

УДК 630*561.24; 630*425

І. М. Коваль

Український науково-дослідний інститут лісового господарства і агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, м. Харків

ВПЛИВ КЛІМАТУ ТА ЗАБРУДНЕННЯ НА ДИНАМІКУ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ

Представлено результати досліджень впливу змін клімату та викидів Зміївської теплової електростанції на соснові насадження дендрохронологічними методами. Виявлено, що потепління та збільшення опадів призвело до збільшення величин річних кілець сосни у 1989-1998, але в наступні 1999-2008 рр. відбулося зменшення тренду радіального приросту внаслідок хронічного забруднення лісових екосистем та збільшення зимових та ранньовесняних температур, які перевищили поріг оптимуму для розвитку насаджень.

Ключові слова: зміни клімату, забруднення, дендрохронологічні методи, радіальний приріст сосни.

За останні сто років зафіксовано потепління клімату в Україні на 0,4-0,6°C. Найбільш інтенсивно підвищувалися зимові (на 1,2°C) та весняні (на 0,8°C) температури, влітку підвищення температури склало 0,2-0,3°C. На південному сході України кількість опадів збільшилася на 15 % [5].

Ця стаття є продовженням циклу низки робіт, присвячених дослідженням реакції соснових насаджень на викиди Зміївської теплової електростанції (ЗТЕС) на Харківщині та зміни клімату [2 - 4, 6].

Метою досліджень було вивчення реакції радіального приросту сосни (*Pinus Sylvestris* L.) на зміни клімату та емісії Зміївської теплової електростанції (ЗТЕС).

Особливістю забруднення лісових екосистем ЗТЕС є надходження викидів (SO₂, NO_x і попелу) в атмосферу через високі труби (від 180 до 250 м). Це створює умови для поширення забруднювачів на значну відстань.

Клімат континентальний з середніми температурами січня -8°C, липня +20°C, середньорічними сумами опадів 500-570 мм. [8].

Об'єкти досліджень – чисті соснові середньовічні насадження, що ростуть на дерново-підзолистих середньо розвинутих ґрунтах. Тип лісорослинних умов В₂. Три постійні пробні площі (ППП), розташовані на відстані 5,5, 8,5 та 13 км (умовний контроль) від ЗТЕС.

Застосовано загальноприйняті дендрохронологічні методики [1]. Дані обробляли за програмами Міжнародного банку даних деревних кілець (ITRDB) [9]. З метою вилучення вікового тренду з хронологій абсолютних значень радіального приросту для подальшого кореляційного аналізу створено деревно-кільцеву хронологію STANDART. Аналіз матеріалу проводився за десятиріччями.

Динаміку індексів радіального приросту STANDART представлено на рис. 1. Для 1964-1979 рр. характерна подібність кривих індексів радіального приросту. У наступні 1980-1995 рр. відбулося значне зменшення величин річних кілець унаслідок впливу на лісові екосистеми значної кількості викидів та посух протягом 1983 р., 1990, 1992-1994 рр. (рис.1, 2). У 1983-1987 рр. відмічено найглибшу депресію приросту для найбільш пошкодженої ППП та віддзеркалення кривої індексної хронології STANDART і кривої викидів (рис.1). У 1984-1986 рр. на найбільш пошкодженій ППП відбувся відпад тонкоміру, внаслідок чого покращилися світлові умови та збільшилася площа живлення для дерев, які залишилися, в результаті цього різко збільшилася величина деревних кілець (рис. 1).

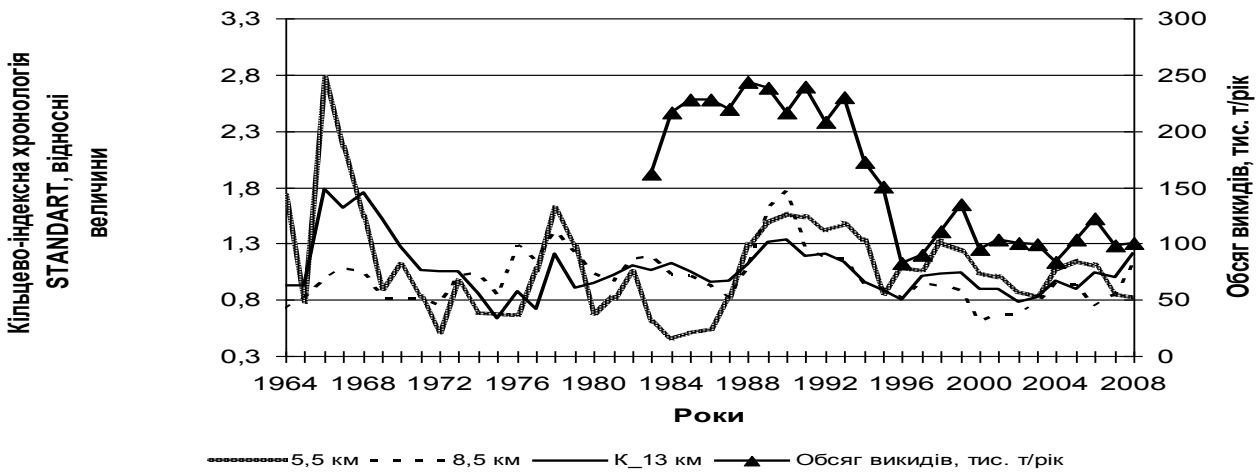


Рис. 1. Динаміка викидів ЗТЕС та кільцево-індексних хронологій STANDART для насаджень пошкоджених цими забруднювачами

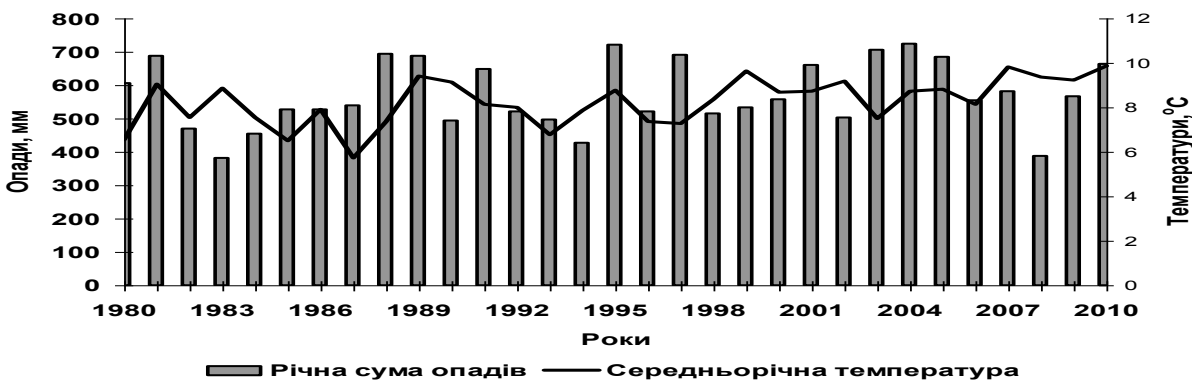


Рис. 2. Динаміка температур та опадів за даними Зміївської метеостанції впливати на розвиток насаджень

Різким зменшенням величин деревних кілець характеризувалися деревостани протягом 1996-2008 рр., за винятком ППП, розташованій на відстані 5,5 км від ЗТЕС (рис.1-2). Це стало результатом хронічного забруднення лісових екосистем та кліматичних змін. Про це свідчить кореляційний аналіз між індексами радіального приросту STANDART та показниками забруднення, який виявив значущі середні та тісні зв'язки для всіх деревостанів (табл. 1). Тобто, не зважаючи на зменшення кількості викидів майже вдвічі протягом 1996-2008 рр., забруднення продовжує обмежувати радіальний приріст дерев, пошкоджених цими викидами

1. Кореляційні коефіцієнти між кільцево-деревними індексами STANDART та показниками забруднення за 1989-2008 рр.

Види забруднювачів	5,5 км	8,5 км	Контроль (13 км)
Попил	0,81**	0,66*	0,59*
SO ₂	0,68*	0,74**	0,75**
NO _x	0,83**	0,75**	0,73**
Всього	0,82**	0,75**	0,73**

Примітки: ** – рівень значущості 0,001

* – рівень значущості 0,01

Кореляційні коефіцієнти між кільцево-деревними індексами STANDART та кліматичними чинниками, обчисленими за десятиліттями представлено в табл. 2.

2. Кореляційні зв'язки між індексними деревно-кільцевими хронологіями STANDART для деревостанів з різним рівнем пошкодження викидами ЗТЕС та кліматичними чинниками за десятиліттями (1969-2008 рр.)

Кліматичні показники	Відстань від ЗТЕС, км	1969–1978	1979–1988	1989–1998	1999–2008
Сума опадів за рік, мм	5,5	0,57	0,55	-0,41	-0,22
Сума опадів за рік, мм	8,5	0,67⁺	0,04	0,05	-0,20
Сума опадів за рік, мм	Контроль	-0,18	-0,11	0,01	-0,56
Сума опадів за III-X місяці, мм	5,5	0,43	0,85*	0,07	-0,20
Сума опадів за III-X місяці, мм	8,5	0,72⁺	0,05	0,20	-0,39
Сума опадів за III-X місяці, мм	Контроль	-0,09	0,13	0,15	-0,69⁺
Середньорічні температура, t°C	5,5	-0,43	0,05	0,18	0,09
Середньорічні температура, t°C	8,5	-0,82*	0,47	0,61	0,28
Середньорічні температура, t°C	Контроль	-0,17	0,14	0,47	0,37
Середні температури за IV-VIII місяці, t°C	5,5	-0,51	0,12	-0,51	0,09
Середні температури за IV-VIII місяці, t°C	8,5	0,79**	0,23	-0,45	-0,10
Середні температури за IV-VIII місяці, t°C	Контроль	-0,13	0,02	-0,52	0,23
Середні температури за III місяць, t°C	5,5	0,51	0,33	0,28	-0,27
Середні температури за III місяць, t°C	8,5	0,24	0,64⁺	0,69⁺	0,27
Середні температури за III місяць, t°C	Контроль	-0,22	0,02	0,70⁺	0,41
Середні температури холодного періоду, t°C ***	5,5	0,06	0,04	0,47	0,02
Середні температури холодного періоду, t°C, ***	8,5	-0,23	0,36	0,79**	0,19
Середні температури холодного періоду, t°C, ***	Контроль	-0,30	0,34	0,78**	0,22

Примітки: ** – тіснота зв'язку вірогідна на 0,001 рівні значущості. * – тіснота зв'язку вірогідна на 0,01 рівні значущості; + – тіснота зв'язку вірогідна на 0,05% рівні значущості. Середні температури холодного періоду*** – за період з попереднього грудня по поточного березня

Виявлено, що у 1969-1978 рр. на радіальний приріст дерев у пошкоджених насадженнях позитивно впливали річні опади та температури за вегетаційний період (табл. 2). На контролі відповідних зв'язків не знайдено, що свідчить про посилення чутливості пошкоджених лісових екосистем до забруднення. Як було визначено попередніми дослідженнями [7], у наступні 1979-1988 рр. відбулося збільшення опадів зимових та ранньовесняних температур, що призвело до виявлення позитивних значущих зв'язків на пошкоджених ППП між радіальним приростом дерев, з одного боку, і березневими температурами та кількістю опадів за вегетаційний період, з іншого. У наступні 1989-1998 рр. виявлено суттєвий позитивний вплив березневих температур на радіальний приріст сосни. Пізніше, у 1999-2008 рр. виявлено лише зворотні зв'язки з опадами на контролі. Позитивних зв'язків з температурою вже не спостерігається (табл. 2). Вірогідно, подальше потепління взимку та ранньою весною, яке відбувалося найбільш інтенсивно [7] у 1999-2008 рр. на фоні хронічного забруднення лісових екосистем, призвело до погіршення радіального приросту сосни для всіх ППП за винятком найбільш пошкодженого деревостану, який було проріджено.

Висновки. Виявлено, що у 1969-1978 рр. радіальний приріст сосни обмежували опади і температури за рік та вегетаційний період. У наступні 1979-1988 рр. приріст на пошкоджених ППП лімітували березневі температури та опади вегетаційного періоду. У 1989-1998 рр. подальше збільшення температур протягом зимових та березневих періодів призвели до покращення приросту на

всіх ППП. У 1999-2008 подальше інтенсивне потепління взимку та ранньою весною перейшло пороговий рівень оптимуму для росту дерев, що призвело на фоні хронічного забруднення лісових екосистем до погіршення радіального приросту сосни, незважаючи на зменшення викидів ЗТЕС майже вдвічі.

Бібліографічний список: 1. Битвинкас Т. Т. Дендроклиматические исследования / Т. Т. Битвинкас. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 170 с. 2. Забруднення снігового покриву в сосняках техногенної зони Зміївської теплової електростанції / Ворон В. П., Лещенко В. А. // Лісівництво і Агролісомеліорація. – Х.: УкрНДІЛГА, 2008. – Вип. 113. – С. 225-230. 3. Ворон В. П. Вплив емісій Зміївської ДРЕС на компоненти лісової екосистеми / В. П. Ворон, М. А. Бондарук., С. П. Распопіна // Лісівництво і агролісомеліорація. – Х.: РВП «Оригінал», 1999. – Вип. 94. – С. 48–52. 4. Ворон В. П. Динаміка радіального приросту сосни під впливом викидів Зміївської теплової електростанції / В. П. Ворон, І. М. Коваль, В. О. Лещенко // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21, 14. – С. 60–66. 5. Дідух Я. Глобальні зміни клімату: що робити екологам? / Я. Дідух // Дзеркало тижня. – 2008. – № 43(722). – 15-21 листопада. 6. Зибцев С. В. Влияние загрязнения атмосферы выбросами тепловых электростанций на сосновые насаждения левобережья УССР: автореф. дис. канд. биол. наук. / С. В. Зибцев. – Днепропетровск, 1990. – 18 с. 7. Коваль І. М. Реакція радіального приросту сосни звичайної на зміни клімату та рекреаційного навантаження в лісостеповій зоні України / І. М. Коваль // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.2. – С. 63–70. 8. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. В. И. Попова, А. М. Маринича. – К. : Изд-во Киевского ун-та, 1968. – 683 с. 9. The smoothing spline: a new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies. Tree-Ring width series for dendroclimatic studies / Cook E. R., K. Peters // Tree-Ring Bulletin. – 1981. – V. 41. – P. 45–53.

Коваль І. М.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА И ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ДИНАМИКУ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ

Представлены результаты исследований влияния изменений климата и выбросов Змиевской тепловой электростанции на сосновые насаждения дендрохронологическими методами. Выявлено, что потепление и увеличение количества осадков привело к увеличению величин годовых колец в 1989-1998 гг., однако в последующие 1999-2008 гг. произошло уменьшение тренда радиального прироста сосны вследствие хронического загрязнения лесных экосистем и увеличения зимних и ранневесенних температур, которые превысили порог оптимума для развития насаждений.

Ключевые слова: изменения климата, загрязнения, дендрохронологический методы, радиальный прирост сосны.

Koval I. M.

INFLUENCE CLIMATE AND POLLUTION ON DYNAMICS OF PINE RADIAL GROWTH IN FOREST-STEPPE ZONE

Research results of influence of climate change and emissions of Zmiiv heat power plant on pine stands by dendrochronological methods are presented. During 1989-1998 increase of width tree rings caused by warming and increase of precipitation, but in following 1999-2008 reduction of radial growth trend was detected because chronic pollution of forest ecosystems and increase of winter and early spring temperature exceeded of the threshold of optimum for development of stands.

Keywords: climate changes, pollution, dendrochronological methods, pine radial growth.