісів – близько 3 млрд. га, а продуктивні ліси займають 1,9 млрд. га. Розподіл лісів на Земній поверхні вкрай нерівномірний. Більше половини зімкнутих лісів розташовано у помірному поясі Євразії та Північної Америки. Лісистість цієї частини світу становить понад 34 %, тоді як лісистість Африки, Азії і Австралії – усього біля 17 %, тобто удвічі менша. Різко відрізняється лісистість окремих континентів. Так, найвища лісистість у Латинській Америці (34 %), у Європі та Північній Америці вона становить

31 %, а найменша в Африці – 7,5 %.

На Всесвітньому лісовому конгресі (1966 р.) встановлено 6 типів лісової рослинності: хвойні ліси холодної зони; мішані ліси помірного поясу; вологі ліси теплого помірного клімату; екваторіальні дощові ліси; тропічні вологі листяні ліси; ліси сухих областей.

Хвойні ліси холодної зони розповсюджені переважно у Північній півкулі, їх прийнято називати тайгою. Тайга являє собою широкий пояс, що охоплює північну територію Євразії, Скандинавський півострів, Канаду та північні райони США. На території Євразії хвойні ліси формуються з ялини європейської (у західній частині материка), ялини сибірської (на сході материка), сосни звичайної, модрина сибірської та даурської, а також з кедрової сосни сибірської, корейської та ялиці сибірської. На північно-американському континенті хвойні ліси представлені, в основному, ялиною білою та чорною, сосною жовтою та Веймутової, ялицею бальзамічною.

Хвойні ліси поділяють на два класи формації: темнохвойні ліси (із ялини, ялиці, кедрової сосни) і світлохвойні ліси (із сосни та модрина). Часто формуються мішані ліси із світлохвойних та темнохвойних порід.

Хвойні ліси зростають і екстразонально, у більш південних широтах, але це пов'язано з гірськими територіями. Так, в умовах Кавказу темнохвойні ліси починаються з висоти приблизно 1 200, а в Карпатах – з 800 м над рівнем моря і розповсюджуються до альпійських луків.

П. С. Погребняк (1968 р.) пояснює панівне становище вічнозелених деревних порід у лісах холодної зони та на високогір'ях тим, що в умовах короткого вегетаційного періоду ці породи мають суттєву перевагу: вегетація розпочинається у них відразу ж із першим весняним потеплінням внаслідок наявності хвої минулих років, тобто ці породи не витрачають час на утворення листя та пагонів. Крім того, хвойні породи здатні до продуктивного фотосинтезу вже при температурах від 2 °С до 7 °С. Голковидна хвоя сосни, ялини, ялиці з щільними тканинами, які її покривають, надійно захищає хвою від зимового висихання.

Для хвойних лісів холодної зони характерним є прекрасне формування стовбурів дерев: високих, прямих, повнодеревних. Саме хвойні ліси холодної зони і їх аналоги у гірській місцевості дають найбільш цінну деревину найвищої якості.

У зоні тайги панівне становище модрина і кедрової сосни пов'язане з їх здатністю виживати у край холодних кліматичних умовах, а сосни завдяки її здатності рости на піщаних, кам'янистих субстратах, у сухих умовах.

Підзона південної тайги відрізняється більшим різноманіттям деревних порід. На Євразійському континенті тут з'являються широколистяні

породи: дуб звичайний, липа серцелиста, клен гостролистий.

У хвойних лісах Західної півкулі зростає значно більша кількість деревних порід. Так, на піщаних та кам'янистих ґрунтах ліси формуються із сосни Веймутової, смолистої та Банкса (східна частина Канади і США). Особливо високою продуктивністю виділяються темнохвойні ліси Далекого Заходу, де переважають ялина ситхінська і псевдотсуга Дугласа (дугласія), насадження якої досягають висоти 90 м. У південних частинах Кордільєр зростає секвойя гігантська, яка при висоті у 125 м і діаметрі 7 м дає деревини до 8 тис. м<sup>3</sup> на 1 га.

Більше видове різноманіття лісів Північної Америки пов'язане з меншою спустошливою дією льодовиків у льодовиковий порід, порівняно з Євразією. Тому у канадській тайзі набагато більше видів, причому у перший ярус може входити до десятка порід, кожна із яких може бути головною. Друга особливість лісів холодної зони Західної півкулі – багатство морозостійких порід. Наприклад, бук великоплідний, дуб великоплідний.

Ці якості породи виробили завдяки періодичному потеплінню та поверненню назад холодного клімату. Аналогічна картина спостерігалася на Далекому Сході з такими породами, як бархат амурський, аралія. Перелічені породи можуть бути інтродуковані у подібні регіони з жорсткими кліматичними умовами.

Мішані ліси помірного поясу у вищих широтах сформовані хвойними і дрібнолистяними породами: березою, осикою, а південніше разом із хвойними породами зростають і широколистяні породи. Останні становлять перехідну смугу від тайги до широколистяних лісів. Хвойно-широколистяні ліси розповсюджені як на рівнинах, так і на нижніх поясах гір із помірним вологим кліматом. У складі мішаних хвойно-широколистяних лісів зростають ялина, сосна, дуб, липа, клен, в'яз. Більш різноманітні за породним складом у Євразії такі ліси на Далекому Сході, де разом з сосною кедровою корейською зростають ялина аянська, ялиця білокора, дуб монгольський, ясен маньчжурський, липа амурська та ін.

На Північно-Американському континенті хвойно-широколистяні ліси зростають в області Великих озер. До їх складу входять ялиця бальзамічна, клен цукровий, бук крупнолистяний тощо.

Листяні породи мішаних лісів, як правило, дають деревину низької. Але оскільки мішані ліси знаходяться у більш-менш густонаселених районах, їх господарське значення значне.

Мішані хвойно-листяні ліси переходять у листяні, іноді чергуються з ними, оскільки дрібнолистяні ліси із берези, осики, вільхи сірої з'являються у результаті господарської діяльності людини або лісових пожеж. У помірному

поясі Північної півкулі листяні ліси зростають в умовах помірно-прохолодного клімату з опадами, що випадають протягом року, та вегетаційним періодом тривалістю 4–6 місяців.

Дрібнолистяні ліси широко розповсюджені у лісовій зоні Східноєвропейської та Західно-Сибірської рівнин. Первинними вважаються березняки із берези пухнастої, що зростають на заболочених ґрунтах, а також березняки, що зростають у холодному морському кліматі на узбережжях Тихого й Атлантичного океанів, та субальпійській зоні у гірських лісах.

Широколистяні ліси із дуба, бука, граба, липи, кленів розповсюджені у Європі, Азії (Далекий схід, північний Китай), у східній частині Північної Америки. Вони утворюють власну підзону, яка розмежовує хвойні (бореальні) ліси на півночі і степами та субтропічними (середземноморськими) лісами – на півдні. Ці ліси зростають в районах зі зволеним кліматом, більш-менш рівномірним розподілом опадів протягом року. Під широколистяними лісами формуються сірі, темно-сірі і бурі лісові ґрунти та вилуговані чорноземи.

У Європі переважають букові та дубові ліси з ясенем, в'язом, кленом, підліском з ліщини, бруслини європейської та бородавчастої.

Букові ліси розповсюджені у країнах західної Європи, на півдні Скандинавського півострова, на сході Балканського півострова, у північній частині Туреччини, Ірану, у США, Японії, Китаї. У західноєвропейських країнах та Скандинавії ліси утворює бук лісовий, у Туреччині, Ірані та на Балканах – бук східний, у США – бук крупнолистий. В Японії – бук японський і бук городчастий (Зібольда), у Китаї – бук довгочерешковий, бук Енглера. Букові ліси також зростають у горах Карпат, Криму, Кавказу. У Карпатах, Молдавських Кодрах переважає бук лісовий, у Криму – бук кримський, на Кавказі – бук східний.

Букові ліси у Європі формуються як чистими, так і змішаними з ялиною європейською, ялицею білою, дубом звичайним. На Кавказі бук формує як чисті лісостани, так і з ялиною східною, ялицею кавказькою, дубами: звичайним, скельним, іберійським, Гартвіса, грабом кавказьким, різними видами кленів, ясена. Найбільші запаси деревини у буково-ялицевих лісах. У Карпатах запас досягає 800–1 000 м<sup>3</sup> на 1 га, а на Кавказі – 1 300–1 500 м<sup>3</sup> на 1 га.

Дубові ліси із дуба звичайного та дуба скельного розповсюджені у помірній зоні Північної півкулі у Західній і Східній Європі, південній частині Скандинавії. У передгір'ях Кавказу, інших гірських систем Середньої Азії зростають ліси з дуба грузинського, а на Далекому Сході – з дуба монгольського та дуба зубчатого. У Північній Америці дубові ліси

формується із дуба червоноплідного та дуба бореального, а також дубово-гікореві ліси.

Дуб звичайний – основний едифікатор лісів Лісостепової зони, де формуються мішані, складні за формою лісостани. Найбільш поширені супутні породи у Східно-Європейській рівнині – клен, липа, а на заході – граб. Комплекс, що переважає у Лісостепу – кленово-липові діброви. В умовах Степу дуб утворює так звані байрачні ліси, що розміщуються у сухих балках. Крім того, дуб утворює заплавні ліси у заплавах річок. Тут формуються особливі насадження залежно від терміну затоплення заплави у період весняного розливу річок.

Дуб ціниться своєю деревиною. Переважно (більше 50 %) заготовлюється пиловник, фанерний кряж, екстрактно-дубильна сировина та інші різноманітні сортименти.

Ліси теплового помірного клімату. Зустрічаються у обох півкулях Землі. Для них характерним є різноманіття листяних порід. Перш за все, сюди відносяться ліси Середземномор'я. Клімат цього регіону характеризується жарким та сухим літом і м'якою вологою зимою. Тут формуються ліси з жорстколистяних порід (лаврові ліси). Більшість рослин лісів – вічнозелені, але є породи, які скидають на зиму листя, наприклад, дуб пухнастий, маслинка, малиновидна груша та ін. Із вічнозелених порід – лавр, маслина, сунічне дерево, кипариси, мирт, кедр, корковий дуб. На чорноморському узбережжі Криму, Кавказу, Ленкоранському побережжі Каспію в лісах ростуть також дуб каштанolistний, залізне дерево, дзельква, хурма, інші зимньоголі породи.

В аналогічному кліматі Північної Америки (Каліфорнія) ліси сформовані з сунічного дерева, вічнозеленого дрібнолистого дуба, а у горах зустрічаються насадження секвої. На африканському побережжі Середземномор'я зустрічаються різні види сосни: приморська, пісундська та ін.

Ліси регіонів з кліматом середземноморського типу низькопродуктивні, зріджені, дерева у них – з притупленим ростом, викривленими стовбурами. Підлісок складають породи з колючками, листям у вигляді голок. Дуже розповсюджені ефіро-масляні кущі, наприклад, мирт, розмарин.

У даному регіоні мають місце і сухі ліси, які здатні зростати при річній кількості опадів у 300 мм. На побережжі Франції, Іспанії зростає смолиста сосна приморська.

У регіонах, для яких характерна гостра літня посуха, зростають літньоголі, або мусонні, ліси. Дерев у них на період літньої посухи скидають

листя, що і дозволяє їм перенести посуху. З настанням мусонних вітрів, які приносять вологу, ліси знову поновляють листя. Окремі породи цих лісів листя у період посухи не скидають. У саванах Центральної Африки розповсюджені рідкостійні ліси з літньоголих деревних порід – баобабів, акацій. Екологічно близько до них стоять евкаліптові ліси Австралії з домішкою акації.

Екваторіальні дощові ліси розповсюджені у тропічних районах з великою кількістю опадів, які випадають протягом усього року. Ці ліси мають велику різноманітність переважно широколистяних вічнозелених деревних порід. Із сотень порід експлуатаційне значення мають лише кілька. Тут зростають і породи з важкою деревиною, які повільно ростуть, і породи швидкорослі з легкою деревиною. В Латинській Америці промислове значення мають такі породи, як махогонні, деякі кедри та представники родини лаврових. У дощових лісах Африки – сіпо, лімба, обехе та ін. Більш широка експлуатація лісів торкнулася Африки, але останнім часом розширюється освоєння і лісів Південної Америки. Ліси даної зони відіграють значну роль у забезпеченні світового споживання високоякісної крупномірної деревини листяних порід.

Тропічні вологі листяні ліси – найбільш складні у біологічному відношенні. Тропічний незайманий ліс має багато ярусів, які формують сотні видів, із яких у верхньому ярусі ростуть дерева висотою 50–70 м. У нижніх ярусах розміщуються тіньовитривалі деревовидні папороті, пальми. У тропічному лісі протягом дня спостерігається напівморок, атмосфера задушлива від надмірної вологості. Деревина тропічних лісів використовується найчастіше, як джерело отримання каучука, різних масел, їстівних плодів, лікарської сировини і т. п. На більшості території тропічні ліси тепер розладнані внаслідок їх вирубки заради закладання плантацій цукрової тростини, інших культур. Незаймані ліси залишилися у межах заповідних територій.

### ***Коротка характеристика лісів України***

Україна у географічному відношенні займає південно-західну частину Східно-Європейської рівнини, Крим та Українські Карпати. Територія має велике розмаїття фізико-географічних факторів, тому на ній виділяють наступні природні зони і гірські країни: Українське Полісся, Лісостеп, Степ північний (байрачний), Степ південний, Кримські гори та Українські Карпати (С. А. Генсірук, 1992).

Територія України, за винятком південного берега Криму, розташована у помірному поясі, тому клімат – помірно континентальний, а на південному березі Криму – субтропічний. Континентальність клімату зростає у напрямку

із заходу на схід. У гірських умовах (Кримські гори, Українські Карпати) клімат має свої особливості.

Температура повітря у вегетаційний період сприятлива для росту і розвитку багатьох деревних порід. У липні вона у середньому становить +18 °С на північному заході і +24 °С – на півдні. Літні температури зростають із заходу на схід. Найнижчі температури взимку відмічені у північно-східній та східній частинах території, вони сягають – 40 °С.

Опади в Україні випадають укрій нерівномірно. Найбільша кількість опадів випадає в Карпатах (1 600–1 800 мм за рік), а найменша – на узбережжях Азовського та Чорного морів (300–350 мм за рік). Кількість опадів на рівнинній частині території зменшується у напрямку з північного заходу на південний схід і південь. У середньому на Поліссі їх випадає 550–700 мм, у Лісостепу – 500–600 мм за рік. Основна частина (70–85 %) опадів випадає у теплий період року.

За даними Держкомлісгоспу України (2015 р.), ліси України утворюються понад 30-ма породами дерев, серед яких домінують сосна звичайна, дуб звичайний, бук лісовий, ялина європейська, береза повисла, вільха чорна, ясен звичайний, граб звичайний, ялиця біла, акація біла та ін. Хвойні насадження займають 43 % загальної площі, у тому числі сосна – 35 %. Твердолистяні насадження становлять 43 %, дуб і бук – 37 %.

Найбільшу питому вагу мають середньовікові – 45 %, стиглі і перестиглі становлять 17 %. Середній вік деревостанів становить близько 60 років. Відбувається поступове старіння лісів, що впливає на їх санітарний стан.

Запас деревини у лісах України оцінюється в межах 2 102 млн. м<sup>3</sup>. Загальна середня зміна запасу сягає 35 млн. м<sup>3</sup>. Середня щорічна зміна запасу на 1 га і лісах Держлісагенства України дорівнює 3,9 м<sup>3</sup> і коливається від 5,0 м<sup>3</sup> у Карпатах до 2,5 м<sup>3</sup> у Степовій зоні.

Ліси Полісся формуються переважно із сосни звичайної (65 % площі), м'яколистяних порід – береза, осика, вільха чорна які займають приблизно 26 %, а твердолистяні, головним чином дуб звичайний – решту площі. На півдні Західного Полісся зустрічаються дуб скельний, явір, черешня, а на півночі – ялина.

Соснові лісостани переважають у Східному Поліссі, у Західному вони займають приблизно половину покритих лісовою рослинністю земель. Зі сходу на захід збільшується частка м'яколистяних та дубових лісів. Лісорослинні умови дозволяють сосновим деревостанам досягати найвищої продуктивності. Твердолистяні (дубово-грабові) ліси займають найбільш родючі землі. Березові ліси ширше розповсюджені у Центральному Поліссі.

Усього на їх частку припадає 13 % площі. Ці ліси – похідні від соснових та дубових насаджень. Вільшаники займають надмірно зволожені землі.

Ліси Полісся мають надзвичайно важливе екологічне значення як водоохоронні ліси басейну Дніпра, Прип'яті і Десни. Вони є головною сировинною базою України для отримання високоякісної соснової деревини.

Ліси Лісостепу. Лісорослинні умови Лісостепу України досить різноманітні, бо вологість клімату із заходу на схід зменшується, а багатство ґрунтів – зростає. У лісах цієї зони переважають твердолистяні породи (63 %), а м'яколистяні і хвойні займають відповідно 12 % і 24 % вкритих лісовою рослинністю земель. Дуб звичайний переважає на 62 % площі, а решту займають похідні насадження із граба звичайного, берези та осики. Значне місце у складі лісостанів дібров займає ясен звичайний – друга головна порода лісів Лісостепу. Корінні насадження мають складну будову: у першому ярусі ростуть дуб, ясен з домішкою явора, черешня, а у другому – граб (на Лівобережжі – липа, клен гостролистий та польовий, груша дика, яблуня лісова), у підліску – ліщина, бруслина європейська, бородавчата.

У Західному Лісостепу в межах природного ареалу бука ростуть букові ліси, а на крайньому заході – острівні ліси з ялиці білої та ялини. Ліси Правобережного Лісостепу відрізняються від лісів Лівобережного Лісостепу наявністю у складі деревостанів граба звичайного. Це – підзона грабових дібров. Лівобережний Лісостеп має ліси, де граб відсутній, тут формуються кленово-липові діброви.

На піщаних дерново-підзолистих ґрунтах піщаних арен по Дніпру і Сіверському Дінцю сформувалися соснові ліси.

Завдяки чудовим лісорослинним умовам – родючим сірим і темно-сірим лісовим суглинкам, вилугуванню чорноземам, забезпеченню рослин вологою і сприятливому температурному режиму – лісові насадження у Лісостепу України високопродуктивні, дуб і ясен дають найцінніші сортименти деревини.

Ліси Північного Степу (Байрачного Степу) природного походження зростають на схилах і тальвегах балок, а також у заплавах річок та на надлугових терасах. Водороздільні підвищені місця плакору іноді заліснені штучно. За даними С. А. Генсірука (1992 р.), загальна площа лісів Байрачного Степу становить 63 тис. га.

У лісах Байрачного степу переважають дуб і його супутники: берест, в'яз, клен гостролистий, клен польовий, липа серцелиста, граб (на Правобережжі). Твердолистяні насадження займають 75 % покритих лісовою рослинністю земель. Решта зайнята сосняками (18 %) та м'яколистяними породами (7 %). У підліску зростають клен татарський, жимолость татарська,



скупція, інші посухостійкі кущі. Заплавні ліси розташовані у заплавах Дніпра, Орелі, Самари та дрібніших річок. Більш підвищені місця займають осичники, а перезволожені – чорновільхові насадження.

Ліси Байрачного Степу відіграють, головним чином, водоохоронну та протиерозійну роль. Експлуатаційне значення в обмежених масштабах мають заплавні ліси.

Ліси Південного Степу. У цій зоні ліси природного походження займають лише заплави річок. Штучно створені захисні насадження, полезахисні лісосмуги займають 426 тис. га. Оскільки дана зона відрізняється від інших частими посухами, суховійними вітрами, пиловими бурями, то захисна роль лісових насаджень має першорядне значення. У складі лісових насаджень частка дуба займає 26 %, сосни – 20 %, акації білої – 23 %, а решта припадає на ясен звичайний та зелений, інші породи. Масиви соснових лісів розташовані на піщаних аренах Нижньодніпров'я (Олешківські піски) на площі 130 тис. га. Заплавні ліси зростають у пониженнях Дніпра, Дністра та Дунаю.

Ліси Гірського Криму. Складність рельєфу, своєрідність геологічної будови, різноманітні кліматичні умови зумовлюють і різноманітні рослинні угруповання у лісах Гірського Криму. Тут мають місце лісові, лісостепові, середньоземноморські фітоценози та рослинні угруповання на Яйлі – головній гряді Кримських гір із висотами над рівнем моря від 700 до 1 545 м.

Клімат Гірського Криму – середньоземноморський, з теплим літом (середня температура липня +24 °С), м'якою зимою (середня температура січня +4°С). Опадів випадає за рік у західній частині гір 1 000–1 200 мм, а на сході – 500–700 мм. Гірська частина півострова має три гряди, що розташовані паралельно одна одній (ширина – 50, довжина – 150 км). Тут чітко простежується вертикальна зональність ґрунтів і рослинності.

Площа лісів Гірського Криму становить 300 тис. га при лісистості території у 32 %. У лісах переважають насадження твердолистяних порід, які займають біля 90 % площі вкритих лісовою рослинністю земель.

У цих лісах ростуть дуб пухнастий, дуб гірський, бук, граб, грабинник, ясен звичайний, берест, клен гостролистий, клен польовий. Серед хвойних порід переважає сосна кримська і сосна Сосновського. Усього у лісах Гірського Криму налічується до 150 деревних порід, враховуючи екзоти.

Вертикальна зональність у розподілі лісів представлена на північному макросхилі гір трьома поясами: поясом сухих та дуже сухих широколистяних низькорослих насаджень з дуба пухнастого та грабинника на висотах від 100 до 400 м над рівнем моря; поясом свіжих високопродуктивних дубово-грабових лісів із дуба скельного на висотах 500–800 м. н. р. м. з перевагою

грабових та букових дібров, бучин. Вище зазначених поясів ростуть соснові ліси з сосни кримської, розташовані пасовища на яйлі. На північному макросклоні також ростуть груша лохоліста, фісташка дика, глід, кизил, яловець червонуватий, а у заплавах невеликих річок є зарості тамариксу, верб.

На південному макросхилі також можна виділити три пояси. На висоті від 150 до 350 м. н. р. м. – передгірний пояс низькопродуктивних насаджень дуба пухнастого у дуже сухих умовах місцезростання. Разом з дубом росте грабинник, інші посухостійкі породи.

На висоті 300–450 м. н. р. м. знаходиться нижньогірський пояс сухих мішаних лісів із сосни кримської, дуба пухнастого, дуба скельного та багатьох посухостійких кущів.

На висоті 450–800 м. н. р. м. розташований середньогірський пояс свіжих лісів із сосни кримської з другим ярусом із дуба скельного, грабинника. У цих лісах також ростуть ясен звичайний, бук кримський, берека, клен польовий, липа кавказька та деякі інші породи.

Бідні ґрунти приморської частини головної гряди зайняті насадженнями сосни кримської. Сосна кримська та сосна Сосновського також формують насадження на висоті 800–1 300 м. н. р. м. на північному і південному схилах західної частини головної гряди. Вони являють собою залишки хвойних лісів льодовикового періоду. У південно-східній частині Гірського Криму на висоті понад 800 м. н. р. м. аж до верхньої межі лісу ростуть грабово-букові ліси. До складу букових насаджень входить ясен, граб, липа, клен.

У цілому ліси гірського Криму мають надзвичайно важливе екологічне значення для даного регіону. Вони виконують водоохоронні, протиерозійні функції, є місцеселенням численних представників лісової фауни, місцем відпочинку населення.

Ліси Українських Карпат. В Українських Карпатах знаходиться п'ята частина лісів України. У Карпатських лісах нараховується близько 180 деревних порід, але переважаючими породами є ялина (41 %), бук (35 %) та дуб (19 %). Українські Карпати характеризуються великим діапазоном висот та схилами різної експозиції, що викликає і різний характер лісів.

Основними лісотвірними породами лісів Українських Карпат є ялина, бук, дуб, граб, ялиця. Домінує ялина. На висоті 1 180 м. н. р. м. ялина починає переважати серед інших порід, а з висоти 1 225 м. н. р. м. – домінує. Для нижнього ярусу гір найбільш типовими лісами є букові. Бук лісовий як порода атлантичного клімату при сумі річних опадів менше 550 мм не росте. Саме у передгір'ях серйозним конкурентом буку виступає граб звичайний. У

передгір'ях Прикарпаття та Закарпаття, а також у долинах ростуть дубові ліси із дуба звичайного та дуба скельного, піднімаючись до висоти 200 і навіть 600 м. н. р. м.

Використавши публікації Л. І. Воропая та М. О. Куниці, можна конкретніше охарактеризувати типи для Українських Карпат ліси.

Дубові ліси розповсюджені у передгір'ях, причому на рівнині переважають чисті дубняки в умовах вологої діброви. Менш розповсюджені діброви у свіжих та сирих умовах. У вологих дібровах перший ярус утворює дуб, а до другого ярусу входять липа і граб. Часто у насадженнях розростається густий підлісок із ліщини, бирючини, дерену, інших кущів. Надґрунтовий покрив добре розвинений, складається із різнотрав'я, що характерне для вологих дібров. У даних лісорослинних умовах дуб поновлюється досить успішно.

Дубові ліси у передгір'ях часто формуються із дуба скельного, але ліс, як правило, мішаний. До дуба домішуються інші широколистяні породи: в'яз гладенький, в'яз шорсткий, клен звичайний, явір, липа. У лісах багато граба, зустрічається береза, черешня, яблуня лісова, груша дика та ін. У передгір'ях, особливо у Прикарпатті, часто зустрічається бук. Деревостани таких лісів – багатоярусні, у більш зволжених місцях з'являється ялина. Якщо деревостани дібров зростають за I–II класами бонітету, то у бідніших місцеоселеннях дуб росте гірше.

Гірські букові ліси поширені в Українських Карпатах більше, ніж дубові. Як правило, вони формуються у передгір'ях від висоти 500 до 900 м. н. р. м., але іноді піднімаються і вище – до висоти 1 150–1 320 м. н. р. м., де бук стає компонентом мішаних хвойно-широколистяних лісів. Успішному росту бука в умовах низькогір'я сприяє помірний, досить зволожений клімат.

Бук утворює як чисті, так і мішані лісостани. На північно-східному схилі до бука домішується ялиця біла. З інших порід зустрічаються у вигляді незначних домішок явір, граб, в'яз шорсткий, липа, ясен, береза.

Найчастіше бук формує чисті, густі деревостани, в яких у віці 80–100 років він досягає висоти 40 м та діаметра стовбура 120–150 см. Підлісок і трав'яний покрив у букових насадженнях мають слабший розвиток. Тут зустрічаються бузина червона, вовчі ягоди, жимолость чорна, бруслина бородавчаста. Трав'яний покрив розростається лише на галявинах та у вікнах пологую.

Букові ліси у вологих умовах ростуть за I–I<sup>d</sup> класами бонітету, займаючи схили різної експозиції. На схилах південної експозиції бонітет букових деревостанів найчастіше I. По дну долин і на увігнутих ділянках

схилів, де лісорослинні умови більш зволожені, букові деревостани ростуть за I і II класами бонітету. У місцях з менш родючими ґрунтами, на межі з субальпійськими луками бук росте погано.

Хвойно-широколистяні ліси. На висоті понад 900 м. н. р. м., де вологий і прохолодний клімат, формуються мішані хвойно-широколистяні ліси. З підняттям у гори лісорослинні умови для широколистяних порід стають все менш сприятливими. Сума активних температур скорочується до 1 000–1 600 °С, а період вегетації – до 135 днів. Листяним породам бракує тепла, тому верхньою межею їх поширення є висота 1 250–1 300 м. н. р. м. Гідротермічні умови середнього поясу гір сприяють лише хвойним породам. Починаючи з висоти 1 000 м. н. р. м., у лісостанах домінує ялина, а іноді ялиця. На таких висотах поширені ялицево-букові та буково-ялицеві ліси. Деревостани у них найчастіше двоярусні: верхній ярус утворюють високорослі дерева ялиці та ялини, нижній – бук. Оскільки умови зволоження у цих лісах аналогічні умовам букових лісів, то підлісок і надґрунтовий покрив мало чим відрізняються від букових лісів, хоча є домішки видів, які характерні для субальпійських умов.

Ялинові і ялицеві ліси зростають у верхньому ярусі лісового поясу на висоті 1 300–1 600 м. н. р. м., де помірний та помірно-холодний вологий клімат. Чистих ялинників мало, особливо у нижній частині ялинових лісів. Тут до ялини домішуються ялиця, бук, граб, тис, сосна кедрова. Темнохвойні породи утворюють густі високостовбурні ялинові та ялиново-ялицеві деревостани. Багато насаджень столітнього віку і старше – 120–150-річних пралісів. Зустрічаються могутні дерева висотою до 50 м. Будова ялинників найчастіше однарусна. Підлісок практично відсутній, оскільки відсутній надґрунтовий покрив. У молодих 30–40-річних лісостанах, які ще повністю не сформували зімкнутий полог, а також на узліссях, – досить густі зарослі із вереса, малини, смородини альпійської, глоду, шипшини. Найбільш поширені місця оселення ялинових лісів – вологі, займають середні частини схилів з суглинковими бурими лісовими опідзоленими ґрунтами глибиною до 1 м. У таких умовах ялинники досягають найвищої продуктивності. Запаси деревини у 130–150-річному віці досягають 1 000 м<sup>3</sup> на 1 га. На північно-західних схилах чисті ялинники змінюються ялиново-ялицевими лісостанами.

Поновлення ялинових лісів природним шляхом відбувається успішно. Застосовуючи штучне поновлення, доцільно вводити в культуру у вигляді домішок ялицю, бук, явір, модрина сибірську.

Верхня межа лісу на схилах південної та південно-західної експозиції лежить на висоті 1 650–1 700 м. н. р. м. На північних та східних схилах вона

знижується до висоти 1 500–1 550 м. н. р. м. Деревя на цих висотах пригнічені внаслідок нестачі тепла. Неширокою смугою (20 м) на верхній термічній межі лісу формується рідколісся та криволісся, яке чергується з густими заростями гірської сосни – стелючки. Висота їх не перевищує 5–7 м, дерева мають покручені стовбури та деформовану прапоровидну крону.

Узагалі ж, у багатьох місцях верхня межа лісу утворена не природним шляхом, а господарською діяльністю людини: вирубуванням та спалюванням лісу, ненормованим випасом худоби тощо. Тому конфігурація верхньої межі лісу – примарна. З кліматичною межею вона збігається у тих місцях, які пізніше освоювалися людиною.

Ліси Українських Карпат є головною сировинною базою для отримання високосортної деревини бука та ялини. Але особливе значення їх – екологічне: водоохоронне та протиерозійне. Оскільки на високогір'ї у північно-східній частині гір сума річних опадів досягає 1 800–2 000 мм, то перевести поверхневий стік такої кількості води у внутрішньогрунтовий може тільки ліс при належному веденні господарства у ньому.

## 2.2 Ліс і світло

### *Сонячна радіація і ліс*

Сонячною радіацією називають випромінювання Сонця, яке має електромагнітну і корпускулярну природу. Воно є основним джерелом енергії для більшості процесів, які відбуваються на Землі. У результаті взаємодії сонячної радіації з атмосферою, що оточує Землю, формується клімат. Від Сонця прямо чи опосередковано надходить світло, яке забезпечує процес фотосинтезу і дає тепло, яке нагріває повітря і ґрунт до необхідного рівня, що забезпечує життєдіяльність рослинних організмів. Сонце викликає циркуляцію повітря в атмосфері, а остання забезпечує надходження кисню, вуглекислого газу, більшої частини вологи необхідних для росту і розвитку рослин.

Сонячна радіація вимірюється сонячною константою – кількістю енергії, що потрапляє на розміщену перпендикулярно до променів за межами Земної атмосфери площадку в  $1 \text{ см}^2$  за 1 хв. Для умов Європи сонячна константа становить 7,74 дж ( $\text{см}^2$  за 1 хв.). Сонячна радіація, яка повертається у верхню частину атмосфери, частково відбивається і надходить у космічний простір, а також поглинається атмосферою, хмарами, рослинним покривом, іншою поверхнею Землі. Відбита частка енергії (альbedo) становить приблизно 1/3 від загальної.

За довжиною хвилі спектр сонячної радіації поділяють на:

ультрафіолетові промені, які практично повністю поглинаються атмосферою, видимі промені та ближні інфрачервоні. Промені з довжиною хвиль у межах 0,4–0,7 мікрметра складають видиму частину спектру (світло). Їх частка становить приблизно половину сумарної радіації, яка надходить на Земну поверхню. Але чим нижче Сонце від zenіту і чим товща атмосфера, тим менше видимих променів надходить на поверхню Землі. Тому, чим нижче Сонце над горизонтом, тим менша частка ультрафіолетових променів і тим більша – інфрачервоних.

Сама атмосфера поглинає значну частину сонячної енергії. Причому при суцільній хмарності до Земної поверхні доходить на 1/2–1/3 менше радіації, ніж у безхмарні дні, при однакових інших умовах. На кількість радіації, що надходить на Земну поверхню, впливає її ухил та експозиція поверхні. У Північній півкулі схили, що орієнтовані на південь, отримують радіації більше, ніж північні, західні та східні.

Потік сонячної енергії діє на все живе на Землі через кліматичні фактори і разом з тим забезпечує конвекцію у повітрі, транспірацію рослин. Отримана рослинами енергія може накопичуватись у вигляді тепла або під дією фотосинтезу перетворюватись у фотохімічну та інші форми. Залишок енергії вважається нетто-радіацією.

Вплив лісу на процес поглинання сонячної енергії – значний. Лише незначна частка радіації у густому лісі досягає поверхні ґрунту. Так, у широколистяному лісі вона становить усього 1–5 %, а після листопаду зростає до 50–80 %. У ялинових лісах до поверхні ґрунту надходить 2–5 % загальної освітленості Сонцем. Листя дерев пропускає від 10 % до 25 % сонячної радіації, яка надходить на їх поверхню.

Якість радіації під наметом лісу залежить від оптичних властивостей листя та частки радіації, яка проходить через просвіти у наметі лісу. Більш високу здатність пропускати промені мають хвойні породи, а листяним притаманна більша вибірковість у пропусканні певних променів. Найбільше листя пропускає зелених променів, а у ранішні години – червоних.

Менша здатність листя до поглинання і більша – до відбиття променів, порівняно з хвоєю, використовується при дистанційному моніторингу мішаних лісів за допомогою аерофотозйомки.

### ***Роль світла у житті лісу***

Світло як форма сонячної енергії використовується зеленими рослинами, у тому числі і деревними, для асиміляції вуглецю із вуглекислого газу повітря, перетворюючи променисту енергію в енергію хімічних зв'язків органічних речовин шляхом фотосинтезу. Щорічно завдяки фотосинтезу на Земній кулі утворюється близько 150 млрд. т органічних речовин. При цьому

засвоюється близько 300 млрд. т вуглекислого газу та виділяється 200 млрд. т вільного кисню. Зімкнуті ліси помірної зони здатні за вегетаційний період поглинати 20–25 т на 1 га  $\text{CO}_2$  і виділяти 15–18 т на 1 га кисню. При цьому в них утворюється 14–18 т на 1 га органічних речовин. У тропічних дощових лісах поглинання  $\text{CO}_2$  за рік досягає 150 т на 1 га, а виділення  $\text{O}_2$  – 110 т на 1 га. При цьому утворюється первинної біологічної продукції близько 40 т на 1 га.

Зелене листя і хвоя використовують для фотосинтезу не всі промені сонячного спектру, а лише ті, що відносяться до фотосинтетично активної радіації (ФАР) з довжиною хвилі у межах 0,38–0,71 мкм. К. А. Тімірязев у свій час встановив, що вирішальну роль у процесі фотосинтезу відіграють теплові промені – червоні, жовтогарячі (помаранчеві), жовті і незначною мірою – зелені. Решта променів сонячного спектру мають для рослин інше, своєрідне значення. Ультрафіолетові з довжиною хвилі 0,29–0,38 мкм – гальмують ростові процеси, а ближня інфрачервона радіація з довжиною хвилі 0,71–4,00 мкм переважно створює тепловий ефект через поглинання її водою клітин. Фіолетові, сині та блакитні промені беруть участь у процесах росту. Сонячне світло впливає також на процеси транспірації, інші фізіологічні процеси у рослинах. На фотосинтез використовується, у середньому, 28 % ФАР.

Розрізняють пряме сонячне освітлення (радіацію), яке поступає безпосередньо від Сонця, і розсіяне (дифузне), яке надходить на Земну поверхню від атмосфери. Рослини краще пристосовані до розсіяного світла. Стосовно прямої радіації, то для її сприйняття рослини виробили ряд захисних пристосувань, які зменшують негативний вплив: взаємне затінення листя, зміна кута нахилу стосовно сонячного проміння, волосяний покрив, зростання транспірації тощо.

У середніх широтах освітленість відкритого місця знаходиться у межах 100–150 тис. люксів. Під пологом зімкнених дібров вона становить 1–2 тис. люксів, а на галявинах – 30 тис. люксів. Для більшості аборигенних деревних порід максимальна продуктивність фотосинтезу відбувається при освітленості у 40–50 тис. люксів. Розсіяне освітлення у ясні дні становить від 1/3 до 1/8 величини сумарної радіації.

У рівнинних умовах пряма радіація залежить від географічної широти місцевості. Зі збільшенням географічної широти висота Сонця над горизонтом зменшується, а разом з нею зменшується і пряма радіація. Дефіцит освітлення компенсується збільшенням тривалості дня. Отже, у північних регіонах світла досить для накопичення органічної маси у такій же кількості, як і у середніх широтах. Обмежує цей процес нестача тепла.

Освітленість місцевості залежить і від рельєфу. Особливо виразно це виявляється у гірській місцевості. Експозиція схилу впливає на освітленість як протягом дня, так і протягом сезонів року. Схили північної експозиції отримують світла менше, ніж південні, порівняно з горизонтальною поверхнею. Ця різниця зростає у помірних широтах узимку, коли Сонце стоїть над горизонтом нижче. Влітку, навпаки, освітленість південних схилів зменшується, оскільки Сонце піднімається над горизонтом вище, і його промені падають на схил під більш гострим кутом. За даними П. С. Погребняка (1968), на широті  $50^\circ$  на круті схили (до  $45^\circ$ ) надходить влітку прямої радіації удвічі менше, ніж на горизонтальну поверхню. Влітку північні схили освітлюються протягом дня більш тривалий час. До крутості у  $40^\circ$  вони освітлюються так же довго, як і горизонтальна поверхня. Північно-східні схили до крутості у  $20^\circ$  освітлюються влітку більш тривалий час, ніж південні.

Режим освітленості місцевості впливає на процес фотосинтезу в лісових насадженнях. Оптимальною для більшості наших, аборигенних, порід є освітленість у межах 20–25 тис. люксів. Причому інтенсивність фотосинтезу, тобто його продукція на одиницю маси листя, зростає у дерев від 5 до 1 класу за Крафтом.

У найкращих умовах освітленості знаходяться крони дерев 1, 2 та 3 класів за Крафтом, і їх продукція, що припадає на одиницю площі, яку вони займають, – максимальна. До того ж, верхівки крон дерев, які освітлюються найбільш інтенсивно, часто потерпають від дефіциту вологи внаслідок посиленої транспірації, а це зменшує їх асиміляційну активність. Панівні дерева дають більше продукції фотосинтезу лише за рахунок їх більшої листяної маси.

В умовах лісового насадження світло може надходити з різних сторін. Ще у 1907 р. лісівник-ботанік І. Візнер запропонував класифікацію видів освітлення. Він виділив такі види:

- верхнє, яке падає на крони і листя зверху.
- бокове, яке падає на горизонтальну або вертикальну поверхню під кутом, наприклад, на дерева, що знаходяться на узліссі. Джерелом такого освітлення може бути як Сонце, так і відбите світло від атмосфери, інших дерев, скелястої поверхні у горах тощо. Таке освітлення призводить до однобокості у розвитку крон.
- наскрізне – це промені, які проникають крізь намет лісу: просвіти між деревами, листям. Воно буває верхнім і боковим. Таке освітлення мовби профільтроване наметом, і, хоч його величина буває незначною, цього достатньо для росту і розвитку піднаметової рослинності.



Максимальну освітленість забезпечує верхнє, яке, як і бокове, залежить від висоти стояння Сонця. Для бокового освітлення важливо також, з якого боку знаходиться Сонце. Причому з боку Сонця його інтенсивність у 5–8 разів більша, ніж з протилежної. Але у хмарні дні ця різниця нівелюється.

Співвідношення між боковим і верхнім освітленням змінюється залежно від географічної широти. Так, у високих широтах воно становить 1:2, а у середніх – 1:4. У лісостанах дерева використовують більшою мірою верхнє освітлення і частково – нижнє, а бокове тут практично відсутнє.

Лісоводу потрібно знати види освітлення, оскільки вони впливають на ряд господарських заходів, у першу чергу – на забезпечення природного поновлення лісу. Такі деревні породи, як ялина, ялиця, бук, прекрасно поновлюються при навіть незначному наскрізному або боковому освітленні. Дуб, сосна, інші породи поновлюються при наявності не тільки наскрізного, але й верхнього освітлення. Верхнє освітлення сприяє утворенню густого листя, хвої та гілок, що спрямовані вертикально або косо-вертикально. Під дією верхнього освітлення формується світлове листя, яке здатне сприймати прямі промені та витримувати перегрів. Інші види освітлення сприяють розвитку менш густого листя, горизонтальному росту гілок, «мозаїчному» розміщенню листя у окремих деревних порід на одній площині, що не дозволяє йому взаємного перекриття, утворенню тіньового листя (хвої). Під впливом бокового освітлення підріст під наметом лісу розвиває крону, головним чином, із горизонтальних гілок.

Світло, проникаючи через листя, поглинається ним. Тому під наметом лісу освітленість значно менша, ніж на відкритому місці. Зміна освітленості залежить від віку, складу порід, будови лісостану. Внаслідок взаємного притінення крон дерев у насадженні формується у більшій його частині тіньове листя (хвоя), від частки якого залежить продуктивність фотосинтезу, відмирання частини гілок, проходження процесу очищення стовбурів від сучків. Для підвищення продуктивності фотосинтезу потрібно регулювати величину індексу листяної поверхні, тобто відношення поверхні листя (хвої) до площі, яку займає лісостан.

Під наметом лісу освітленість змінюється не тільки кількісно, а й якісно. Хоча це питання ще вивчено недостатньо, але встановлено, що якість радіації, яка надходить до піднаметової рослинності, залежить від оптичних властивостей листя (хвої), намету лісостану, а також від частки прямої та розсіяної радіації, яка надходить через просвіти у кронах дерев. Дослідженнями Л. О. Іванова (1946) встановлено, що склад світла, яке проходить під намет лісу, збіднений на ФАР. Якщо остання на відкритому місці становить 50 % від загальної освітленості, то під наметом сосняку –

30 %, молодого дубняку – 10 %. Відомо, що, завдяки зеленому забарвленню листя (хвої) від наявності у ньому хлорофілу, листя (хвоя) пропускає зелені промені. Тому у більшості випадків під наметом лісу буде збільшуватися частка зелених променів у загальному освітленні. Дослідженнями американських вчених Везіні і Бургера під наметом насаджень клена і сосни відмічено деяке переважання червоних променів і зменшення частки зелених, синіх, фіолетових променів. Сонячне освітлення під наметом лісу і у кронах дерев найбільш інтенсивне вранці й після полудня, причому в ньому переважають червоні промені. Піднаметова рослинність пристосувалася до своєрідного складу світла, що дає їй можливість нормально рости і розвиватися. Пристосованість піднаметової рослинності відбулася по-різному. Деякі види трав'яних рослин розвиваються тільки ранньою весною, коли у деревних рослин ще не утворилося листя, встигаючи за цей час дати насіння і накопичити поживні речовини на майбутній рік. До таких можна віднести усі види ранніх рослин дубових і соснових лісів. Інші види рослин, наприклад, верес, нормально ростуть і розвиваються у соснових лісах, які мають невисоку зімкнутість намету, тобто у таких лісах, де через намет проходить достатня кількість світла. Ряд видів пристосовувався до значного дефіциту освітлення. Так, під наметом тінистих лісів ростуть кислиця, копитняк європейський, деякі папороті, чорниця, які витримують значне затінення. Такі рослини після рубки лісу хворобливо переносять відкрите освітлення і швидко відмирають.

Під наметом пристигаючих і стиглих насаджень з'являється підріст. Вживання підросту деревних порід також пов'язане з освітленістю. Так, підріст дуба при зімкнутості верхнього пологу 0,8 і вище, тобто при освітленості менше 10 % від відкритого місця, гине. За даними досліджень Ю. Л. Цельнікера (1978), дубовий підріст може вижити під наметом при його зімкнутості 0,5 і нижче, тобто успішне поновлення дуба можливе під наметом із зімкнутістю 0,5 і нижче.

### ***Відношення деревних порід до світла і методи визначення потреби у ньому***

Лісоводи-практики давно помітили, що потреба у світлі у різних порід різна. Як свідчить І. С. Мелехов (1989), до середини ХІХ століття породи дерев поділяли на світлолюбні і тіньюлюбні. Цей поділ був оснований на зовнішніх ознаках дерев: породи з густим листям вважалися тіньюлюбними, а з ажурною кроною – світлолюбними. Пізніше такий поділ деревних порід був визнаний неправильним, оскільки усі породи потребують світла для забезпечення фотосинтезу, просто одні – менше, а інші – більше. Породи дерев стали поділяти на світловибагливі і тіньювитривалі. Потім стали

виділяти і проміжні групи, наприклад, напівтіньовитривалі.

До типових світловибагливих порід відносяться береза, сосна звичайна, осика, акація біла; до тіньовитривалих – тис, ялиця, самшит, бук, ялина, липа, клен гостролистий, клен польовий, граб. У деяких країнах з багатопородними лісами деревні породи поділяють на три групи: надто тіньовитривалі, помірно-тіньовитривалі та невиносливі до тіні. Але у практиці вітчизняного лісівництва діє поділ деревних порід на світловибагливі та тіньовитривалі, що чітко відображає їх відношення до світла.

У лісовому господарстві доводиться проводити заходи щодо збільшення освітленості у насадженнях, якщо його дефіцит призводить до послаблення росту і розвитку дерев, а іноді борються з надмірним освітленням, яке не забезпечує нормального процесу очищення стовбурів дерев від сучків тощо.

Під світлолюбністю (світловибагливістю) у лісівництві розуміють не стільки потребу у світлі, скільки негативну реакцію на затінення. Під тіньовитривалістю розуміють здатність зберігати відносно високу активність фотосинтезу при затіненні та знаходитися тривалий час у затіненні (П. С. Погребняк, 1968). Для віднесення деревної породи до тієї чи іншої групи лісоводи здавна використовують комплекс ознак, який наводиться нижче.

1. Густина листя. Чим густіша крона, тим більш тіньовитривала деревна порода, бо листя (хвоя) здатне переносити взаємне притінення тільки у густокронних тіньовитривалих порід. Ажурні крони характерні для світлолюбних деревних порід.

2. Ступінь освітлення поверхні ґрунту під наметом деревостану. Вона більша у світлолюбних і менша у тіньовитривалих порід. При однаковій кількості дерев на одиниці площі і в одному віці різниця в освітленості може досягати 80–90 %. Від освітленості залежить склад і розвиток надґрунтового покриву.

3. Очищення стовбурів від нижніх гілок та сучків розпочинається у молодшому віці і проходить більш інтенсивно у світлолюбних деревних порід. Нижні гілки крони затінюються верхніми і поступово відмирають. У тіньовитривалих порід нижні гілки здатні витримувати нестачу світла досить довго, тому їх відмирання і очищення стовбурів від сучків відбувається менш інтенсивно.

4. Ступінь пригнічення підросту під наметом деревостану. Підріст світлолюбних порід під наметом материнського деревостану здатний витримати затінення лише кілька років, потім він відмирає. Підріст тіньовитривалих порід здатний витримувати затінення протягом багатьох

років, хоча і знаходиться у пригніченому стані. Зі збільшенням освітлення він починає нормально рости і розвиватися.

5. Швидкість природного зрідження деревостану. За однакових лісорослинних умов з настанням віку інтенсивного природного зрідження (вік жердняка) кількість дерев на одиниці площі буде меншою у світлолюбних порід. Їх площа світлового живлення зростає, а у тіньовитривалих вона буде меншою, тобто тіньовитривалі породи задовольняються меншою площею світлового живлення.

6. Деякі побічні ознаки. До них відносяться наступні. Наприклад, товщина кори та її тріщинуватість. Світлолюбні породи в умовах лісового насадження з віком утворюють більш товсту і тріщинувату крону, порівняно з тіньовитривалими. Так, у світлолюбних верби, берези, сосни, акації білої, модрини кора товща, вона тріщинувата. У ялини, бука, ялиці – гладка і тонка.

П. С. Погребняк (1968) наводить сучасну детальну шкалу-класифікацію деревних порід за ступенем їх тіньовитривалості (табл. 2.1). Вона складена з урахуванням старих лісівничих шкал на підставі порівняльно-екологічної методики. Також враховані найновіші дані стосовно місця тієї чи іншої породи. Шкала має наступний вигляд.

Таблиця 2.1 – Шкала тіньовитривалості деревних порід (за П. С. Погребняком, 1968)

№	Група	Види деревних рослин
1	2	3
1	Саксаула	Саксаул, дійсні акації, тамарикс, евкаліпти, верби – біла та ламка, тополя срібляста і чорна, дуб– корковий і пухнастий
2	Модрини	Модрина, акація біла, береза повисла, айлант, сосна звичайна, тополя сіра, осика
3	Волоського горіха	Горіх волоський, бархат амурський, ясен звичайний, берест, дуб звичайний (рання форма), вільха чорна
4	Сосни чорної	Сосна чорна, дуб звичайний (пізня форма), верба козяча, каштан їстівний, береза пухнаста, дуб скельний, терен, шипшина, лох, обліпіха, дереза
5	Кленів	Клени: гостролистий, польовий, татарський і явір, дуб північний, ільм, чинар, катальпа, черешня, горобина, груша дика, яблуня лісова, берека
6	Липи	Вяз, дугласія, дзельква, секвойя, сосни кедрова і веймутова, липа серцелиста, вільха сіра, каштан кінський, ліщина, свидина, бруслина, жимолость татарська, гордовина, жасмин, бузина чорна і червона, глід
7	Граба	Граб, ялина, ялиця, тис, самшит, плющ

## *Вплив світла на формування лісових насаджень та приріст деревини*

П. С. Погребняк (1968) наводить результати спостережень О. Ф. Рудзького, М. К. Турського, А. Бюлера, які свідчать про те, що молоді рослини більш тіньовитривалі, ніж дорослі. Так, молодий підріст світлолюбного ясеня за тіньовитривалістю переважає явір, липу та ялину, а молодий підріст дуба також наближається до ялини. П. С. Погребняк вважає, що при проведенні досліджень не був врахований той факт, що підріст вказаних порід знаходиться в атмосфері, яка збагачена вуглекислим газом, тому він краще витримує дефіцит світла порівняно з дорослими деревами. Дубовий підріст під материнським наметом витримує затінення до 4–5 років, перетворюючись у «сторчки», бо у рослини розвиваються лише бокові гілки, а верхівка поступово відмирає. Отже, для різних деревних порід існує певний світловий режим, завдяки якому вони можуть успішно поновлюватися під наметом материнського деревостану.

Оскільки ріст дерев в умовах лісового насадження залежить від ступеня взаємного затінення, то дерева отримують певні морфологічні особливості. Світловий фактор визначає ріст дерев, їх структуру і виживання. Від характеру освітлення залежить фотосинтез, який забезпечує утворення рослинами органічних речовин. Ріст дерев являє собою незворотне збільшення розмірів – висоти, товщини, об'єму, кількості органічних речовин у результаті взаємодії важливих життєвих процесів – фотосинтезу, азотного обміну, жирового обміну, дихання, накопичення солей, органічних речовин, ферментації, поглинання та переміщення речовин, транспірації вологи тощо.

Процеси росту та розвитку деревних рослин до кінця ще не вивчені, але відомо, що завдяки фотосинтезу утворюється 95–98 % органічних речовин, а фотосинтез без світла не відбувається. Забезпечуючи ріст деревних рослин в умовах лісового насадження, слід мати на увазі той факт, що складні процеси, які призводять до кількісних і якісних змін, потребують певних екологічних умов, у першу чергу, світлових. Ще К. А. Тімірязєв підкреслював, що світло – екологічний фактор, який досить легко регулювати в умовах насадження. Інші екологічні фактори регулювати досить нелегко.

П. С. Погребняк (1968) вважає, що максимальна продуктивність фотосинтезу, яка притаманна листопадним деревним породам помірного клімату, знаходиться у межах 5–10 мг CO<sub>2</sub> за годину в розрахунку на 1 дм<sup>2</sup> подвійної площі листя. Оскільки світловий фактор піддається регулюванню з боку лісоводів, то загущений ліс потрібно зріджувати, щоб дерева

підвищували приріст за діаметром. Справа у тому, що, починаючи з певної густоти деревостану (перегущеність), накопичення органічної маси у ньому падає. Тому потрібно регулювати густоту стояння дерев, забезпечуючи таку, при якій фотосинтез буде максимальним. Для більшості деревних порід помірної зони це відповідає зімкнутості крон 0,7–0,8. При більшому зрідженні деревостану, наприклад, до 0,6 і меншій зімкнутості, у насадженні відбуваються більш значні зміни, і виникає так званий світловий приріст.

Крони і кореневі системи мають можливість розростання тому накопичення органічної маси у стовбурах зростає, про що свідчить активізація приросту у товщину. Річні кільця у даному випадку можуть збільшуватися у 5–10 разів. Але це потрібно робити на тій стадії росту насадження, коли припиняється основний приріст дерев у висоту, тобто з настанням пристигаючого віку насадження. При цьому потрібно забезпечити захист ґрунту від заселення небажаною рослинністю, головним чином, злаковою.

Отже, у процесі регулювання приросту світловий фактор відіграє основну роль. Однак потрібно враховувати, що у деревних порід є і світлова, і тіньова хвоя або листя, які неоднаково реагують на світловий потік. Крім того, світло впливає не тільки на кількісну сторону приросту органічної маси, але й змінює її якісно, тобто не лише збільшує ширину річних кілець, але й їх структуру, що впливає на фізико-механічні властивості деревини. Збільшення частки пізньої деревини у річному прирості підвищує фізико-механічні властивості.

Фотоперіодизм. Термін був запропонований Гарнером і Аллердом на початку 20-х рр. ХХ століття (Скурр і Барнесс, 1984), він означає відповідні реакції рослинного організму на відносну тривалість дня і ночі та на зміни їх співвідношення протягом року (вегетаційного періоду).

У рослин тривалість світлого і темного періодів зумовлює перехід від вегетативного до репродуктивного розвитку і впливає на тривалість росту і спокою пагонів, ріст стовбура у товщину, швидкість росту, настання листопаду, опосередковано на морозостійкість. Рецептором фотоперіодичного впливу виступає пігмент фітохром, який знаходиться у листі.

Залежно від географічного походження виду розрізняють рослини короткоденні низьких широт, які вимагають тривалість темної частини доби не менше 12 годин, рослини довгого дня (більше 12 годин світлого часу) і нейтральні, для розвитку яких довжина дня не має значення. Вплив короткого дня на деякі деревні породи викликає у пагонах появу інгібіторів росту тобто припинення їх росту та перехід до стадії спокою. При довгому

дню або при цілодобовому освітленні інгібітори розкладаються, Натомість утворюються стимулятори росту, що забезпечує безперервний або періодичний ріст пагонів. Аналогічна картина відбувається і з діяльністю камбію. Саме тому бувають невдалі спроби інтродукції південних видів на північ. Довготривалість дня зумовлює і довготривалий ріст пагонів, затримку листопаду та настання спокою, внаслідок чого пагони не визрівають, а їх морозостійкість знижується.

Практичне значення фотоперіодизму рослин для лісового господарства стосується, в першу чергу, вирощування садивного матеріалу в закритому ґрунті, а також правильного підбору деревних порід для інтродукції з метою підвищення продуктивності лісостанів.

Світло і плодоношення лісових дерев. Добре освітлені дерева мають більш розвинену крону, тому плодоносять краще за затінені, що мають слабо розвинену крону. Пригнічені дерева в лісовому полозі зовсім не дають насіння. Урожай насіння у насадженні зростає тоді, коли воно само зріджується або його зріджують штучно.

Лісоводи давно помітили, що краще плодоносять освітлені частини крон дерев – східна та південно-східна, причому якість насіння з цих частин крони вища. Сильне освітлення верхніх частин крони може негативно впливати на урожай насіння, про що свідчить відсутність шишок на верхівках високих дерев і розміщення їх у середній частині крон. Таке явище спостерігається у зоні мішаних і широколистяних лісів, а у більш суровому кліматі рясніше плодоносять верхні частини крон.

Світловий фактор широко використовується для підвищення плодоношення при створенні насінневих ділянок та плантацій.

### **2.3 Ліс і тепло**

Промениста енергія Сонця, як уже відмічалось, надходить на Земну поверхню у вигляді світлових та теплових променів, що поєднуються між собою, діючи сукупно. Різна кількість тепла, яка надходить на Землю у різних географічних широтах та на різній висоті над рівнем моря, зумовлює й різну рослинність. Але, крім цього, на характер забезпечення тієї чи іншої місцевості теплом впливають й інші фактори, наприклад, земне випромінювання, циркуляція повітря в атмосфері Землі. Все це впливає на температурний режим тієї чи іншої території. Для рослинності забезпечення теплом – лише одна умова її існування, бо без необхідної кількості вологи вона існувати не може. Професор М. О. Ткаченко наводить приклад (1955), за яким Ялта і Фергана мають однакову середню температуру, але на околицях

Ялти ростуть букові ліси, субтропічні рослини, а у Фергані такі рослини взимку замерзають. Це зумовлює необхідність вивчення дії тепла на ліс окремо від сонячної радіації, світла.

Про теплозабезпеченість тієї чи іншої території судять за температурою повітря. Існує закономірність, яка пов'язана з географічною широтою та висотою над рівнем моря. При переміщенні у широтному напрямку з півдня на північ середня температура повітря зменшується з кожним градусом широти (111 км) на 0,5–0,6°C (у січні – на 0,7 °C і у липні – на 0,3 °C). Таким же чином змінюється температура повітря із підняттям у гори, але більш помітно. З підняттям над рівнем моря на кожні 100 м температура повітря знижується на 0,54 °C, а на 186 м – на 1 °C. Зниження температури має назву температурного градієнта. Цей показник для окремих гірських систем має свій рівень, наприклад, для Альп – 0,51 °C, Кавказу – 0,48 °C. В усіх випадках температурний градієнт вищий для літнього періоду і нижчий – для зимового. Але бувають випадки, коли у ясні ночі, особливо взимку, повітря на вершинах і до певної висоти на схилах гір буває теплішим, ніж у долинах. Таке явище носить назву температурної інверсії. Це пов'язане з опусканням вниз холодного повітря, оскільки воно важче, й витісненням більш теплого повітря вгору.

Окрім сказаного, схили різної експозиції отримують неоднакову кількість тепла, що впливає на рослинність. Пологі схили однієї і тієї ж експозиції отримують більше тепла, ніж стрімкі. Південні схили отримують тепла більше, ніж північні. Тому одна і та ж деревна порода на південних схилах піднімається до більшої висоти, ніж на північних.

### *Значення тепла у житті лісу*

Життєві процеси, які відбуваються у деревних рослинах, мають широку температурну амплітуду. Тканини життєдіяльні у межах від 0 °C до 50 °C, тобто до температурного рівня, при якому залишаються живими клітини. При підвищенні температури від 0 °C всі життєві процеси у рослинах активізуються до певного температурного рівня. Потім активність знижується, і при критичних величинах рослини гинуть.

Як свідчать Спурр і Баронес (1984), найсильніше температура середовища впливає на наступні процеси: 1) діяльність ферментів, які каталізують біохімічні реакції, особливо фотосинтез і дихання; 2) розчинність вуглекислоти і кисню у клітинах рослин; 3) транспірацію; 4) здатність коріння поглинати воду і мінеральні речовини з ґрунту; 5) проникність мембран. Усі ці процеси забезпечують ріст рослин, і вони відбуваються при певних температурах.

Рослини самі регулюють власну температуру шляхом розсіювання



частини енергії, яку поглинули, тим самим запобігаючи перегріву. Додаткову кількість тепла вони витрачають на транспірацію, яка охолоджує листя, при конвекційних процесах у повітрі, яке оточує рослину, тощо.

У результаті таких процесів рослини зберігають тепловий баланс з навколишнім середовищем.

У генетичному апараті деревних рослин зафіксована здатність до росту, яка протягом життя рослин піддається впливу екологічних факторів, у тому числі, і теплового, фото- і температурної періодичності.

Ріст у висоту – форма росту, що найбільш наглядно виявляється завдяки простим спостереженням та простоті вимірів. У деревних порід помірної зони чітко виявляється ритм росту стовбурів, який включає і тривалий період росту. Не всі деревні породи мають однаковий ритм росту за висотою. Спрощено їх поділяють на два типи: дубовий і тополевий. Представники дубового типу росту (дуб, бук, сосна, ялина, ялиця) рано розпочинають ріст у висоту за сприятливих умов. Ріст має період літнього спокою, після чого він може поновлюватися. У період літнього спокою не припиняється ріст у товщину та ріст коренів. У деяких порід, наприклад, дуба північного, ріст у висоту розпочинається ще до розпускання листя, тому величина приросту визначається, у першу чергу, умовами асиміляції минулого року, які утворили запаси резервних речовин (Польстер, Фідлер, 1974).

Топелевий тип (береза, акація біла, модрина, айлант і ін.) відрізняється тим, що приріст у висоту залежить, у першу чергу, від світлових і температурних умов поточного року, хоча певну роль відіграють і резервні речовини, накопичені у минулому році.

Тривалість росту у висоту у деревних порід, що відносяться до різних типів, значно відрізняється. Протягом вегетаційного періоду у порід тополевого типу відмічаються значні коливання приросту, що спричиняються погодними умовами – температурою та опадами. Посуха, високі температури, інші несприятливі фактори скорочують термін вегетаційного періоду, причому старі дерева припиняють свій ріст раніше, ніж молоді.

Ріст у товщину – у помірних широтах при зниженні температури повітря дерево сповільнює ріст. Саме фото- і термоперіодичність викликає ритм гормональних процесів у камбії, що призводить до утворення різних елементів деревини. На стовбурах з'являються річні кільця, які видно на зрізі неозброєним оком.

Як свідчать Х. Лір, Г. Польстер, Г. Фідлер (1974), ріст стовбура за діаметром та утворення річних кілець у наших широтах у листяних порід

розпочинається на початку травня і закінчується у кінці серпня. У хвойних порід приріст у товщину розпочинається у середині травня і закінчується у середині листопада. Ріст у висоту у всіх деревних порід помірної зони закінчується раніше, ніж ріст у товщину. Ширина річних кілець визначається надлишком продуктів фотосинтезу, а також належними погодними умовами, які активізують фотосинтез. Слід відмітити, що молоде листя при значному продукуванні ауксину утворює у річному кільці ранню деревину, а старе листя при зменшенні ауксину – пізню деревину. Молода хвоя, листя забезпечують ріст дерева активніше, ніж старі.

Ріст надземної частини лісових рослин залежить від температури повітря, а ріст коренів – від температури ґрунту. Для більшості деревних порід помірної зони процеси життєдіяльності розпочинаються після зимового спокою при переході середньодобової температури через 0 °С.

Сокорух та ріст коренів розпочинається при температурі, дещо вищій 0 °С. Зовнішні ознаки життєдіяльності – розкриття бруньок – спостерігається при переході температури повітря через +10 °С. Оптимум фотосинтезу знаходиться у межах +20 °С – +30 °С і припиняється при +40 °С. Це середні показники, вони можуть бути іншими для окремих деревних порід, особливо – південних. На ріст рослин впливають не тільки рівень середніх температур, а й температури вдень і вночі, різниця між температурою повітря вдень і вночі – термоперіод. Американськими вченими досліджений вплив температури повітря вночі на виживання окремих деревних порід у жорстких умовах. Встановлено, що ріст коренів відбувається вночі. Взагалі для успішного росту рослин окремих видів потрібна певна величина термоперіоду.

Процеси росту в деревних рослинах відбуваються успішно при оптимальному рівні фотосинтезу. При температурі близько +30 °С багато ферментів розкладаються, і, якщо висока температура утримується тривалий час, то ферменти стають недієздатними, а ріст рослин припиняється. Крім того, суттєво зростає дихання рослин, яке може перевищувати фотосинтез. При температурах на рівні +5–0 °С може спостерігатися загибель клітин.

Для широти м. Києва П. С. Погребняк наводить наступну послідовність початку вегетації у деревних порід: шелюга та інші верби, модрина, береза, черемха, осика, липа, вільха чорна, каштан кінський, клен гостролистий, явір, дуб ранньої форми, граб, ясен звичайний, дуб пізньої форми, катальпа, гледичія, акація біла, айлант, софора японська.

### ***Відношення деревних порід до тепла***

Деревні породи для свого росту та розвитку вимагають різний температурний режим зовнішнього середовища. Питання відношення

деревних порід до тепла ще недостатньо вивчене. Умовно деревні породи поділяють на теплолюбні та невимогливі до тепла. Найбільш яскравим показником відношення тієї чи іншої деревної породи до тепла є їх географічне розповсюдження. Дуже важливим показником для оцінки відношення деревної породи до тепла є терміни початку та кінця вегетації. Чим більше теплолюбна дерева порода, тим пізніше вона розпускає бруньки і розпочинає ріст пагонів, тим пізніше досягає звичних розмірів листя. Наведений раніше характерний для околиць м. Києва фенологічний ряд (за П. С. Погребняком, 1968) є одночасно і рядом зростання теплолюбності і відношення деревних порід до морозу. При оцінці відношення деревних порід до тепла потрібно розрізняти поняття холодостійкість, зимостійкість, теплолюбність та морозостійкість. Холодостійкість означає здатність теплолюбних деревних порід переносити низькі додатні температури (+1 °С – +6 °С) протягом тривалого часу. Зимостійкість – здатність деревних порід переносити низькі температури протягом зими. Теплолюбність означає вимогливість до тепла у літній період. Морозостійкість дерев – це їх здатність переносити вплив у край низьких температур.

Шкали відношення деревних порід до тепла. Лісоводи давно намагалися створити шкалу відношення деревних порід до тепла. Потрібно відмітити найбільш вдалі пропозиції Г. Ф. Морозова (1914), П. С. Погребняка (1968). Г. Ф. Морозов поділив деревні породи за їх відношенням до тепла на 5 груп (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Шкала відношення деревних порід до тепла (за Г.Ф.Морозовим, 1974)

Групи	Деревні породи
Найбільш холодостійкі	Модрина даурська, кедровий стланик, карликові берези
Холодостійкі	Модрина сибірська, сосна звичайна, ялина європейська та сибірська, береза повисла та пухнаста, горобина, яловець звичайний
Середньотеплолюбні	Дуб звичайний, ясен звичайний, клен гостролистий, липа серцелиста, в'яз, ліщина, бруслина бородавчаста, крушини ламка та послаблююча, бузина червона
Теплолюбні	Бук східний, граб звичайний, дуб звичайний (рання форма), дуб гірський, дуб пухнастий, клен татарський, груша дика, яблуня лісова, черешня
Дуже теплолюбні	Самшит, тис, лавровишня, горіх волоський, фісташка, залізне

Шкала Г. Ф. Морозова має ряд неточностей, бо вона складена на основі загальних спостережень, а не на основі точних вимірів. До того ж вона не

відображає здатність деревних порід переносити температурні максимуми.

Академік П. С. Погребняк запропонував шкалу вимогливості деревних порід до тепла з врахуванням їх географічного розповсюдження, мінімальних термохор на рівнині і у горах, термінів початку і кінця вегетації та інших ознак. Мінімальна термохора являє собою умовну лінію, за межу якої деревна порода не розповсюджується через нестачу тепла. Шкала П. С. Погребняка наведена у таблицях 2.3 та 2.4. Наведені шкали відображають стан деревних порід для умов Центрального Лісостепу Східно-Європейської рівнини.

Таблиця 2.3 – Відношення деревних порід до тепла (за П.С.Погребняком, 1968)

Ступінь теплолюбності	Деревні породи
Вкрай теплолюбні	Евкалипти, криптомерія, сосна приморська, дуб корковий, кипариси, кедри, секвойя, саксаул
Теплолюбні	Каштан їстівний, айлант, платан східний, дуб пухнастий, горіх пекан, горіх волоський, акація біла, гледичія, берест, тополя срібляста
Середньовимогливі до тепла	Дуб звичайний (пізня форма), граб, клени, ільм, в'яз, ясен звичайний, дуб скельний, бук, клен явір, бархат амурський, липа, дуб звичайний (рання форма), вільха чорна
Маловимогливі до тепла	Осика, тополя бальзамічна, вільха сіра, горобина, береза, ялиця біла, ялина, ялиця сибірська, сосна звичайна, сосна кедрова сибірська, кедровий стланик, вільха зелена

Таблиця 2.4 – Чутливість деревних порід до континентальності клімату (за П.С.Погребняком, 1968)

Групи порід	Деревні породи
Породи м'якого клімату	Ялиця кавказька, каштан їстівний, бук, дугласія зелена, дуб скельний, платан, граб
Породи континентального клімату з жарким літом і нехолодною, м'якою зимою	Саксаул, середземноморські сосни і яловці, фісташка, туранга, дуби: пухнастий, корковий, скельний, акація біла, гледичія, дуб звичайний, ясен, ільм, берест, тополя срібляста, горіх волоський
Породи континентального клімату з теплим літом і холодною зимою	Клен гостролистий, липа, в'яз, вільха сіра, береза, ялина європейська, ялиця сибірська, сосна кедрова сибірська, сосна звичайна, модрина

П. С. Погребняк підкреслює, що до групи «вкрай теплолюбних» деревних порід увійшли породи теплового клімату, які в умовах Степу і Лісостепу України рости не можуть через нестачу тепла та вимерзання в

однорічному віці. До групи «теплолюбні» увійшли породи, у яких вегетаційний період більш тривалий, ніж у Лісостепу. Ці породи пізно розпускають листя і можуть рости у більш теплих умовах. До групи «маловимогливих» внесені породи, які ростуть у лісах природного і штучного походження і досить стійкі до умов Лісостепу. Група «невимогливих» включає породи, які можуть рости у більш північних районах та піднімаються вище у горах. Вони рано розпускають листя й рано закінчують вегетацію. У шкалі породи розміщені за спадаючою вимогливістю до тепла.

Стосовно відношення деревних порід до континентальності клімату, вони поділені на три групи, перша з яких об'єднує ті, що ростуть у м'якому кліматі з контрастністю у 20–25 °С (алгебрична різниця середніх температур липня і січня). До другої групи увійшли породи, які пристосовані до тривалих спекотних періодів. Переважають тут світлолюбні і посухостійкі деревні породи, які ростуть у степу, пустелях, в умовах Середземномор'я. Близькі до цієї групи і представники літньоголіх лісів тропічної та субтропічної зон, саван.

Третя група об'єднує деревні породи, які ростуть в умовах континентального клімату з теплим літом і холодною зимою.

### ***Вплив температурних відхилень на деревні породи***

Вплив на ліс низьких температур. В умовах середніх широт деревні рослини часто гинуть узимку, коли температура повітря опускається нижче – 33–35 °С. Відмирання рослинних тканин відбувається при швидкому зниженні температури, яке призводить до утворення кристалів льоду у протоплазмі клітин. При цьому різко зменшується тургор, порушуються мембрани. Порушення тканин можливе і при повільному зниженні температури у рослин з напівскелетною будовою клітинних тканин. Вода замерзає у міжклітинних проміжках, обезвожуючи клітини до такого ступеню, що протоплазма гине.

У помірній зоні багато деревних рослин припиняють активну життєдіяльність разом зі скороченням світлового дня та зниженням температури.

Із настанням періоду спокою вміст води у протоплазмі зменшується, і клітини при сталому обезвожуванні виживають. Чим більше обезвожування клітин витримують рослини, тим вони стійкіші до дії низьких температур, тобто вони більш морозостійкі. Морозостійкість рослини отримали шляхом природного добору.

При дуже повільному зниженні температури, як свідчить П. С. Погребняк (1968), рослини можуть витримати охолодження до

температури, що близька до абсолютного нуля (дослід Туманова з пагонами ялини та смородини чорної). При повільному зниженні температури деревні рослини проходять певне морозне загартування, у період якого вода встигає вийти з клітин, і крига утворюється тільки у міжклітинних проміжках.

Загартування холодом відбувається восени при низьких позитивних температурах, близьких до 0 °С, коли вони тривають 1,5–2 тижні підряд. У цей період крохмаль у пагонах та бруньках гідролізується, перетворюючись у цукор, який і знижує точку замерзання клітинного соку, тим самим запобігаючи виморожуванню протоплазми. Запобігає пошкодженню морозом і своєчасне закінчення вегетації, здерев'янінню пагонів.

Деякі деревні породи здатні перетворювати запасні речовини у жири, що також упереджує їх вимерзання. Після накопичення цукрів та жирів у тканинах зростає кількість гідрофільних колоїдів, збільшується кількість зв'язаної ними води, та зменшується кількість вільної, що підвищує стійкість клітин і тканин до низьких температур.

Деревні породи краще переносять рівну і стійку зиму, особливо коли вони пройшли осіннє загартування. Відлиги і наступні морози негативно впливають на стійкість рослин до низьких температур. Зимовий спокій деревних порід помірної зони є своєрідним пристосуванням до зміни температур узимку. Деякі деревні породи – дуб звичайний, клени – виробили пристосування до нестійких зим у південній частині Лісостепу та у Степу України. У них більш тривалий період спокою, що і дозволяє переносити нестійкі зими. При цьому потрібно мати на увазі, що пізня форма дуба заходить далі на південь, бо вона починає вегетувати у кінці травня або на початку червня.

Поняття «морозостійкість» і «зимостійкість» залежать від тривалості зимового спокою та його глибини. Зимостійкість визначається тривалістю, а морозостійкість – глибиною зимового спокою. Дуб, ясен, клен, липа не менш зимостійкі, ніж породи північних районів: сосна, ялина, ялиця, модрина, але вони менш морозостійкі.

Для першої групи рослин дуже небезпечні морози в –30 °С і нижче, коли спостерігається масова загибель рослин у насадженнях. Так, на території Східно-Європейської рівнини зафіксовані зими з сильними і тривалими морозами: у 1928–1929 рр. температура повітря знижувалася до –35–40 °С.

У цю зиму від морозів загинули стиглі дубові насадження у Шиповому лісі Воронезької області, у Західній Україні і Польщі, де також пошкоджено морозом старі букові насадження на площі близько 100 тис. га.

Суворі зими були також у 1939–1940, 1955–1956 та 1985–1986 рр., у

цей період у лісостепових дібровах постраждали граб, ясен, дуб, інші деревні породи, наприклад, у 1986 р. – горіх волоський.

У результаті сильних морозів у стовбурах дерев утворюються так звані морозобійні тріщини. Вони знижують якість стовбурної деревини, зменшуючи вихід ділових сортиментів, а також служать своєрідним місцем для ураження збудниками грибних хвороб. Якщо такі дерева ослабляють свій ріст, то на них нападають шкідники. Морозобійні тріщини заростають, але можуть знову поновлюватися під дією сильних морозів.

Утворення морозобійних тріщин пояснюється, у першу чергу, фізичними явищами у стовбурі дерева. Воно зводиться до того, що від дії низької температури зовнішні шари деревини стискаються сильніше, ніж внутрішні від чого і відбувається розрив тканин поверхневого шару деревини стовбура. Є й інші пояснення. Вони пов'язані з анатомічною будовою стовбурної деревини, затримкою надходження води із промерзлого ґрунту тощо.

Дієвих заходів проти морозобою практикою не вироблено. У лісопарках та парках морозобоїни замазують цементним розчином, щоб до них менше потрапляло дощової води, не розвивалася гниль. Найчастіше страждають від морозобою такі породи, як дуб, в'яз, ясен, горіх волоський, бук, клени. Значно менше пошкоджуються деревні породи з м'якою деревиною: липа, тополя, ялиця, каштан кінський та ін. Хвойні породи, деревина яких багата смолистими речовинами, практично не пошкоджуються. Найчастіше явище морозобою спостерігається на вологих і холодних ґрунтах.

Вижимання молодих рослин з ґрунту морозом. Це явище спостерігається на важких вологих родючих ґрунтах. Взимку ґрунт замерзає і, оскільки лід займає більший об'єм, ніж вода, то це призводить до підняття шару ґрунту разом з молодими рослинами (сходами, сіянцями). Весною при таненні льоду шар ґрунту опускається, а корені рослин залишаються на поверхні, внаслідок чого рослини гинуть. Особливо сильно страждають від вижимання морозом рослини, які мають поверхневу кореневу систему: ялина, бук, граб, вільха. Молоді рослини, які мають більш глибоку кореневу систему – дуб, осика – не пошкоджуються. Явище вижимання рослин морозом може спостерігатися і ранньої весни, коли настає погода з морозними ночами і теплими днями. Періодичне замерзання і відтаювання поверхневого шару ґрунту викликає вижимання рослин, іноді з розривом коренів. Борються з вижиманням сіянців у розсадниках, накриваючи посіви шаром листя, але це не можна робити на посівах хвойних порід, бо у них при підвищенні температури більше 0 °С може припинитися дихання, будуть

витрачатися накопичені запаси вуглеводів та білків, сіянці ослаблюються і можуть хворіти. Такі сіянці непридатні для садіння на постійне місце.

Вплив заморозків на деревні рослини. У місцевості з континентальним кліматом спостерігаються заморозки. Під цим явищем розуміють зниження температури повітря і поверхні ґрунту нижче 0 °С уночі при позитивній середньодобовій температурі. Заморозки бувають за своєю природою адвективні, коли надходить холодне повітря з інших районів, найчастіше – арктичне, і радіаційні, які виникають унаслідок радіаційного охолодження поверхні ґрунту від випромінювання тепла у тихі ясні ночі. Бувають заморозки і змішаного типу. Більш тривалі у часі адвективні заморозки, які можуть продовжуватися протягом 3–4 днів.

За терміном появи протягом вегетаційного періоду заморозки поділяють на пізні весняні та ранні осінні. Весняні заморозки застають рослини у стадії початку вегетації, коли пагони містять багато води, внаслідок чого вони швидко замерзають. Замерзають також квіти, що практично не дає можливості рослинам плодоносити у поточному році. Осінні заморозки з'являються тоді, коли вегетація ще не закінчилася, пагони ще не здерев'яніли, а тому легко пошкоджуються низькими температурами.

Шкідлива дія заморозків найсильніше виявляється у приземному шарі атмосфери товщиною 5–10 см, але основним вважається шар до 50 см. Рослини будуть пошкоджуватися заморозком, доки не вийдуть із цього шару. Пізні весняні і ранні осінні заморозки особливо відчутно проявляють себе на полянах незначних розмірів, вирубках та у вікнах лісового намету, де вони виникають унаслідок випромінювання тепла вночі поверхнею ґрунту і рослинністю. У нижніх частинах схилів іноді утворюються «озера холоду», якщо на шляху холодного повітря є щільне, закритого типу узлісся. Товщина шару повітря з мінусовою температурою може сягати 5–8 м. Тому неможливо отримати поновлення таких деревних порід, як ялиця, дуб, ясен, бук, якщо їх підріст немає захисту більш високорослою рослинністю зі стійких до заморозків деревних порід – берези, осики, граба, вільхи чорної, сосни. Ці породи поселяються на відкритих місцях, у тому числі і на морозобійних, швидко утворюють лісовий полог.

У дібровах природного походження підвищені форми рельєфу – верхні частини схилів, плато – заселяє рання форма дуба, бо у цих місцях холодне повітря не застоюється, а стікає вниз. Ця форма дуба розпускається, у середньому, до 1 травня. Пізня форма дуба займає балки, нижні частини схилів, іноді «озера холоду», «морозобійні ями», оскільки вона розпускається приблизно на місяць пізніше, коли вже пройнуть заморозки.

Лісівнича практика виробила ряд заходів щодо боротьби з



заморозками. Це – застосування складних способів головних рубок, чим пришвидшується поновлення вирубок. Для боротьби із заморозками на відкритих площах, наприклад, у розсадниках, практикують спалювання у ямах або на залізних листах лісового сміття, трави, інших матеріалів, цим самим підвищуючи температуру повітря на 1–3 °С. Іноді застосовують дощування, щоб підвищити частку водяної пари у повітрі. У закритих приміщеннях (закритому ґрунті) температуру підвищують нагрівачами.

Вплив на ліс у край високих температур. Дуже високі температури спричиняють негативні наслідки, у першу чергу, в південних та південно-східних районах України. Найпершими гинуть від високої температури листя та молоді рослини. Встановлено, що поверхня ґрунту може нагріватися до +50 – +60 °С, причому сильніше нагріваються темно-забарвлені та піщані ґрунти. Така температура виходить за межі, при яких можливий ріст камбію (54 °С), тому він відмирає. Пошкодження молодих рослин на рівні кореневої шийки має назву опік кореневої шийки. Від нього самосів і сіянці у розсаднику гинуть. У дорослих дерев високі температури викликають опік кори, при цьому відбувається локальне відмирання камбію. Від нього страждають деревні породи з тонкою корою: бук, ялина, ялиця, граб та ін. Темнозабарвлені стовбури страждають більше, ніж світлозабарвлені.

#### ***Вплив лісу на температурний режим під його наметом***

Ліс впливає на температурний режим повітря під його наметом нівелююче, порівняно з відкритим простором. Температура повітря у лісі більш стійка, а мінімуми і максимуми виражені слабкіше. За даними проф. М. О. Ткаченка (1955), у період денного максимуму температури повітря різниця між температурою під кронами дерев і на рівні ґрунту може досягти 7 °С. Завдяки відсутності прямого освітлення ґрунту у лісі температура приземного шару повітря влітку завжди нижча, ніж на відкритому місці. Взимку ліс запобігає випромінюванню тепла з поверхні ґрунту, тому температура повітря у лісі буде вищою, ніж на відкритому місці. У середньому, влітку у лісі прохолодніше на 0,2–0,3 °С. Окрім того, під наметом лісу з тіншовитривалих деревних порід влітку більш прохолодно, а під наметом світлолюбних, навпаки, менш прохолодно. В. З. Гулісашвілі (1956) наводить дані про різницю температур у період літнього максимуму у Закавказзі. Так, температура повітря під наметом дубово-грабового лісу становить 29,5 °С, а на відкритому місці – 41 °С, тобто, різниця склала 11,5 °С.

Таким чином, ліс є дуже важливим регулятором температурного режиму. Він затримує більшу частину радіаційного тепла, чим, у першу чергу, забезпечує утворення особливого лісового клімату («лісової

обстановки)), який різко відрізняється від клімату сусіднього відкритого простору. Напет лісу відокремлює від вільної атмосфери ту її частину, яка знаходиться нижче нього, і цим самим утруднює вертикальний обмін повітря між лісом і шаром атмосфери, що знаходиться вище. Тому порушується теплообмін, а у лісі створюється свій тепловий режим.

Особливості теплового режиму у лісі стосуються не тільки повітря. Затримання теплових променів напетом лісу зменшує нагрівання ґрунту, тому влітку ґрунт під лісом холодніший, ніж на відкритому місці, і ця різниця спостерігається до глибини 1–1,5 м. Академік П. С. Погребняк (1968) наводить дані Шуберта, які свідчать про те, що різниця температур на глибині 60 см становила під сосновим лісом – 2,7 °С, під ялиновим – 3,0 °С, під буковим – 3,2 °С. Взимку лісовий ґрунт, навпаки, тепліший за ґрунт відкритого місця, різниця температур, у середньому, становить 0,5–1,0 °С. У процесі нагрівання і охолодження лісового ґрунту велику роль відіграє лісова підстилка. Причиною меншого промерзання лісового ґрунту є й те, що у лісі сніговий покрив більш пухкий, ніж у полі. Крім того, у поверхневому шарі лісового ґрунту міститься більша кількість вологи внаслідок більшої вологості, порівняно з полем. Тому цей шар ґрунту повільніше втрачає тепло (теплоємність води вища за теплоємність твердої частини ґрунту) і менше або зовсім не промерзає. Цей факт відіграє велику роль у водоохоронному значенні лісів.

Різниця температур у лісі і на відкритому місці залежить як від складу порід, так і від континентальності клімату. Чим більш континентальний клімат, тим більш суттєвий вплив лісу на мікроклімат під його напетом. Вплив лісу залежить також і від густоти стояння дерев. При повноті деревостану у світлолюбних порід 0,6, у тіньовитривалих – 0,4 температурний режим під напетом практично не відрізняється від режиму відкритого місця.

Ліс рідко буває однорідним на великій площі. Зімкнуті лісостани чергуються з різної величини полянами, «вікнами», суцільними вирубками. На цих морфологічних елементах лісу формується свій температурний режим. На великих за розміром полянах, суцільних вирубках вертикальний розподіл температури повітря наближається до розподілу відкритого місця. Вплив лісу обмежується порівняно вузькими смугами, причому значну роль у цьому відіграє вітер, завдяки якому приземний шар повітря переміщується з високим.

Зі зменшенням розмірів відкритих місць дія вітру зменшується, що сприяє застою повітря, внаслідок чого влітку спостерігається перегрівання повітря вдень, а взимку – вночі. Така картина спостерігається на вузьких

вирубках, галявинах, у «вікнах» лісового пологую. На коливання температури може впливати характер узлісся: якщо воно розріджене, то буде пропускати більше повітря з лісу, що оточує галявину. Типове, щільне узлісся затримує надходження повітря із лісостану, тому на галявинах, у «вікнах» намету може взимку утворюватися морозобійна яма, а влітку – значне підвищення температури, від чого потерпають підріст та інші молоді рослини.

Характер температурних змін на невеликих за площею відкритих місцях у межах лісового масиву потрібно враховувати при розміщенні тимчасових розсадників, при сільськогосподарському використанні підсобними господарствами тощо. Як запобіжний захід, який дозволяє зменшити температурні коливання, практикують розрідження щільних узлісь.

Щоб запобігти негативному впливу температурних коливань, потрібно підбирати деревні породи, які не страждають від заморозків і високих температур. Або вирощувати такі породи, змішуючи їх зі стійкими, наприклад, ялину, ялицю, бук з березою, осикою, грабом. Потрібно враховувати експозицію схилу при вираженому рельєфі. Чутливі до коливань температур породи слід висаджувати на північних схилах, а на схилах інших експозицій – менш чутливі, якщо крутизна схилів незначна. Західні схили є кращими для чутливих порід, ніж східні і південні, бо на них не так швидко піднімається температура повітря.

## **2.4 Ліс і волога**

Волога є одним із найсуттєвіших факторів існування деревних рослин. Вода використовується рослинами як будівельний матеріал для клітин і тканин, вона забезпечує життєдіяльність плазми, підтримує належний клітинний тургор, забезпечує переміщення поглинутих коренями з ґрунту елементів живлення через стовбур до листя крони та інших органів деревних рослин. Велике значення вода має при транспірації, яка регулює теплообмін між листям і атмосферним повітрям. Без води не відбувається процес фотосинтезу, внаслідок якого утворюються органічні речовини, формується деревна маса. Деревні рослини дуже часто відчувають нестачу водяної пари у повітрі, тому у них через відкриті для асиміляції породи і протікає транспірація води. На транспірацію витрачається лєвова частка потрібної для забезпечення життєдіяльності рослини води. Витрата води на транспірацію повинна поповнюватися, бо наступить в'янення листя, і рослина може загинути. Транспірація води пов'язана з її надходженням через кореневу систему. Окрім того, поглинутій воді не так просто переміститися від коренів

до листя крони, яке знаходиться на висоті у кілька десятків метрів, а у окремих деревних порід – понад сто метрів. Провідна система стовбура, товстих гілок, коренів дерев виконує роль резервуара, з якого вода і надходить до листя. Потрібно наголосити, що споживання води деревними рослинами – це не простий фізико-хімічний процес, а певний фізіологічний стан рослини у конкретних екологічних умовах (Г. Польстер, Г. Фідлер, 1974). Тіньовитривалі породи транспірують воду менш інтенсивно, ніж світловибагливі. Дослідженнями Г. Польстера встановлено, що лісові насадження у віці 40–50 років за рік витрачають наступну кількість води (у мм на 1га): береза повисла – 430–480; сосна звичайна – 240–300; бук лісовий – 320–370; ялина звичайна – 390–450; модрина європейська – 460–480; дугласія – 450–580.

Транспірація – це основний процес, що відображає залежність рослин від води, бо вона забезпечує енергетичний градієнт, який викликає переміщення води у рослині та її вихід у атмосферу.

Джерелами вологи у лісі є: 1) атмосферні опади; 2) конденсаційні опади; 3) ґрунтова волога, яка утворилася внаслідок перелічених вище джерел; 4) підґрунтові води; 5) ріки та інші водойми. Деревина по-різному пристосовується до споживання необхідної кількості води, щоб виживати в умовах її дефіциту.

Вода впливає на географічне розповсюдження лісів, визначаючи сухість клімату. Природні ліси у Євразії і Північній Америці не заходять за межі показника Г.М.Висоцького – (ОК), який дорівнює 1,0.

Таким чином, значення вологи для лісу – величезне. Від того, наскільки деревні рослини нею забезпечені, залежить стійкість лісових насаджень, їх продуктивність, саме існування лісу.

### *Атмосферна волога і ліс*

Атмосферні опади. Атмосферна волога впливає на ліс як фізіологічно, так і фізично. Кількість водяної пари в атмосфері певної місцевості залежить від циркуляції повітря, внаслідок якої спостерігається глобальне переміщення повітряних мас і зволоження чи, навпаки, зменшення кількості вологи у повітрі. Фактично більша частина опадів, які випадають на суші, формується із водяної пари, яка принесена повітряними течіями з океанів. Для Східно-Європейської рівнини, у тому числі й території України, перенос атмосферної вологи відбувається, головним чином, із Атлантичного океану.

Атмосферні опади – це вода у рідкому або твердому стані, яка випадає з хмар або утворюється на поверхні ґрунту чи інших предметів у результаті конденсації водяної пари, що знаходиться в атмосфері. Опади бувають у вигляді дощу, снігу, граду. Це так звані вертикальні опади. Окрім них,

розрізняють горизонтальні опади у вигляді роси, інею, ожеледі. Найбільш важливі для лісу в рівнинних умовах опади у вигляді дощу та снігу.

Для існування лісу потрібна певна кількість опадів за рік. Точної притримки з цього приводу немає, але відомо, що у більш холодних регіонах, наприклад, у Скандинавії, ліс може рости при річній сумі опадів у 300 мм, оскільки тут менше витрачається води на випаровування транспірацію. У місцевостях з помірним кліматом для існування лісу потрібно, щоб за рік випало не менше 400 мм опадів. Кращі ліси країн Центральної Європи ростуть там, де за рік випадає 600–700 мм опадів. Ці дані не враховують кількість опадів, що затримуються кронами і випаровуються знову в атмосферу.

Для лісу важлива не тільки кількість опадів, але й те, як вони розподіляються за сезонами. У Поліссі та Лісостепу України за вегетаційний період випадає 2/3 річної кількості опадів, але у цей період і витрати вологи найбільші. Тому П. С. Погребняк вважає весняно-літню частину року періодом витрати вологи, а осінньо-зимову – періодом її накопичення. У цей період температурний режим повітря зменшує до мінімуму витрати на фізичне й фізіологічне випаровування. У весняно-літній період ці процеси відбуваються максимально активно.

В умовах України кількість опадів на рівнині зменшується у напрямку з північного заходу на південний схід. Для лісу має значення не лише кількість опадів за рік і за вегетаційний сезон, але й те, як рівномірно вони випадають. Тривалі посухи негативно впливають на поновлення, ріст лісу і можуть призводити до його загибелі. У людській пам'яті залишилися посушливі роки ХХ століття, а саме 1921, 1937, 1941, 1972, 1975, коли в літній період посуха тривала більше двох місяців. Такі погодні умови вкрай негативно впливають на ліс, призводять до всихання дерев.

Розрізняють атмосферну і ґрунтову посуху. Перша є результатом високої температури повітря, викликаного радіаційним нагрівом або надходженням сухих повітряних мас з інших територій та тривалою відсутністю дощів. Як наслідок атмосферної посухи, може з'явитися ґрунтова посуха. У період атмосферної посухи відносна вологість повітря може знижуватися до 25 і навіть до 15 %. Така вологість повітря призводить до підвищення транспірації, яка потребує і підвищеного водопостачання з ґрунту. При атмосферній посузі рослини перегріваються, витрати води на транспірацію починають переважати її надходження від кореневої системи, тканини починають обезвожуватися, порушуються нормальні умови для фотосинтезу. Підвищене фізичне та фізіологічне випаровування призводить до зниження вологості ґрунту, запасів води у ньому. Настає ґрунтова посуха,

яка може не тільки викликати всихання дерев, але й загибель насаджень. Посухи бувають весною, влітку і восени.

Для лісу має значення також інтенсивність опадів. Якщо рідкі опади випадають у вигляді злив, при яких за кілька годин може випасти місячна норма опадів, то це призводить до негативних наслідків: може пошкоджуватися листя дерев, збільшується поверхневий стік води, а на виражених формах рельєфу, особливо у горах, спостерігається змив верхнього шару ґрунту, розмив підґрунтя, на невеликих річках виникають повені, а у горах – селеві потоки. Водяні краплі, проходячи через нижній шар атмосфери, можуть розчиняти різні речовини, які знаходяться в атмосфері, такі як солі азотної кислоти, аміаку й інші мінеральні речовини, у тому числі й шкідливі для рослин. Разом з опадами вони надходять до ґрунту і можуть певною мірою використовуватися рослинами для їх живлення.

Зимові опади впливають на ліс багатопланово. Перш за все, вони утворюють основні запаси вологи у ґрунті, про що вже була мова, а утворений на початку зими сніговий покрив запобігає вимерзанню сходів, корневих систем дерев, промерзанню ґрунту. Пухкий шар снігу в лісі є не тільки добрим термоізолятором, але й сприяє збереженню мезофауни. Встановлено, що у дібровах Лісостепу України шар снігу товщиною у 20 см здатний забезпечити позитивні температури у ґрунті протягом усієї зими. Але надмірно товстий шар снігу у лісі не тільки заважає проведенню рубок у зимовий період, а й негативно впливає на дику фауну. Наприклад, для дикого кабана товстий шар снігу перешкоджає добувати корм так само, як і глибоке промерзання ґрунту.

При випаданні снігу, коли температура повітря у середньому дорівнює 0 °С, можливе затримання його кронами дерев. При такому снігопаді крони ялини, ялиці, у яких гілки опущені донизу, не накопичують сніг (окрім випадків, коли сніг починає примерзати), а крони сосни, у якої гілки ростуть горизонтально або злегка припідняті, утримують значні маси снігу, від чого ламаються. Це явище називають сніголамом. При асиметрично розвиненій кроні молоді дерева під дією снігу, що накопичився на кроні, згинаються дугою і після звільнення від снігу можуть іноді вирівнятися. При незамерзлому ґрунті можливе вивалювання дерев з коренем. Це явище називають сніговалом. Найчастіше страждають від навалу снігу загущені молодняки у стадії жердняка. Сніголом і сніговал у соснових молодняках може набувати катастрофічних масштабів, які потребують вирубування пошкоджених лісостанів на значних площах. Основним заходом, який запобігає виникненню цих негативних явищ, є своєчасне і якісне проведення догляду за насадженнями, який ліквідує перегущеність та формує

симетрично розвинені крони дерев сосни.

Конденсаційні опади. Негативний вплив на ліс спричиняє ожеледь. Це – намерзання щільного шару льоду на поверхні ґрунту, гілках крон, стовбурах дерев унаслідок намерзання на них переохолоджених крапель дощу або мряки. Це явище спостерігається, як правило, при температурах повітря від 0 °С до -3 °С. Товщина льоду може становити 3–5 см і навіть більше, що призводить до обламування гілок та стовбурів молодих дерев. Від ожеледі потерпають не лише хвойні, але й зимовоголі деревні породи. Взимку 2002–2003 рр. від ожеледі постраждали лісостани дібров Правобережного Лісостепу України на значних площах. Товстий шар льоду на поверхні ґрунту у Запорізькій, Дніпропетровській областях став причиною загибелі багатьох диких лісових тварин, які не змогли добувати собі корм.

Іншими видами конденсаційних опадів є туман і роса. Туман і роса, тобто утворення крапель води при конденсації водяної пари на ґрунті, траві, листях, впливають на інтенсивність транспірації і можуть також засвоюватися рослиною або поповнювати ґрунтові запаси води. Горизонтальні опади суттєву роль у житті лісу відіграють у окремих регіонах, наприклад, на побережжях морів і океанів. Так, на Тихоокеанському узбережжі США і Канади, за даними американського вченого Д. Кітреджа, протягом року горизонтальні опади становлять таку ж кількість, як і вертикальні, а іноді й більше. Така ж картина спостерігається і у високогірних лісах. Наприклад, на висоті 1 500 м у горах Баварії при річній кількості опадів у 2 000 мм 42 % припадає на горизонтальні (С. Спурр, Б. Бернесс, 1984).

Ґрунтова волога та її значення для лісу. Деревні рослини безпосередньо з рідких опадів споживають мізерну частину вологи. Практично ці опади цілком поступають на поверхню ґрунту і просочуються у його товщу. Незначна кількість випаровується з крон. Уся вода від танення снігу також надходить до ґрунту, бо у нормально функціонуючому лісостані стік води по поверхні навіть на виражених формах рельєфу відсутній. Таким чином, опади є головним джерелом вологи у лісовому ґрунті.

Протягом вегетаційного сезону вода у лісовому ґрунті може знаходитися у різних формах: у вигляді водяної пари, гігроскопічної води, плівки, капілярної та гравітаційної води.

Гравітаційна вода знаходиться у ґрунті після дощу та після танення снігу, вона вільно проникає у нижні шари під дією сил земного тяжіння і може досягти ґрунтової води або перейти у форму капілярної води. Для деревних рослин вона цілком доступна і всмоктується корневими волосками.

Капілярна вода знаходиться у тонких проміжках між ґрунтовими часточками і утримується у них силами капілярного натягнення. Капілярна вода здатна підійматися угору, причому чим менший діаметр проміжку, тим вище. Так, у піщаних ґрунтах вона може підніматися на висоту 30–60 см, а у суглинистих – на 6–7 м. Звичайний же підйом капілярної води лежить у межах 1,0–1,2 м. Капілярна вода доступна для деревних рослин, вона особливо важлива у період посухи, коли верхній шар ґрунту пересихає і поновлюється вологою через капілярне підняття з більш глибоких шарів ґрунту.

Вода у вигляді плівки навколо часточок ґрунту практично майже недоступна для рослин.

Гігроскопічна вода адсорбується із атмосфери часточками ґрунту. Вона недоступна для рослин. Кількість води, яку адсорбує ґрунт із атмосфери і яка насичена водяною парою, називається максимальною гігроскопічністю. Її величина залежить від механічного складу ґрунту: чим менші часточки та більше гумусу, чим більша адсорбційна поверхня, тим вища максимальна гігроскопічність ґрунту. Вважається, що подвійна максимальна гігроскопічність ґрунту – це та межа, нижче якої рослини в'януть, а вологість, яка менша подвійної гігроскопічності, має назву мертвого запасу вологи у ґрунті. Виняток серед деревних рослин – модрина, яка може споживати вологу з ґрунту при полуторній максимальній гігроскопічності.

Вода у вигляді пари переміщується у ґрунті під дією пружності пари: від більшої до меншої. Унаслідок перепаду температур протягом дня і ночі водяна пара може конденсуватися і перетворюватися у доступну для рослин вологу. Особливо це важливо для місць із різко континентальним кліматом.

Серед інших форм вологи у лісі слід відмітити іній та поморозь взимку і град, який виникає частіше влітку. Перші дві форми мало впливають на життя лісу, а град – суттєво. Град являє собою вид атмосферних опадів, які випадають у вигляді сферичних або іншої форми шматків криги розміром від 5 мм до 55 мм, а іноді й більше. Бувають виняткові випадки, коли шматки криги мають масу до 1 кг. Град випадає із потужних купчасто-дошових хмар, триває не більше півгодини і займає нешироку смугу поверхні. У лісі град призводить до поранення і ламання стовбурів, гілок, підросту, молодих частин дерев, іншого пошкодження крон. Особливу шкоду град приносить розсадникам, знищуючи посіви.

Надлишок вологи у ґрунті і його вплив на ліс. У разі близького стояння ґрунтових вод або підтоплення території після будівництва водосховищ для гідроелектричних станцій, інших водойм утворюється надлишок вологи у ґрунті, який шкідливо впливає на більшість деревних порід. Лише вільха чорна може



витримувати перезволоження ґрунту на торф'яних болотах низинного типу, де вона успішно росте. Разом із вільхою на низинних торф'яниках росте ясен та такі породи підліску, як смородина чорна, крушина ламка. П. С. Погребняк пояснює пристосованість ясена і названих видів до перезволоженого ґрунту тим, що у них коренева система поверхнева, плоска, а коренева система вільхи заходить до горизонту ґрунтових вод і там нормально розвивається. Він вважає, що уявлення про те, що вільха чорна нібито росте на болотах з проточною, багатою на кисень водою, – помилкове. Будь-яке болото-торф'яник утворюється в умовах великого дефіциту вільного кисню. А рослини-вологолюби у цих умовах використовують або зв'язаний кисень, або вільний, який надходить з атмосфери через міжклітинні простори рослин. У таких рослин листя здатне постачати кисень кореням, причому кисень надходить до коренів через центральну частину стебла і флоему (П. С. Погребняк, 1968).

На сирих ґрунтах, перехідних до боліт, ростуть сосна, ялина, дуб, береза, інші листяні породи, досягаючи значної висоти, але їх коренева система неглибока, внаслідок чого дорослі насадження страждають від вивалювання дерев вітром. Потрібно мати на увазі, що оптимальними умови зволоження ґрунту, особливо для хвойних порід, будуть у тому випадку, коли простір між частками ґрунту, окрім води, заповнюватиме повітря, частка якого повинна складати, у середньому 30 % загальної шпаруватості ґрунту. Коли ця частка зменшується (у зоні капілярного підйому води), то корені заходять у ґрунт лише на незначну глибину. А вільха чорна заселяє коренями не лише увесь шар ґрунту з капілярним зволоженням, але й частково заходить у горизонт ґрунтових вод. Її корені здатні залишатися живими навіть при постійній повній вологоємності ґрунту, тобто при затопленні протягом року. Але це можливо лише тоді, коли надземна частина дерева – стовбур, крона – не затоплюється надовго. Затоплення дерев до рівня 5–6 м вище кореневої шийки вона може витримати і вегетувати протягом 2–3 місяців. Береза, ялина, сосна витримують затоплення 2–3 тижні. Зовсім не витримують затоплення граб, дуб скельний. Боляче переносить затоплення дуб звичайний. Названі деревні породи не витримують затоплення холодною водою, лише теплою.

### ***Відношення деревних порід до вологості місцезоселення***

Лісоводи давно помітили, що не всі деревні рослини однаково відносяться до зволоження умов їх місцезростання. Одні породи віддають перевагу гарному зволоженню, інші – ростуть у помірно зволжених місцях, треті – можуть виживати при мізерних кількостях вологи у ґрунті. Так з'явився поділ деревних порід за відношенням до вологості місце оселення на

три групи: гігрофіти, тобто рослини, які зростають у вологих лісорослинних умовах; мезофіти – рослини, які ростуть у середніх за зволоженням умовах; ксерофіти – рослини, які зростають у посушливих місцях, де вологи у ґрунті мало, а повітря сухе.

Для перелічених груп були встановлені певні морфологічні та анатомічні ознаки, за якими рослини і відносили до тієї чи іншої групи. Так, для гігрофітів характерна широка листяна пластинка, неглибока і слаборозвинена коренева система. Осмотичний тиск у клітинах – низький. Для мезофітів, до групи яких відноситься більшість деревних порід помірної зони, характерним є дрібне плоске листя з тонким епідермісом і вищим, ніж у гігрофітів, осмотичним тиском. Для ксерофітів характерна наявність різних пристосувань, завдяки яким вони можуть виживати в умовах дефіциту вологи. Листя у них щільне, з добре розвиненим епідермісом. В окремих порід воно покрите волосками. Для ксерофітів характерна глибока розвинена коренева система, що дозволяє рослинам використовувати вологу глибинних шарів ґрунту. Фізіологічні особливості ксерофітів – високий осмотичний тиск, який забезпечує велику силу всмоктування, що дозволяє цим рослинам використовувати мало доступні форми вологи у ґрунті. За літературними даними, осмотичний тиск у ксерофітів може досягати 50 атм. і більше (лавр благородний).

За тривалу історію вивчення відношення деревних рослин до вологи були апробовані й інші критерії. Так, німецький вчений Теодор Гартіг вивчав витрату води листям протягом доби, на основі чого була складена шкала, яка починалася з вільхи як породи, що найбільше втрачала вологи. Інший німецький вчений, Е. Ебермайер, складав шкалу на основі попільності листя, маючи на увазі те, що, чим більше попелу, тим більше листя випаровує води. Але це не відповідає дійсності. Довготривалий час діяла шкала австрійського вченого Генеля, складена на основі дослідження транспірації 5–6-річних рослин, які росли у спеціальному посуді. На основі інтенсивності транспірації і була складена шкала відношення деревних порід до вологи. Вченому вдалося підтвердити дані попередників у тому, що сосни випаровують у 6–8 разів менше вологи, ніж різні види дубів. Досліджував випаровування води листям і Г. М. Висоцький (1893), зважуючи листя протягом години.

Але вперше з наукових позицій до питання відношення деревних рослин до вологи підійшов Г. Ф. Морозов. Спираючись на дослідження Л. О. Іванова, він підкреслив, що обґрунтоване уявлення про вимогливість рослин до вологи може дати тільки сукупність ознак, у тому числі інтенсивність, продуктивність та економічність транспірації. Перший

показник враховує кількість транспірованої води, що припадає на одиницю площі (або маси) листя, другий – стосовно усієї кількості приросту деревної маси, а третій – початкового запасу води у листі чи в усій рослині. П. С. Погребняк підкреслює, що близькі за інтенсивністю транспірації сосна і ялина відрізняються за її економічністю: сосна у 2 рази економішша за ялину.

Г. Ф. Морозов увів два поняття, які характеризують відношення деревних рослин до вологи. Перше – потреба у волозі, а друге – вибагливість до вологи.

Потреба у волозі – це та кількість вологи, яка потрібна рослині для забезпечення підтримки тургора тканин, нормального ходу фізіологічних процесів, захисту від перегріву, обміну речовин між різними органами рослини і т. п.

Вибагливість до вологи – це відношення деревних рослин до ступеню зволоження місцеоселення, тобто здатність отримати необхідну кількість вологи з ґрунту в тих чи інших умовах.

Г. Ф. Морозов наводив приклад: потреба у волозі сосни, ялини, ялиці приблизно однакова, але ці породи значною мірою відрізняються одна від одної за вибагливістю до ґрунтової вологи: сосна – невибаглива, бо завдяки добре розвиненій кореневій системі може добувати вологу при малих її запасах у ґрунті, тоді як ялина і ялиця не мають таких розвинених кореневих систем і тому більш вимогливі до вологості місцеоселення. Звідси – сосна є ксерофітом, а ялина і ялиця – мезофіти. У ялини і ялиці значно більше хвої, тобто більша площа, яка випаровує вологу, а тому для цих порід потрібні умови з постійним зволоженням ґрунту і повітря.

Гігрогенний ряд. При розгляді класифікації екологічних факторів розглядався вплив на ліс одного з них – мезорельєфу, на якому можна прослідкувати, наприклад, зміну зволоження місцеоселень лісу на невеликій площі.

В Українському Поліссі соснові ліси іноді ростуть на бідних піщаних ґрунтах, які внаслідок хвилястого, дюнного характеру мезорельєфу мають різний ступінь зволоження, а через це – різну продуктивність. Насадження у таких місцеоселеннях представлені найменш вибагливими до вологи породами – сосною звичайною та березою повислою. На верхній частині пагорба ростуть чисті соснові насадження IV бонітету, оскільки тут ґрунти сухі. Нижче по схилу пагорба зволоження ґрунту зростає спочатку до свіжого, потім до вологого стану, а разом з цим і підвищується бонітет деревостанів до II–I класів у свіжих та до II–III – у вологих умовах. У підошви пагорба вологість ґрунту зростає до сирого зволоження, а бонітет деревостану знижується до IV класу. Найнижче місце зволожено до мокрого

ступеню, деревостан там має V клас бонітету.

Відповідно до ступеню зволоження представлена і піднаметова рослинність: на верхівці бугра – ксерофітна, головним чином, з лишайників, при свіжому зволоженні – зеленими мохами, брусницею; у вологій частині схилу – чорницею, а при сирому ступені зволоження – зозулиним льоном, іншими типовими для такого зволоження рослинами – лохиною, багульником, а при ще більшому зволоженні – сфагнумом. Таким чином, починаючи від вершини бугра і вниз по схилах, місцеоселення розрізняються між собою за ступенем зволоження. Такий ряд місцеоселень, розташований у порядку збільшення зволоження ґрунту, П. С. Погребняк назвав гігрогенним рядом, а його окремі ланки – гігروتони.

Окремі ланки гігрогенного ряду – гігротони – є свого роду елементами довкілля, що розрізняються між собою ступенем зволоження ґрунту і відповідним складом деревних порід. Їх прийнято іменувати таким же чином, як названі групи рослин у шкалі вибагливості до вологи П. С. Погребняка, присвоюючи ті ж порядкові номери-індекси: від 0 до 5.

Погребняк П. С. (1968) так характеризує окремі гігротони:

0. Вкрай сухі місцеоселення, де розповсюджені ультраксерофіти і деякі ксерофіти. Сюди відносяться чисті соснові лісостани із сосни звичайної або кримської IV-V класів бонітету, які розташовані на південних схилах піщаних дюн та скелястих схилах цієї ж експозиції у гірській місцевості. Сюди також відносяться верхні частини південних схилів з щабнистими ґрунтами, які швидко пересихають у спеку. На таких ґрунтах, окрім сосни, можуть поселятися дуб пухнастий та дуб скельний, грабинник, фісташка деякі степові кущі. У покриві – лишайники, живучка, безсмертник і їм подібні. На більш багатих ґрунтах може зростати дуб звичайний. Цей гігротон типовий для напівпустелі.

1. Сухі місцеоселення мають дещо краще зволоження порівняно з попередніми. У деревостанах переважають ксерофіти – дуб, ялівець, інші породи, які переносять сухість ґрунту. До них приєднуються на більш багатих ґрунтах клен польовий, клен гостролистий.

Види дуба можуть досягти I–III, а сосна – II класів бонітету. У надґрунтовому покриві сосняків переважають лишайники, мохи, трав'яні рослини ксерофітно-мезофітного складу. У дібровах – осока волосиста, зірочник, перлівка та інші. Сухі гігротони є зональними для південного та байрачного Степу.

2. Свіжі місцеоселення переважають в Українському Поліссі та Лісостепу. Для багатьох деревних порід ступінь зволоження тут є оптимальним для нормального росту та продуктивності лісових насаджень. У

деревостанах, залежно від ґрунтів, переважають сосна звичайна, береза повисла, клени, ясен, бук, ялиця та інші листяні породи, деревостани яких досягають I і вищих класів бонітету. У підліску та надґрунтовому покриві переважають мезофіти, у підліску – ліщина, бузина червона, а ксерофітів дуже мало. Так, у сосняках надґрунтовий покрив складають зелені мохи, брусниця, грушанки, орляк та ін. У дібровах підлісок утворюється із ліщини, бруслини, інших кущів, а у надґрунтовому покриві панують маренка запашна, медунка широколиста, копитняк європейський та інші, подібні їм за властивостями рослини. На піщаних ґрунтах зволоження забезпечують ґрунтові води, які залягають на глибині 2–4 м. На суглинкових ґрунтах залягання ґрунтових вод глибше 5 м, тому вони практично недоступні для деревної рослинності. Свіжі гігרותопи зустрічаються на плато, середніх та нижніх частинах схилів. У вологому кліматі вони займають верхні частини схилів.

3. Вологі місцеоселення знаходяться у нижніх частинах схилів балок, інших форм рельєфу рівнинної території та у гірських лісах. Вони є оптимальними для багатьох деревних порід, у першу чергу, для дуба, ялини, берези пухнастої, осики, ялиці та ін.

У дібровах підлісок утворюють ліщина, калина, крушина ламка, бруслина європейська, інші вологолюбні кущі. Живий надґрунтовий покрив утворюють мезогідрофіти і гідрофіти. Під хвойними породами ростуть зелені мохи, зозулин льон, чорниця, молінія та ін. На багатших ґрунтах у широколистяних лісах із дуба, граба, ясена, клена, в'язових, бука – яглиця, папороть чоловіча та жіноча, медунка та ін.

4. Сирі місцеоселення розміщені у пониззях, де надмірне зволоження ґрунту. Оптимум для росту тут знаходять вільха сіра, черемха, крушина ламка, верба сіра і подібні їм вологолюбні породи. У деревостанах ростуть сосна, дуб, ялина, осика, деякі інші породи. Внаслідок перезволоження коренева система дерев розвиваються поверхнево, дерева часто потерпають від вітровалу. У деревостанах також ростуть береза пухнаста, вільха чорна, липа, клени, але ніколи не росте бук, бо він не витримує перезволоження і дефіциту кисню у ґрунті.

У живому наґрунтовому покриві зустрічаються як мезогідрофіти, так і мезофіти та гідрофіти. Так, на відносно бідних ґрунтах росте чорниця, молінія, зозулин льон, сфагнум, а на багатих ґрунтах – яглиця, жіноча папороть, жовтець повзучий та інші вологолюбні рослини. Рівень ґрунтових вод на піщаних ґрунтах становить 0,5 м, а на глинистих – 1–3 м. Перезволоження, як правило, спостерігається протягом усього вегетаційного сезону. Лісова підстилка являє собою грубий гумус товщиною до 20 см.

5. Лісові болота залежно від механічного складу ґрунту займає різна рослинність. На піщаних ґрунтах росте сосна V бонітету, на більш багатих – вільха чорна з березою III бонітету, а іноді і II–I класів бонітету.

В умовах Українського Полісся розрізняють наступні перезволожені типи місцеоселень: а) сфагновий бір з сосною V класу бонітету; б) хвойно-листяний багон (мшара) з сосною, вільхою чорною та березою IV бонітету;

в) ольс-болото з вільхою чорною та березою III бонітету; г) ольс-трясина, де росте вільха чорна II бонітету; д) ольс-лог з вільхою чорною та ясенем I бонітету.

У всіх типах рівень ґрунтових вод весною виходить на поверхню ґрунту і тільки в кінці літа може опускатися нижче, забезпечуючи аерацію ґрунту на глибину до 50 см.

Заплавні місцеоселення мають контрастний режим зволоження: весною вони затоплюються на більший чи менший термін, а влітку, коли повеневі води зійдуть, ґрунт втрачає перезволоженість внаслідок фізичного випаровування та транспірації. Тому в умовах заплав гігروتопи можуть змінюватися від перезволоженого (5) до вологого (3) і свіжого (2). Такий режим зволоження ґрунту можуть використовувати лише ті породи, які не страждають від такої контрастності. Це – верби, тополі, а на багатих ґрунтах при нетривалому затопленні – дуб звичайний.

### ***Гідрологічна роль лісу***

Як підкреслює В. І. Рутківський (1949), гідрологічний вплив лісу досить різноманітний. Деревна, затримуючи частину опадів, зменшують їх кількість, яка надходить на поверхню ґрунту, так би мовити, висушуючи його. У той же час лісова підстилка і намет лісу, що затінює ґрунт, зменшують фізичне випаровування води з ґрунту, чому також сприяє відсутність вітру у лісі. Але деревна рослинність витрачає велику кількість вологи ґрунту на транспірацію і, таким чином, висушує ґрунт. Лісовий ґрунт поглинає велику кількість талої вологи та вологи від дощу, внаслідок чого вологість ґрунту підвищується. Транспіруючи багато вологи, ліс впливає на вологість атмосферного повітря не лише на зайнятій ним площі, але й за її межами, таким чином впливаючи на клімат безлісних територій.

Деревна рослинність, розвиваючи могутню кореневу систему, розпушує ґрунт, посилюючи його вологопоглинальну здатність. Розпушувачий вплив лісу на ґрунт посилюється при розгойдуванні дерев вітром, а також від перегнивання частини коренів та утворення порожнин. Крім того, поверхня ґрунту у лісі нерівна від утворення бугорків, що разом з поліпшенням шпаруватості сприяє зменшенню поверхневого стоку води та переведенню його у внутрішньоґрунтовий. Частина води, що поглинута

грунтом, досягає ґрунтових вод і живить річки.

Опади у вигляді дощу, проходячи через намет лісу, поповнюють запаси вологи у ґрунті. Вода, яка стікає через крони дерев, називається наскрізними опадами, а та, що стікає по стовбурах дерев, – стоком по стовбурах. При цьому з дерев змиваються різні речовини: атмосферна пилюка, аерозолі, пилок (чоловічі статеві клітини), продукти життєдіяльності комах і т. п, які надходять до ґрунту. Кількість води, яка стікає по стовбурах, залежить від кори (гладка чи шорстка), наявності сучків та інтенсивності дощу. Протягом останніх 30–40 років мають місце так звані кислі опади, які є наслідком розчинення CO<sub>2</sub> та отримання слабкої кислоти. Такі опади мають рН на рівні 5. Лісові екосистеми є досить серйозною перешкодою для кислих опадів, вони зменшують їх попадання у ріки та озера. У місцях концентрації промислових підприємств, які мають шкідливі викиди в атмосферу, кислі дощі можуть наносити шкоду лісу.

Вплив лісу на опади. Раніше було розглянуто питання про так звані горизонтальні опади і їх роль у житті лісу. Вплив лісу на опади вже давно розглядається з двох точок зору: 1) чи збільшує ліс кількість опадів на зайнятій ним території; 2) як ліс розподіляє опади, які випадають.

Стосовно першого питання, то ще у кінці XIX століття професором І. І. Касаткіним (1893) і пізніше акад. Г. М. Висоцьким (1912) висунута гіпотеза про трансгресивний зволожуючий вплив лісів північно-західної та північної частини Східно-Європейської рівнини на безлісні простори Степу, що знаходяться на південному сході та півдні від лісової зони. Гіпотеза базувалася на загальних міркуваннях та уявленнях про те, що ліси випаровують більше води, ніж інша рослинність, чим поповнюють вологу в атмосфері. Беззаперечним є той факт, що вирубка лісу на значній площі та несвоєчасне поновлення лісу призводило до заболочування цієї території. Академік Г. М. Висоцький кинув крилату фразу: «Ліси висушують рівнини і зволожують Гори». Вона викликала гарячі дискусії, головним чином, через першу частину фрази, стосовно висушування рівнин. Пізніше П. С. Погребняк дещо перефразував гіпотезу, яка набула виду: «Ліси зволожують клімат і ґрунт і висушують болота». У такому вигляді гіпотеза Г. М. Висоцького ближча до істини.

Технічна неможливість провести глобальні дослідження впливу лісу на збільшення кількості вертикальних опадів дала привід комісії з питань впливу лісу на середовище вважати це питання недоведеним, що і було зафіксовано у документах VI Світового лісового конгресу (1966) Отже, нині вважається, що ліс не збільшує кількості опадів.

Проф. М. О. Ткаченко (1955) вважав також, що наявні дані говорять

про те, що вплив лісу на опади у рівнинних, помірно холодних областях незначний.

Стосовно розподілу опадів, які випали над лісом, то слід мати на увазі, що частина їх затримується кронами і шляхом фізичного випаровування повертається назад до атмосфери, частина опадів стікає по стовбурах, а ще частина проникає через намет лісу і живий надґрунтовий покрив та надходить безпосередньо до ґрунту. Кількість рідких опадів, яка проникає через намет лісу, залежить від їх інтенсивності: чим сильніший дощ, тим більше води досягне ґрунту, бо менше затримається наметом. При малій інтенсивності дощу іноді всі опади залишаються на кронах, звідки випаровуються в атмосферу. Певна частина цих опадів буде використана рослинністю для забезпечення життєдіяльності, якась частина шляхом фізичного випаровування з поверхні ґрунту повернеться до атмосфери. Так відбувається малий кругообіг води у лісі.

Опади у вигляді снігу затримуються лісовим пологом більше, ніж рідкі опади. Кількість затриманих кронами опадів залежить від складу порід, віку насадження та його форми. Значно більше снігу залишається на кронах у хвойних лісах, особливо із ялиці, ялини. Сніг може примерзати до крон (якщо він випадав мокрим) і не здуватися вітром. Частина такого снігу поступово перетворюється у пару через сублімацію і не доходить до поверхні ґрунту, а повертається в атмосферу. Цей процес активно проходить при сонячній погоді і невеликих морозах.

Слід відмітити, що найбільше опадів затримують лісостани у жердняковому віці, коли крони розвивають найбільшу фотосинтетичну поверхню, а дерева ростуть густо.

Кількість опадів, яка досягла поверхні ґрунту у лісі, називається нетто-опадями, на відміну від валових опадів, тобто загальної їх кількості, яка випала.

Розподіл опадів на лісових галявинах. Лісові галявини, невеликі за площею поляни відрізняються режимом зволоження як від суцільного лісостану, так і від значних за площею відкритих місць. На галявинах до поверхні ґрунту доходить більше опадів, ніж у лісостанах, причому взимку тут сніг не випаровується, як це буває на відкритих місцях значного розміру, де сніг, як правило, здувається з більш високих елементів мікрорельєфу у пониззя. Незначні за розміром поляни, галявини у середині лісу не відчують впливу вітру, тому на них сніг лягає рівномірно, причому шар снігу буде товщий, ніж під насадженнями та у полі.

Всі перелічені особливості відкладання снігу впливають на танення (розтавання) снігу весною. Весною сніг сходить у лісі у наступній



послідовності: на відкритих великих площах; під наметом лісу; на галявинах і невеликих полянах.

Випаровування вологи з поверхні ґрунту. Умови для фізичного випаровування вологи з поверхні ґрунту у лісі гірші, ніж на відкритому просторі. У лісі нижча температура, підвищена вологість повітря, відсутній вітер, що зумовлює менше фізичне випаровування з поверхні ґрунту.

Спостереження проф. М. С. Нестерова у показали, що з поверхні ґрунту у лісі випаровується у 8 разів менше вологи, ніж на відкритому місці. Проф. В. Г. Нестеров (1954) наводить інші дані, отримані за літній сезон сухого 1939 р.: випаровування з поверхні ґрунту у ялиновому лісі виявилось у чотири рази меншим, ніж на полі. Цим фактам є пояснення.

1. У лісі в спекотну погоду, коли відбувається випаровування вологи, повітря більш прохолодне, ніж на відкритому місці, іноді на 8–10 °С, а температура поверхневого шару ґрунту – на 1–5 °С нижча, що і перешкоджає процесу випаровування.

2. Відносна вологість повітря у лісі значно вища (на 10–20 %), ніж у полі, що також послаблює випаровування вологи.

3. У лісі практично завжди штиль, тоді як у полі віє вітер, який посилює випаровування.

4. Лісова підстилка швидко поглинає вологу з повітря, але затримує випаровування вологи, яка надходить з капілярів ґрунту.

5. Верхній горизонт ґрунту у лісі має багато пустот, але мало капілярів, які віддають вологу в атмосферу. Пустоти, навпаки, добре сприймають атмосферну вологу і погано її віддають.

Поверхневий стік води. Значна частина рідких опадів не встигає просочитися в ґрунт і стікає по його поверхні, що небажано. Розрізняють два види стоку води: поверхневий та внутрішньогрунтовий. Перший з них викликає водну ерозію ґрунтів, особливо глинистого механічного складу, вимиває та виносить за межі ділянки найдрібніші часточки ґрунту, які є найважливішими для нього, замулює такими виносими ріки і т.п. Змив найродючішої частини ґрунту на полях може досягати значних розмірів. Так, проф. С. С. Соболевим встановлено, що навіть при ухилі поверхні у 2–4° за одну весну при таненні снігу з 1 га змивається від 20 до 30 т ґрунту, а при зливах – 100–200 т.

Багатьма дослідженнями, проведеними як у нашій країні, так і за кордоном, встановлено, що ліс помітно зменшує поверхневий стік, а головне – переводить його у внутрішньогрунтовий. Зменшення поверхневого стоку може бути різним, дивлячись на те, які ґрунти вивчаються, у якій географічній зоні ці явища розглядаються тощо. В одних випадках

зменшення стоку під лісом може бути 2–3-кратним, а в іншому – 20–30-кратним. Але існують загальні причини, які діють позитивно на зменшення стоку. Серед них слід відмітити наступні: танення снігу у лісі йде повільніше, ніж на відкритому просторі; ґрунт у лісі встигає до моменту танення снігу розмерзнутися; лісова підстилка може поглинути у 5–6 разів більше води, ніж її маса; фізичні властивості лісового ґрунту забезпечують високу водопроникність, що дозволяє перевести поверхневий стік у внутрішньогрунтовий; поверхневий стік у лісі послаблюється мікронерівновностями, які мають місце навколо стовбурів дерев, наявністю пнів, підліску тощо.

Зменшення поверхневого стоку у лісі зменшує винесення за його межі дрібнозему, тобто має ґрунтозахисне значення. Це особливо важливо при зливах та у гірській місцевості. А поступове переведення поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий, який підтримує рівень води у річках, має велике водорегулююче значення, особливо у літній межень. Повільне танення снігу у лісі сприяє повному проникненню вологи у ґрунт, а при близькому заляганні ґрунтових вод до поверхні вони отримують частину вологи з ґрунту. Оскільки цей процес іде повільно, то води від танення снігу, надходячи до ґрунтових вод та підвищуючи дебет джерел, поповнюють річки з великим запізненням, цим самим сприяючи підйому літньої межені.

Баланс вологи та вплив лісу на нього. Під балансом розуміють систему показників, які характеризують співвідношення або рівновагу у якому-небудь явищі, що постійно змінюється. Під водним балансом розуміють кількісну характеристику усіх форм надходження та витрат води у атмосфері, на Земній кулі та на її окремих ділянках. Водний баланс є кількісним виразом кругообігу води на Землі.

Уперше ретельні дослідження водного балансу у лісі і у полі були проведені Г. М. Висоцьким на Велико-Анадольській ділянці Докучаєвської експедиції у 1893–1903 рр. Ним було встановлено, що весною ліс і поле зволожуються приблизно однаково. Різниця у зволоженні починає зростати з моменту посиленого споживання лісом вологи ґрунту і досягає максимальної величини у кінці вегетаційного сезону. Саме восени ґрунт під лісом висушується найсильніше, причому на значну глибину, і лише самий верхній горизонт ґрунту у лісі більш вологий, ніж у полі. Це свідчить про те, що ліс є могутнім фактором водного балансу, що його корені здатні брати більше вологи з ґрунту, а крони більше випаровують її в атмосферу

Водний баланс у лісі Г. М. Висоцький виразив словами: «опади дорівнюють стоку плюс випаровування плюс буфер». Кожен із членів формули складається з окремих величин. Таким чином, формула

Г. М. Висоцького (1952) має наступний вигляд: опади = сток + випаровування + буфер (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Водний баланс лісу

А – вертикальні	Е – поверхневий стік та знесення снігу	І – з поверхні рослин, запас води у ґрунті та ґрунтових водах
В – горизонтальні		
С – приток води з іншої поверхні, наноси снігу	Г – стік ґрунтових вод, джерел і річок	К – транспірація
Д – приток ґрунтових вод	Н – глибинний стік	Л – витрати на органічний синтез
Е – внутрішньогрунтова конденсація		

Г. М. Висоцький так пояснював складові частини своєї формули. Певні потоки повітря в атмосфері приносять вологу, яка випадає у вигляді вертикальних (А) та горизонтальних (В) опадів. Частина опадів затримується на надземних органах рослин та випаровується з них (І). Досягаючи поверхні ґрунту, частина води стікає, не встигаючи проникнути у ґрунт, а у полі сніг може здуватися вітром (Е). Крім того, можливий підтік води або нанесення снігу з сусідніх ділянок (С). Вода, яка надійшла у ґрунт, частково або повністю поглинається коренями та витрачається на транспірацію (К), а також на органічний синтез. Інша частина води, яка надійшла у ґрунт, просочується глибше, поповнюючи ґрунтові води, які живлять ріки (С). Незначна частина води може проникати ще глибше (Н). Внутрішньогрунтова вода з'являється також за рахунок конденсації водяної пари при перепаді температур (Е).

Поняття «буфер» Г. М. Висоцький увів для того, щоб відобразити у балансі вологи її вихідну і кінцеву величину.

Повертаючись до крилатої фрази Г. М. Висоцького «Ліс сушить рівнини та зволожує гори», слід підкреслити, що автор мав на увазі висушування лісом ґрунту, а під терміном «гори» він розумів також і підвищені елементи рельєфу в рівнинних умовах. Ліс, поселяючись у посушливих місцях – на схилах гір, пагорбів, які втрачають більшу частину опадів – через поверхневий стік, припиняє цей процес, переводячи його на зволоження ґрунту, на поновлення ґрунтових вод та утворення органічної продукції. Поселяючись на перезволожених рівнинах, ліс завдяки потужним витратам вологи усуває надмірне зволоження, продуктивно його

використовуючи. У цих прямо протилежних умовах ліс виявляє виняткову меліоративну здатність.

На великих за площею територіях, які мають і лісові масиви, і площі без лісу, що являють собою цілі водозбори рік, багато питань впливу лісу поки що ще не досліджено. Потрібен моніторинг кількості опадів над лісом і над територією без лісу, моніторинг витрат води лісом та іншою рослинністю. Це потребує значних зусиль і коштів. Поки що можна з впевненістю відмітити, що ліси позитивно впливають на режим річок і клімат, їм притаманні водорегулюючі та водоохоронні властивості, завдяки яким сповільнюється та знижується поверхневий стік як дощового, так і снігового походження. Велика шорсткість поверхні лісового ґрунту та прекрасні фізичні властивості, наявність пустот від коріння і т. п. збільшують проникнення води у ґрунт і глибші шари підґрунтя, що врешті-решт збільшує меженний стік, а максимальні витрати води річками унаслідок збільшення лісистості водозбору зменшуються.

## **2.5 Ліс і повітря**

Ліс є складовою частиною біосфери Землі, займаючи певний простір у нижній частині атмосфери. Атмосферне повітря, як екологічний фактор, впливає на ліс двояко: по-перше, забезпечуючи фізіологічні процеси, і, по-друге – впливаючи фізично. На фізіологічні процеси впливає склад повітря, а на фізичні – рух повітря. Але ці впливи потрібно розглядати спільно в поєднанні з дією інших екологічних факторів.

### *Ліс і склад повітря у ньому*

Відомо, що атмосферне повітря складається із азоту (78 %), кисню (21 %) та незначних часток аргону, гелію, водню, вуглекислого газу, а також різних домішок техногенного і рослинного походження. Відомо також, що для росту і розвитку рослин потрібен у значній кількості азот, але вищі рослини не можуть засвоювати газоподібний азот із атмосфери.

Тому для них він є інертним газом, хоча й є першоджерелом зв'язаного азоту. Кількість кисню в атмосфері цілком достатня для забезпечення дихання усього живого на Землі. Найбільш важливим для вищих рослин, у тому числі і деревних, є вуглекислий газ, якого, у середньому, атмосфера має 0,03 % за об'ємом.

Вуглекислий газ –  $\text{CO}_2$  – серед екологічних факторів займає одне з чільних місць, оскільки він має найважливіший безпосередній вплив на деревні рослини, бо через асиміляцію вуглекислого газу утворюється органічна речовина, яка на 40–50 % складається з вуглецю. Поглинання

деревними рослинами вуглекислого газу із атмосфери відбувається, головним чином, при фотосинтезі. Підраховано, що ліси планети щорічно використовують 25 млн. т. цього газу. Якби не було його поновлення в атмосфері, запаси могли б бути використані повністю за 30–35 років. Поновлення атмосфери вуглекислотою відбувається внаслідок дихання живих організмів, спалювання вугілля, інших горючих матеріалів. За останні півстоліття надходження вуглекислого газу до атмосфери помітно зросло, що деякими вченими вважається глобальною проблемою. Якщо з середини ХІХ століття до середини ХХ століття концентрація  $\text{CO}_2$  в атмосфері зростала, головним чином, внаслідок масового вирубування лісів, особливо у тропічній зоні, то останніми десятиліттями вона підвищується за рахунок спалювання різних видів палива. Підвищення концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосфері, на думку деяких вчених, може призвести до підвищення середньорічної температури повітря у глобальному масштабі за рахунок так званого «парникового ефекту», що може призвести до екологічної катастрофи. Справа в тому, що збільшення концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосфері зменшує проникнення через неї довгохвильових променів, які відбиваються Земною поверхнею. Затримка земного випромінювання призводить до появи «парникового ефекту». Вихід із даної ситуації вбачається не лише у зменшенні викидів  $\text{CO}_2$  у атмосферу, а й у збільшенні його поглинання шляхом розширення площ лісів як найбільш могутнього рослинного угруповання.

Концентрація вуглекислоти у лісовому повітрі різна на різній висоті від поверхні ґрунту. Оскільки найбільша кількість  $\text{CO}_2$  виділяється при диханні та розкладанні органічних речовин, то у лісове повітря цей газ надходить із ґрунту внаслідок дихання коренів рослин, життєдіяльності бактерій, грибів, актиноміцетів, ґрунтових тварин, які беруть участь у розкладі органічних решток та гумусу. Якщо вміст вуглекислоти у повітрі відкритих просторів коливається у невеликих межах, то у лісі це помітніше. Так, у лісі в шарі повітря від поверхні ґрунту і до висоти 1,5 м концентрація  $\text{CO}_2$  досягає 0,07 %.

З підняттям вище від приґрунтового шару концентрація  $\text{CO}_2$  поступово зменшується і досягає мінімального значення в кронах дерев (0,022 %). Найменша концентрація спостерігається у повітрі біля поверхні листя (0,017 %). Причиною цього є споживання листям вуглекислоти для асиміляції вуглецю. Така велика амплітуда вмісту  $\text{CO}_2$  у лісовому повітрі свідчить про відсутність його дифузії у вертикальному напрямі без дії інших процесів. Поновлення повітря вуглекислим газом на висоті крон дерев відбувається під дією слабого вітру (2–4 м/сек), який здатний створити у

лісі турбулентні потоки повітря які дозволяють піднятися більш важкому вуглекислому газу до рівня крон, де він використовується.

Концентрація вуглекислого газу у лісі залежить ще від ряду чинників. Так, вона збільшується вночі, бо у цей час відсутній фотосинтез і найактивніше проходить процес дихання. Найнижча концентрація CO<sub>2</sub> у повітрі на рівні крон опівдні, коли фотосинтез максимально інтенсивний.

Збільшення концентрації CO<sub>2</sub> має місце у період дощу та туману. У цей час знижується активність фотосинтезу, зменшується циркуляція повітря, а виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту продовжується, що й забезпечує підвищення його концентрації у лісовому повітрі.

Проведені численні дослідження з метою виявлення залежності продуктивності фотосинтезу від концентрації CO<sub>2</sub> у повітрі. Встановлено, що наявний вміст вуглекислоти у повітрі забезпечує належний рівень фотосинтезу. В той же час досліди показали, що збільшення концентрації CO<sub>2</sub> до 0,1 % викликало у сосни при повному освітленні збільшення продуктивності фотосинтезу у 3 рази. При збільшенні концентрації CO<sub>2</sub> у 10 разів (0,3 %) продуктивність фотосинтезу зростає, але менш інтенсивно. У той же час навіть незначне збільшення концентрації вуглекислоти понад 0,03 % викликає помітне зростання продуктивності фотосинтезу, навіть при ослабленні освітлення. Особливо це відчутно для тіньовитривалих деревних порід.

Із зазначеного можна зробити висновок, що вміст CO<sub>2</sub> у лісовому повітрі можна регулювати певними лісівничими заходами. Найбільш доступний простий захід – прискорення розкладу лісової підстилки шляхом формування породного складу лісостанів, створення сприятливих умов для життєдіяльності підстилаючої та ґрунтової біоти. Такі умови створюються у мішаних, складних за формою лісостанах.

Електричне поле атмосфери і його вплив на ліс. У атмосфері Землі існує великий електричний потенціал часточок, які мають різнойменні заряди. При певних ситуаціях – пилових бурях, утворенні хмар та випаданні опадів – формуються електричні поля, які можуть мати різні за знаками заряди. Різниця електричних потенціалів між окремими хмарами або між хмарою і Землею може досягати 10 млн. вт. При появі невидимого струмопровідного каналу з іонізованого повітря виникає потужний електричний розряд, який розігріває атмосферні гази до температури 20 000 °С, унаслідок чого вони світяться. Виникає блискавка, яка супроводжується громом. Найчастіше це відбувається між потужними купчасто-дощовими хмарами і Землею, оскільки Земля має завжди від'ємний заряд.

Дерева становлять собою електроди з гострими кінцями на верхівках. Маючи значну вологість та вміст мінеральних солей, дерева мають і високу електропровідність. Проходячи через стовбур дерева, струм високої сили викликає моментальний нагрів води і перетворення її у пару. А, як відомо, при цьому об'єм води збільшується у 1 700 разів і при відсутності вільного простору створює тиск величиною до 1 000 атм. Такого тиску дерева витримати не можуть, тому розщеплюються на тріски довжиною від 2 м до 7 м або розколюються навпіл. У твердолистяних порід, наприклад, дуба, часто при ударі блискавки може бути знята кора разом із заболонною деревиною від верхівки до рівня ґрунту у вигляді неширокої стрічки.

Пошкодження дерев грозовими розрядами (блискавкою) в лісівничій літературі отримало назву громобій. Дослідженнями М. П. Георгієвського встановлено, що найчастіше блискавкою пошкоджуються хвойні породи. Причому у хвойних порід пошкоджується не тільки стовбур, але й корені, тоді як у листяних порід пошкодження коренів не виявлено. У сосняках і ялиниках пошкоджених дерев виявилось 4–6 %.

Пошкодження блискавкою призводить до поселення на таких деревах збудників різних гнилей, а ослаблення їх росту, є причиною нападу багатьох шкідників.

Є місцевості, наприклад, на півночі Східно-Європейської рівнини, у Сибіру, Казахстані, де при так званих сухих грозах від блискавок займається ліс. Причому частка таких загорань серед інших причин може досягати 40 %.

Подальше вивчення впливу електричного поля атмосфери і Землі поки що не дало достовірних результатів, щоб його однозначно оцінити. П. С. Погребняк (1968) підкреслює, що у житті лісу є ще багато суттєвих явищ, які можна віднести до впливу електричних полів. Так, встановлено, що у суху, бездошову погоду на поверхні листя накопичується значний від'ємний електричний заряд, а після змивання листя дощем він значно понижується. Формування біогруп дерев у лісових насадженнях та взаємний негативний вплив окремих деревних порід вчені також намагаються пояснити з позицій дії електричних полів.

Встановлено, що протягом довготривалої еволюції деревні рослини пристосувалися до впливу потенціалу атмосферного електричного поля. Якщо рослини ізолювати від нього металевою сіткою, яка діє як екран, то це погіршує їх ріст та розвиток.

Є різні міркування стосовно ознак дерев, які частіше або не так часто чи зовсім не сприймають удари блискавки. Так, у грозу дошовою водою більше змочуються стовбури дерев гладкокорих порід бука, граба, берези, кінського каштана, вільхи сірої, черешні, в'яза. Змочування дійсно підвищує

електропровідність, але навряд чи може бути головною причиною, що ці породи не сприймають удари блискавки. Найчастіше пошкоджуються блискавкою старі дерева дуба, тополі, сосни, горобини, модрини, які дійсно мають товсту та тріщинувату кору. У той же час помічено, що пошкодження дерев залежить від їх місцезростування по відношенню до сусідніх дерев, до місцевості, що їх оточує. Частіше блискавка вдаряє у дерева, що ростуть поодинокі, на узліссях, або крона яких домінує над сусідніми деревами, а також у дерева з гостроверхими кронами. Особливо часто блискавка вдаряє у дерева, які ростуть поодинокі на підвищених формах рельєфу, а у розташовані у пониззях дерева вона практично ніколи не вдаряє.

П. С. Погребняк наводить класифікацію деревних порід Е. Шталя стосовно пошкодження їх блискавкою.

Пошкоджуються сильно – тополя, дуб, берест, в'яз, ясен, робінія, хвойні породи; пошкоджуються середньо – липа, вишня, горіх волоський, каштан їстівний; пошкоджується мало – вільха чорна та сіра, клен, каштан кінський, бук, граб, черешня, береза.

Атмосферне електричне поле впливає на перетворення молекулярного азоту повітря у доступні для вищих рослин сполуки. Під впливом іонізуючого випромінювання іоносфери відбуваються складні фізико-хімічні процеси, в результаті яких утворюються молекулярні іони NO, а також NO<sub>2</sub> і NO<sub>3</sub>. Очевидно, така іонізація відбувається і при електричних розрядах у атмосфері (блискавках). Ці іони при випаданні опадів утворюють кислоти, які вступають в інші реакції в результаті чого отримуємо різні сполуки. Підраховано, що на 1 га поверхні з опадами надходить щороку до 5 кг азоту, який використовується рослинами. Це – незначна частка тієї кількості азоту, яку потребують рослини щорічно. Запаси ж атмосферного азоту становлять 70 000 т на 1 га площі.

Забруднюючі атмосферні домішки. З того часу, коли людина почала виплавляти мідь, залізо, виготовляти скло, їй довелося багато спалювати деревини, а згодом і кам'яного вугілля. При цьому в атмосферу надходили такі гази, як двоокис сірки, та відходи від горіння вугілля. Забруднення атмосфери цими речовинами та димом згубно діє на рослинність, у тому числі і на ліс.

Особливо зросло забруднення атмосферного повітря у зв'язку з широкомасштабною індустріалізацією та урбанізацією сучасного суспільства. Забруднення повітря часто носить локальний характер навколо діючих підприємств або індустріальних районів, які недостатньо вентилуються. Атмосфера також забруднюється і природним шляхом, наприклад, при виверженні вулканів, при розкладі органічних решток у лісах,



коли до атмосфери надходить значна кількість  $\text{CO}_2$ . Однак найбільш відчутне забруднення атмосферного повітря здійснюється автомобілями, що заповнили не тільки вулиці міст, а й інші території, літаками, іншими видами машин та механізмів, які працюють на двигунах внутрішнього згоряння. При неповному згорянні палива у двигунах виділяється окис вуглецю  $\text{CO}_2$ . Однак, як стверджують У. Слейбо і Т. Перенс (1979), бактеріальна діяльність у природних умовах зумовлює утворення  $\text{CH}_4$  і його часткове окислення до молекули вуглецю у значних масштабах. Інша справа – забруднення наших вулиць і доріг, де  $\text{CO}_2$  накопичується до смертоносної концентрації швидше, ніж відбувається розсіювання газу шляхом циркуляції повітря.

До природних забруднювачів атмосферного повітря відноситься утворення смогу, в тому числі і над хвойними лісами. Смог – густий туман з домішкою диму та газових відходів виробництва, пелена їдких аерозолів, що утворюються у повітрі під дією ультрафіолетової радіації. Смог утворюється над великими містами (Лондон), промисловими центрами внаслідок відсутності турбулентного переміщення мас повітря та при стійкій різниці температур повітря по вертикалі.

Блакитна димка над хвойним лісом також є аерозолем. Він утворюється наступним чином. Соснові хвоїнки мають гострі кінці, покриті восковою оболонкою. Між верхівкою дерева і земною поверхнею існує різниця електростатичних потенціалів, яка примушує заряди стікати уверх до атмосфери. Тихий електричний розряд, який виникає при цьому, зносить із кінчиків хвоїнок шматочки воску, які розсіюються у повітрі, утворюючи основу димки, яка спостерігається у лісових місцевостях.

Одночасна робота двигунів кількох мільйонів автомобілів – умова для утворення фотохімічного смогу. Ультрафіолетове випромінювання Сонця призводить до розщеплення  $\text{NO}_2$  до  $\text{NO}$  з виділенням атомарного кисню. Останній шляхом взаємодії з молекулярним киснем атмосфери утворює озон ( $\text{O}_3$ ).

Вихлопні гази містять частину вуглеводнів, кисень та озон. Реагуючи між собою, вони утворюють різноманітні органічні сполуки – альдегіди, кетони, пероксиди. Від фотохімічних реакцій концентрація озону і органічних речовин зростає. Підвищена концентрація озону і органічних речовин, що утворилися з вуглеводнів, подразнює діє на людський організм. Постійний високий рівень вмісту озону в повітрі сповільнює ріст коренів, викликає посилене дихання і послаблення фотосинтезу. Така речовина, як пероксиацетилгідрат, навіть при мізерній концентрації шкідливо діє на рослини та людський організм.

Відношення деревних порід до забруднення повітря. І. С. Мелехов (1980) вважає, що шкідливі домішки в атмосферному повітрі можуть закривати продихи на листі чи хвої, проникати через них до рослини. При високій вологості повітря кислі сполуки також можуть потрапляти до рослини безпосередньо або через ґрунт. У результаті газового отруєння хвоя та листя втрачають зелене забарвлення, стають жовто-бурими, бурими або бордовими, після чого опадають. Якщо отруєння рослин відбувається систематично, то спостерігається деформація пагонів та бруньок. Багаторічна хвоя, наприклад, у ялини змінюється на 2–3-річну або однорічну. Це характерна ознака газового отруєння хвойних порід. Деревина починають оголятися з верхньої частини, суховершинять і потім засихають. Зрозуміло, що на ослаблені дерева нападають шкідники.

Від забруднення повітря потерпають не лише дерева, а й рослини з надґрунтового покриву. У першу чергу, страждають лишайники. Зникають не тільки тіньовитривалі представники флори, а й рослини з світловою екологією.

Шкідливий вплив загазованості повітря спостерігається у вегетаційний період. Хвойні породи, за винятком модрина, страждають від отруйних викидів і взимку, хоча й меншою мірою. Особливо шкідлива загазованість повітря у вологу погоду. Листяні породи менше накопичують отруйних сполук, бо щорічно скидають листя, тоді як у хвойних порід отрута може накопичуватися у асиміляційному апараті протягом кількох років. Але й у хвойних порід з багаторічною хвоєю є відмінності у чутливості до загазованості повітря.

І. С. Мелеховим встановлені п'ять класів за газостійкістю: до 1-го класу відносять породи найбільш, а до 5-го – найменш газостійкі. Газостійкість деревних рослин потрібно обов'язково враховувати при створенні вуличних посадок у містах та вздовж автомобільних шляхів.

### *Ліс і вітер*

Під вітром розуміють рух повітря в атмосфері, як правило, майже паралельно Земній поверхні. Він виникає внаслідок нерівномірного горизонтального розподілу атмосферного тиску, що, в свою чергу, зумовлюється нерівністю температур в атмосфері. Є окремі випадки вертикального переміщення повітряних мас, наприклад, у хмарах та у горах.

Вітер характеризується швидкістю і напрямом. Швидкість виражають у м/сек або км/год. Напрямок вітру виражають або у градусах, або у румбах, тобто по 16-румбовій системі (П, П-С, П-З і т. д.). При окомірному визначенні швидкості вітру користуються шкалою Бофорта (табл. 2.6) і виражають її у балах.

Швидкість вітру не буває постійною. Так, швидкість і напрям вітру мають чітко виражений добовий хід: вночі швидкість вітру над поверхнею Землі мінімальна, в інші години вона зростає, але над морем добових змін не відбувається. В умовах Східно-Європейської рівнини максимальна швидкість вітру спостерігається взимку, а мінімальна – влітку хоча бувають і винятки.

Таблиця 2.6 – Шкала Бофорта

Сила вітру, бал	Назва вітру	Ознаки дії вітру	Швидкість вітру, м-сек <sup>1</sup>
0	штиль	дим піднімається вертикально	0 – 0,5
1	тихий	дим дещо відхиляється від вертикалі	0,6 – 1,7
2	легкий	шелест листя на деревах	1,8 – 3,3
3	слабкий	листя і дрібні гілки коливаються	3,4 – 5,2
4	помірний	гілки дерев гойдаються, піднімається пил, кусочки паперу	5,3 – 7,4
5	свіжий	гойдаються великі гілки дерев, на воді з'являються хвилі	7,5 – 9,8
6	сильний	розгойдуються великі гілки	9,9 – 12,0
7	міцний	розгойдуються дерева невеликих розмірів	12,5 – 15,2
8	дуже міцний	розгойдуються великі дерева, ламаються гілки	15,3 – 18,0
9	міцний шторм (буря)	ламаються великі гілки і дерева	18,3 – 21,5
10	сильний шторм	дерева вивалюються з корінням	21,6 – 25,1
11	жорсткий шторм	великі порушення	25,2 – 29,0
12	ураган	викликає спустошливі дії	Більше 29

Вплив вітру на ліс. Вплив вітру на деревні рослини та лісові насадження дуже різноманітний. Від того, який характер вітру, тобто його швидкість, і які деревні породи знаходяться під впливом вітру, можливі позитивні або негативні наслідки дії вітру. Різnobічність впливу вітру на деревні породи зумовлюється тим, що вітер діє як фізично, так і біологічно. Приносячи вологу з океану, вітер діє на ліс позитивно, а якщо він спрямований з глибини континенту, то викликає посуху, чим шкодить лісу. Вітер впливає на газовий склад повітря, транспірацію на зовнішній вид деревних рослин не тільки у надземній частині, але і в підземній. Велика роль вітру в запиленні деревних порід, у розсіванні насіння, фізичному випаровуванні вологи з поверхні ґрунту. Щоб оцінити дію вітру на ліс, варто розглянути окремо позитивні і негативні наслідки його впливу.

Позитивний вплив вітру. Посилюючи транспірацію, вітер тим самим

прискорює надходження води від коренів до листя, а разом з водою надходять і необхідні поживні речовини. Щоб процес транспірації проходив нормально, потрібно, щоб насичене вологою повітря, яке межує з листям, змінювалося більш сухим. Вважається, що оптимальною для транспірації швидкістю вітру є 2 м/сек. Збільшення швидкості викликає зниження продуктивності фотосинтезу. Хоча дослідями П. С. Погребняка (1968) встановлений оптимум швидкості вітру 2–3 м/сек, при якому продуктивність фотосинтезу не знижується. Це спостерігається при стабільному забезпеченні рослин водою. Деякі деревні породи – тополі, осика – виробили пристосування, що дозволяє листкам навіть при слабкому вітрі коливатися, це змінює зволоженість прилеглого до них шару повітря та підвищує в ньому концентрацію CO<sub>2</sub>.

Уже підкреслювалося раніше, що слабкий вітер викликає рух вуглекислого газу з приземних шарів повітря до висоти крон, що позитивно впливає на продуктивність фотосинтезу. Крім того, до позитивних наслідків дії вітру потрібно віднести обпилення та розсівання насіння багатьох деревних порід.

Негативний вплив вітру на ліс. Так, вітер зі швидкістю 5 м/сек вже впливає на ліс негативно, збільшуючи транспірацію та посилюючи дефіцит забезпечення вологою листя та пагонів. Це призводить до зниження продуктивності фотосинтезу.

Особливу турботу для працівників лісового господарства викликають такі явища, як вітровал та бурелом, що призводять до найбільш відчутних втрат. Вітровал спостерігається під час сильного вітру. При ньому дерева вивалюються разом із кореневою системою. Найчастіше вітровал зустрічається у ялинниках, які ростуть на дещо перезволожених ґрунтах, а також на так званих вітроударних схилах гір. Вивалюванню дерев з корінням сприяє поверхнева коренева система, характерна для ялини. Можуть вивалюватися й дерева інших порід, якщо вони утворюють поверхневу кореневу систему через неглибокий ґрунт, який підстилається скельними породами. Вітровал можливий також у зріджених лісостанах, у які сильний вітер буквально вривається, розгойдуючи дерева та вириваючи їх з коренями. Стійкими проти вітровалу вважаються деревні породи, що глибоко укорінюються: дуб, модрина, сосна, ялиця, клен, граб.

Насадження хвойних порід вважаються найменш вітростійкими. Породи з поверхневою кореневою системою – ялина, бук, береза, сосна Веймутова – як правило, вітровальні. Вважалося, що домішка у складі хвойних насаджень листяних порід підвищує стійкість насаджень. Однак дослідження наслідків літніх штормів у країнах Прибалтики, що мали місце у

1981 р., показали, що домішок берези та осики не підвищує вітростійкість ялиників, а знижує її. На думку К. К. Буша, І. К. Ієвіня (1984), це відбувається тому, що чисті деревостани з достатньою повнотою майже не пропускають поривів вітру всередину насаджень. Завдяки виключній шорсткості намету, хвойний ліс сприяє подрібненню потужних вихорів, знижує швидкість вітру. Влітку вітрильність крон берези досить висока, тому вона дуже чутлива до поривів вітру. Ось чому в липні 1981 р. у лісах Прибалтики, у першу чергу, вітровал стосувався берези. У період літніх шквалів, що пронеслися над Україною в 1987–1988 рр., відмічалось вивалювання дерев берези, які росли в оточенні сосни.

Потрібно мати на увазі, що взаємодія вітру з лісом визначається турбулентністю вітрового потоку. Для лісу небезпечні пориви вітру, крупні завихрення, які ламають та вивалюють дерева з корінням. Після опадання листя окремі дерева, а особливо групи дерев, що розташовані серед хвойної частини деревостану, пропускають небезпечні вихори всередину хвойного деревостану, нагадуючи собою «вибиту шибку» у вікні, через яку починається вітровал.

Буреломом прийнято вважати зламані на будь-якій висоті від поверхні ґрунту дерева. Найчастіше від бурелому потерпають деревні породи з м'якою деревиною стовбура: ялиця, осика, липа – та породи з відносно глибоким укоренінням. Бурелому сприяє наявність стовбурних гнилей. Старі за віком дерева частіше потерпають від бурелому, ніж молоді

Вітер спричиняє й інші пошкодження лісовим насадженням. Так, при розгойдуванні дерев, що ростуть поруч, спостерігається взаємні зачіплення крон, при якому обламуються гілки, обшмигуються від хвої або листя, після чого дерево починає хворіти. Особливо часто таке явище спостерігається при сумісному рості у насадженні берези з сосною або ялиною. При розгойдуванні вітром дерев може обриватися дрібне коріння, що також ослаблює стан дерев.

Негативний вплив вітру виявляється у збільшенні фізичного випаровування вологи з поверхні ґрунту. Крім того, підвищуючи транспірацію, вітер тим самим збільшує десукцію ґрунту посиленням всмоктуванням вологи коренями.

У місцях, де віють сильні вітри одного напрямку, найчастіше у гірських умовах, у дерев формується прапороподібна крона та особливої форми стовбур: поперечний переріз його має форму овалу, довша вісь якого спрямована у напрямку переважаючого вітру. Утворюється так званий ексцентриситет. Найбільше він виявляється в окоренковій частині стовбура.

Вплив лісу на вітер. Ліс становить собою могутню механічну

перешкоду на шляху горизонтального переміщення повітряних мас. Зрозуміло, що всередині лісу набагато тихіше, ніж на відкритому просторі, і чим ліс густіший, тим меншою буде в ньому швидкість вітру, порівняно зі швидкістю на відкритому просторі. Дослідження проф. М. С. Нестерова показали, що у ялиннику на відстані 35–38 м від узлісся швидкість вітру становила 1–1,5 % від швидкості на відкритому місці. У сосняку без нижніх ярусів на відстані 60–70 м від узлісся вона становила 94–95 % від швидкості на відкритому місці.

На різних рівнях від поверхні ґрунту швидкість вітру у лісі різна. Так, якщо в одноярусному насадженні швидкість вітру у проміжному між поверхнею трав'яного покриву і наметом крон майже однакова, то в області крон вона збільшується і досягає максимуму над верхівками крон. На поверхні ґрунту та всередині живого надґрунтового покриву, як правило, спостерігається повне затишся. Взагалі ж, зустрічаючи на своєму шляху щільне узлісся, вітер лише частково проникає всередину лісу, а основна маса повітря або спрямовується вздовж узлісся, або підіймається вгору і рухається понад лісом. Вже на підході до лісу повітряні маси утворюють зону з підвищеним тиском, свого роду «повітряну подушку», завдяки чому швидкість вітру знижується. За лісом, навпаки, утворюється зона з пониженим тиском, яка також викликає зниження швидкості вітру, а іноді й зміну його напрямку за узліссям на прямо протилежний. Тут відбувається завихрення. Зниження швидкості вітру перед лісом спостерігається з відстані у 10 висот деревостану, а за лісом відчутне зниження швидкості, як правило, відчувається на відстані 20–25 висот деревостану від узлісся

Ефект зниження швидкості вітру лісовими насадженнями широко використовується у полезахисному лісорозведенні (В. О. Бодров, 1958, 1961).

У середині лісу швидкість вітру залежить як від сили його на відкритому просторі, так і від будови лісостану та фенологічного стану деревних рослин. Найсильніше гальмується швидкість вітру у межах крон дерев, якщо є нижні яруси.

У масштабі великих територій давно помічено, що швидкість вітру у лісистих областях становить 3,1–3,3 м/сек, тоді як у безлісних степових вона, у середньому, дорівнює 4,1 м/сек.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кліматологія : підручник / О. О. Врублевська, Л. Д. Гончарова, Г. П. Катеруша; [під ред. Є. П. Школьного]. – Одеса : Екологія, 2013. – 346 с.
2. Метеорологія і кліматологія : Підручник / [під ред. С. М. Степаненка]. – Одеса : ТЕС, 2010. – 534 с.
3. Довідковий посібник до курсової роботи і практичних занять з курсу «Міська кліматологія» (для студентів 2 курсу денної і заочної форми навчання та екстернату спеціальності 7.092103 – Міське будівництво і господарство) / Харків. нац. акад. міськ. госп-ва; укл. Т. В. Жидкова. – Харків : ХНАМГ, 2004. – 48 с.
4. Коваленко П. П. Городская климатология : учеб. пособие для вузов / П. П. Коваленко, Л. Н. Орлова. – М. : Стройиздат, 1993. – 144 с.
5. Климатология : учебник / О. А. Дроздов и др. – Л. : Гидрометеиздат, 1989.
6. Лісівництво : підручник / В. Є. Свириденко, О. Г. Бабіч, Л. С. Киричок; [за ред. В. Є. Свириденка]. – 2-е вид. – Київ : Арістей, 2005. – 544 с.

*Навчальне видання*

**МУСІЄНКО** Сергій Іванович

**ЛІСОВА КЛІМАТОЛОГІЯ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр»  
за спеціальністю 206 – Садово-паркове господарство)*

Відповідальний за випуск *О. І. Лялін*  
*За авторською редакцією*  
Комп'ютерне верстання *С. І. Мусієнко*

План 2018, поз. 72Л

---

Підп. до друку 23.02.2018. Формат 60×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 5,4.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rektorat@kname.edu.ua](mailto:rektorat@kname.edu.ua).

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.