

В. Г. МАЗЕПА¹

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ДИНАМІКИ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ АТМОСФЕРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Методами дендрохронології вивчено динаміку радіального приросту дубових деревостанів, що ростуть в умовах забруднення довкілля викидами Рівненського ВАТ "Азот". Виявлено вплив техногенного навантаження на загальний характер динаміки приросту річних кілець, його екстремальні значення, зміни амплітуди, частоту і циклічність коливань. Показано кореляційні залежності між радіальним приростом та комплексом кліматичних показників і сонячною активністю. У дендрохронологічних дослідженнях радіального приросту потрібно враховувати фази активності Сонця.

Ключові слова: дубові насадження, радіальні прирости, річні кільця, атмосферне забруднення, кореляція, дендрохронологія.

¹ **Василь Григорович МАЗЕПА** – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісівництва, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна. Тел.: 032-233-06-05. E-mail: vasyi.mazepa@gmail.com

Вступ. Вивчення динаміки радіального приросту дубових деревостанів, що зазнають впливу техногенного забруднення, має важливе значення для оцінки стану та продуктивності, а також розроблення їх прогностичних моделей. Для дослідження радіального приросту більшість дослідників використовують дендрохронологічний та дендрокліматичний методи, що базуються на вивченні радіального приросту окремих дерев і деревостанів [2, 7, 8]. Радіальний приріст є найбільш універсальним і комплексним показником стану насаджень впродовж їх віку, а тому дає змогу встановити тривалість техногенного впливу, ступінь і його критичні періоди [1, 8, 10], а також планувати відповідні заходи щодо стабілізації стану пошкодження лісів і прогнозувати їх подальший ріст [8, 11].

На наш погляд, методи загальної дендроіндикації, не обмежуються варіантами методики аналізу і витлумаченням окремих результатів щодо мінливості радіального приросту дерев. Різноманітні методичні підходи, які використовують для оцінки динаміки приросту можна об'єднати у дві групи: метод контрольних деревостанів, що полягає у порівнянні абсолютних або відносних величин приросту пошкоджених і контрольних деревостанів і метод аналізу дендрохронологічних рядів залежно від природних і антропогенних чинників. Незважаючи на багаторічну літературу з проблеми вивчення радіального приросту деревних порід у природних та антропогенних умовах, ще дотепер невирішеними залишаються питання опрацювання єдиного підходу та системи збору, а також узагальнення дендрохронологічної інформації.

Вирішення лісвничих питань щодо моніторингу екологічного стану насаджень, опрацювання наукових основ сталого лісокористування, лісовідновлення та підвищення біологічної стійкості техногенно трансформованих лісів повинно бути пов'язано з динамікою превалюючих природних та антропогенних чинників в межах конкретного типу лісу. Тому метою дослідження є вивчення багаторічних змін радіального приросту дубових лісостанів і встановлення їх закономірностей.

Об'єкти і методика досліджень. Для вивчення радіального приросту дуба було підібрано 95-річні дубові лісостани, що ростуть у північно-західному напрямку від Рівненського ВАТ "Азот" на віддалі 8,5 км та 11 км, в умовах грудуватого ґрунту свіжого та волого сугруду. Для контролю взяті аналогічні деревостани в умовах свіжого та вологого сугруду, що віддалені по трансекті від джерела забруднення на 22 і 25 км відповідно. Ці деревостани подібні за породним складом, віком, структурою та відрізняються лише санітарним станом. За ступенем пошкодження дубняки, що ростуть ближче до хімічного підприємства, є сильно пошкодженими і ослабленими, а контрольні деревостани слабо пошкодженими. Оскільки підібрані деревостани є одновіковими, то вплив вікового тренду не може позначатися на результатах аналізу.

На кожній пробній площі в біогрупах з 15 дерев на висоті 1,3 м буравом Преслера відібрали керни деревини. Для кожної біогрупи було взято 30 кернів в напрямках схід-захід. Ширину річних кілець вимірювали мікроскопом МБС-1 з точністю до 0,1 мм. Ступінь схожості дендрорядів оцінювали візуально та

за допомогою кореляційного аналізу. Тіснота зв'язку між абсолютною величиною і показниками, які характеризують динаміку кліматичних і промислових викидів в атмосферу, а також статистичні показники розраховували за методикою Б.А. Доспехова [5].

Для оцінки радіального приросту деревостанів в різних типах лісу порівнювали абсолютні та відносні величини приростів, а також проводили аналіз дендрохронологічних рядів за останні 50 років залежно від кліматичних чинників та викидів забруднювальних речовин. Індекси приросту розраховували методом згладжування за допомогою ковзного середнього з періодом п'ять років, аби згладити щорічну мінливість за цей період. Встановлювали екстремальні значення приросту, зміну амплітуди, частоту коливань і циклічність приросту [9]. Ці показники встановлювали методом візуального аналізу дендрохронологічних рядів, який є найбільш простим і достатньо інформативним. При цьому амплітуду визначали за розмахом коливань за період, коли значення приросту безперервно спадали або зростали. Частоту коливань визначали за їх кількістю між мінімумами або максимумами приростів.

За характером зміни приросту виділяли рівномірний та нерівномірний, а за частотою коливання – високу і низьку. За мінімальними або максимальними значеннями приросту виділяли добре характерні цикли та розраховували середній період циклу.

Під час встановлення кореляційних залежностей поряд із сумами опадів та середньою температурою за гідрологічний, календарний рік і вегетаційний період, а також відносною вологістю повітря за ці роки, використовували комплексні метеорологічні (кліматичні) показники: вологість клімату, гідротермічний коефіцієнт (O_1), комплексний гідротермічний показник (O_3), комплексний гідротермічний коефіцієнт (O_2), коефіцієнт, який характеризує запас вологи (K), а також показник сонячної активності. Вологість клімату визначали за формулою Д.В. Воробйова [3], а інші комплексні показники за формулами, наведеними Т.Т. Битвинским [2]. Місячні та середньорічні числа Вольфа отримали з літературних джерел [2] та електронного ресурсу [12].

Для визначення кількісних змін радіального приросту за певні періоди та ступеня антропогенного впливу використовували середньорічний темп росту та коефіцієнт сили впливу. Перший визначали як відношення абсолютного середнього періодичного приросту дерев за п'ять років до фактичного середнього за попередній період, а другий за формулою [14]: $K_S = T_K / T_P$, де T_K і T_P – темп росту на контролі і в зоні впливу антропогенних чинників.

З метою виявлення багаторічних змін радіального приросту та їх закономірностей, хронологічні ряди (тренди) розбивали на періоди: до початку дії підприємства (без забруднення), високих і низьких рівнів забруднення, з викидами відповідно 10-50 тис. т і 3-7 тис. т. Також виявляли мінливість приросту на фазах підвищення та зниження сонячної активності.

Результати та їх обговорення

Приступаючи до інтерпретації результатів дослідження доцільно відзначити, що РВАТ "Азот" функціонує з 1968 р. і був потужним джерелом

забруднення довкілля. До 1976 р. облік викидів на виробництві не здійснювали, а у 1978 р. величина викидів досягала максимуму – 75 тис. т, у 80-х роках вона перебувала в межах 13-29 тис. т, з 1990 р. по 2006 рік поступово зменшувалась з 7,4 до 3,1 тис. т. Можна стверджувати, що в першій половині 70-х років обсяг промислових викидів невпинно і стрімко зростає, оскільки наростали потужності виробництва.

Порівнюючи статистичні показники дендрохронологічних рядів радіального приросту дубових деревостанів за типами лісу, потрібно відзначити їх подібність за величиною середнього багаторічного приросту для однакових лісорослинних умов (табл. 1). Залежно від типу лісу середній приріст змінюється в межах 1,82-2,19 мм і є найбільшим в умовах грудуватого підтипу свіжого сугруду. У цих умовах відзначено також і максимальний приріст (2,80 мм), а його мінімальну величину спостережено у вологому сугруді. Найбільша мінливість радіального приросту за показником стандартного відхилення спостерігається в деревостанах зони хронічного пошкодження атмосферним забрудненням. Так, в умовах вологого сугруду вона у два рази перевищує величину контрольного ряду. Від'ємний ексцес для рядів контрольних деревостанів підтверджує їх більшу згладженість порівняно з рядами пошкоджених деревостанів.

Табл. 1. Статистична характеристика рядів радіального приросту 100-річних дубових деревостанів у зоні РВАТ "Азот" (1955-2007 рр.)

Тип лісу	Приріст, мм			Стандартне відхилення	Ексцес	Коеф. варіації
	середній	максимальний	мінімальний			
C_2^d ГДС	2,19	2,80	1,32	0,342	0,294	15,6
C_3^d ГДС	1,82	2,73	1,04	0,415	-0,040	22,8
C_2 ГДС (контроль)	2,01	2,73	1,38	0,320	-0,416	15,9
C_2 ГДС (контроль)	1,83	2,32	1,37	0,210	-0,411	11,5

Результати розрахунку коефіцієнтів кореляції між дендрохронологічними рядами дали змогу оцінити узгодженість за приростом пошкоджених та контрольних деревостанів (табл. 2). Так, міжрядний коефіцієнт кореляції, що відображає подібність реакції приросту на зміну зовнішніх чинників довкілля, є високим для рядів контрольних деревостанів і досягає найменших величин внаслідок порівняння пошкоджених деревостанів, де простежено чітку тенденцію до його спаду після пуску підприємства в 1968 р.

Табл. 2. Кореляція радіального приросту дуба між дендрохронологічними рядами

Порівняльні ряди	Період, роки			
	1955-1967	1968-1987	1988-2007	1968-2007
Контрольні деревостани в лісорослинних умовах C_2 і C_3	0,585*	0,750*	0,799*	0,738*
Контрольний і пошкоджений деревостани в C_2	0,693*	0,230	0,543*	0,173

Контрольний і пошкоджений деревостани в C_3	0,142	0,575*	0,594*	0,567*
Пошкоджені деревостани в C_2 і C_3	0,688*	0,538*	0,373	0,137

Примітка: у табл. 2-7 * – тіснота зв'язку достовірна за t_{05}

Доцільно відзначити, що радіальний приріст дубняків до пуску підприємства був значно вищим в деревостанах, що ростуть ближче до джерела забруднення в умовах грудуватого підтипу свіжого та вологого сугруду. Після пуску підприємства спостережено інтенсивний спад приросту для всіх досліджуваних деревостанів, окрім ряду C_2 ГДС, в якому спад приросту відбувся через чотири роки пізніше (рис. 1). Особливо інтенсивним спадом відзначається приріст деревостану в умовах вологого сугруду, де він досягає найменшої величини в 1973 р. і наближається до приросту контрольних деревостанів у 1992-1995 рр., після зниження кількості викидів до чотирьох тис. т.

Криві приросту для всіх деревостанів змінюються синхронно і мають максимальні перепади амплітуди в роки інтенсивного забруднення атмосфери. Екстремальні мінімальні величини приросту на всіх кривих росту спостережено в 1973, 1976, 1983, 1989, 1993, 1996, 2000 і 2003 рр., які характеризувались недостатньою кількістю опадів (рис. 2). Екстремальні значення максимумів приросту припадають на 1958, 1971, 1982, 1990, 2001 і 2007 р.

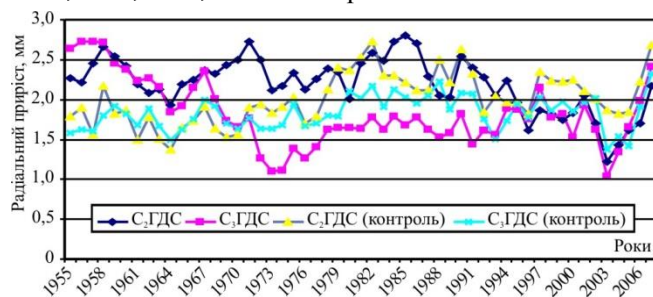


Рис. 1. Динаміка радіального приросту дуба в різних типах лісу за 1955-2007 рр.

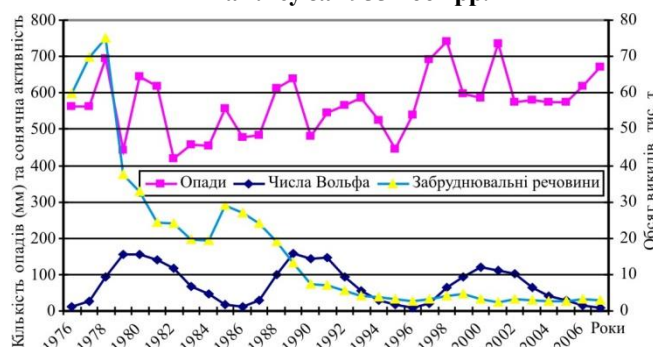


Рис. 2. Динаміка річних опадів (м. Рівне), сонячної активності та викидів забруднювальних речовин РВАТ "Азот" за 1976-2007 рр.

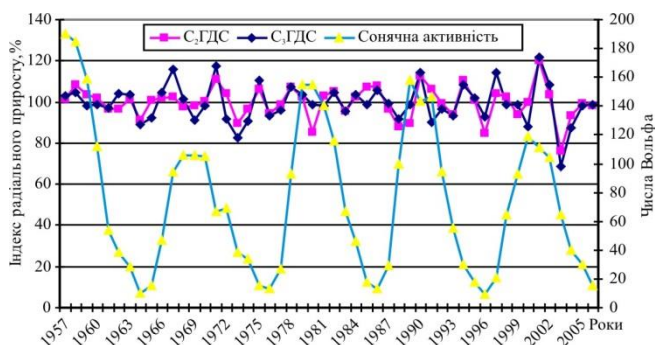


Рис. 3. Динаміка індексів приросту пошкоджених дубових деревостанів та середньорічних значень чисел Вольфа за 1957-2006 рр.

За характером змін радіальний приріст є нерівномірним з 1968 до 1995 р. (рис. 1 і 3), тобто в період, коли викиди забруднювальних речовин були значними (рис. 2). У ці роки спостережено високу амплітуду коливань приросту на фоні середньої частоти, що свідчить про порушення стійкості лісостанів, особливо в умовах вологого сугруду. Треба зазначити також, що в 1993-2003 рр. середній період коливань становить 1-2 роки. Часті зміни приросту на фоні середньої амплітуди були зумовлені, очевидно, посухами та частими відлигами взимку, що знизило приріст в 2003 р. до найменшої величини за останній 30-річний період.

Одним із основних показників стійкості, життєвості деревостану і лісової екосистеми загалом є чітко виражена циклічність приросту, яка, за результатами досліджень багатьох авторів, тісно пов'язана із сонячною активністю [2, 7, 8]. У динаміці приросту дуба, як показав здійснений аналіз, мінімальні величини приросту спостерігаються на фазах спаду (через три роки після максимуму сонячної активності). При цьому найзначнішим виявився 30-річний цикл (1973-2003 рр.), 11-14 річні, а також цикли менших порядків: 7-9-річні, 4-5-річні і 2-3-річні (рис. 3).

Здійснений кореляційний аналіз абсолютних величин радіального приросту дуба з рівнем сонячної активності виявив прямий тісний зв'язок для річних серій експериментальних деревостанів і помірний зв'язок в контрольних деревостанах за період до пуску підприємства (табл. 3). При цьому коефіцієнти кореляції приросту з числами Вольфа за календарні і гідрологічні роки, а також за вегетаційний період є подібними. В роки інтенсивного впливу забруднювачів кореляційні зв'язки приросту з сонячною активністю сильно послаблюються і зростають в останні роки, коли кількість забруднювачів спала до гранично допустимих рівнів. У контрольних рядах тіснота зв'язку змінюється від 0,12 до 0,56 і є слабкою та помірною.

Табл. 3. Кореляція радіального приросту дуба звичайного з рівнем сонячної активності в різних лісорослинних умовах

Показники сонячної активності за період (роки)	Тип лісорослинних умов			
	C ₂	C ₃	C ₂ (контроль)	C ₃ (контроль)
Уу за календарні роки:				
1955-1967	0,841*	0,805*	0,560*	0,287
1968-1987	-0,126	0,422	0,317	0,162
1988-2007	0,412	-0,404	0,292	0,233
Уу за гідрологічні роки:				

1955-1967	0,866*	0,700*	0,528*	0,354
1968-1987	-0,083	0,421	0,352	0,225
1988-2007	0,415	-0,447*	0,188	0,120
Уу за вегетаційний період:				
1955-1967	0,837*	0,799*	0,534*	0,262
1968-1987	-0,170	0,387	0,311	0,145
1988-2007	0,368	-0,400	0,318	0,248

Розкладання хронологічних рядів на циклічні складники, що відповідають фазі підйому і фазі спаду сонячної активності за числами Вольфа показало, що зв'язок є зворотним на фазі підйому і прямим на фазі спаду сонячної активності (табл. 4). Відтак, циклічний характер періодів депресії і експресії радіального приросту підтверджує їхній зв'язок з сонячною активністю. Отримані авторські дані узгоджуються з результатами досліджень інших авторів [10], які дійшли висновку, що сонячна активність впливає на лісові екосистеми як через метеорологічні умови, так і прямо через магнітосферу землі. Інші автори, аналізуючи столітні цикли сонячної активності, вказують на досить стрімке її підвищення під час останнього столітнього циклу порівняно з двома попередніми [6]. Так, середнє значення числа Вольфа для нього майже на 50 % вище ніж за попередні цикли. Автори вважають, що це є найвагомішою причиною потепління на Землі, яке спостерігається принаймні за останні п'ятдесят років, а явища зумовлені антропогенним чинником, лише посилюють ефект потепління.

Аналіз зв'язку кліматичних змінних і радіального приросту дуба виявив значну кореляцію з кількістю опадів та відносною вологістю повітря за червень поточного року (табл. 5). Зв'язки приросту дубняків з опадами травня попереднього року є зворотними. У контрольних деревостанах на формування приросту впливають опади травня і червня попереднього року, а в пошкоджених техногенним впливом – червня поточного року і травня-червня попереднього року. Слабкий вплив на приріст ушкоджених деревостанів дуба має також температура повітря і відносна вологість повітря за гідрологічний рік.

Табл. 4. Кореляція індексу радіального приросту дуба з числами Вольфа

Числа Вольфа за період (роки)	Тип лісорослинних умов			
	C ₂	C ₃	C ₂ (контроль)	C ₃ (контроль)
Повні цикли				
1957-1967	0,682*	0,330*	0,258	0,207
1968-1987	-0,133	0,090	0,252	0,091
1988-2006	0,206	0,060	0,262	0,287
На фазі підйому сонячної активності				
1957-2000	-0,318	-0,043	-0,252	-0,156
На фазі спаду сонячної активності				
1969-1986	0,044	-0,026	0,122	-0,043
1990-2006	0,494	0,269	0,497	0,504

Табл. 5. Коефіцієнти кореляції радіального приросту дуба звичайного з кліматичними показниками

Кліматичні показники	Типи лісу			
	C ₂ ^d ГДС	C ₃ ^d ГДС	C ₂ ГДС (контроль)	C ₃ ГДС (контроль)
Сума опадів за: - календарний рік	-0,41*	0,19	-0,001	-0,03

- гідрологічний рік	-	-	0,05	-0,11
- вегетаційний період	0,38*	0,008		
- травень (1990-2007)	0,35*	0,13	0,03	0,01
- червень (1990-2007)	0,054	0,025	-0,312	-0,004
- липень (1990-2007)	0,23	0,31	0,09	0,12
- липень (1990-2007)	0,008	0,007	0,57*	0,14
- місяці попереднього року:				
- травень	-0,33	-0,28	-0,21	-0,42
- червень	0,29	0,02	0,38	0,26
- липень	0,12	0,06	0,008	0,09
Сума температур за вегетаційний період	-0,32	0,25	0,02	0,01
Середня температура повітря за: - рік	-0,23	0,20	0,14	0,01
- вегетаційний період	-0,32	0,25	-0,001	0,01
Відносна вологість за:				
- календарний рік	0,15	-0,11	0,21	0,23
- гідрологічний рік	0,22	-0,23	0,17	0,08
- травень (1990-2007)	0,218	-0,14	-0,23	-0,17
- червень (1990-2007)	0,45	0,41	0,16	0,40
Комплексні кліматичні показники: - W	-0,21	0,009	0,02	-0,05
- K	-	-	-0,05	-0,08
- O ₁	0,59*	-0,05	-0,08	-0,22
- O ₂	0,30	0,19	0,05	0,15
- O ₃	0,48*	0,17	0,08	0,21
- O ₃	-0,24	-0,05	0,07	0,02

3 річним приростом дуба в умовах свіжого сугруду істотно корелюють такі кліматичні показники як коефіцієнт запасу вологи і комплексний гідротермічний коефіцієнт. Таким чином, кліматичні показники найістотніше впливають на формування приросту пошкоджених деревостанів, що ростуть в умовах свіжого сугруду. Викиди забруднювальних речовин з приростом дуба в умовах вологого сугруду мають зворотний слабкий зв'язок, а у свіжих умовах існує позитивний зв'язок із загальною кількістю викидів, сірчистим ангідридом, окислами азоту, аміаком та пилом. Позитивна кореляція приросту з окислами азоту спостерігається навіть в контрольних деревостанах (табл. 6).

Табл. 6. Коефіцієнти кореляції радіального приросту дуба звичайного з викидами забруднювальних речовин в атмосферу РВАТ "Азот"

Забруднювальні речовини	Типи лісу			
	C ₂ ^d ГДС	C ₃ ^d ГДС	C ₂ ГДС (контроль)	C ₃ ГДС (контроль)
Всього, тис. т	0,48*	-0,21	0,17	0,07
SO ₂	0,51*	-0,19	0,14	0,17
NH ₃	0,30	-0,07	0,17	-0,05
NO _x	0,57*	-0,29	0,41*	0,40
Пил неорганічний	0,39	-0,22	0,32	0,17
H ₂ SO ₄	-0,17	-0,10	0,004	0,16
HNO ₃	-0,19	-0,08	-0,18	-0,03
HF	-0,09	-0,03	-0,17	0,12
H ₃ PO ₄	-0,52*	-0,24	0,30	0,41

Усі річні серії приросту мають високу або значну автокореляцію в різні періоди росту (табл. 7), що пояснюється впливом або збереженням ефекту після усунення причин (забруднення, посуха, рубання, меліорація, погані умови тощо), які впливають на величину річних кілець і переносяться від одного року

до іншого. Найвища автокореляція характерна для лісостанів, що найближче розташовані до джерела забруднення та в контрольних лісостанах свіжого сугруду. За останні 50 років в цих деревостанах виявлено істотні зв'язки приросту поточного року з приростами попередніх п'яти років. У роки інтенсивного забруднення (1968-1987) спостережено лише автокореляцію першого та другого порядку в ушкоджених деревостанах, а в останні роки істотну автокореляцію виявлено лише в умовах свіжого сугруду.

Табл. 7. Автокореляція в рядах радіального приросту дубових деревостанів

Тип лісу	Коефіцієнт автокореляції				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
1956-2007 pp.					
C ₂ ГДС	0,777*	0,560*	0,467*	0,395*	0,396*
C ₃ ГДС	0,828*	0,676*	0,550*	0,490*	0,490*
C ₂ ГДС (контроль)	0,670*	0,534*	0,409*	0,364*	0,364*
C ₃ ГДС (контроль)	0,465*	0,172	0,036	0,001	0,001
1968-1987 pp.					
C ₂ ГДС	0,481*	0,107	0,120	0,020	-0,372
C ₃ ГДС	0,753*	0,560*	0,348	0,174	-0,121
C ₂ ГДС (к)	0,804*	0,615*	0,547	0,485*	0,399
C ₃ ГДС (к)	0,577*	0,512*	0,358	0,325	0,305
1988-2007 pp.					
C ₂ ГДС	0,656*	0,386	0,361	0,412	0,512*
C ₃ ГДС	0,384*	-0,037	-0,305	-0,338	-0,183
C ₂ ГДС (к)	0,372*	0,029	-0,162	-0,375	-0,357
C ₃ ГДС (к)	0,349*	-0,036	-0,176	-0,233	-0,060

Зменшення автокореляційних зв'язків радіального приросту в останні роки можна пояснити наслідками глобальних змін клімату та сонячної активності. Відтак, для прогнозування приросту дуба доцільно використовувати автокореляцію першого порядку.

Ступінь спаду або зростання радіального приросту дуба добре характеризує середньорічний темп росту за певні періоди (табл. 8). Загалом спад приросту пошкоджених деревостанів за п'ятирічні періоди змінювався в межах 3-25 %, а контрольних – 3-11 %. Найбільшої величини сповільнення приросту досягало в роки інтенсивного забруднення (1968-1977) в умовах вологого сугруду. Невпинний спад темпу приросту з кінця 80-х років є характерним для деревостанів, що ростуть в умовах свіжого сугруду. За останні п'ять років спостережено спад приросту для всіх досліджуваних деревостанів, проте найбільшої величини досягає в деревостані свіжого сугруду, що розташований ближче до джерела забруднення.

Табл. 8. Середньорічний темп радіального приросту дуба та коефіцієнт сили антропогенного впливу в зоні дії РВАТ "Азот"

Період, роки	Темп радіального приросту				Коефіцієнт сили впливу	
	C ₂ ^d ГДС	C ₃ ^d ГДС	C ₂ ГДС (контроль)	C ₃ ГДС (контроль)	C ₂ ^d ГДС	C ₃ ^d ГДС
1963-1967	0,91	0,87	0,93	0,93	1,02	1,07
1968-1972	1,15	0,81	1,07	1,02	0,93	1,26
1973-1977	0,88	0,75	1,03	0,96	1,17	1,28
1978-1982	1,07	1,33	1,32	1,12	1,23	0,84
1983-1987	1,20	1,02	0,89	1,09	0,74	1,07

1988-1992	0,87	0,94	1,06	0,97	1,22	1,03
1993-1997	0,86	1,16	0,90	0,93	1,05	0,80
1998-2002	0,94	0,94	1,07	1,08	1,14	1,15
2003-2007	0,89	0,97	0,92	0,90	1,03	0,93

Коефіцієнт сили антропогенного впливу на деревостани також досягає максимальної величини у вологому гігротопі в 1968-1977 роках, що пов'язано із наслідками впливу забруднення та відповідних оздоровчих рубань лісу. У свіжому гігротопі зростання антропогенного впливу спостережено в роки, що характеризувались несприятливими кліматичними умовами. Таким чином, в останні роки спостерігається тенденція до зменшення впливу антропогенного чинника на дубові лісостани зони РВАТ "Азот" та зростання наслідків впливу зміни метеорологічних умов та сонячної активності.

Висновки

1. Динамічні зміни радіального приросту дубових лісостанів в умовах аеротехногенного забруднення зумовлені впливом комплексу негативних чинників природного та антропогенного характеру. В період високого рівня атмосферного забруднення мінливості приросту залежить від величини техногенного навантаження та посилюється впливом посух. На рівнях хронічного пошкодження формування приросту залежить від кількості опадів, температурних умов та геліофізичного фону. Реакція приросту дуба на інтенсивне зростання рівня техногенного навантаження, після пуску заводу, залежить від лісорослинних умов. На підвищених елементах рельєфу свіжого гігротопу спад приросту запізнюється на чотири роки, в умовах вологого сутруду спад приросту починається в рік пуску підприємства.

2. Амплітуда коливання радіального приросту дубових деревостанів зростає в міру їх наближення до джерела забруднення і досягає найвищої величини в умовах вологого сутруду. Різкі перепади амплітуди на фоні зростання частоти коливань є одним із показників зниження стійкості (життєздатності) деревостану в цих умовах.

3. Екстремальні мінімуми радіального приросту дуба спостережено переважно на більш тривалій фазі спаду сонячної активності, а максимуми приросту – в роки найвищої активності або на наступний рік після максимуму. В дендрохронологічних та дендрокліматичних дослідженнях потрібно враховувати фази активності Сонця.

4. У частотній структурі деревно-кільцевих хронологій дуба переважають високочастотні перепади тривалістю 2-4 роки. Виявлено також середньочастотні цикли близькі до сонячних – 9-14 років, а також внутрішньовіковий цикл тривалістю 30 років.

5. Характерною ознакою комплексного впливу на річний приріст дуба різноманітних несприятливих чинників є порівняно висока автокореляція. Для оцінки та прогнозування радіального приросту в техногенних умовах доцільно використовувати автокореляцію першого

порядку, відносну вологість повітря та кількість опадів за весняно-літні місяці, комплексний гідротермічний коефіцієнт та циклічність сонячної активності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев А.С. Колебания радиального прироста в древостоях при атмосферном загрязнении / А.С. Алексеев // Лесоведение. – 1990. – № 2. – С. 82-86.
2. Битвинская Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинская. – Л.: Изд-во "Гидрометеоздат", 1974. – 172 с.
3. Воробьев Д.В. Методика лесотипологических исследований / Д.В. Воробьев. – К.: Вид-во "Урожай", 1967. – 386 с.
4. Давыденко И.А. Установление дальности и силы влияния промышленных выбросов на древесные породы по темпу снижения их прироста / И.А. Давыденко // Дендроклиматические исследования в СССР. – Архангельск, 1978. – С. 162.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Изд-во "Агропромиздат", 1985. – 351 с.
6. Личак М.М. Тенденції змін рівня сонячної активності / М.М. Личак, Н.П. Царук // Наукові статті НТУ України "Київський політехнічний інститут". – К.: Вид-во НТУ України "Київський політехнічний інститут". – 2006. – № 6. – С. 119-124.
7. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий / Н.В. Ловелиус. – Л.: Изд-во "Наука", 1979. – 232 с.
8. Матвеев С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной Лесостепи / С.М. Матвеев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – 272 с.
9. Матвеев С.М. Методика дендрохронологического анализа: метод. указ. / С.М. Матвеев. – Воронеж: Изд-во ВГЛУ, 1999. – 31 с.
10. Свиридов Л.Т. Прогнозирование в системе лесного мониторинга / Л.Т. Свиридов, В.И. Таранков // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2006. – Вип. 31. – С. 200-203.
11. Nogel P. Auskeilende und fehlende Jahrrinde in absteinenden Tannen (Abies alba Mill) / P. Nogel // Allg. Forstzeitschrift. – 1981. – Вип. 36, № 28. – S. 709-711.
12. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: http://www.ngdc.noaa.gov/stp/solar_data/sunspot_numbers/monthly

V. Gr. Mazepa

THE EVALUATION METHODS OF RADIAL INCREMENT DYNAMICS OF OAK STANDS IN THE AIR POLLUTION CONDITIONS

Radial increment dynamics of oak stands growing under the impact of Rivne PLC "Azot" emissions is studied by means of dendrochronology methods. Technogenic pressure effect on general character of annual rings increment dynamics, its extreme value, amplitude changes and frequency oscillation is determined. Correlation with radial increment, complex of climate indicators, and the sun activity is presented. The sun activity phases should be taken into consideration in dendrochronological investigations of radial increments.

Key words: oak stands, radial increments, annual rings, air pollution conditions, correlation, dendrochronology.

