

ЛІСОТИПОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ПІД ВПЛИВОМ АЕРОТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Досліджено динаміку радіального приросту соснових деревостанів, що ростуть в умовах забруднення довкілля викидами Рівненського ВАТ "Азот". Виявлено вплив забруднювачів на загальний характер динаміки приросту, його екстремальні значення, зміни амплітуди і частоту коливань та встановлено кореляційні залежності між приростом та комплексом забруднювачів і кліматичних показників. Встановлено, що на формування радіального приросту сосняків у різних типах лісу найбільш істотно впливають викиди забруднювальних речовин та кліматичні умови. Між їхніми показниками та радіальним приростом виявлено слабкі, помірні та значні зв'язки або їх немає.

Ключові слова: радіальний приріст, аеротехногенне забруднення, кліматичні показники.

Assoc. prof. V.G. Mazepa – NUFWT of Ukraine, L'viv

Dynamics peculiarities of pine stands radial increment under the technogenions air pollution impact

Radial increment dynamics of pine stands growing under the impact of Rivne PLC "Azot " emissions is investigated. Air pollutants effect on general character of increment dynamics, its extreme value, amplitude changes and frequency oscillation is found out. Correlative dependence on radial increment, pollutants and climate indices is determined. It is set that on forming of radial increase of the pine forests in the different types of the forest the extrass of contaminating matters and climatic terms influence most substantially. Between their indexes and radial increase found out weak, moderate and considerable copulas or they are not.

Keywords: radial increment, air pollution, climate indices.

Вивчення стану лісових екосистем, що формуються в умовах впливу забруднення довкілля промисловими викидами та інших антропогенних чинників, відповідно до конкретного лісорослиного району і об'єкта впливу має свої місцеві особливості і потребує здійснення спеціальних досліджень. Пошкодження лісостанів залежить від багатьох причин, серед яких важливе значення мають кліматичні та едафічні чинники, тому діагностика стану лісів повинна мати регіональний (локальний) характер і базуватися на лісотипологічній основі.

Для оцінювання динаміки стану лісових екосистем більшість дослідників використовують дендрохронологічний та дендрокліматичний методи, що базуються на вивченні радіального приросту окремих дерев і деревостанів [1, 7, 8]. Радіальний приріст є найбільш універсальним і комплексним показником стану насаджень впродовж всього їхнього віку, а тому дає змогу встановити тривалість аеротехногенного впливу, ступінь і його критичні періоди [1, 4, 8], а також планувати відповідні заходи щодо стабілізації стану пошкоджених лісів і прогнозувати їх подальший ріст [8, 10].

Для вивчення радіального приросту сосняків було підібрано соснові деревостани, що ростуть у північно-західному напрямку від РВАТ "Азот" на віддалі 9,5-10,5 км. Вибрані деревостани подібні за породним складом, віком,

структурою та відрізняються лише за типами лісу і таксаційними показниками. Оскільки всі деревостани є одновіковими, то вплив вікового тренду не може позначитись на результатах аналізу. За санітарним станом соснові деревостани є ослабленими та слабо пошкодженими, індекс їх стану змінюється в межах 1,61-1,85 од.

На кожній пробній площі в біогрупах з 15 дерев на висоті 1,3 м буром 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 0,01 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 [6].

Для оцінки радіального приросту деревостанів в різних типах лісу порівнювали абсолютні та відносні величини приростів, а також аналізували дендрохронологічні ряди за останні 35 років залежно від кліматичних чинників та викидів забруднювальних речовин. Встановлювали загальний характер динаміки приросту, його екстремальні значення, зміну амплітуди і частоту коливань [9]. За характером коливання приросту виділяли рівномірний та нерівномірний, а за частотою коливання – високу і низьку.

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). Вологість клімату визначали за формулою Д.В. Воробйова [3], а інші комплексні показники за формулами, наведеними Т.Т. Битвинскасом [2].

Доцільно зазначити, що РВАТ "Азот" функціонує з 1968 р. і був потужним джерелом забруднення довкілля. До 1976 року 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 р. поступово зменшувалась з 7,4 до 3,1 тис. т. Можна стверджувати, що в першій половині 70-х років обсяг промислових викидів постійно і стрімко зростав, оскільки відбувалося нарощування потужностей виробництва.

Аналіз статистичних характеристик рядів радіального приросту середньовікових сосняків свідчить, що середній багаторічний приріст залежно від типу лісу змінюється в межах 1,97-2,35 мм і є найбільшим в умовах вологого сугруду (табл. 1). У цих умовах відзначено також і максимальний приріст (3,99 мм), а його мінімальну величину (1,13 мм) було зафіксовано у вологому підтипі свіжого субору. Дендрохронологічні ряди, які характеризуються найбільшими величинами приросту, мають і значно більшу мінливість.

Так, найвища амплітуда коливань радіального приросту за показником стандартного відхилення спостерігається в умовах вологого сугруду. Від'ємний експес для всіх рядів свідчить, що радіальний приріст в умовах суборів є більш згладженим, ніж у сугрудових типах лісу.

Табл. 1. Статистична характеристика рядів радіального приросту соснових деревостанів за період 1971-2005 рр. (зона РВАТ "Азот")

Тип лісу	Середній приріст, мм	Помилка вибірки	Стандартне відхилення приросту	Мінімальний приріст, мм	Максимальний приріст, мм	Ексцес	Рівень надійності
В ₂ дС	1,97	0,074	0,439	1,13	2,72	- 1,12	0,150
В ₄ дС	2,11	0,077	0,456	1,21	2,86	- 1,08	0,156
С ₂ гдС	1,88	0,042	0,249	1,37	2,33	- 0,60	0,086
С ₃ гдС	2,35	0,108	0,641	1,48	3,99	- 0,50	0,220
Групи типів	2,07	0,065	0,387	—	—	- 0,876	0,133

Щорічна динаміка радіального приросту сосняків в абсолютних величинах (мм) представлена у вигляді графіка (рис. 1). Як видно з наведених даних, максимальні величини приросту для всіх рядів відзначено на початку діяльності підприємства. Починаючи з 1971-1972 р., спостерігається поступове зниження приросту соснових деревостанів. Криві приросту для всіх насаджень змінюються синхронно і характеризуються максимальним перепадом амплітуди протягом 1972-1992 рр. У роки, які характеризувались інтенсивним забрудненням атмосфери промисловими викидами РВАТ "Азот", особливо в 1976 р. (60 тис. т), 1978 і 1979 рр. (75 і 37,5 тис. т), 1985 і 1986 рр. (29,1 і 27 тис. т), 1991 (7,1 тис. т) спостерігаються екстремальні мінімальні величини приросту на всіх кривих росту. Особливо глибокою депресією приросту відзначаються 1976, 1979, 1992, 1996, 2001 і 2003 рр., які характеризувались також недостатньою кількістю опадів (рис. 2). Отримані дані загалом узгоджуються з результатами досліджень інших авторів [5], які вивчали динаміку радіального приросту сосняків в зоні дії РВАТ "Азот" і дійшли висновку, що у 1969-2003 рр. формування величини річних кілець визначалося впливом викидів фітотоксикантів і погодними умовами. Таким чином, у разі накладання в окремі роки високих концентрацій забруднювальних речовин та посухи спостерігається більш негативний синергетичний вплив цих чинників на приріст сосняків.

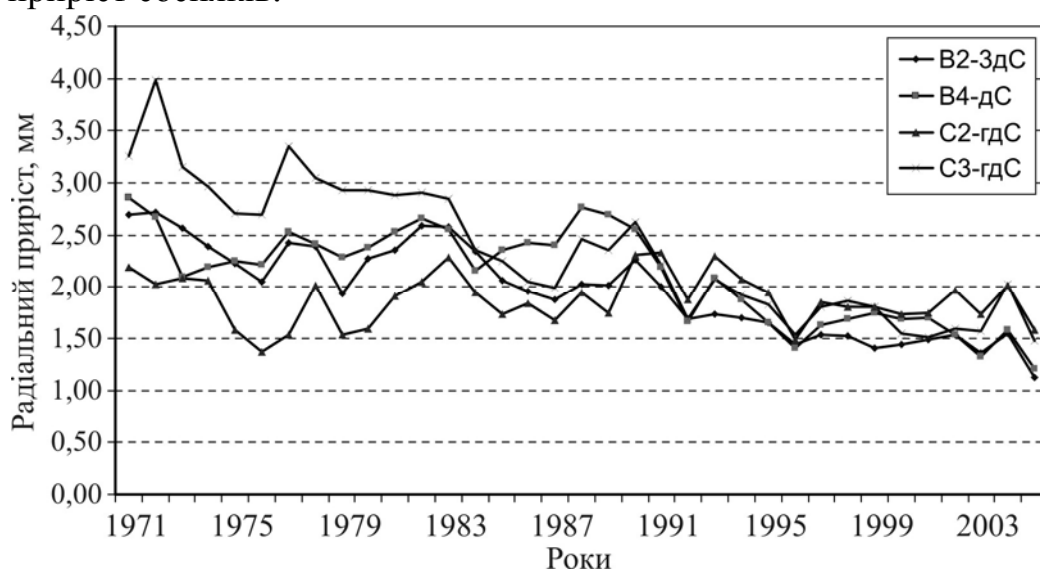


Рис. 1. Динаміка радіального приросту сосни звичайної в різних типах лісу (зона РВАТ "Азот")

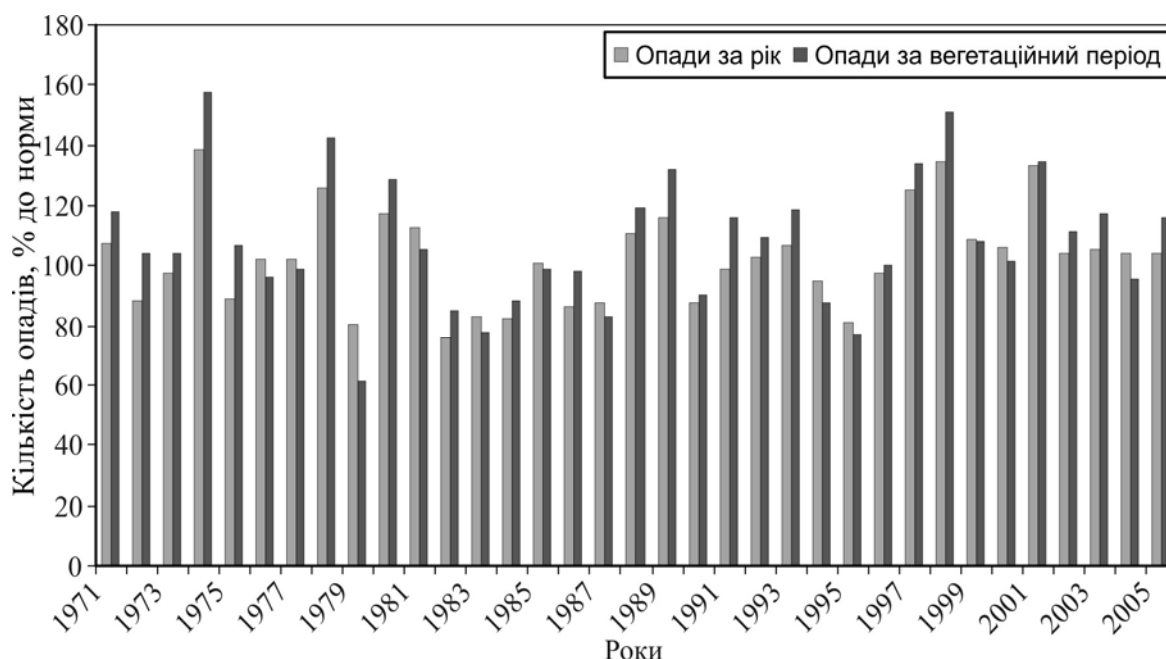


Рис. 2. Динаміка річних опадів за даними АМСЦ, м. Рівне

За характером коливань радіальний приріст є нерівномірним до 1992 р., після зменшення з 1993 р., кількості викидів до 4 тис. т, криві приросту для всіх дендрохронологічних рядів набувають рівномірних коливань. Менша частота коливання радіального приросту сосняків спостерігається на фоні високої амплітуди коливань, але в останнє десятиліття середній період коливань становить 1-4 роки, що свідчить про високу частоту коливань. Часті коливання приросту на фоні середньої амплітуди свідчать про порушення стійкості лісової екосистеми.

Якщо зниження радіального приросту деревостанів з віком визначати як відношення абсолютного середнього періодичного приросту дерев за п'ять років до фактичного приросту за попередній період, то отримаємо середньорічний темп радіального приросту, який характеризує ступінь його падіння. Загалом падіння приросту в деревостанах змінюється в межах 4-49 % (табл. 2). Відтак, у більшості типів лісу, в роки інтенсивного забруднення (1981-1990 рр.), спостерігається зростання темпів приросту на 4-24 %. Постійне падіння темпу приросту характерне для сосняків, що ростуть в умовах вологого сугруду.

Табл. 2. Середньорічний темп радіального приросту сосни в різних типах лісу (зона слабого ступеня пошкодження)

Період, роки	Типи лісу			
	B_2^3 дС	B_4 дС	C_2 гдС	C_3 гдС
1976-1980	0,88	0,98	0,81	0,93
1981-1985	1,08	1,04	1,24	0,89
1986-1990	0,85	1,05	0,96	0,87
1991-1995	0,86	0,74	1,10	0,85
1996-2000	0,84	0,86	0,83	0,87
2001-2005	0,81	0,90	1,04	0,96
2001-2005 / 1971-1975	0,56	0,61	0,91	0,51

Збільшення приросту під впливом забруднення, як вважає А.С. Алексєєв [1], має тимчасовий характер і змінюється його падінням. Автор називає це буферною стадією процесу падіння приросту залежно від ступеня пошкодження дерев. Аналізуючи отримані середньорічні темпи приросту сосни в різних типах лісу, можна стверджувати, що найменший темп падіння приросту, а відповідно більшу стійкість до антропогенних чинників, мають сосняки в умовах свіжого сугруду. В останніх падіння приросту за останні роки, порівняно з початковим періодом досліджень, становить лише 9 %.

На формування радіального приросту сосни в різних типах лісу найбільш істотно впливають викиди забруднювальних речовин в атмосферу та кліматичні умови. Як видно з наведених даних (табл. 3), найбільшої істотної величини тіснота зв'язку радіального приросту за весь період досліджень досягає із загальною кількістю викидів, окислами азоту, сірчаного ангідриду, неорганічного пилу, аміаку. Відтак, найменша кількість достовірних зв'язків приросту із різними видами забруднювальних речовин є характерною для сосняків свіжого сугруду. Помірні зворотні кореляційні зв'язки в цих умовах виявлено між радіальним приростом та сполуками SO_3 , H_2SO_4 , а з парами H_3PO_4 існує значний зв'язок. Відсутність достовірної кореляції з концентрацією більшості забруднювачів, які викидає в атмосферу Рівненський ВАТ "Азот", пояснюється різномасштабністю за числом величин, які порівнюються.

Істотний зв'язок між коливаннями приросту і кліматичними показниками у більшості випадків є помірним та зворотним (табл. 4). Величина приросту сосняків в оптимальних лісорослинних умовах визначається насамперед температурним режимом. При цьому потрібно зазначити, що зворотні зв'язки приросту є значнішими з сумами температур та середніми температурами повітря за вегетаційний період. Зв'язок радіального приросту з відносною вологістю повітря є прямим і характерним лише для сосняків, що ростуть в бідніших умовах суборів.

Табл. 3. Коефіцієнти кореляції радіального приросту сосни з викидами забруднювальних речовин в атмосферу РВАТ "Азот"

Забруднювальні речовини	Типи лісу				
	$\text{B}_2^3\text{дС}$	$\text{B}_4\text{дС}$	$\text{C}_2\text{гдС}$	$\text{C}_3\text{гдС}$	Група типів лісів
Всього викидів, тис. т/рік	0,65*	0,58*	-0,32	0,79*	0,50*
– SO_2	0,42*	0,39*	-0,11	0,45*	0,25
– NH_3	0,50*	0,36	-0,11	0,49*	0,33
– NO_x	0,70*	0,70*	-0,28	0,66*	0,50*
Пил неорганічний	0,49*	0,53*	-0,37	0,50*	0,46*
– SO_3	0,14	0,09	-0,49*	0,31	0,09
– H_2SO_4	0,11	0,06	-0,44	0,51*	0,06
– HNO_3	0,22	0,15	0,66*	0,24	-0,02
– HF	-0,10	-0,09	0,13	-0,17	-0,16
– H_3PO_4	-0,42	0,16	-0,52	-0,38	-0,21

Примітка: у табл. 3-4 * – тіснота зв'язку достовірна на 95 %-му рівні значущості.

З комплексних кліматичних показників з річним приростом корелюють лише коефіцієнт запасу вологи (в умовах суборів), гідротермічний коефіцієнт і комплексний гідротермічний коефіцієнт (в умовах свіжого сугруду). В умовах вологого сугруду не виявлено достовірних зв'язків з комплексними кліматичними показниками.

Табл. 4. Коефіцієнти кореляції радіального приросту сосни з кліматичними показниками (зона РВАТ "Азот")

Кліматичні показники	Типи лісу				
	B_2^3 ДС	B_4 ДС	C_2 ГДС	C_3 ГДС	Група типів лісу
Сума опадів за:					
- календарний рік	-0,34	-0,24	-0,14	-0,22	-0,07
- гідрологічний рік	-0,26	-0,17	-0,09	-0,07	-0,17
- вегетаційний період	-0,25	-0,19	-0,03	-0,21	-0,01
Сума температур за вегетаційний період	-0,45*	-0,42*	0,10	-0,53*	-0,53*
Середня температура повітря за:					
- рік	-0,24	-0,23	+0,32	-0,29	-0,36
- вегетаційний період	-0,46*	-0,43*	0,11	-0,54*	-0,54*
Відносна вологість за:					
- календарний рік	0,30*	0,36*	-0,14	0,35	0,56*
- гідрологічний рік	0,25*	0,37*	-0,21	0,35	0,34
Комплексні кліматичні показники:					
- W	-0,006	-0,002	-0,07	0,05	0,26
- K	-0,38*	-0,45*	-0,16	-0,19	-0,17
- O_1	0,18	0,05	0,42*	-0,04	-0,05
- O_2	0,29	0,21	0,42*	0,04	0,03
- O_3	-0,28	-0,32	0,28	-0,24	-0,31
Сонячна активність (числа Вольфа):					
- W_y (1971-2005)	0,12	0,28	0,20	0,13	0,20
- W_y (1971-1989)	-0,003	0,40	0,05	0,16	0,19
- W_y (1990-2005)	0,50*	0,57*	0,42	0,33	0,48*

Не виявлено також істотного зв'язку приросту сосни з показником сонячної активності (числа Вольфа) за весь період досліджень та за період 1971-1989 рр., коли викиди забруднювачів в атмосферу були найбільшими. Після зниження кількості викидів до 3-7 тис. т/рік у 1990-2005 рр., величина зв'язку між приростом і числами Вольфа зростає і є істотною і значною ($r \geq 0,50$) в деревостанах суборових типів лісу. Таким чином, в умовах хронічного пошкодження соснових насаджень промисловими викидами в атмосферу, у разі зниження їхнього обсягу до 3-7 тис. т/рік, існує прямий зв'язок між сонячною активністю, вираженою в числах Вольфа, і радіальним приростом.

Висновки. Формування радіального приросту соснових деревостанів в умовах аеротехногенного забруднення атмосфери зумовлене впливом комплексу негативних чинників природного характеру та забруднювальних речовин. У роки інтенсивного забруднення (десятки тисяч тонн) мінливість приросту залежить від величини викидів та посилюється впливом посух. Після зниження викидів до рівня хронічного пошкодження на приріст сосняків впливають температурні умови та геліогеофізичний фон.

Амплітуда коливань радіального приросту соснових деревостанів зростає в роки інтенсивного забруднення атмосфери, є значно більшою в умовах сугрудів і набуває рівномірних, але високої частоти коливань, після зменшення кількості викидів до 4 тис. т/рік. Падіння приросту в деревостанах різних типів лісу перебуває в межах 4-49 %. Найбільший спад темпу приросту характерний для сосняків, які ростуть в умовах вологого сугруду.

На формування радіального приросту сосняків у різних типах лісу найбільш істотно впливають викиди забруднювальних речовин та кліматичні умови. Між їхніми показниками та радіальним приростом виявлено слабкі, помірні та значні зв'язки або їх немає.

Література

1. Алексеев А.С. Колебания радиального прироста в древостанах при атмосферном загрязнении / А.С. Алексеев // Лесоведение. – 1990. – № 2. – С. 82-86.
2. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинскас. – 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. Ворон В.П. Деякі методичні підходи до вивчення динаміки радіального приросту сосни під впливом промислового забруднення в умовах лісостепової зони / В.П. Ворон, І.М. Коваль, О.В. Леман, О.І. Воронцова // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2004. – Вип. 105. – С. 183-188.
5. Ворон В.П. Вплив аеротехногенного забруднення в зоні дії РВАТ "Азот" на динаміку радіального приросту соснових деревостанів / В.П. Ворон, І.М. Коваль, С.В. Івашенюта // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2004. – Вип. 107. – С. 230-234.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М. : Изд-во "Агропромиздат", 1985. – 351 с.
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 ВГЛТА, 2003. – 272 с.
9. Матвеев С.М. Методика дендрохронологического анализа : методические указания к лабораторным работам по дендрохронологии для студ. спец. 260400 – "Лесное и лесопарковое хозяйство" дневной и заочной формы обучения / С.М. Матвеев. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 1999. – 31 с.
10. Nogel P. Auskeilende und fehlende Jahrrinde in absterbenden Tannen (Abies alba Mill) / P. Nogel // Allg. Forstzeitschrift. – 1981. – Vol. 36. – № 28. – S. 709-711.

УДК 520.33:630 *Аспір. Г.А. Мішеніна¹ – Сумський державний університет*

МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРОВАНІХ СТРУКТУР У СФЕРІ ВИКОРИСТАННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

Розглянуто організаційно-економічні та лісоекологічні основи, які визначають можливі механізми створення інтегрованих структур регіонального рівня з метою підвищення результативності багаточільового використання та відтворення лісових ресурсів. Акцент зроблено на інтеграцію лісо- і агрогосподарювання. Встановлено, що подальші дослідження мають бути орієнтовані на розроблення коопераційних і підтримувальних взаємозв'язків між господарськими суб'єктами, які входять до складу інтегрованої організаційної структури, з відповідною системою еколого-економічних інструментів.

¹ Наук. керівник: доц. О.І. Карпіщенко, канд. екон. наук – Сумський державний університет