



ОХОРОНА І ЗАХИСТ ЛІСІВ

УДК 630*425;630*182; 630*43

НАУКОВІ ОСНОВИ ДІАГНОСТИКИ АНТРОПОГЕННОГО ПОШКОДЖЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

В. П. ВОРОН, канд. с.-г. наук
Український НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Наведено результати досліджень впливу антропогенних чинників різних типів (забруднення, рекреаційне навантаження, лісові пожежі) на лісові екосистеми. Визначено основні показники антропогенної трансформації компонентів лісових екосистем. Методичні підходи можуть бути використані при діагностиці пошкодження лісових екосистем.

Ключові слова: аеротехногенне забруднення, рекреаційне навантаження, лісові пожежі, лісові екосистеми, підстилка, ґрунт, біокругообіг.

Стан навколишнього середовища значною мірою залежить від впливу антропогенних чинників. Антропогенне перетворення ландшафтів досягло 80–85% поверхні суші, а процес глобального знелісення й деградації лісів розглядається як один із важливих чинників зростання вмісту CO₂ в атмосфері [8]. У результаті негативних змін урбосфери й техносфери та зниження фотосинтетичної продуктивності екосистем Україна недоотримує щороку 280 млн т кисню і 150 млн т вуглекислого газу, що відповідає втраті 80 млн т сухої речовини біогеоценозів [9]. Поширеність і концентрація антропогенного впливу та порушення, що виникають унаслідок цього в навколишньому середовищі на обмеженій території, переважно суттєво перевищують природний рівень і тому лісові екосистеми не встигають своєчасно до них пристосуватися. За-

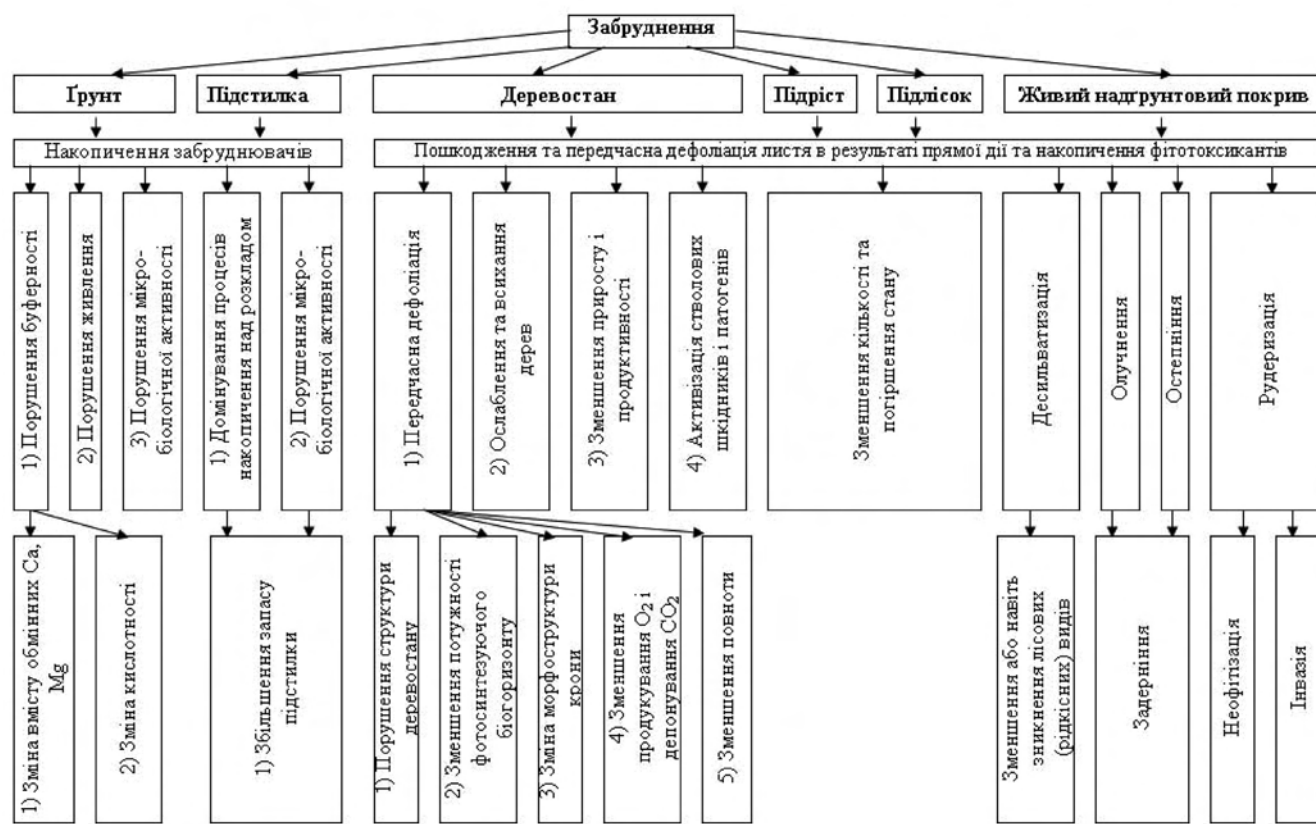


Рис. 1 – Схема трансформації лісових екосистем під дією аеротехногенного забруднення

гальними проблемами у вивченні всіх типів антропогенного впливу на лісові екосистеми є вдосконалення діагностики трансформації екосистем, оцінювання збитків, розробка екологічного нормування антропогенних навантажень і визначення на ближню та дальню перспективу стратегії переорієнтації лісокористування з ресурсного до біосферного типу [8].

У комплексі негативних антропогенних чинників особливе місце за масштабами й небезпекою впливу посідає аеротехногенне забруднення [12]. Техногенне надходження багатьох фітотоксикантів в атмосферу може в десятки разів перевищувати природне при вивітрюванні гірських порід і вулканізму. У другій половині ХХ ст. внаслідок забруднення суттєво погіршився стан лісів на площі, яка лише в Європі сягала мільйонів гектарів.

Україні з кінця 80-х років ХХ ст. розпочала вивчення особливостей антропогенної трансформації лісів і розробку лісогосподарських заходів щодо підвищення їх стійкості і запобігання збиткам для лісового господарства [11]. Сформовано систему індикаторів пошкодження лісів аеротехногенним забрудненням [10]. Установлено, що внаслідок дії токсикантів відбуваються суттєві зміни компонентів лісових екосистем (рис. 1).

Одним із найбільш інформативних і простих способів оцінювання потоку забруднювачів у лісову екосистему є хімічний склад снігового покриву. Встановлено, що у період забруднення максимального рівня поблизу цементних виробництв щорічно осідало до 16 т/га пилу, Зміївської ТЕС-3–5т/га, у техногенній зоні Лисичансько-Рубежансько-Севєродонецької промагломерації (ЛРСПА) – до 150 кг/га сульфатів.

Загальною ознакою змін хімізму як аеротопу (повітря, опади), так і трофотопу (підстилка і ґрунт) є порушення балансу іонів [7, 10, 11, 14]. Для всіх досліджуваних типів забруднення характерним є підлужування снігового покриву, зростання рівня забруднення зі збільшенням періоду лежання снігу та наближенням до джерел викидів. Особливо велике воно в зонах цементних виробництв, де рН снігу може досягати 9,0–11 одиниць [7]. Маркерами цього типу забруднення є вміст пилу та лужних катіонів, карбонатів і гідрокарбонатів. Підлужування опадів у техногенних зонах РВАТ «Азот», Черкаської промагломерації (ЧПА) та ЛРСПА було викликано викидами аміаку, а в районі Зміївської ТЕС – лужними і важкими металами (Cd, Ni, Cu, Zn) [10].

Надходження аеротехногенних забруднювачів у лісові екосистеми призводить до значних змін у ґрунті [4, 11, 14]. Їх характер і ступінь залежать як від кількісно-якісних характеристик забруднення, тривалості надходження потоку полутантів, так і від фізико-хімічних властивостей самих ґрунтів. Але спільними є насамперед зміни у ґрунтово-поглинальному комплексі, гальмування мікробіологічних процесів, унаслідок яких порушується режим живлення деревної рослинності.

Виявлено негативні зміни біокругообігу в ланці опад-підстилка в екосистемах техногенних зон [6]. Потужним біогеохімічним бар'єром на шляху міграції забруднювачів є лісова підстилка. Саме в ній реєструється максимальний рівень забруднювачів. Поряд зі зменшенням надходження опаду зростають запаси і період деструкції підстилки. В усіх шарах підстилки накопичення мортмаси домінує над процесами розкладання. При аеротехногенному забрудненні важкими металами виявляються зони з високим їх вмістом у ґрунті, підстилці, грибах, ягодах, лікарських рослинах, що створює загрозу для здоров'я людини [4].

У результаті вказаних негативних аеротехногенних змін довкілля відбувається трансформація деревостанів, основними ознаками якої є:

- наслідки гострого пошкодження є більшою мірою катастрофічними, ніж хронічними;
- відбуваються передчасна дефоліація, зменшення приросту і продуктивності деревостанів, погіршення стану та всихання дерев;
- найбільшого пошкодження зазнають деревостани, розташовані в напрямку переважаючих вітрів, особливо на узліссях;
- пошкодження насаджень зростає з наближенням до джерел викидів;
- сильніше пошкоджуються насадження на початку вегетаційного періоду;
- ступінь пошкодження залежить від походження особин, їх віку, положення у деревостані;
- чутливість дерев, як правило, зростає зі збільшенням віку або генерації вегетативного походження;
- найбільшою мірою пошкоджуються дерева панівних класів Крафта, що формують верхню частину намету.

З посиленням урбанізації зростає інтенсивність рекреаційного користування лісом, а рекреаційне навантаження при перевищенні ним допустимого рівня стає негативним лімітуючим чинником, дія якого може призвести до деградації і навіть усихання лісів [1, 3].

Рівень трансформації лісів визначається рекреагенними змінами основних компонентів лісових екосистем.

Домінуючим чинником трансформації лісових екосистем є зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів, тому базовими критеріями визначення стадії рекреаційної дигресії (СРД) є показники стану їх поверхні (насамперед частка вигопаної площі).

Інтенсивність рекреагенних змін деревостанів, що викликані ущільненням ґрунтів, найчіткіше характеризуються негативними змінами фізико-механічних властивостей і водного режиму ґрунтів, насамперед значеннями об'ємної маси, пористості і твердості верхнього шару ґрунту. Так, у сосняках зеленої зони м. Рівне при збільшенні об'ємної маси верхнього шару ґрунту на 0,1 г/см³ індекс стану сосняків збільшується на 0,53 одиниці [11].

Основні характеристики рекреаційних змін дубово-соснових насаджень зони м. Рівне (С₂ ГС, дерново-опідзолені ґрунти)

Показники	Стадії рекреаційної дигресії				
	I	II	III	IV	V
Частка витопаної площі, %	0 – 5	6 – 20	21 – 50	51 – 80	< 80
Твердість ґрунту, кг/см ²	> 11,0	11,1 – 12,5	12,6 – 14,0	14,1 – 15,5	< 15,5
Індекс санітарного стану (Іс)	1,01 – 1,5	1,51 – 2,50	2,51 – 3,0		< 3,0
Частка дерев з механічними пошкодженнями, %	> 2	3 – 10	11 – 30	31 – 60	< 61
Частка запасу від контролю, %	100	83 – 95			< 83
Приріст деревостану за запасом, м ³ /га на рік	> 6,3		5,9 – 6,3	4,8 – 5,8	< 4,8
Середня повнота	> 0,75		0,68 – 0,74	0,58 – 0,67	< 0,58
Зменшення, %	радіального приросту	0	20	21 – 40	< 40
	депонування СО ₂	–	> 8	9 – 18	19 – 30
	продукування О ₂	–	> 5	5 – 7,5	7,6 – 25

У сосняках зеленої зони м. Харкова при рекреаційному ущільненні ґрунтів збільшується величина об'ємної маси ґрунту і зменшується вміст вологи у ньому. Утворюються умови, за яких гальмується ріст активних коренів, листя та пагонів дерев, що призводить до погіршення стану соснових деревостанів. Ці негативні зміни є особливо відчутними у посушливі роки [3].

Лісова підстилка сосняків за таких умов набуває специфічної, рекреаційно порушеної структури, що виявляється у зниженні її запасів, потужності, вологості, швидкості мінералізації тощо. Визначено чітку залежність між СРД та цими показниками підстилки [2].

Естетичний вигляд дубово-соснових насаджень суттєво погіршується внаслідок спричинення рекреантами механічних пошкоджень. Збільшення ступеня деградації супроводжується збільшенням середньої площі механічних пошкоджень стовбурів.

Негативні рекреаційні зміни продуктивності насаджень також можуть бути відчутними. Так, у зеленій зоні м. Рівне радіальний приріст деревини у сосняках зменшився при II стадії рекреаційної дигресії на 20%, III і IV СРД – на 42 та 40% відповідно [11]. Зменшення запасу відбувається не лише внаслідок зниження приросту, а й у результаті зниження повноти й густоти деревостанів [3, 11].

Дія негативних антропогенних чинників має синергізм з екстремальними кліматичними та гідрологічними умовами, внаслідок чого стан деревостанів погіршується. Так, хоча загалом природні умови району зеленої зони м. Рівне є сприятливими для росту рослинності, суттєве погіршення стану деревостанів спостерігалось після посушливих 1983, 1987 та 1990 років. Подібну ситуацію виявлено в лісах зеленої зони м. Харкова.

Діагностичним показником фітоценотичних змін лісових екосистем є зменшення кількості та проективного покриття антропофобних, розростання антропофільних і поява антропофільних видів. Диференційовано оцінити реакцію рослин нижніх ярусів лісу на різні форми антропогенного впливу

та визначити напрями змін рослинності дають змогу шкали антропофобності видів трав'янистої та чагарничкової рослинності [1].

Отримані результати досліджень щодо впливу рекреаційних навантажень на лісові екосистеми дали змогу визначити низку показників, за якими складено діагностичну таблицю для виділення СРД (табл. 1) [11].

Особливо небезпечним антропогенним чинником, дія якого призводить до найкатастрофічніших наслідків для лісів України, є лісові пожежі. Найбільша кількість пожеж спостерігається переважно в лісах навколо міст і селищ. У таких лісах цьому сприяють: велика інтенсивність відвідувань населенням; близькість населених пунктів, рекреаційних установ, доріг.

Найбільшу кількість пожеж у лісах зеленої зони м. Харкова зареєстровано у травні [5]. Подібна ситуація спостерігається і в лісах зеленої зони ЛРСПА. Найбільша пожежна небезпека існує у квітні-вересні, максимальна кількість пожеж виникає у липні та червні. Частота виникнення й негативні наслідки пожеж різко зростають у роки й місяці з посушливими умовами [4]. Визначено чіткий зв'язок між частотою виникнення пожеж і ймовірністю перебування людини у лісі – найбільша загроза виникнення пожеж виникає з 12 до 16 години у вихідні та передвихідні дні. Пожежі в лісах зелених зон відбуваються переважно у кварталах, що прилягають до доріг чи межують із населеними пунктами [5].

Схематично наслідки змін лісових екосистем, пошкоджених низовими пожежами, наведено на рис. 2.

Вони залежать від строків пожеж (весняна, літня, осіння), маси й вологості підстилки, потужності і тривалості пожежі, віку насаджень, глибини знаходження поглинаючого коріння тощо [5, 13]. Головними критеріями і показниками ступеня пошкодження насаджень низовими пожежами є середня висота нагару (особливо небезпечно обпалювання нижньої частини зони тонкої кори), виділення живиці на стовбурах, ґрунтовими – глибина прогорання

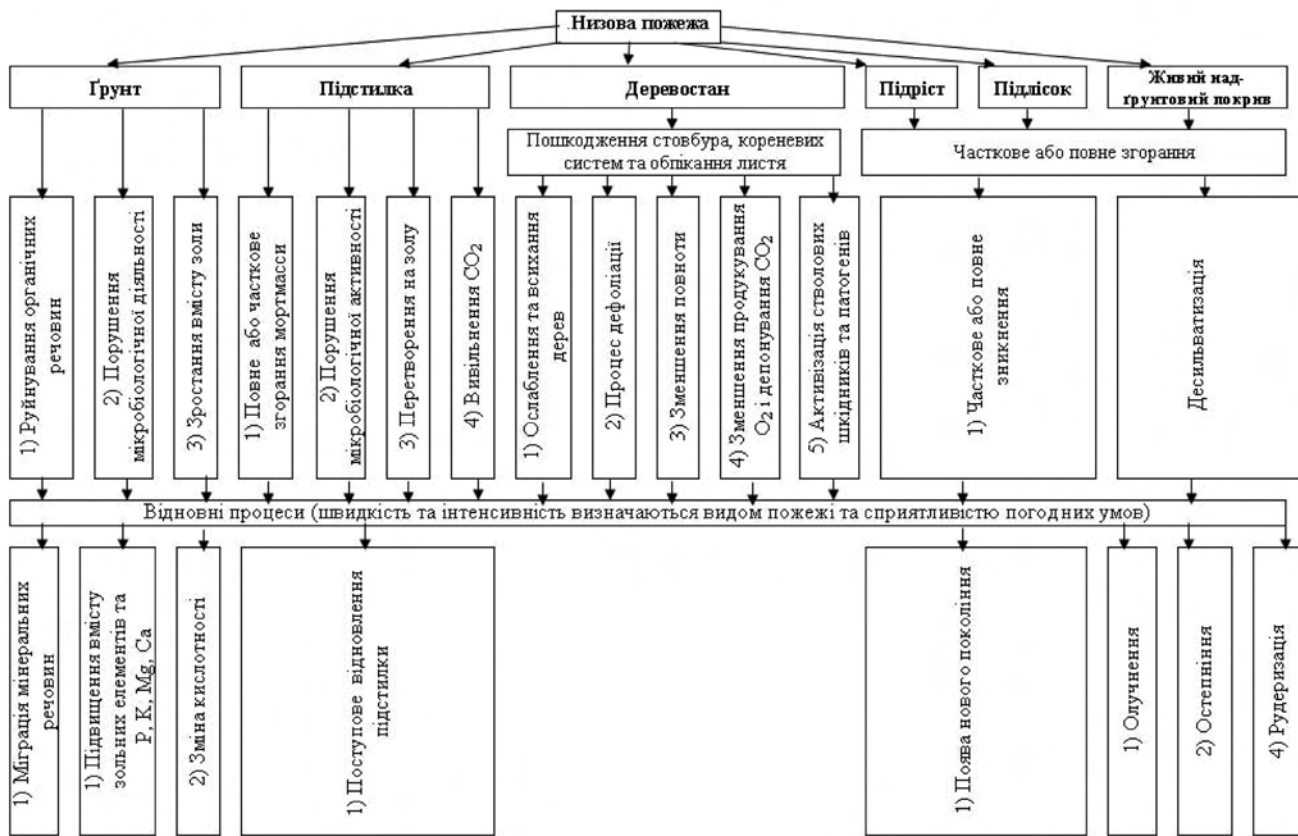


Рис. 2 – Схема трансформації лісових екосистем внаслідок низових пожеж

мохового покриву та органічних горизонтів ґрунту і ступінь пошкодження корених систем [5, 13].

У пошкоджених низовими пожежами соснових деревостанах визначено залежність стану дерев від висоти підняття вогню по стовбурах дерев. У таких сосняках радіальний приріст деревини у перший рік після пожежі зменшився на 25,3%.

У сосняках, що ростуть на похованих ґрунтах і які схильні до розвитку осередків кореневої губки, під впливом комплексу несприятливих чинників (забруднення атмосфери, лісові пожежі, посушливі умови і рекреаційне навантаження) провокується розвиток епіфітопії цього патогена.

Негативні зміни стану пошкоджених пожежами сосняків призводять до суттєвих втрат товарності деревини – зменшується вихід ділової деревини. Так, якщо у 60–80-річних сосняках зеленої зони м. Харкова частка ділової деревини коливається від 67 до 78%, то вже через декілька місяців після пожежі в результаті погіршення стану дерев вона зменшується до 40–55%, через 1–2 роки – 30–41%, а через 3–4 роки – до 13–17%. Кількість і частка ділової деревини в сосняках, пошкоджених лісовими пожежами, мають тісний зворотний достовірний кореляційний зв'язок з індексом санітарного стану деревостану, середній зворотний – з тривалістю післяпожежного періоду та слабкий кореляційний зв'язок з висотою підняття нагару по стовбуру дерев. Виявлені тенденції необхідно враховувати при призначенні лісгосподарських заходів.

ВИСНОВОК

У результаті негативного антропогенного впливу відбувається трансформація лісів, що виражається не лише у погіршенні стану і продуктивності деревостанів, а й у зміні інших компонентів лісових екосистем. Рівень і характер трансформації лісових екосистем визначаються особливостями механізмів дії антропогенних чинників. Проведені комплексні дослідження дали змогу визначити основні показники антропогенної трансформації лісових екосистем. Вказані закономірності необхідно враховувати при проведенні лісгосподарських заходів щодо підвищення стійкості деревостанів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Бондарук М. А.** Оцінка антропотолерантності трав'яно-мохового ярусу соснових лісів зеленої зони Харкова / М. А. Бондарук, О. Г. Целіщев // Лісівництво і агролісомеліорація. – Х. : С.А.М., 2003. – Вип. 104. – С. 39 – 49.
2. **Ворон В. П.** Опал і підстилка сосняків середньої течії Сіверського Донця як показник антропогенних змін біокругообігу / В. П. Ворон, В. О. Лещенко, О. І. Романенко, Є. Є. Мельник // Лісівництво і агролісомеліорація. – Х.: УкрНДІЛГА, 2009. – Вип. 116. – С. 231 – 237.
3. **Ворон В. П.** Рекреаційні зміни сосняків зеленої зони м. Зміїв / В. П. Ворон, В. О. Лещенко, О. І. Романенко, Є. Є. Мельник // Вісник ХНАУ. – 2009. – № 2. – С. 157 – 162.
4. **Ворон В. П.** Розвиток соснових деревостанів в умовах зниження аеротехногенного забруднення Зміїв-

ської ТЕС / В. П. Ворон, І. М. Коваль, О. В. Леман, О. І. Воронцова, С. В. Зібцев // Науковий вісник НАУ. Лісівництво. Декоративне садівництво. – 2006. – № 103. – С. 24 – 33.

5. **Ворон В. П.** Тенденції виникнення пожеж у лісах двох державних підприємств зеленої зони м. Харкова / В. П. Ворон, В. О. Лещенко, Є. Є. Мельник // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.3. – С. 22 – 28.

6. **Ворон В. П.** Трансформація опаду та підстилки як показник техногенних змін біокругообігу в сосняках Українського Полісся / В. П. Ворон // Науковий вісник УДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – 2004. – Вип. 14.6. – С. 40 – 49.

7. **Ворон В. П.** Хімічний склад снігового покриву як показник аеротехногенного забруднення лісових екосистем / В. П. Ворон // Науковий вісник УДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – 2004. – Вип. 14.5. – С. 151 – 154.

8. **Голубець М. А.** Вступ до геосоціосистемології / М. А. Голубець. – Львів: Поллі, 2005. – 199 с.

9. **Дегодюк Е. Г.** Порушення і відновлення біосферних функцій педосфери як інтегральні показники антропогенезу / Е. Г. Дегодюк, С. Е. Дегодюк, С. З. Гуральчук // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спеціальний випуск до VII з'їзду УТГА. Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного. Книга 3. – Харків, 2006. – С. 214 – 216.

10. Діагностика та зонування пошкодження лісів України аеротехногенним забрудненням (Методичні рекомендації). – Харків: УкрНДІЛГА, 2008. – 53 с.

11. Ліси зеленої зони м. Рівне та їх еколого-захисні функції / [Ворон В. П., Івашинюта С. В., Коваль І. М., Бондарук М. А.] – Харків: Нове слово, 2008. – 224 с.

12. **Мартынюк А. А.** Сосновые экосистемы в условиях аеротехногенного загрязнения / А. А. Мартынюк. – М.: ВНИИЛМ, 2006. – 216 с.

13. **Усеня В. В.** Лесные пожары, последствия и борьба с ними / В. В. Усеня. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002. – 236 с.

14. **Voron V. P.** Aerial-technogenic soil transformation in the forest ecosystems of the Ukraine / V. P. Voron. // Collection of papers by Ukrainian members European Society for soil conservation. – 1997. – №3. – P. 45 – 54.

SCIENTIFIC BASE OF DIAGNOSTICS OF ANTHROPOGENIC DAMAGE OF FOREST ECOSYSTEMS

V. P. VORON, PhD

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

Results of research of influence of different anthropogenic factors (contamination, recreational load, forest fires) on forest ecosystems are presented. The main indices of anthropogenic transformation of components of forest ecosystems are determined. Methodical approaches can be used for diagnostics of damage of forest ecosystems.

Keywords: *aerotechnogenic pollution, recreational load, forest fires, forest ecosystem, forest litter, soil, biototation.*

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ АНТРОПОГЕННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

ВОРОН В. П., канд. с.-х. наук

Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации имени Г. Н. Высоцкого

Представлены результаты исследований влияния антропогенных факторов разных типов (загрязнение, рекреационная нагрузка, лесные пожары) на лесные экосистемы. Определены основные показатели антропогенной трансформации компонентов лесных экосистем. Методические подходы могут быть использованы при диагностике повреждения лесных экосистем.

Ключевые слова: *аеротехногенное загрязнение, рекреационная нагрузка, лесные пожары, лесные экосистемы, подстилка, почва, биокруговорот.*

УДК 630.244; 630.453

ДИНАМІКА САНІТАРНОГО СТАНУ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ

В. Л. МЕШКОВА, доктор с.-г. наук
Український НДІ лісового господарства
та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Досліджено динаміку середнього зваженого індексу санітарного стану дерев дуба I – IV категорій (Ic1 – IV) на ділянках, де проведено вибіркові санітарні рубки, на межах зі зрубаними сусідніми рубок і на відстані від них у 70–80-річних деревостанах у свіжій кленово-липовій діброві.

Ключові слова: *дубові деревостани; лісогосподарські заходи; санітарний стан дерев; індекс санітарного стану.*

Результати наших досліджень свідчать, що на ділянках, де раптово змінюється мікроклімат унаслідок пошкодження листя комахами-листогризами, стихійних лих або здійснення господарських заходів, зменшується стійкість дерев до атак стовбурових шкідників [3–5]. Одним із кількісних критеріїв стійкості дерев до заселення стовбуровими шкідниками є показники їх санітарного стану, які визначають не лише з метою оцінювання наслідків дії різних чинників, а й для прийняття рішень стосовно подальшого призначення лісогосподарських і лісозахисних заходів.

Згідно із «Санітарними правилами...» [6] дерева за зовнішнім виглядом розподіляють на шість