

УДК 630*561.24; 630*425

В. П. Ворон, І. М. Коваль

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

ФОРМУВАННЯ ШАРІВ РАННЬОЇ, ПІЗНЬОЇ ТА РІЧНОЇ ДЕРЕВИНИ В СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ПІД ВПЛИВОМ ВИКИДІВ ВАТ «БАЛЦЕМ» НА ПІВНІЧНІЙ МЕЖІ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

За результатами досліджень, проведених дендрохронологічними методами, виявлено періоди антропогенного розвитку середньовікових чистих соснових насаджень, особливості формування шарів ранньої, пізньої та річної деревини в умовах різного ступеня промислового забруднення викидами ВАТ «Балцем» у степовій зоні з урахуванням кліматичних чинників.

Ключові слова: чисті соснові насадження; викиди ВАТ «Балцем», степова зона; шари ранньої, пізньої, річної деревини, кліматичні чинники.

Вступ. Промислове забруднення, не зважаючи на зменшення обсягу викидів в 90-і роки минулого сторіччя майже вдвічі залишається важливим чинником, що негативно впливає на стан лісових екосистем [2].

Дендрохронологічні методи є цінним і незамінним інструментом для вивчення реакції деревостанів на вплив промислового забруднення у зв'язку з тим, що радіальний приріст дерев акумулює інформацію про довкілля протягом життя дерева і відображає зміни в стані насадження [1; 8].

Ця стаття є продовженням низки досліджень лабораторії екології лісу УкрНДІЛГА щодо впливу викидів ВАТ «Балцем» на лісові екосистеми [2–6; 9].

Метою досліджень було вивчення формування шарів ранньої, пізньої та річної деревини в середньовікових соснових насадженнях з різним ступенем пошкодження викидами Балаклійського ВАТ «Балцем».

Об'єкти, методи та умови досліджень. Район досліджень розташований на північній межі степової зони, на території Придніпровської Лівобережної низовини, висоти якої досягають 200 н. р. м. Клімат помірно-континентальний. Середньомісячні липневі температури – 20,5–21,5°C, середньомісячні температури січня – -5,5– -6,5°C, середні суми опадів – 450–480 мм [10].

Об'єкти досліджень – чисті соснові середньовікові насадження, що ростуть на дерново-підзолистих середньо-розвинутих ґрунтах. Постійні пробні площі (ППП) закладено в чистих соснових деревостанах борової тераси р. Сіверський Донець, які ростуть на різній відстані (0,8; 1, 1,5; 2,2 та 20,6 км – контроль) від ВАТ «Балцем» на Харківщині в умовах свіжого субору (В₂). Вік цих насаджень – 85–90 рр., D_{сер.} – 26–

33 см; H_{сер.} – 24–30 м; бонітет – I–I а; повнота – 0,8; запас – 473–602 м³/га.

Першу технологічну лінію на ВАТ «Балцем» (до 1995 р. Балаклійський цементно-шиферний комбінат) було введено в дію у 1963 р., другу – у 1970 р.. Головним компонентом забруднення є пил, частка якого в загальному обсязі викидів становить більше ніж 70 % і який майже на 60 % складається з оксидів Ca та Mg, які й зумовлюють сильну лужну реакцію пилу, а також містить домішки Mn, Zn, Pb.

Для вивчення динаміки радіального приросту дерев використано стандартні дендрохронологічні методи [1]. Керни деревини відібрано буравом Преслера на висоті 1,3 м стовбура дерева на п'яти ППП з різним рівнем пошкодження викидами ВАТ «Балцем» та контролі. Зразки висушено на повітрі, лезом зрізано тонкий шар деревини з метою отримання чітких меж між шарами ранньої та пізньої деревини,

товщину яких виміряно цифровим приладом HENSON.

Результати. Криві радіального приросту шарів ранньої, пізньої та річної деревини, які мають значну подібність [1] представлено на рис. 1-3.

Виділено чотири періоди антропогенного розвитку лісових екосистем:

– 1951–1962 рр. до початку забруднення характеризуються мінімальним антропогенним навантаженням для лісових екосистем, у складі якого може бути рекреаційне навантаження;

– 1963–1977 рр. відзначаються вводом у дію потужностей ВАТ «Балцем», тобто початком забруднення лісових екосистем промисловими викидами;

– 1978–1992 рр. характеризуються максимальним промисловим навантаженням на лісові екосистеми;

– 1993–2010 рр. відзначені зменшенням кількості викидів майже вдвічі, що привело до зменшення техногенного пресу на досліджувані соснові насадження.

Детальний аналіз радіального приросту сосни за виділеними періодами антропогенного розвитку виявив для першого періоду (1951–1962 рр.) широкі шари всіх видів деревини та достовірну статистичну різницю між деякими вибірками середніх значень для шарів річної, пізньої та ранньої деревини пошкоджених насаджень та контрольним насадженням (рис. 1–3, табл. 1). При цьому закономірностей у статистичному аналізі не було знайдено, що можна пояснити різною енергією росту насаджень та конкурентністю між деревами, яка є високою в молодих деревостанах.

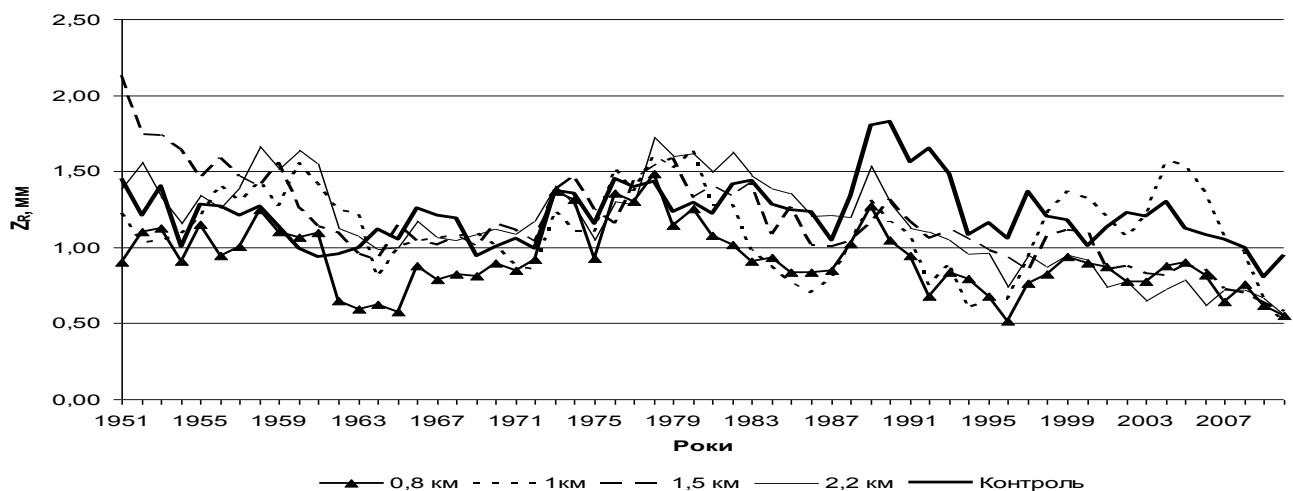


Рис. 1. Динаміка шарів річної деревини в соснових насадженнях під впливом викидів ВАТ «Балцем»

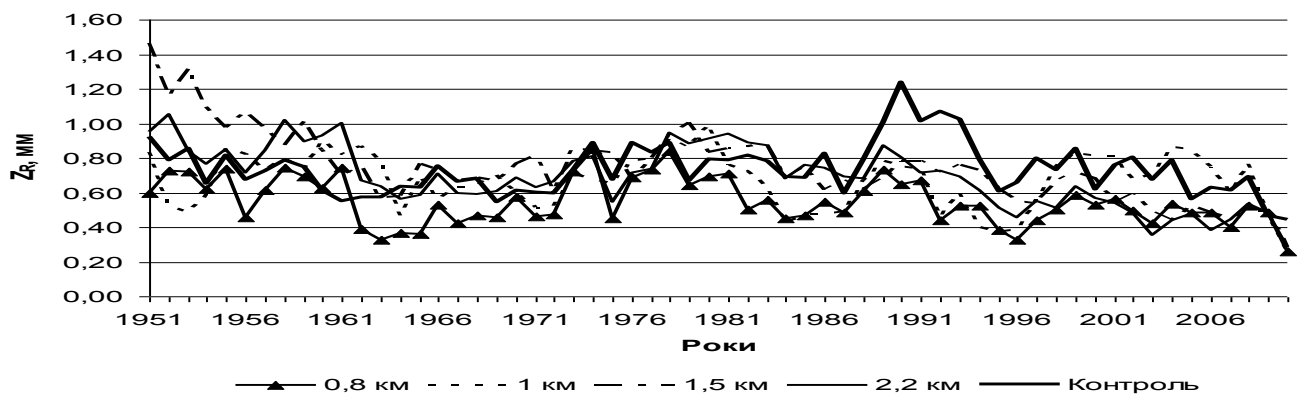


Рис. 2. Динаміка шарів ранньої деревини в соснових насадженнях під впливом викидів ВАТ «Балцем»

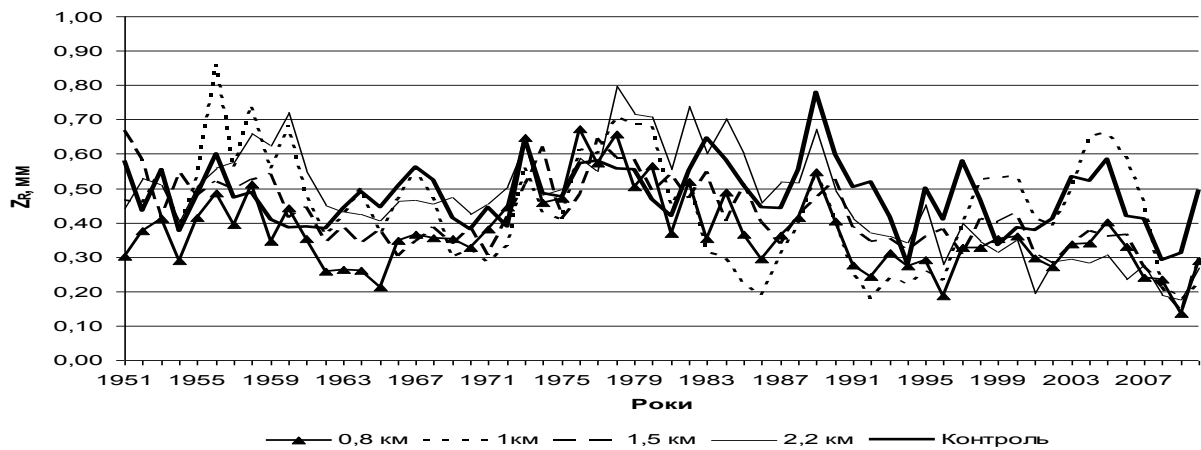


Рис. 3. Динаміка шарів пізньої деревини в соснових насадженнях під впливом викидів ВАТ «Балцем»

1. Статистичні показники шарів річної, ранньої та пізньої деревини в пошкоджених викидами ВАТ «Балцем» насадженнях та їх порівняння з відповідними значеннями на контролі

Відстань до джерела забруднення, км	Середнє та помилка середнього, мм	Достовірність різниці		Середнє та помилка середнього, мм	Достовірність різниці		Середнє та помилка середнього, мм	Достовірність різниці	
		t факт.	t теор.		t факт.	t теор.		t факт.	t теор.
		річна деревина		рання деревина		пізня деревина			
1951-1962 рр. (період до початку забруднення)									
0,8	1,02±0,05	2,29	2,23 _{0,05}	0,64±0,03	1,88	2,23 _{0,05}	0,38±0,02	2,08	2,18 _{0,05}
1	1,27±0,05	-1,3	2,23	0,75±0,04	-0,36	2,23	0,55±0,04	-2,19	2,18 _{0,05}
1,5	1,52±0,08	-3,50	3,17 _{0,01}	1,02±0,06	-4,02	3,17 _{0,01}	0,50±0,02	-1,49	2,18 _{0,05}
2,2	1,41±0,05	-3,26	3,17 _{0,01}	0,88±0,03	-3,16	2,23 _{0,05}	0,54±0,03	-2,74	2,18 _{0,05}
20,6*	1,18±0,05			0,73±0,03			0,45±0,02		
1963-1977 рр. (період початку забруднення викидами ВАТ «Балцем»)									
0,8	0,93±0,07	2,89	2,16 _{0,05}	0,53±0,04	3,30	3,01 _{0,01}	0,41±0,04	2,01	2,16 _{0,05}
1	1,09±0,05	0,28	2,16	0,65±0,03	1,03	2,16 _{0,05}	0,44±0,03	1,39	2,16 _{0,05}
1,5	1,14±0,04	0,46	2,16	0,73±0,02	1,01	2,16 _{0,05}	0,42±0,03	2,16	2,16 _{0,05}
2,2	1,14±0,03	0,57	2,16	0,66±0,02	0,85	2,16 _{0,05}	0,48±0,02	0,31	2,16 _{0,05}
20,6*	1,17±0,04			0,69±0,03			0,49±0,02		
1978-1992 рр. (період максимального забруднення викидами ВАТ «Балцем»)									
0,8	1,02±0,05	4,89	4,22 _{0,001}	0,60±0,03	4,90	4,22 _{0,001}	0,42±0,03	3,49	3,01 _{0,01}
1	1,12±0,08	2,87	2,13 _{0,05}	0,68±0,05	2,80	2,16 _{0,05}	0,41±0,05	2,75	2,16 _{0,05}
1,5	1,25±0,05	2,07	2,16	0,68±0,03	3,40	3,01 _{0,001}	0,47±0,02	2,83	2,16 _{0,05}
2,2	1,40±0,06	0,09	2,13 _{0,05}	0,81±0,03	0,08	2,13 _{0,05}	0,59±0,03	-0,78	2,13 _{0,05}
20,6*	1,40±0,06						0,56±0,02		
1993-2010 рр. (період мінімального забруднення викидами ВАТ «Балцем»)									
0,8	0,77±0,03	7,08	4,02 _{0,001}	0,47±0,02	6,31	4,02 _{0,001}	0,29±0,02	5,47	4,02 _{0,001}
1	1,04±0,08	1,04	2,12 _{0,05}	0,64±0,04	1,11	2,12 _{0,05}	0,40±0,04	0,82	2,16 _{0,05}
1,5	0,89±0,04	4,62	4,16 _{0,001}	0,56±0,03	3,34	2,92 _{0,01}	0,33±0,02	4,03	4,02 _{0,01}
2,2	0,80±0,03	6,77	4,16 _{0,001}	0,50±0,02	5,18	4,02 _{0,01}	0,33±0,02	4,02	2,92 _{0,01}
20,6*	0,13±0,04			0,70±0,03					

Примітки: 20,6* – контроль

Для цього періоду виділено 1957 та 1962 рр., які характеризувалися мінімальним приростом для річної, ранньої та пізньої деревини на всіх ППП та

незначною кількістю опадів – 341 мм та 355 мм відповідно, що є меншим за норму на 38 та 35% (рис. 1 - 4).

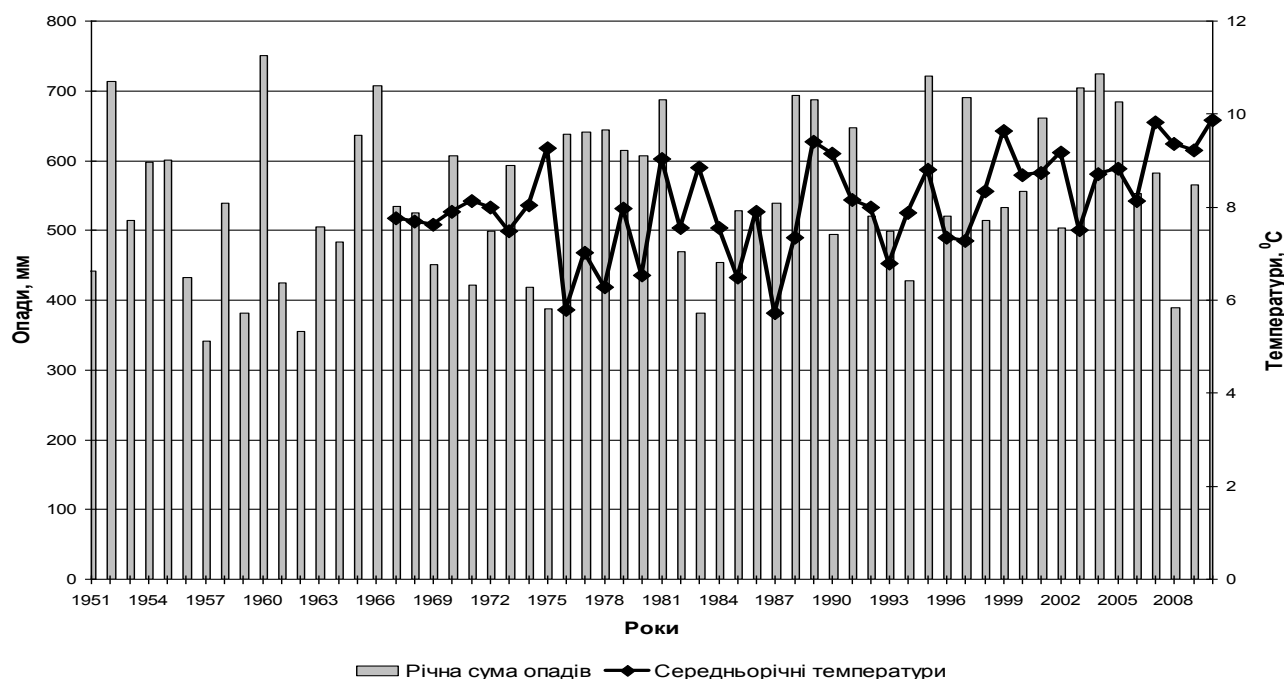


Рис. 4. Динаміка кількості середньорічних опадів та середньорічних температур за даними Зміївської метеостанції

На початку наступного антропогенного періоду (1963–1977 рр.) асинхронність кривих радіального приросту дерев відзначено для 1963–1964 рр., після вводу в дію цементного комбінату (1963 р.). На контролі тренд динаміки шарів ранньої, пізньої та річної деревини збільшувався, а в пошкоджених насадженнях навпаки – зменшувався (рис. 1–3). У наступні 1965–1970 рр. незважаючи на зменшення кількості опадів (рис. 4), на пошкоджених ППП на відміну від контролю відбулося збільшення величин річних кілець. Вірогідно, це пов'язано з тим, що в цей період обсяг викидів не досягав критичного рівня, за якого б їх токсичність вплинула на рослинні угруповання (рис. 1–3). При цьому седиментація цементного пилу на поверхню генетично кислих ґрунтів (рН=4,5–5,0) може розглядатися як їх вапнування. Можливо, у цей початковий період забруднення вапнування ґрунтів вплинуло на радіальний приріст як добриво, що призвело на короткий термін до збільшення приросту в пошкоджених насадженнях. Слід зазначити, що ефект від вапнування у вигляді підвищення радіального приросту найсильніше проявляється за умов першого внесення вапна у ґрунти (рис. 1–3).

Протягом 1965–1977 рр. спостерігалось збільшення величин всіх шарів деревини у зв'язку з тим, що кліматичні умови в цілому були досить сприятливими для приросту сосни (рис. 1–4). У 1972 р. техногенне навантаження збільшилося за рахунок введення в дію другої лінії з виробництва цементу. Посушливий 1975 рік характеризується мінімальним приростом для всіх видів деревини та високими температурами (середньорічна температура складає 9,8°C) та мінімальною сумою опадів (388 мм). 1974 р. – рік максимального приросту зі сприятливим співвідношенням тепла та вологи (середньорічна температура складала 7,5 °C, опадів випало 592,9 мм.) (рис. 1–4).

Найменші коливання приросту всіх видів деревини сосни характерні для дерев

ППП, розташованих найближче до комбінату, які найбільше пошкоджені викидами (рис. 1–3). Це співпадає з висновками Р. А. Юкніса, який стверджує, що після несприятливих для росту дерев умовами з різким проявленням дії одного чи кількох лімітуючих факторів та сильної депресії приросту, спрямованість до рівноваги незмінно веде до виникнення затухаючих коливань приросту дерев, які через деякий час знову активізуються через лімітуючий вплив зовнішніх факторів [11].

Іншої думки В. Т. Ярмишко, який проводив дослідження соснових деревостанів на Кольському півострові під впливом викидів нікельового комбінату. На його думку, у районі помірного промислового забруднення лісових екосистем діапазони коливань радіального приросту сильно ослаблених деревостанів набагато більші, ніж здорових [12].

Для 1963–1977 рр. достовірна різниця між вибірками середніх значень для річної та ранньої деревини виявлена лише в найбільш пошкодженому деревостані, який росте на відстані 0,8 км від джерела забруднення (табл. 1 – 3).

У наступному періоді (1978–1992 рр.), що характеризується максимальною кількістю викидів ВАТ «Балцем», статистичну достовірність між середніми значеннями річних кілець дерев виявлено на двох ППП, найближче розташованих до ВАТ «Балцем» (0,8 та 1,0 км) (табл.1–3), що свідчить про залежність пошкодження насаджень від відстані до джерела забруднення.

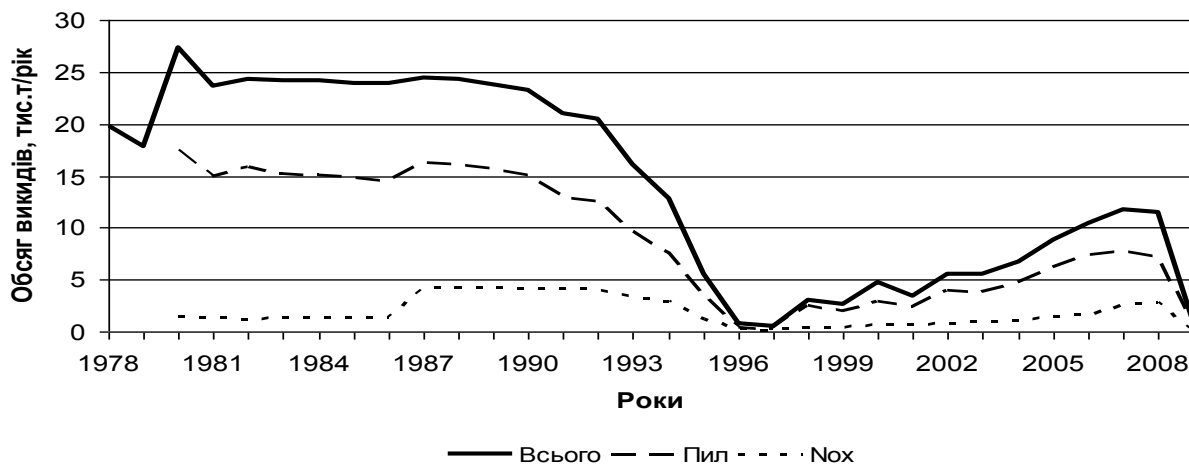


Рис. 5. Динаміка викидів Балаклійського ВАТ «Балцем»

Протягом 1979-1987 рр. відбулося збільшення кількості викидів. Висота труб (120-150 м) не дозволяла розповсюджуватися техногенним сполукам на далеку відстань і тому в значній кількості осідала на ППП, найближче розташованих до комбінату. Не зважаючи на сприятливі кліматичні умови, цей багаторічний процес забруднення, призвів до зниження тренду приросту всіх видів деревини (рис. 1–3, 5). У 1982 р., який характеризувався сприятливим співвідношенням тепла та вологи для росту дерев, ширина річних шарів деревини збільшувалася на контролі, водночас як на інших ППП, ближче розташованих до джерела емісій, відбувся зворотній процес. Найбільш глибока депресія радіального приросту спостерігалася в деревостані, розташованому на 0,8 км від комбінату. Аналогічну тенденцію маємо у 1985 р., коли обсяг викидів складав 23,9 тис. т на рік: на двох ППП (0,8 та 1,0 км) відбулося зменшення шарів річної деревини на відміну від інших ППП, розташованих на більшій відстані від комбінату. Отже, чим сильніше пригнічено дерева, тим вузьчі річні кільця. Такого ж висновку дійшов

В. Т. Ярмишко [12].

Посухи 1990–1992 рр. лімітували радіальний приріст дерев, тому його зменшення відбувалося, не зважаючи на подальше зниження кількості викидів. Це свідчить про те, що несприятливі погодні умови поглиблюють депресію приросту, викликану забрудненням.

У наступному антропогенному періоді 1993–2010 рр. рівень забруднення зменшився майже вдвічі (рис. 5). Однак не зважаючи на це, більшість пошкоджених насаджень мали негативний тренд для всіх шарів деревини, за винятком ППП, яка розташована на відстані 1 км від джерела забруднення. Це може бути пов'язано з відпадом ослаблених дерев протягом посушливого 1994 р., коли опадів випало на 22% менше норми. Унаслідок цього збільшилася площа живлення та покращилися світлові умови для дерев, які залишилися. Як результат, відбулося різке збільшення всіх шарів деревини на цій ППП (рис. 1–3), що тривало до 2005 р. Не зважаючи на значне зменшення об'єму викидів, відбулося зменшення величин річних кілець, внаслідок посух та, можливо, в зв'язку з підвищенням весняно-зимових температур, що могло призвести до порушення зимового спокою і посилити депресію радіального приросту сосни, викликану забрудненням [7]. У 2003 р. відбулася депресія радіального приросту, що пов'язано з низькими температурами.

Висновки. Дендрохронологічним аналізом виявлено чотири періоди антропогенного розвитку: 1951–1962 рр. до початку забруднення; 1963–1977 рр. відзначаються вводом у дію потужностей ВАТ «Балцем»; 1978–1992 рр. характеризуються максимальним промисловим навантаженням на лісові екосистеми; 1993–2010 рр. відзначені зменшенням кількості викидів майже вдвічі, що привело до зменшення техногенного пресу на досліджувані соснові насадження, але не привело до відновлення приросту. Це є наслідком хронічного забруднення лісових екосистем викидами ВАТ «Балцем».

Найменші коливання приросту річної деревини та найглибші депресії характерні для насаджень, розташованих найближче до комбінату. Ці депресії поглиблюють негативні кліматичні фактори, зокрема посухи вегетаційного періоду.

Бібліографічний список: 1. Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования / Т. Т. Битвинскас. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 170 с. 2. Ворон В. П. Зміни соснових лісів в умовах забруднення атмосфери викидами Балаклійського ВАТ «Балцем» / В. П. Ворон, О. І. Романенко, Є. Є. Мельник, О. Ю. Бологов // Лісовий журнал. – К.: ТОВ «Новий друк», 2011 – Вип. 2. – С. 7–12. 3. Ворон В. П. Вплив забруднення природного середовища викидами Балаклійського цементно-шиферного комбінату на лісові екосистеми / В. П. Ворон, Л. А. Песоцький // Лісівництво та агролісомеліорація. – 1996. – Вип. 87. – С. 22–27. 4. Ворон В. П. Лісовідновлення в умовах забруднення середовища викидами цементного виробництва / В. П. Ворон, В. В. Лавров // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2000. – Вип. 98. – С. 53–60. 5. Ворон В. П. Динаміка радіального приросту сосни як критерій реакції лісових екосистем Волинського Полісся на дію кліматичних та антропогенних факторів / В. П. Ворон, І. М. Коваль // Науковий вісник НАУ: зб. наук. пр. – 1999. – Вип. 17. – С. 126–132. 6. Коваль І. М. Динаміка радіального прироста *Pinus sylvestris* в степній зоні України под впливом вибросов цементного підприємства «Балцем» // Матеріали Всерос. совещання «Дендрохронологія: досягнення і перспективи», (Красноярск 27–30 октября 2003). – Красноярск, 2003. – С. 27. 7. Коваль І. М. Вплив клімату та забруднення на динаміку

радіального приросту сосни звичайної в лісостеповій зоні / І. М. Коваль // Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. – Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунту». – 2012. – № 3. – С. 182–185.

8. Комин Г. Е. Применение дендрохронологических методов в экологическом мониторинге лесов / Г. Е. Комин // Лесоведение. – 1990. – № 2. – С. 3–11.

9. Распоіна С. П. Оцінка антропогенних порушень ґрунтів Слобожанського лісорослинного району / С. П. Распоіна, В. П. Ворон // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. / – Київ – Харків, 2006. – С. 277–279. (Спец. вип. до VII з'їзду УТГА).

10. Физико-географическое районирование Украинской ССР/ под ред. В. П. Попова, А. М. Маринича, А. И. Ланько. – К.: Издательство Киевского Государственного университета, 1968. – 684 с.

11. Юкнис Р. А. Методы оценки антропогенных изменений роста деревьев и древостоев на основе ретроспективного анализа годовичных колец древесины / Р. А. Юкнис, М. И. Лекене // Проблемы экологии мониторинга и моделирование экосистем. – Л., 1989. – С. 363–380.

12. Ярмышко В. Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение / В. Т. Ярмышко. – Санкт-Петербург, 1997. – 210 с.

Ворон В. П., Коваль І. М.

ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЕВ РАННЕЙ, ПОЗДНЕЙ И РЕЧНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫБРОСОВ ВАТ «БАЛЦЕМ» НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

По результатам исследований, проведенных дендрохронологическими методами, выявлено периоды антропогенного развития средневозрастных чистых сосновых насаждений, особенности формирования слоев ранней, поздней и речной древесины в условиях различного уровня промышленного загрязнения выбросами ВАТ «Балцем» в степной зоне с учетом климатических факторов.

Ключевые слова: чистые сосновые насаждения, выбросы ВАТ «Балцем», степная зона, слои ранней, поздней, годовичной древесины, климатические факторы.

Voron V. P., Koval I. M.

FORMATION OF EARLY, LATE AND ANNUAL WOOD IN THE PINE STANDS UNDER THE INFLUENCE OF EMISSIONS VAT "BALTSEM" ON SOUTH BORDER OF STEPPE ZONE OF UKRAINE

On research results periods of anthropogenic development of middle-aged pine stands, peculiarities of formation of layers of early, late and annual wood in conditions of different level of industrial pollution by emissions of VAT "Baltsem" in Steppe zone with taking into account climatic factors were detected by dendrochronological methods.

Key words: pure pine stands, emissions of VAT "Baltsem"; Steppe zone; layers of early, late and annual wood; climatic factors.