**Електронні навчально-методичні видання, які є об’єктом навчання в рамках навчальних дисциплін відповідно до навчальної програми підготовки бакалаврів і магістрів**

(згідно з розпорядж. Науково-дослідної частини № 03-21 від 05.05.2017 р.).

Дисципліна – *Геоінформаційні системи в лісовому господарстві.*

Кафедра *лісознавства / природничих наук.*

Викладач – *професор кафедри лісознавства Шпарик Юрій Степанович.*

Список наукових текстів:

**1. Шпарик Ю.С.** Застосування баз даних та геоінформаційних систем для підвищення рекреаційної ємності природно-заповідних об'єктів / Ю.С. Шпарик, О.Б. Лопарьова, Г.Д. Лялюк-Вітер // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. − Вип. 22.2. – с. 66-73.

**2. Шпарик Ю.С.** Структура, ріст та ГІС бу­кового пралісу Україн­сь­ких Карпат / Ю.С. Шпарик, Р.М. Вітер, A. Buergi, B. Commarmot, А. Zingg, Ю.Ю. Беркела // Лісове господарство, лісова, па­пе­рова і деревообробна промисло­вість. – Львів, 2004, № 29. – С.17-27.

**3.Шпарик Ю.С.** Використання ГІС для пла­нування ведення лісо­во­го господарства в гір­ських лісах Українських Карпат / Ю.С. Шпарик // Науковий вісник УкрДЛТУ: Лісова ін­же­нерія: техніка, технологія і довкілля. – Львів, 2004, Вип.14.3. – С.450-455.

**Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.2**

***УДК 630\*001.55;228; 46;627.3***

***Ст. наук. співроб. Ю.С. Шпарик1, канд. с.-г. наук; наук. співроб. О.Б. Лопарьова1; доц. Г.Д. Лялюк-Вітер2, канд. біол. Наук***

1. УкрНДІгірліс, м. Івано-Франківськ;

2Івано-Франківський НТУ нафти і газу, м. Івано-Франківськ

**ЗАСТОСУВАННЯ БАЗ ДАНИХ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЄМНОСТІ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Розрахунок рекреаційної ємності Карпатського національного природного пар-ку дав значення в 1071,8 тис. осіб на рік. Більша частина цієї величини припадає на туристичні маршрути (92 %), а менша – на ліси (8 %). За результатами аналізу бази

даних рекреаційних характеристик і цифрових карт лісів запропоновано такі заходи:

створення нових туристичних маршрутів; рекреаційне облаштування лісів (місць

відпочинку); оптимізація характеристик деревостанів; збільшення площі лісів у зоні

стаціонарної рекреації до рівня 10 %; залучення інвесторів у розбудову туристичної

інфраструктури; переформування похідних ялинників. Планова ефективність цих за-

ходів – більше 80 %.

***Ключові слова:*** лісова ділянка,база даних,ГІС,рекреаційна ємність,Карпатсь-

кий НПП.

**Вступ**.Антропогенно-рекреаційний сплеск останніх років спонукав проводити дослідження впливу дії рекреації і туризму на екологічний стан і будову лісових ценозів. На сьогодні проблема рекреаційного використання лісів і антропогенного впливу на лісові екосистеми є актуальною і своєчасною в регіоні Українських Карпат. Це пов'язано зі стрімким збільшенням кількості населення, що відпочиває на природі: – за останні 5 років відбулося 10-кратне зростання рекреаційного навантаження на ліси Івано-Франківської області і при цьому частка "літніх" туристів досягає 50 % **[**1-3**]**.

* науковій літературі дедалі більше увагу приділяють відпочинку по-за помешканням, використання рекреаційної комфортності лісів і відповід-ність її очікуванням відпочивальників. Регулярні відвідувачі лісів висловлю-ють бажання якісного відпочинку поза забрудненими ландшафтами. Дослід-ники зазначають, що прагнення відвідувачів зводяться не тільки до фізичного відпочинку, а ґрунтуються на довколишній красі середовища. Так, у парку

Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer (Німеччина) дослідження соціальних ефектів "скупченості" показали, що майже 20 % відвідувачів повідомили про деякий ступінь тісноти. Оскільки туризм це важливе джерело доходу для міс-цевої економіки, як і в регіоні Карпат, то забезпечення безпечної та комфор-тної рекреації має прямий вплив на планування тих видів комерційної діяль-ності, які є перспективними в майбутньому. А в його основі повинна лежати оцінка рекреаційної ємності кожної лісової ділянки і лісових підприємств за-галом **[**4-6**]**.

**Об'єкти і методика**.Об'єктами досліджень були ліси КарпатськогоНПП для кожної лісової ділянки, яких у базі даних лісовпорядкування нара-ховувалося 9149. Уся лісівнича, таксаційна та рекреаційна характеристика для кожного виділу розміщена в базі даних формату \*.dbf. Опис структури бази даних лісовпорядкування ми навели раніше **[**1**]**. Картографічну інформа-цію для кожного виділу виготовлено у форматі програми Mapinfo також згід-но з відомчими даними лісовпорядкування. Застосування комплексу "база да-них + ГІС" для планування ведення лісового господарства в експлуатаційних лісах ми вже апробували і висвітлили в науковій літературі **[**7**]**.

Основою роботи було визначення рекреаційної ємності кожної лісової ділянки (виділу) Карпатського НПП. Методику розрахунку детально висвіт-лено в попередніх публікаціях **[**2, 3**]**. Рекреаційна ємність лісу, в нашому ро-зумінні, це кількість відпочивальників (чол./рік), яку ліс здатен витримати, не виявляючи при цьому ознак руйнування чи розладнання екосистем. Для роз-рахунку цього показника за основу взяте допустиме рекреаційне навантажен-ня для основних типів лісу, величину якого було встановлено ще в середині

**2. Екологія довкілля** 67

**Національний лісотехнічний університет України**

80-х років минулого століття **[**8**]**. Аналогічно було розраховане допустиме рекреаційне навантаження для всіх типів лісу, які трапляються на території парку. Для визначення рекреаційної ємності введено додаткові коефіцієнти за такими характеристиками окремих виділів: група віку, склад порід, повнота деревостану, кількість ярусів , вологість і кам'янистість ґрунту, крутизна схи-лу і категорії лісів. Значення рекреаційного навантаження з урахуванням від-повідних коефіцієнтів множиться на площу ділянки лісу і це є величиною її рекреаційної ємності. Розрахунок рекреаційної ємності туристичних маршру-тів проведено за літературними напрацюваннями **[**8**]**.

**Результати досліджень**.За даними лісовпорядкування2003р.,лісоваплоща Карпатського НПП становить 38322 га, які розділені на квартали та виділи в межах 12-ти природо охоронних науково- дослідних відділень (ПОНДВ). Найбільшими за площею є Говерлянське (5,6 тис. га), а найменше Високогірне (2,3 тис. га ) відділення. У парку проведено зонування лісів за їх призначенням: близько 30 % лісів (11,4 тис. га) віднесено до заповідної зони, основна частина лісів (67,8 % або 26,0 тис. га) знаходиться в зоні регульова-ної рекреації, господарська зона становить 22,5 % (861 га), а найменшою є зо-на стаціонарної рекреації – всього 0,3 % або 107 га.

Різноманіття типів лісу Карпатського НПП є високим – 44 типи лісу. Найпоширеніші типи лісу: волога буково-ялицева сусмеречина (27,1 % пло-щі), волога буково-ялицева смеречина (12,9), волога смереково-ялицева субу-чина (12,2), волога буково-смерекова суяличина (11,8) і волога чиста сусме-речина (11,0 %). У лісах парку ростуть деревостани 13 порід, але перевага ялини беззаперечна – 79,5 % вкритих лісовою рослинністю земель. Бук лісо-вий покриває близько 10 % площі лісів, сосна гірська відповідно 3,8 %, ялиця біла – 3,7 та сосна звичайна – 1,5 %.

Розподіл лісів Карпатського НПП за класами бонітету підтверджує ін-формацію про добрі лісорослинні умови: частка деревостанів з високим боні-тетом (І і вище) становить близько 71 %, з середнім – ще 21,3, а з низьким – тільки 7,7 %. Частка молодняків у парку становить більше 20 %, пристига-ючих, стиглих і перестійних – приблизно 11, зате середньовікових – майже 70 %. Майже подвійна норма середньовікових насаджень є значною лісівни-чою проблемою, оскільки саме в цьому віці потрібно вживати заходів з фор-мування лісів на довготермінову перспективу.

За рекреаційною оцінкою ліси Карпатського НПП мають не зовсім доб-рі характеристики (рис. 1): хоча переважають ліси з середньою рекреаційною оцінкою, але деревостанів з високою і дуже високою оцінкою недостатньо, а з низькою – забагато. З іншого боку, хорошою є ситуація з рекреаційною дигре-сією. Тут однозначно домінує перша стадія дигресії (близько 80 %), яка ще не становить загрози для лісових деревостанів і ще на більш як 7 % лісів рекре-аційна дигресія відсутня взагалі (рис. 2). Це дає змогу зробити висновок, що проблеми з пошкодженням місцевих лісів рекреантами майже відсутні.

За стійкістю насаджень ліси парку розподілені не рівномірно: тільки на 12,3 % площі поширені деревостани з високою стійкістю, на 37,2 – з се-редньою і більше як на 40 % – з низькою стійкістю. Це свідчить про те, що потреба у підвищенні стійкості лісів парку і, насамперед, похідних ялинни-

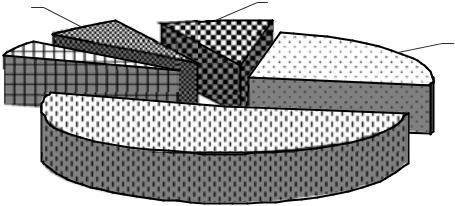
68 **Збірник науково-технічних праць**

**Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.2**

ків, про які йшлося вище. Основним заходом тут має бути переформування

похідних ялинників у корінні деревостани.

дуже висока 7,3% не оцінено10,0%

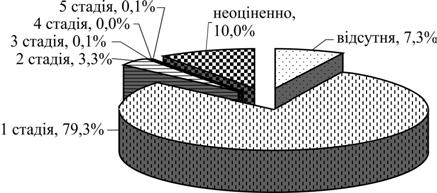


низька 24,5%

висока 5,2%

середня 53,0%

***Рис. 1. Розподіл площі лісів Карпатського НПП за рекреаційною оцінкою***

******

***Рис. 2. Розподіл площі лісів Карпатського НПП за рекреаційною дигресією***

Загальна кількість людей, які можуть відвідати ліси Карпатського

НПП без шкоди для лісових екосистем, перевищує 85 тис. осіб/рік (табл. 1).

Розподіл цієї кількості за відділеннями нерівномірний: мінімальна кількість

для Чорногірського ПОНДВ менша за максимальну для Вороненківського

ПОНДВ у 5 разів. Середнє її значення – 7 тис. осіб/рік на одне відділення.

Цьому рівню рекреаційної ємності відповідають ліси Яремчанського, Ям-

нянського, Підліснівського, Женецького, Яблуницького і Ворохтянського

ПОНДВ.

***Табл. 1. Рекреаційна ємність лісів ПОНДВ Карпатського НПП за зонами***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Відділення | Чисельність рекреантів за зонами парку, осіб/рік | | | | Разом, |
|  | парку | заповідна | регульованої | стаціонарної | господарсь- | осіб/рік |
|  |  |  | рекреації | рекреації | ка |  |
|  | Яремчанське | 238,0 | 6126,3 | 73,0 | 481,6 | 6918,9 |
|  | Ямнянське | 525,1 | 5053,3 | 13,8 | 2640,6 | 8232,7 |
|  | Підліснівське | 462,6 | 5636,5 | 7,5 | 1500,1 | 7606,7 |
|  | Женецьке | 1051,2 | 5694,6 | 30,3 | 61,8 | 6837,8 |
|  | Татарівське | 380,7 | 4218,5 | 22,0 | 738,4 | 5359,6 |
|  | Яблуницьке | 169,6 | 4857,2 | 73,3 | 1151,9 | 6252,1 |
|  | Вороненківське | 123,7 | 13522,4 | 39,3 | 1520,0 | 15205,5 |
|  | Ворохтянське | 847,1 | 6442,0 | 12,8 | 491,1 | 7793,0 |
|  | Говерлянське | 8230,1 | 2139,5 | 27,2 | 325,5 | 10722,3 |
|  | Бистреньке | 1710,0 | 1763,5 | - | 3,0 | 3476,5 |
|  | Чорногірське | 2406,1 | 684,9 | 1,2 | 16,4 | 3108,5 |
|  | Високогірне | 41,8 | 3525,2 | 12,1 | 404,9 | 3984,0 |
|  | Всього: | 16186,0 | 59664,0 | 312,4 | 9335,3 | 85497,6 |

**2. Екологія довкілля** 69

**Національний лісотехнічний університет України**

Карпатський НПП – природно-рекреаційний комплекс, де створені сприятливі умови для розвитку рекреації, однією з форм якої є 28 пішохідних (еколого- і науково-пізнавальних) маршрутів лісами і полонинами парку. Розвинена також спортивна інфраструктура: штучний трамплін, слаломний маршрут річкою Прут, гірськолижні траси. Маршрути також характеризу-ються значною рекреаційною ємністю (табл. 2).

***Табл. 2. Рекреаційна ємність існуючих та запроектованих маршрутів парку***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Відділення | Існуючі маршрути | | | Запроектовані маршрути | | |
|  | парку | кількість, | довжи- | ємність, | кількість, | довжи- | ємність, |
|  |  | шт. | на, км | тис. осіб/рік | шт. | на, км | тис. осіб/рік |
|  | Яремчанське | 3 | 10,5 | 56,7 | 1 | 7,8 | 42,1 |
|  | Ямнянське | 2 | 12 | 64,8 | 2 | 15,8 | 85,3 |
|  | Підліснівське | 2 | 4,2 | 22,7 | 2 | 39,7 | 214,4 |
|  | Женецьке | 5 | 16,5 | 89,1 | - | - | - |
|  | Татарівське | 3 | 6,0 | 32,4 | 3 | 20,6 | 111,2 |
|  | Яблуницьке | 2 | 4,0 | 21,6 | 1 | 6,9 | 37,3 |
|  | Вороненківське | 1 | 3,5 | 18,9 | 2 | 27,5 | 148,5 |
|  | Ворохтянське | 1 | 30,0 | 162,0 | 2 | 19,8 | 106,9 |
|  | Говерлянське | 3 | 18,5 | 99,9 | 1 | 6,1 | 32,9 |
|  | Бистрецьке | 3 | 49,8 | 268,9 | - | - | - |
|  | Чорногірське | 1 | 6,0 | 32,4 | - | - | - |
|  | Високогірне | 2 | 21,6 | 116,9 | 1 | 13,5 | 72,9 |
|  | Разом в парку: | 28 | 182,6 | 986,3 | 15 | 157,7 | 851,6 |

Найбільш насичені рекреаційними стежками є ліси навколо Яремчі, Татарова та Яблуниці, Женецького і Говерлянського ПОНДВ. Максимальну ж кількість і протяжність маршрутів відзначено в безпосередній близькості від Чорногірського хребта (Бистрецьке і Високогірне ПОНДВ). Але на території парку є великі лісові масиви, які ще не охоплені туристичними маршрутами: навколо с. Микуличин, поблизу с. Зелена, і особливо – навколо смт. Ворохта. Це є значним резервом підвищення рекреаційної ємності парку (табл. 2).

Результати свідчать, що є значна нерівномірність у розрізі окремих відділень: максимальна ємність Бистрецького відділення перевищує міні-мальну Вороненківського у більш як 14 разів. Аналіз чисельності туристів за пішохідними маршрутами свідчить про те, що найбільша їх протяжність є у Бистрецькому, Ворохтянському і Високогірному відділеннях. Еколого-пізна-вальні стежки приваблюють до відділень Яремчанського, Женецького, Ям-нянського, де загальна їх ємність не перевищує 10 % від загальної . Загальна ємність існуючих 28 туристичних трас за рік становить 986,3 тис. осіб. Зіс-тавлення рекреаційної ємності лісів та існуючих рекреаційних маршрутів свідчить про ефективність функціонування маршрутного туризму, який наба-гато підвищив рекреаційну ємність відділень парку. Завдяки маршрутам рек-реаційна ємність парку зросла у 12,5 разів – загальна рекреаційна ємність Карпатського НПП становила 1,072 млн рекреантів на рік.

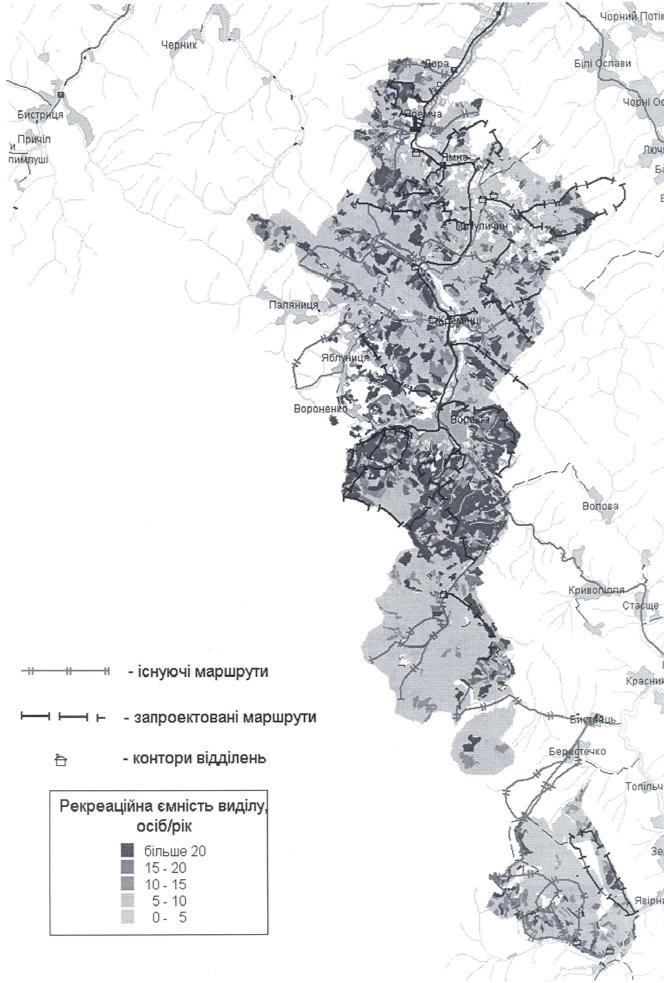
Практичним результатом виконаних розрахунків рекреаційної ємності лісів Карпатського НПП та створення відповідних карт стали пропозиції щодо влаштування нових туристичних маршрутів із врахуванням рекреаційної ємнос-

70 **Збірник науково-технічних праць**

**Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.2**

ті лісових ділянок, якими вони будуть проходити. Вони представлені на

рис. 3 разом з існуючими маршрутами на фоні карти рекреаційної ємності лісів.



***Рис. 3. Карта існуючих і проектних туристичних маршрутів***

***у лісах Карпатського НПП***

**2. Екологія довкілля** 71

**Національний лісотехнічний університет України**

Основними завданнями у плануванні нових маршрутів було: вибір ви-ділів з великою рекреаційною ємністю, на їх території відсутні діючі мар-шрути. Звичайно, при винесенні цих маршрутів у натурі та перед їх марку-ванням, потрібно узгодити безпосередній напрямок руху рекреантів у лісі з наявними природними межами чи угіддями.

Всього на території Карпатського НПП запроектовано 15 нових турис-тичних маршрутів, зі загальною довжиною 157,7 км (табл. 2). Організація но-вих туристичних маршрутів дасть змогу відчутно збільшити рекреаційну ємність лісових територій, насамперед, Підліснівського (навколо с. Микули-чин), Татарівського і Вороненківського (навколо смт. Ворохта) природо охо-ронних науково-дослідних відділень парку. Ефективність розроблених пропо-зицій з оптимізації рекреаційної ємності Карпатського НПП розраховано за приростом кількості рекреантів, які можуть відвідувати ліси парку. Запроек-товані заходи дадуть змогу збільшити можливості з відвідування рекреантами лісових екосистем Карпатського НПП на 79,5 %, або на 937,1 тис. осіб. Це за-безпечить місцевому населенню відповідний приріст грошових надходжень від додаткової кількості туристів, тобто без негативного впливу на довкілля.

**Висновки**.Підсумовуючи результати проведених досліджень,зазна-чимо основні напрямки з підвищення рекреаційної ємності заповідних об'єктів у регіоні Українських Карпат, які проранговані за їх ефективністю.

Створення нових і облаштування наявних туристичних маршрутів є найефективнішим заходом. Це дасть змогу на 80 % збільшити рекреаційну ємність Карпатського НПП, а відповідно, і прибутки місцевого населення.

Збільшення площі лісів у зоні стаціонарної рекреації до рівня 10 % і рекреаційний благоустрій лісів (створення місць відпочинку) у цій зоні та влаштування належних під'їзних шляхів. Визначена рекреаційна ємність вка-зує на перспективні для туристичної інфраструктури лісові ділянки.

Приведення деревостанів у відповідність до потреб туристів чи рекре-антів, залежно від особливостей кожного виділу та переважаючого виду рек-реації. Так, зменшення повноти лісів парку на 0,1 збільшить їх рекреаційну ємність на 7,4 тис. осіб на рік, або майже на 10 %, а переформування похід-них ялинників у корінні ліси – на 11,6 тис. осіб на рік.

Залучення інвесторів у розбудову туристичної інфраструктури парку. Цей перспективний напрямок роботи має на увазі створення комфортних умов відпочинку для матеріально забезпечених, інвалідів та старших людей.

**Література**

* Шпарик Ю.С. Створення комп'ютерного банку даних рекреаційних та екологічних характеристик лісів Українських Карпат / Ю.С. Шпарик, П.Д. Марків // Інформатизація рекре-аційної та туристичної діяльності: перспективи культурного та економічного розвитку : зб. наук. праць. – Трускавець, 2003. – С. 157-161.
* Шпарик Ю.С. Розрахунок рекреаційної ємності – шлях до підвищення стійкості і збе-реження біорізноманіття лісів Карпат / Ю.С. Шпарик, О.Б. Лопарьова // Лісове та мисливське господарство: сучасний стан та перспективи розвитку : зб. наук. праць. – Житомир. – 2007. –

Т. ІІ. – С. 174-178.

* Шпарик Ю.С. Вивчити антропогенний вплив на ліси різного цільового призначення та опрацювати шляхи сталого лісокористування в Українських Карпатах: Звіт НДР (проміж-ний) теми 44 / кер. теми Ю.С. Шпарик // Український науково-дослідний ін-т гірського лісів-ництва ім. П.С. Пастернака; № ДР 0105U007529. – Івано-Франківськ, 2007. – 187 с.

72 **Збірник науково-технічних праць**

**Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.2**

* + Frick, J. Predicting local residents' use of nearby outdoor recreation areas through quality perceptions and recreational expectations / J. Frick, B. Degenhardt, M. Buchecker // For. Snow Landsc. Res. – 2007. – Vol. 81, 1/2. – Рp. 31-41.
  + Marwijk, І.R. Experiencing nature: the recognition of the symbolic environment within rese-arch and management of visitor flows / І.R. Marwijk, B.H. Elands, M. Lengkeek // For. Snow Landsc. Res. – 2007. – Vol. 81, 1/2. – Рp. 59-76.
  + Kalisch D. Visitors' satisfaction and perception of crowding in a German National Park: a case study on the island of Hallig Hooge / D. Kalisch, A. Klaphake // For. Snow Landsc. Res. – 2007. – Vol. 81, 1/2. – Рp. 109-122.
  + Шпарик Ю.С. Використання ГІС для планування лісового господарства в гірських лі-сах Українських Карпат / Ю.С. Шпарик // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць.

– Сер.: Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2004. –

Вип. 14.3. – С. 450-455.

* + Середін В.І. Ліс – база відпочинку / В.І. Середін, В.І. Парпан. – Ужгород : Вид-во

"Карпати", 1988. – 106 с.

***Шпарык Ю.С., Лопарёва Е.Б., Лялюк-Витер Г.Д.* Применение баз**

**данных и геоинформационных систем для повышения рекреационной**

**ёмкости природно-заповедных объектов**

Расчёт рекреационной ёмкости Карпатского национального природного парка

дал значение в 1071,8 тыс. людей в год. Большая её часть приходится на туристичес-

кие маршруты (92 %), а меньшая – на леса (8 %). По результатам анализа базы дан-

ных рекреационных характеристик и цифровых карт лесов предложены такие мероп-

риятия: создание новых туристических маршрутов; рекреационное устройство лесов

* развитие сети дорог; оптимизация характеристик древостоев; увеличение площади лесов в зоне стационарной рекреации до 10 %; привлечение инвесторов в развитие туристической инфраструктуры; переформирование производных ельников. Плано-вая их эффективность – больше 80 %.

***Ключевые слова:*** лесной участок,база данных,ГИС,рекреационная ёмкость,Карпатский НПП.

***Shparyk Yu.S., Lopar'ova O.B., Lyalyuk-Viter G.D.* Use of data base and**

**GIS for recreation capacity improving of state forest reserves**

Calculation of the Carpathian National Natural Park recreation capacity gave

1071.8 thousands persons per year. Major portion of this value (92 %) is the share of hi-

king routes and minority (8 %) is the share of forests. Proposals for recreation capacity

improving are given according to the analysis of recreation parameters' data base and of

the forests' digital maps: forming new hiking routes; recreational arrangement of forests

(places for tourists); optimization of the forest stands' parameters; increasing of a forest

area of the stationary recreation zone up to 10 %; attraction of investments for tourist

infrastructure building up; transformation of the secondary spruce stands. Their planned ef-

ficiency is more than 80 %.

***Keywords:*** forest compartment, data base, GIS, recreation capacity, Carpathian NNP.

|  |  |
| --- | --- |
| ***УДК 630\*5*** | ***Ст. наук. співроб. Ю.С. Шпарик1, канд. с.-г. наук;*** |
|  | ***Р.М. Вітер1; A. Бюргі2, канд. л.-г. наук; Б. Коммармот2;*** |
|  | ***A. Цінг2; Ю.Ю. Беркела3*** |

**СТРУКТУРА, РІСТ ТА ГІС БУКОВОГО ПРАЛІСУ**

**УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

1. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва (УкрНДІгірліс)
2. Швейцарський Федеральний дослідний інститут лісу, снігу і ландшафту (WSL)
3. Карпатський біосферний заповідник (КБЗ)

До розгляду пропонуються результати вивчення структури букового пралісу Угольсько-Широколужанського масиву сучасними методами інвентаризації та комп'ютерної техніки. За результатами суцільного переліку дерев на 10 га пробі ана-лізуються такі параметри: таксаційні характеристики деревостану і їх мінливість на пробах різної площі; залежність висот від діаметру; ріст бука за діаметром; розподіл кількості дерев за діаметром ; об'єм мертвої деревини; кількість природного віднов-лення; просторову структуру деревостану (карти).

**Ключові слова:** буковий праліс,структура,мінливість,ріст,природне віднов-лення, ГІС

***Dr. Y.S. Shparyk1; R.M. Viter1; Dr. A. Buergi2; B. Commarmot2; A. Zingg2; Y.Y. Berkela3***

**Structure, growth and GIS of the beech virgin forest**

**in Ukrainian Carpathians**

Results of the beech virgin forest structure's investigation in the UgoCommercial Academy of Lviv- Shyroko-Luzhanskyj massif by modern methods of inventory and com-puter programmes are called attention to foresters. Follow parameters are analysed accor-ding to inventory results of the 10 ha plot: characteristics of stand structure both diameter distribution and their variations for different size subplots; dependences the trees' height from diameter and the trees' diameter from age; the dead wood volume; the natural regene-ration number, the spatial distribution of trees (maps).

**Key words:** beech virgin forest, structure, variation, growth, natural regeneration, GIS

Вибіркова система ведення лісового господарства трактується лісознавцями всього світу як максимально наближений до сталого лісокористування метод. Дослідники відмічають давні традиції цих методів в багатьох частинах світу **[**1-3**]**, високу захисну ефективність та стійкість різновікових деревостанів **[**4-6**]**, найкраще біорізноманіття **[**7, 8**]** та добрі економічні показники **[**9-11**]**. Кінцевим результатом проведення вибіркових рубок є формування різновікового деревостану і тому ще однією назвою цих методів господарювання є "різновікове лісівництво". В зв'язку з цим, вивчення структури різновікових лісів є дуже важливим для сучасного лісівництва **[**4**]**.

Різновікові ліси, сформовані природним шляхом, називаються пралісами. В нашому розумінні найбільш простим є таке визначення цього терміну: "праліси – це ліси, в яких втручання людини зведене до мінімуму і не лімітує природні сукцесії період часу, який є більшим за вік природної стиглості домінуючої лісотвірної породи". Пізнання закономірностей структури та особливостей функціонування таких природних різновікових лісів дасть можливість розробити моделі сталого розвитку деревостанів відповідного породного складу. Особливо актуальні ці питання для гірських умов Карпат, де ліс виконує суттєві екологічні функції і тому існує потреба в постійному вкритті лісом гірських схилів.

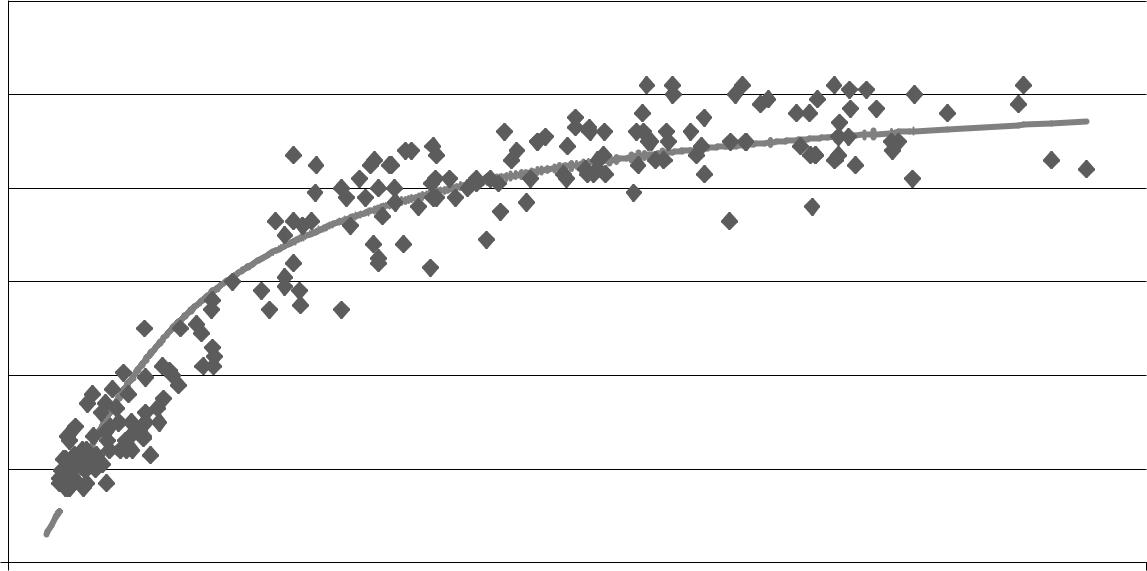
Зараз в Українських Карпатах збереглося біля 25 тис. га реально пралісових екосистем різного видового складу, а великий (біля 9 тис. га) безперервний Угольсько-Широколужанський масив букового пралісу є унікальним явищем для Європи. Найбільш детальна інформація за букові праліси представлена в Korpel (1995) та у Парпана (1994). Метою наших досліджень було вивчення стану, характеристик росту і структури букового пралісу в Українських Карпатах. Окремими питаннями були: визначення мінімальної площі ділянки лісу, на якій праліс може в повній мірі реалізовувати всі свої функції, та створення геоінформаційної системи ( ГІС) "Буковий праліс". Об'єктом досліджень були 10 га букового пралісу в кв. 2 Угольського лісництва Карпатського біосферного заповідника. Цю територію (200×500 м) було розділено на сорок 0,25 га (50×50 м) проб і на кожній з них проведено повну інвентаризацію і картування всіх живих дерев товстіших 6 см, лежачої деревини та підросту. Методи інвентаризації були прийняті за рекомендаціями Міжнародної Спілки Лісових Дослідних Організацій (IUFRO). Діаметри заміряли мірною вилкою в двох напрямках, довжини – мірною стрічкою і бралися за горизонтальним положенням, крутизну схилів – теодолітом, висоти дерев – висотоміром SOUNTO.

Основні результати досліджень (табл. 1, рис. 1) свідчать, що деревостан на пробі є різновіковим, багатоярусним і сильно мінливим за таксаційними показниками (їх варіація коливається від 8,6 (висота дерев) до 72,2 % (кількість підросту)). Деякі характеристики деревостану проби нами опубліковані **[**14**]**.

**Табл. 1. Середні (для 10 га) характеристики букового пралісу Карпат**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Склад | Середні | | К-сть | Запас, | Мертва | Площа | К-сть |  |
|  | Показники | (деревостан |  |  | дерев, | дереви- | 1 кро- | підрос- |  |
|  | Н, м | D, см | 3 |  |
|  |  | /підріст) | шт./га | м /га | на, | ни, м2 | ту, тис. |  |
|  |  |  |  |  |  |  | м3/га |  | шт./га |  |
|  | Середнє (M) | **10Бк+Яв,** | 36,3 | 43,8 | 288 | 632 | 72,2 | 48,9 | 25,21 |  |
|  | Помилка (m) | 0,49 | 1,08 | 10,8 | 20,8 | 6,4 | 2,82 | 2,88 |  |
|  |  | **од. Яс,** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Варіація |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Ільм,** | 8,6 | 15,5 | 23,6 | 20,6 | 56,1 | 36,5 | 72,2 |  |
|  | (v, %) |  |
|  | **Кл.г.** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Асиметрія (А) | –0,7 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,9 | 1,3 | 1,24 |  |
|  | /3Бк3Кл.г |  |
|  | Ексцес (Е) | 3Яв1Яс + | 0,4 | –0,1 | –0,2 | –0,2 | 0,0 | 2,3 | 2,22 |  |
|  | Точність |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Ільм | 1,4 | 2,5 | 3,7 | 3,3 | 8,9 | 5,8 | 11,4 |  |
|  | (P, %) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

60



H [м]

50

40

30

20

10

 D1.3 [см] 0 

0 20 40 60 80 100 120 140

**Рис. 1. Крива висот букового пралісу Українських Карпат**

Середній для 10-ти га склад деревостану букового пралісу (10Бк + Яв, од. Яс, Ільм, Кл.г.) залежно від розмірів проб змінюється досить суттєво. Так, участь бука на рівні 95-100 % відмічена на 31 ділянці площею 0,25 га (77,5 % зустрічності), на рівні 85-95 % – на 8 ділянках (20 %) і на рівні 65-75 % – на 1 ділянці (2,5 %). Склад деревостану на ділянках площею 1 га має тенденцію до збільшення частки бука. Тільки на 1 ділянці з 10 участь бука є меншою 95 %, тобто на 90 % ділянок площею 1 га бук домінує повністю. За площі ділянок обліку 5 га частка бука у складі деревостану становить біля 100 %. Важливим є те, що в буковому пралісі постійно присутні супутні деревні види (Яв, Яс, Ільм, Кл.г) незалежно від розмірів ділянки, хоча переважно в підрості.

Мінливість таксаційних характеристик деревостану букового пралісу було проаналізовано на різних за площею ділянках (табл. 2).

**Табл. 2. Таксаційні характеристики деревостанів пралісу різної площі**

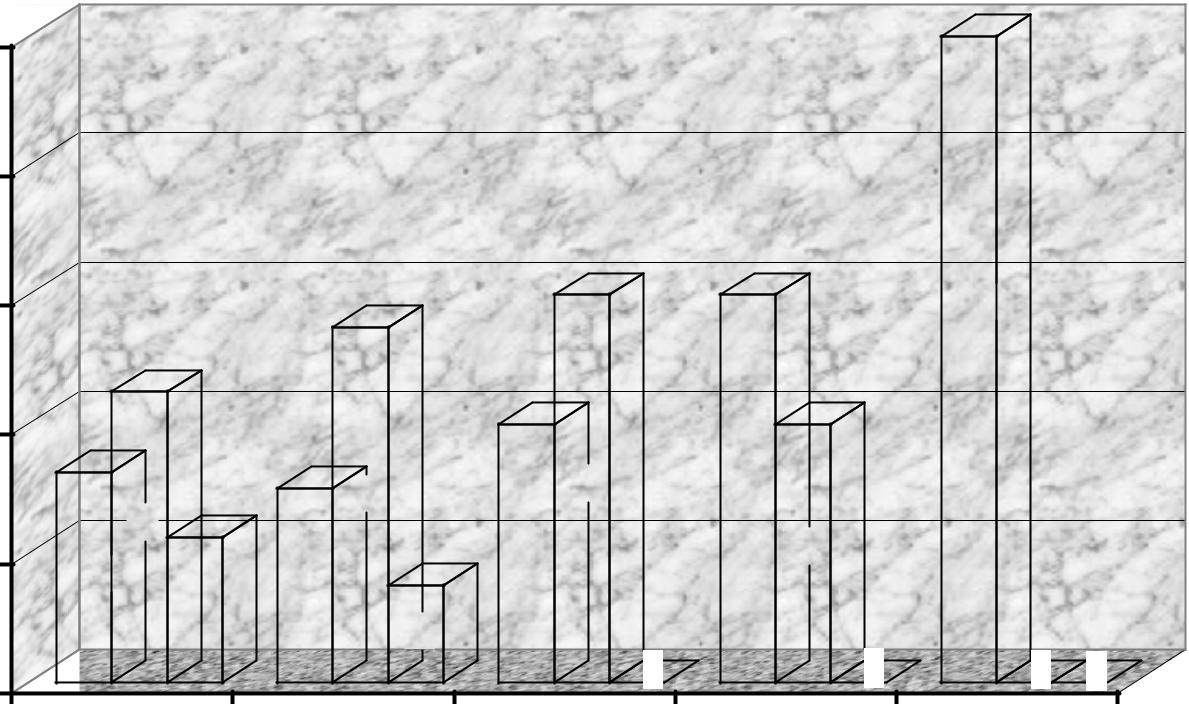
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | №№ | Склад порід | Середні | | Запас, | К-сть | Мертва | | Площа | К-сть під- |
|  | проб | Н, м | D, см | 3 | дерев, | дереви- | | 1 кро- | росту, |
|  |  | м /га | шт./га | 3 | /га | 2 | тис.шт./га |
|  |  |  |  |  |  | нам | ни, м |
|  |  |  | *Площа* | *об'єднаних ділянок 1 га* | | | |  |  |  |
|  | 1,2,5,6 | 10Бк | 37,2 | 44,7 | 598,0 | 253 | 79,6 | | 52,2 | 10,4 |
|  | 3,4,7,8 | 10Бк+Яв, од.Яс | 33,2 | 36,9 | 555,3 | 350 | 112,7 | | 44,7 | 24,2 |
|  | 9,10, | 10Бк, од. Ільм, Б | 39,2 | 50,3 | 644,7 | 213 | 74,5 | | 61,5 | 22,7 |
|  | 13,14 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 11,12, | 10Бк+Яв, Яс | 36,9 | 44,2 | 597,4 | 259 | 53,3 | | 65,1 | 23,8 |
|  | 15,16 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 17,18, | 9Бк1Яв+Ільм, Яс | 36,0 | 42,3 | 721,5 | 336 | 53,2 | | 56,7 | 39,8 |
|  | 21,22 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 19,20, | 10Бк+Яв, Яс | 35,6 | 41,3 | 523,1 | 255 | 72,9 | | 61,0 | 27,1 |
|  | 23,24 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 25,26, | 10Бк+Яв, од. Клг, | 34,8 | 40,4 | 635,5 | 330 | 72,0 | | 35,1 | 35,7 |
|  | 29,30 | Ільм |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 27,28, | 10Бк+Яв, Яс, од. | 35,7 | 41,9 | 693,5 | 333 | 43,3 | | 39,0 | 30,1 |
|  | 31,32 | Ільм |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 33,34, | 10Бк, од. Клг | 36,8 | 44,0 | 665,9 | 291 | 73,1 | | 32,1 | 19,6 |
|  | 37,38 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 35,36, | 10Бк, од.Яв | 38,4 | 48,4 | 728,3 | 257 | 87,0 | | 41,7 | 18,7 |
|  | 39,40 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | M | 10Бк+Яв, од. Яс, | 36,4 | 43,4 | 636,3 | 288 | 72,2 | | 48,9 | 25,2 |
|  |  | Ільм, Клг |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | m | - | 0,55 | 1,22 | 21,7 | 14,8 | 6,21 | | 3,77 | 1,35 |
|  | v, % | - | 4,8 | 8,9 | 10,8 | 16,3 | 27,2 | | 24,4 | 33,8 |
|  | А | - | -0,1 | 0,3 | -0,2 | 0,0 | 0,6 | | 0,0 | 0,15 |
|  | Е | - | 0,3 | 0,3 | -0,9 | -1,5 | 1,1 | | -1,7 | 0,18 |
|  | P, % | - | 1,5 | 2,8 | 3,4 | 5,1 | 8,6 | | 7,7 | 5,3 |
|  |  |  | *Площа* | *об'єднаних ділянок 5 га* | | | |  |  |  |
|  | 1-20 | 10Бк + Яв, од. Яс, | 36,7 | 43,9 | 611,2 | 267 | 74,7 | | 59,6 | 21,2 |
|  |  | Ільм, Б |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 21-40 | 10Бк + Яв, од. Яс, | 36,4 | 43,0 | 688,1 | 308 | 69,7 | | 38,2 | 29,3 |
|  |  | Ільм, Кл |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Видно, що при збільшенні площі проб в чотири рази (з 0,25 до 1 га), мінливість основних характеристик букового пралісу зменшується: в 90 % (проти 77,5 %) випадків склад 10Бк, варіація висоти і діаметру дерев та запасу деревини зменшилася майже в 2 рази, кількості дерев – в 1,5. Всі таксаційні показники все тісніше групуються навколо середніх величин з таблиці

1. А при подальшому збільшенні площі ділянок до 5 га, розбіжності основних показників з середніми значеннями зменшуються вже практично до точності їх визначення. Винятками з цього правила залишаються наступні параметри: площа 1 крони та кількість дерев. Це дає змогу нам зробити висновок, що площа 5 га лісу в Українських Карпатах є мінімально необхідною для формування букового пралісу (різновікового деревостану) та для наявності всіх етапів його розвитку.

* отриманих даних ми вже знаємо, що буковий праліс є різновіковим багатоярусним деревостаном на території нашої проби. Однак, на різних за площею ділянках ця різновіковість не є однаковою. Оцінку мінливості структури пралісу проведено на основі аналізу графіків розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини. Ці графіки було віднесено до одного з трьох типів розподілу: спадаючий – кількість дерев в ступенях товщини >24 см не перевищує 10 % від кількості дерев у 8 см ступені; перехідний – відповідно 10 – 30 % і рівномірний – більше 30 % (рис. 2). Результати такого поділу: для деревостанів на 13 пробах (площею 0,25га кожна) характерний спадаючий тип розподілу (37,5 % зустрічності), для 18 (45 %) – перехідний; для 9 (27,5 %) – рівномірний. Перевага перехідного типу розподілу свідчить, що площа 0,25 га не дає змогу повністю охопити територію, на якій формується деревостан хоча би однієї фази розвитку пралісу. При збільшенні площі ділянок співвідношення деревостанів за типами розподілу змінюється: за площі 1 га – збільшується процент деревостанів перехідного типу; за площі 2 га – збільшується частка спадаючого; а на ділянках 5 га спадаючий тип розподілу домінує вже повністю. А нормальний тип розподілу відсутній в пралісах на площі більше 1 га.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 60 |  |  |  |  | 100 |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 55 | 60 | 60 |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | 45 |  |  |  |  |
|  |  | 40 | 40 |  |  |
| 20 | 32,5 |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  | 22,5 | 15 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 0 |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,25 га | 0,5 га | 1 га | 2 га | 5 га |  |
|  |  |



|  |
| --- |
| зустрічність типів розподілу, % |

00

80

розміри ділянок, га

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| спадний | перехідний | рівномірний |

**Рис. 2. Співвідношення деревостанів різних типів розподілу за діаметром**

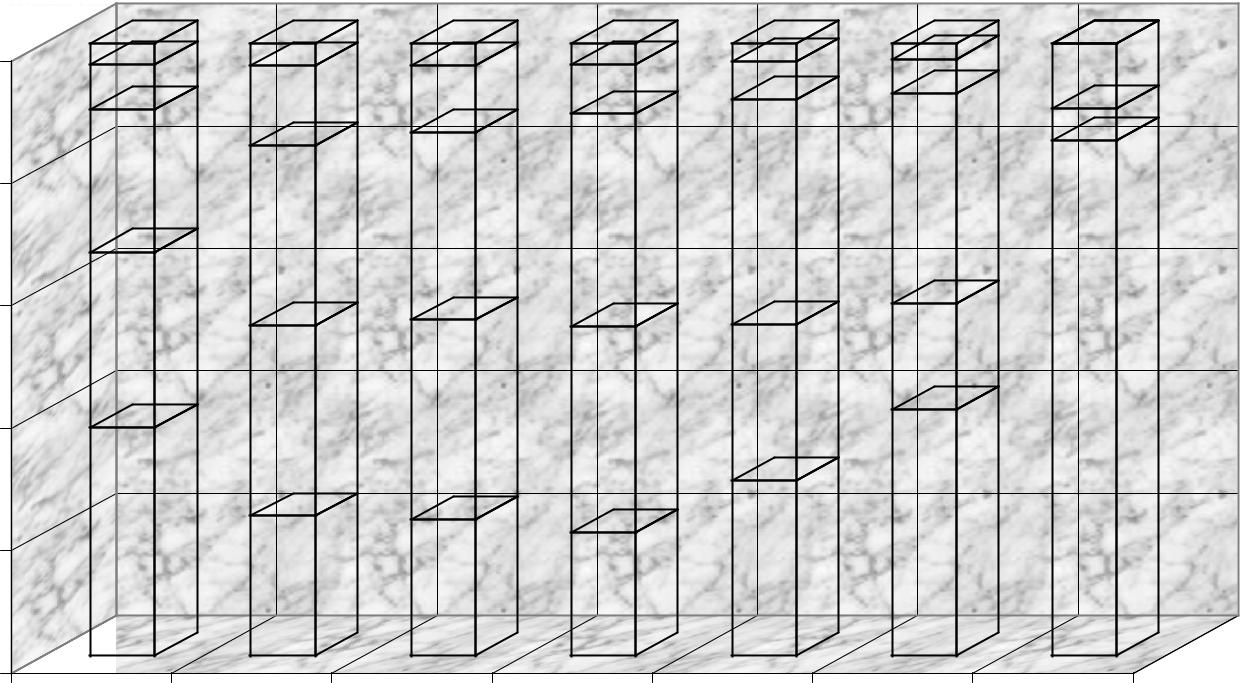
Інвентаризація природного відновлення букових пралісів (підріст вище 10 см і тонше 6 см) реалізована на цій же пробі в Угольському лісництві. Всього було обліковано 160 кругових площадок, біля 20 м2 кожна , тобто 0,32 га або 3,2 % території проби (табл. 3). Цікавим тут є те, що нам не вдалося знайти на пробі підріст берези, хоча в деревостані ця порода зустрічається (табл. 2).

**Табл. 3. Середня (для 10 га) кількість природного відновлення букових пралісів Українських Карпат**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Породи | N, |  |  | В т.ч. за висотними групами підросту, шт./га | | | | |  |  |
|  | шт./га | 10-30 |  | 30-50 | 50-70 | 70-90 | 90-130 | 130-300 | >300 см |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  | cм |  | см | см | см | см | см |  |  |
|  | 3Бк3Кл.г3Яв | 25213 | 9375 |  | 5661 | 2877 | 1940 | 3028 | 1680 | 652 |  |
|  | 1Яс+Ільм |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | *в* | *тому числі за породами:* | | |  |  |  |  |
|  | Бк | 7922 | 3499 |  | 1294 | 643 | 392 | 868 | 677 | 549 |  |
|  | Яв | 7135 | 2688 |  | 1762 | 937 | 652 | 771 | 291 | 34 |  |
|  | Кл. г | 7165 | 2187 |  | 1664 | 881 | 674 | 1113 | 577 | 69 |  |
|  | Яс | 2183 | 688 |  | 740 | 317 | 156 | 188 | 94 | 0 |  |
|  | Ільм | 808 | 313 |  | 201 | 99 | 66 | 88 | 41 | 0 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* природному відновленні букового пралісу переважають бук (31,4 %), явір (28,3 %) та клен гостролистий (28,4 %). Ясен представлений на рівні 8,7, а ільм – 3,2 %. В розрізі висотних груп домінує відновлення висотою 10-30 см. Воно становить 37,2 % від загальної кількості. Природне відновлення у висотних групах 30-50, 50-70 і 70-90 см відповідно становить 22,5, 11,4 та 7,7 %. У висотній групі 70-90 см його кількість трохи збільшується (до 12,0 %), а далі зі збільшенням висоти підросту вона постійно зменшується – у висотній групі 130-300 см – 6,7 % і >300 см – 2,6 %. В загальному, для природного відновлення букових пралісів було відмічено логічну тенденцію до зменшення його кількості при збільшенні висоти. Незначне виключення становить другий невеликий максимум при висотах підросту 70-90 см.
* розрізі порід розподіл підросту за висотами має інший характер тільки для бука і ясена. В бука кількість підросту є мінімальна у висотній групі 70-90 см, а на більших висотах вона стабілізується десь на рівні 550-600 шт./га. У ясена кількість підросту має максимум на висотах 30-50, а не 10-30 см, як в інших порід. Процентне співвідношення кількості підросту різних порід змінюється для різних висотних груп (рис. 3). Так, перевагу кількості природного відновлення бука відмічено для висотних груп 10-30 см, 130-300 см і >300 см. Явір переважає у висотних групах 30-50 і 50-70 см, а клен гостролистий – 70-90 і 90-130 см. Участь природного відновлення ясена (5,6-13,1 %) та ільма (2,4-3,5 %) є досить стабільною, але після висоти 300 см підріст цих порід відсутній. Видно, що після досягнення підростом висоти 130 см починається зменшення частки супутніх видів у природному відновленні букового пралісу, а повне домінування бука починається після досягнення підростом висоти 300 см.

Просторове розміщення природного відновлення в буковому пралісі було оцінене за показником його зустрічності. Під зустрічністю тут ми розуміємо процентну кількість тих кругових площадок, на яких зустрічався підріст певного виду чи висоти. Так, повну відсутність будьякого підросту було відмічено на 4 з 160 площадках обліку – це відповідає 97,5 % зустрічності будь-якого природного відновлення в буковому пралісі. Для окремих порід зустрічність природного відновлення дорівнює: бук – 85,6 %, явір – 66,2, клен гостролистий – 63,7, ясен – 41,2 і ільм – 20,6 %. В розрізі висотних груп зустрічність підросту будь-якої породи є такою: для висот 10 -30 см – 48,1 %, для 30-50 см – 85,6, для 50-70 см – 74,4, для 70-90 см – 62,5, для 90-130 см – 70,6, для 130-300 см – 64,4 і для >300 см – 50,0 %. Розподіл зустрічності різних порід наведений на рис. 4.



100%

80%

60%

40%

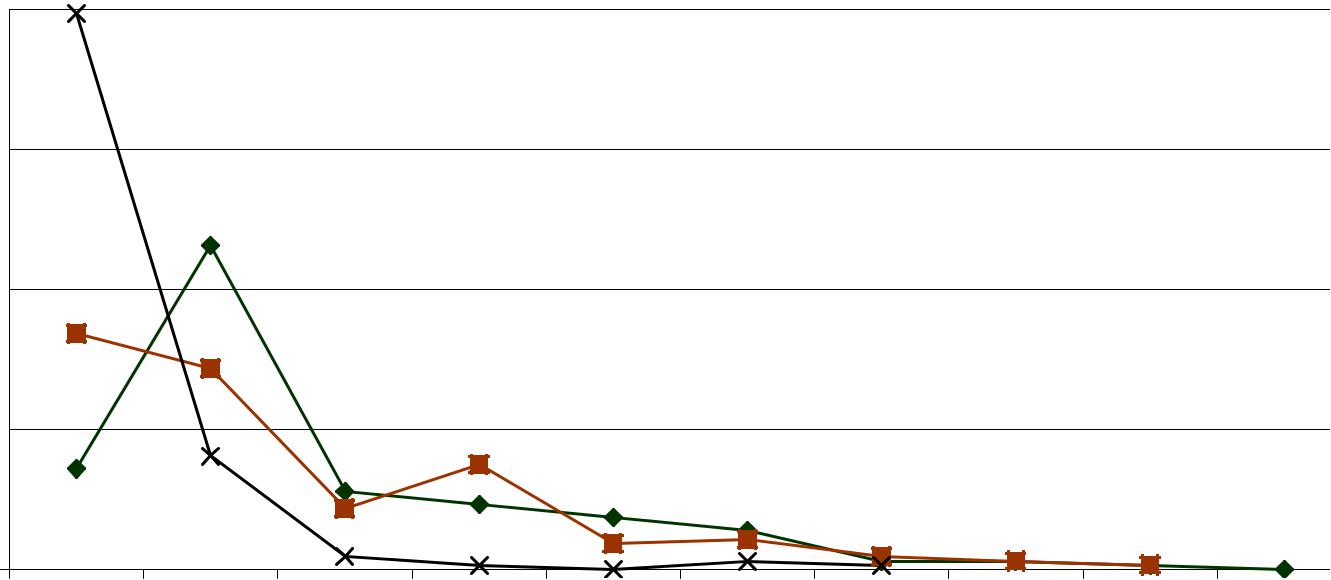
20%

0%

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| <30cм | 30-50см | 50-70см | 70-90см | 90-130см 130-300см | >300см |
| бук | явір |  | клен г. | ясень | ільм |

**Рис. 3. Співвідношення підросту різних порід за висотними групами**

80,0



%

60,0

40,0

20,0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | тис.шт/га | |
| 0,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,0 | 2,5 | 7,5 | 12,5 | 17,5 | 22,5 | 27,5 | 32,5 | 37,5 | 42,5 |
|  | бук |  |  |  | явір |  |  | ільм |  |

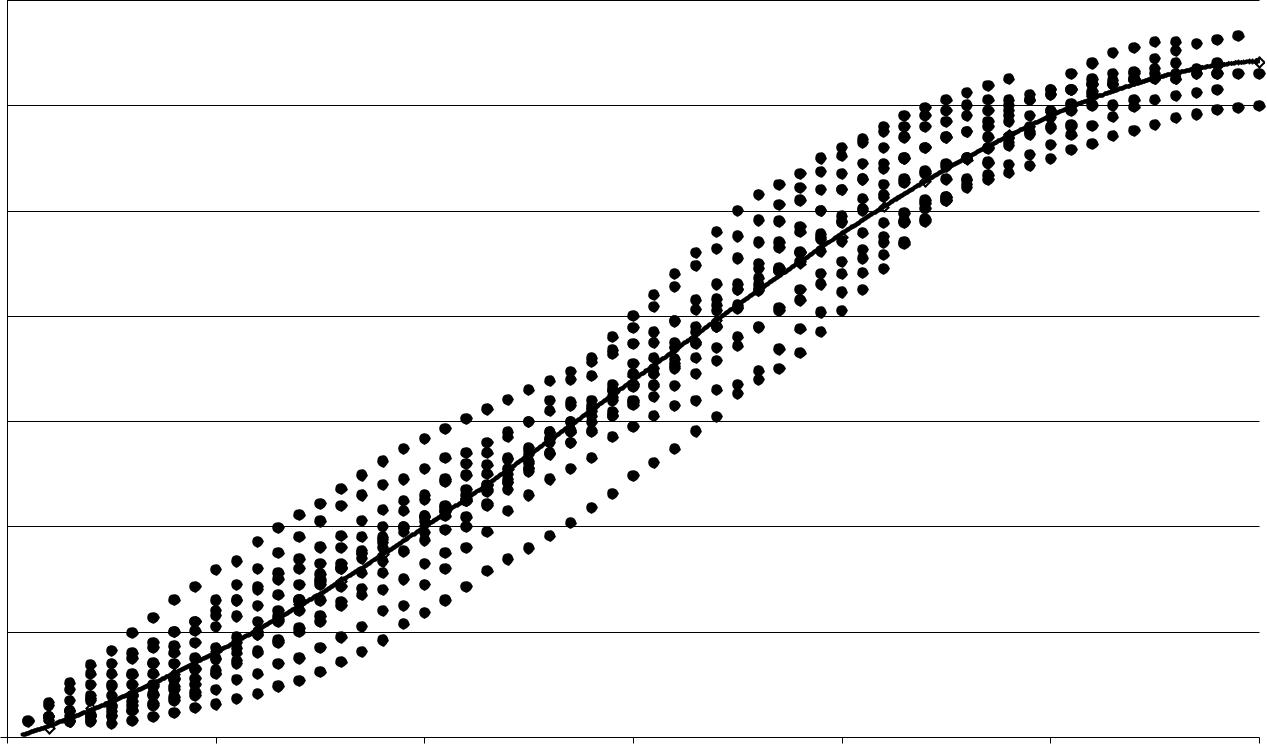


**Рис. 4. Зустрічність різної кількості підросту окремих порід букового пралісу Українських Карпат**

Таким чином, підріст бука на більш як 45 % площадок зустрічається з густотою від 1 до 5000 шт./га, а його відсутність відмічена тільки на 16 % площадок. Зустрічність підросту бука густотою більше 5000 шт./га поступово зменшується до 0, а максимальна його густота досягає 100 тис. шт./га (зустрічність 0,6 %). Для підросту явора загальна тенденція зменшення зустрічності підросту більшої густоти значною мірою подібна до бука. Різниця полягає в тому, що відсутність підросту явора зустрічається частіше (33,8 %), ніж мінімальна його густота (28,8 %), а максимальна його густота становить 90 тис. шт./га. Для підросту ільма характерними є дуже низька зустрічність (він відсутній на 79,4 % площадок) і максимальна густота на рівні 30 тис. шт./га.

Ріст букового пралісу за діаметром було встановлено методом підрахунку річних кілець на пнях повалених вітром дерев. Результати (рис. 5) свідчать, що хід росту дерев основного намету за діаметром в буковому пралісі є досить вирівняним. Хоча наведені дані і показують різні типи ходу росту окремих дерев, та виділення їх з наявної вибірки не є достовірним. Відзначимо, що найбільші відхилення від середньої тенденції росту спостерігаються у віці – 50-100 років. В подальшому, характеристики росту все тісніше групуються навколо опосередкованої кривої і у віці 250-300 років відхилення стають мінімальними. Звичайно, в нашому випадку можна говорити лише за описовий характер ходу росту букового пралісу, оскільки модельні дерева не відбиралися.

1400



**мм**

1200

y = -8E-08x4 - 2E-05x3 + 0,0185x2 + 2,453x - 3,8954

R2 = 0,79

1000

800

600

400

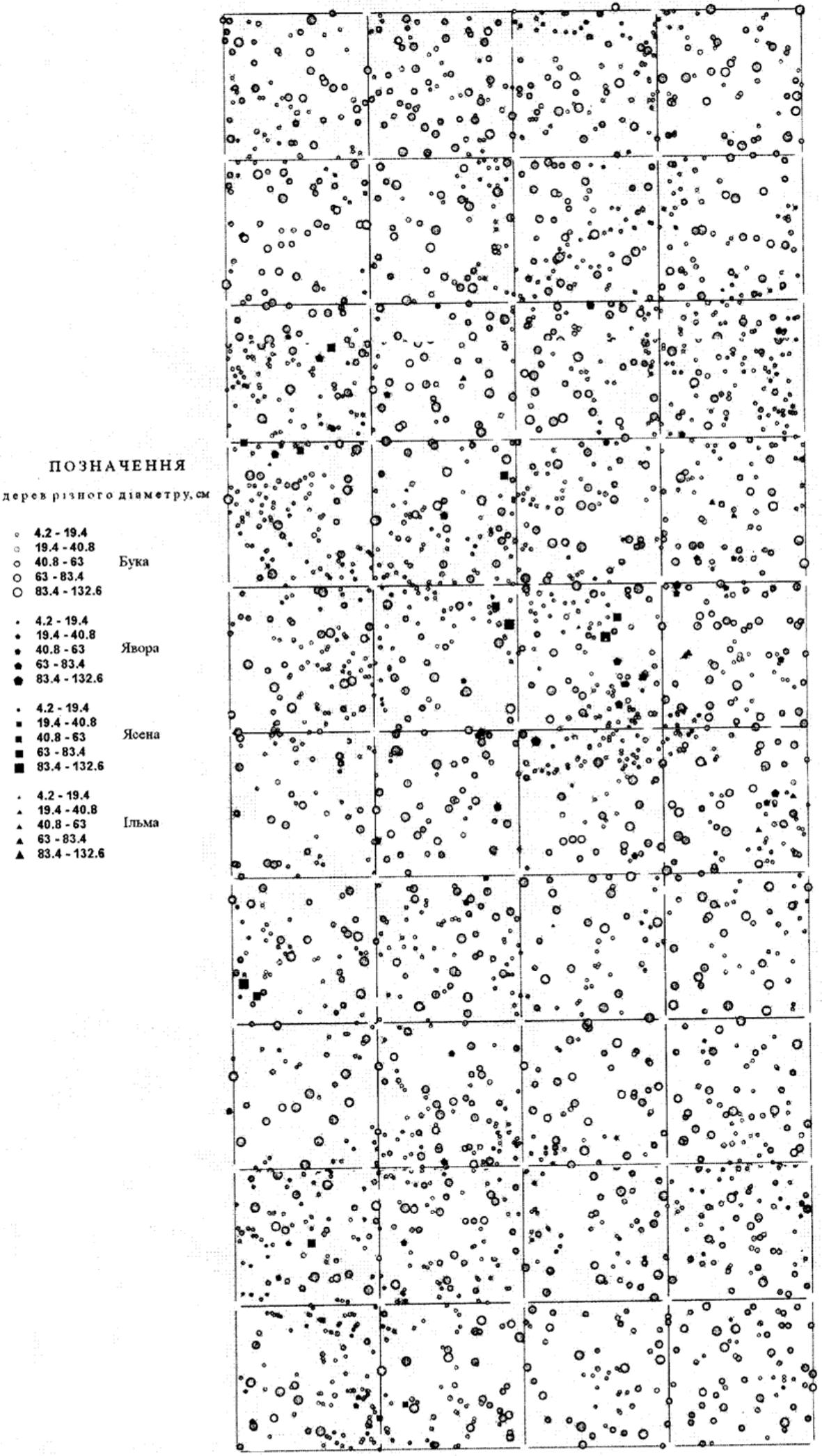
200

0 

0 50 100 150 200 250 **років** 300

**Рис. 5. Хід росту бука за діаметром на висоті кореневої шийки**

Дуже важливим елементом в процесі розвитку букового пралісу є мертва деревина. Згідно рекомендацій IUFRO виділяють чотири групи мертвої деревини в лісі за ступенем її розкладу: свіжа – вся деревина тверда, кора присутня; початкового розкладу – кора відсутня але вся деревина ще тверда; прогресуючого розкладу – кора відсутня , зовнішня частина стовбура вже м'яка та ядро ще зберігає твердість; гнила – кора відсутня, вся деревина вже м'яка . З таблиці 1 вже відомо, що середня кількість мертвої деревини в буковому пралісі дорівнює 72,2 м3/га. Однак, розподіл її на території є дуже нерівномірним і характеризується мозаїчністю: мертва деревина сконцентрована в місцях падіння великих дерев основного ярусу та в місцях вітровалів. Мертва деревина на нашій пробі розподіляється наступним чином: за породним складом: бук – 96,0 %, явір – 3,6 і ясен – 0,4 %; за ступенем розкладу: свіжа – 11,8 %, початкового розкладу – 17,4, прогресуючого розкладу – 28,7, гнила – 42,1 %.



**Рис. 6. Карта розміщення дерев пралісу**

Таким чином, в буковому пралісі Українських Карпат домінує гнила мертва деревина бука. Відзначимо , що на кожній з 40 малих (0,25 га) проб мертва деревина все ж присутня. Це підтверджує відоме положення, що цей елемент є обов'язковим в пралісі.

Формування геоінформаційних систем (ГІС) дає можливість робити висновки з просторового розподілу біомаси чи її характеристик. За результатами інвентаризації 10-ти га букового пралісу у програмі "ArcView" сформована ГІС "Буковий праліс". В результаті ми отримали карти розміщення на території проби кожного дерева і проаналізували територіальний розподіл деревостану за всіма облікованими характеристиками. Разом з цим, у форматі ГІС була змога "накласти" на деревостан проекції інших ярусів пралісової екосистеми. Основною характеристикою будь-якого деревостану є територіальний розподіл дерев різних порід і товщини. На рис. 6 чітко видно біогрупове розташування цих дерев, особливо стовбурів діаметром 8-16 см. Значно рівномірніше на території проби розташовані дерева з діаметром >40 см. Для них не відмічено значних скупчень, зате є досить великі території без цих стовбурів, де і розміщені біогрупи тонких дерев. За породами дерева розподілені на території нерівномірно. Тільки бук повністю займає всю пробу і покриває її досить щільно. Наступний, за кількістю стовбурів, клен має поширення тільки на половині проб 0,25 га. Інші породи розповсюджені окремими деревами, але що цікаво, практично завжди в тих самих пробах, що й клен.

**Висновки**

Пралісові екосистеми є природними еталонами сталого функціонування лісових деревостанів . Пізнання їх структури є дуже важливим з позицій "близького до природи" лісівництва та збереження біорізноманіття.

За результатами подеревної інвентаризації 10 га букового пралісу Українських Карпат отримані такі їх середні показники: склад – 10Бк + Яв, од. Кл.г, Яс, Ільм; висота – 36, 3 м; діаметр – 43,8 см; запас – 632 м3/га; кількість дерев – 288 шт./га; об'єм мертвої деревини – 72,2 м3/га; площа крони 1 дерева

– 48,9 м2; кількість підросту – 25,2 тис. шт./га. Мінливість (коефіцієнт варі

ації) цих показників коливається від 8,6 (Нс) до 72,2 % (Nпідросту).

При збільшенні площ облікових ділянок за рахунок злиття даних сусідніх простежується чітка тенденція до зменшення мінливості середніх характеристик і типів розподілу за діаметром. Так, якщо на пробах 0,25 га присутні 3 типи розподілу, то на ділянках пралісу площею >5 га формується тільки спадаючий тип розподілу дерев. Таким чином, площа 5 га лісу в Українських Карпатах є мінімально необхідною для формування букового пралісу.

* природному відновленні букового пралісу переважають бук (31,4 %), явір (28,3 %) та клен гостролистий (28,4 %). Ясен представлений на рівні 8,7 а ільм – 3,2 %. В розрізі висотних груп домінує відновлення висотою 10-30 см (37,2 %). Кількість підросту різних порід змінюється для різних висотних груп. Так, перевага природного відновлення бука за кількістю відмічена для висотних груп 10-30 см, 130-300 см і >300 см, а повне його домінування починається після досягнення підростом висоти 300 см. Проведені дослідження дозволили побудувати криву висот букового пралісу, а також оцінити хід росту дерев основного ярусу за діаметром , наявність та розподіл мертвої деревини і сформувати ГІС "Буковий праліс".

**Література**

* 1. **O'Hara K.L.** The historical development of uneven-aged silviculture in North America//Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 339-346.
  2. **Ferlin E.** The growth potential of understorey silver fir and Norway spruce for uneven-aged forest management in Slovenia// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 375-384.
  3. **Burgi A.** Fir (Abies densa) forests in central Bhutan: a model-based approach to assess asuitable utilization// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 457-464.
  4. **Schutz J. – P.** Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 329-338.
  5. **Mason W.L.** Are irregular stands more windfirm?// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. –

P. 347-356.

* 1. B**oncina A., Diaci J. and Cencic L.** Comparison of the two main types of selection forests in Slovenia: distribution, site conditions, stand structure, regeneration and management// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 365-374.
  2. **Bagnaresi U., Giannini R., Grassi G., Minotta G., Pafetti D., Pini Prato E. and Proietti Placidi A.M.** Stand structure and biodiversity in mixed, unevenaged coniferous forests inthe eastern Alps// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 357-364.
  3. **Lahde E., Eskelinen T. and Vaananen A.** Growth and diversity effects of silviculturalalternatives on an oldgrowth forest in Finland//Forestry. – 2002. – V.75, No.4. – P. 395-400.
  4. **Hanewinkel M.** Comparative economic investigations of evenaged and unevenaged silvicultural systems: a critical analysis of different methods// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 473-482.
  5. **Andreassen K. and Oyen B. – H.** Economic consequences of three silvicultural methods inunevenaged mature coastal spruce forest of central Norway// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 483-488.
  6. **Emmingham W.L., Oester P., Bennett M., KukuCommercial Academy of Lviv F., Conrad K. and Michel A.** Comparing shortterm financial aspects of four management options inOregon: implications for unevenaged management// Forestry. – 2002. – V. 75, No. 4. – P. 489-494.
  7. **Korpel S.** Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fischer. 310 S.
  8. **Парпан В.І.** Структура,динаміка,екологічні основи раціонального використання букових лісів Карпатського регіону України: Автореф. дис. д. б. н./ Дніпропетровськ, 1994. – 44 с.
  9. **Шпарик Ю.С.** Мінливість структури букового пралісу Українських Карпат//Наук. вiсн. НАУ: Лiсiвництво, Київ, 2001, № 39. – С. 268-277.

**Український державний лісотехнічний університет**

***УДК* 630*\**587 *Ст. наук. співр. Ю.С. ШПАРИК, канд. с.-г. наук – УкрНДІгірліс***

**ВИКОРИСТАННЯ ГІС ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В ГІРСЬКИХ ЛІСАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

1. урахуванням європейських принципів ландшафтно-екологічного планування опрацьовано схему чотири рівневого природоохоронного планування ведення лісово-го господарства в Українських Карпатах на основі ГІС лісів. Наведено також резуль-тати її апробації на прикладі 120-ти тисячного масиву лісів Верховини.

**Ключові слова**:довкілля,планування ведення лісового господарства,Верхо-вина, ГІС

***Dr. Y.S. SHPARYK – Ukrainian Research Institute for Mountain Forestry***

**GIS application for forestry planning in the Ukrainian Carpathians' forests**

The 4-level scheme of the GIS nature conservation planning for Ukrainian Carpathi-ans forestry developed on the basis of European landscape ecological planning principles is presented in the article. Its applied results for example of 120,000 hectares of the Verkhovyna mountain forests are described too.

**Keywords**: nature conservation, forestry planning, Verkhovyna, GIS

Геоінформаційні система (ГІС) представляє цифрову інформацію пев-них характеристик екосистем чи ландшафтів, яка призначена для відображен-ня та аналізу інформації за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм. Це дає змогу не тільки бачити просторову інформацію на екрані комп'ютера, але і виконувати потрібні розрахунки за наявною цифровою інформацією. Ось чому, ГІСи широко використовуються в тих галузях людської діяльності, які базуються на даних землеустрою. В сучасній системі ведення лісового госпо-дарства України ГІС найширше використовується в лісовпорядкуванні. В про-цесі лісовпорядкування і створюються цифрові карти лісів, які є окремими рів-нями загальних ГІС будь-якої території. Інші види лісогосподарської діяльнос-ті, на жаль, ще не повною мірою використовують ці сучасні методи **[**1**]**.

* + Європі існує три рівні планування, в основі яких лежить аналіз циф-рових карт. Найвищим рівнем планування є розроблення регіональних планів природокористування. На цій стадії, за даними оцінки природних ресурсів регіону, визначаються і рангуються пріоритети в природокористуванні. За наявності лісових масивів, в цих планах визначається загальне співвідношен-ня часток заповідного, рекреаційного та господарського лісокористування, а також визначаються загальні параметри і методи ведення лісового господар-ства на 10-ти річну перспективу. Іншим, більш детальним рівнем планування

1. ландшафтно-екологічне планування. Цей рівень має багатоцільовий ком-плексний характер. На ньому природне середовище розглядається з різних точок зору: охоронної, експлуатаційної і заповідної. Ландшафтно-екологічні плани складають для територій від 10 до 100 тисяч гектарів. У них, знову ж таки – на основі цифрових карт, вибирають конкретні ділянки для збережен-ня природи і біорізноманіття, регламентують методи ведення господарства для інших ділянок. У лісовому господарстві основними заходами тут є: збе-реження природних лісів, покращення умов для рекреації і туризму, збере-ження фауни і, звичайно, ведення лісового господарства. На останньому рівні

450 **Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля**

**Науковий вісник, 2004, вип. 14.3**

планування прийняті в планах природокористування і в ландшафтно-еколо-гічних планах рішення втілюються для конкретних лісових масивів через де-тальні плани заходів. Виконавець робіт, наприклад, зайнятий прорідженням звалювальник, отримує з плану заходів карту виділу, в якому він працює. На ній нанесено картографічну інформацію за весь виділ, за деревостан, а також за об'єкти, які потребують спеціального підходу чи заходів. І безпосередньо в лісі приймаються важливі локальні рішення для збереження довкілля, які формують сумарний перелік заходів для забезпечення сталого функціонуван-ня ландшафту **[**2-5**]**.

Прийняття Карпатської конвенції та підписання Україною міжнарод-них угод з збереження біорізноманіття і сталого розвитку визначили і в лісо-вій галузі головні шляхи наближення наших методів ведення господарства до європейських. Необхідність переходу на міжнародні стандарти у веденні лі-сового господарства обумовлює потребу в конкретизації екологічної цінності лісів Українських Карпат. Необхідно опрацювати додаткові нормативи, які дадуть змогу зберегти ландшафтне і біологічне різноманіття та високу еколо-гічну функціональність лісів регіону в умовах інтенсивного лісокористуван-ня. В зв'язку зі значною різноманітністю лісорослинних умов та ландшафтів

* Карпатах, а також їх винятковістю в Україні, необхідні регіональні критерії відбору об'єктів, що потребують додаткової охорони чи спеціальних заходів. Розроблення таких природоохоронних заходів має базуватися на багаторівне-вому ландшафтному підході, який отримав добру апробацію в Європі.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Умови |  | Рівень |  | Заходи |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | клімат, група типів |  | ландшафт (лісо- |  | пріоритети у веден- |  |
|  | лісу, населення |  | рослинний район) |  | ні господарства |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | рельєф, водний |  | елементарний |  | методи ведення |  |
|  | режим, дороги |  | водозбір |  | лісокористування |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | тип лісу, сукцесії, |  | виділ |  | лісогосподарські |  |
|  |  |  |  |
|  | вид захисності |  |  | заходи |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | мікрорельєф, |  | об'єкти в середині |  | обмеження в |  |
|  |  |  |  |
|  | мікроекосистеми |  | виділу |  | проведенні заходів |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |



***Рис.* 1*. Схема природоохоронного планування лісового господарства***

На основі ГІС-аналізу характеристик майже 120 тис. га лісів модель-ної території (Ворохтянського, Верховинського і Гринявського держлісгос-пів, Верховинського районного лісгоспу та Карпатського національного при-родного парку в Івано-Франківській області) нами опрацьована методика при-родоохоронного планування території, яка враховує інтереси лісового госпо-дарства і проблеми охорони природи. Ця схема може бути реалізована для планування лісокористування в усіх районах Українських Карпат (рис. 1).

Вона органічно вписується в наявну систему лісогосподарського пла-нування, враховує та доповнює нормативи зі збереження екологічних функ-цій лісів. Будь-який ландшафт уявляє собою сукупність природно-територі-

**3. Лісотранспортне освоєння та інформаційні технології** 451

**Український державний лісотехнічний університет**

альних комплексів нижчих рівнів і цих рівнів може бути ще декілька. Нап-риклад, Верховинський географічний ландшафт сформований гірськими хребтами, орієнтованими з південного сходу на північний захід. Висотні поз-начки місцевості тут змінюються від 500 до 2000 метрів н.р.м. На схилах гір різних експозицій та крутизни до висоти 1600 м ростуть переважно смерекові ліси, хоча лісорослинні умови є досить різними. Вище 1600 м переважає су-бальпійська та альпійська (місцями) рослинність. Основним лісівничим по-казником, який оцінюється на першому рівні планування, є лісотипологічна різноманітність. Порівняння карт груп типів лісу та переважаючих порід регі-ону дає підставу стверджувати, що пріоритетним лісогосподарським заходом тут має бути відновлення корінних деревостанів. Особливо заниженою є участь у Верховинських лісах ялиці (рис. 2).

Виконані за цифровими картами розрахунки показали, що антропоген-ні зміни охопили всі групи типів лісу регіону. Площа насаджень з перевагою ялиці зменшилась більш як на 80 %, а на місці корінних ялицевих деревоста-нів створені похідні ялинники. Площа букових лісів зменшилась приблизно на 10 %, теж за рахунок ялинників, хоча подекуди, вздовж потоків, виявлено зміну бучин на деревостани з перевагою вільхи сірої. Зміни в ялинових лісах незначні . Їх площа збільшена приблизно на 10 тис. га за рахунок ялицевих і букових лісів, що склало біля 10 %. Однак, тут необхідно зауважити масову антропогенну трансформацію структури корінних мішаних різновікових яли-нових насаджень на спрощені одновікові ялинники. Це дає змогу зробити висновок, що існуючі методи ведення лісового господарства не забезпечують відновлення корінних деревостанів, що негативно впливає на екологічну функціональність лісів Верховини. Деревостани вільхи та сосни гірської заз-нали не таких серйозних змін, хоча тенденція до зменшення їх площі існує.

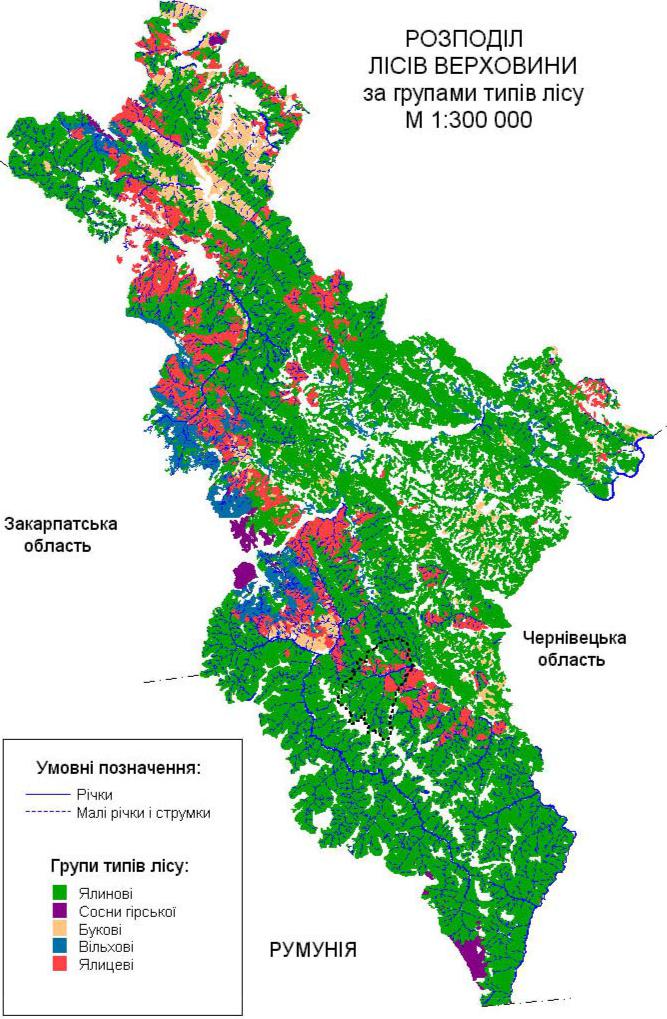
Таким чином, аналіз ГІС лісів Верховини на 1 рівні планування (лісо-рослинного району) дав можливість: по-перше, визначити конкретні площі для відновлення корінних деревостанів, а по-друге, виявити потребу змін у мето-дах ведення лісового господарства. В даній публікації ми не розглядаємо ін-ших (природоохоронних чи рекреаційних) аспектів планування через обмеже-ність розмірів статті, хоча якраз на 1 рівні планування вони є головними. Від-значимо тільки, що з позицій охорони природи доцільно створити екологічний коридор між Карпатським НПП та територією Румунії, а для підвищення ком-фортності туристів – вжити заходи для розвитку належної інфраструктури.

Наступним рівнем планування є елементарний водозбір. Підібраний як дослідний, елементарний водозбір потоку Бистрянка розташований на ви-соті від 800 до 1600 м н.р.м. і його лісистість становить понад 90 % (рис. 2). В цей водозбір увійшли лісові виділи з 13 до 35 кварталу Гринявського лісниц-тва Гринявського ДЛГ з загальною площею біля 3 тис. га. Аналіз цифрової картографічної інформації (рис. 3) дав можливість зробити наступні виснов-ки : антропогенні зміни в структурі лісів мають місце на 20 % площі водозбо-ру і їх напрямки відповідають типовим для всього ландшафту; лісові дороги є тільки вздовж потоку і її характеристики дають змогу проїзд тільки тракто-рам; рельєф водозбору досить складний через велику кількість тимчасових

452 **Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля**

**Науковий вісник, 2004, вип. 14.3**

водотоків та значну крутизну схилів (схили крутизною понад 20 % поширені на третині водозбору).

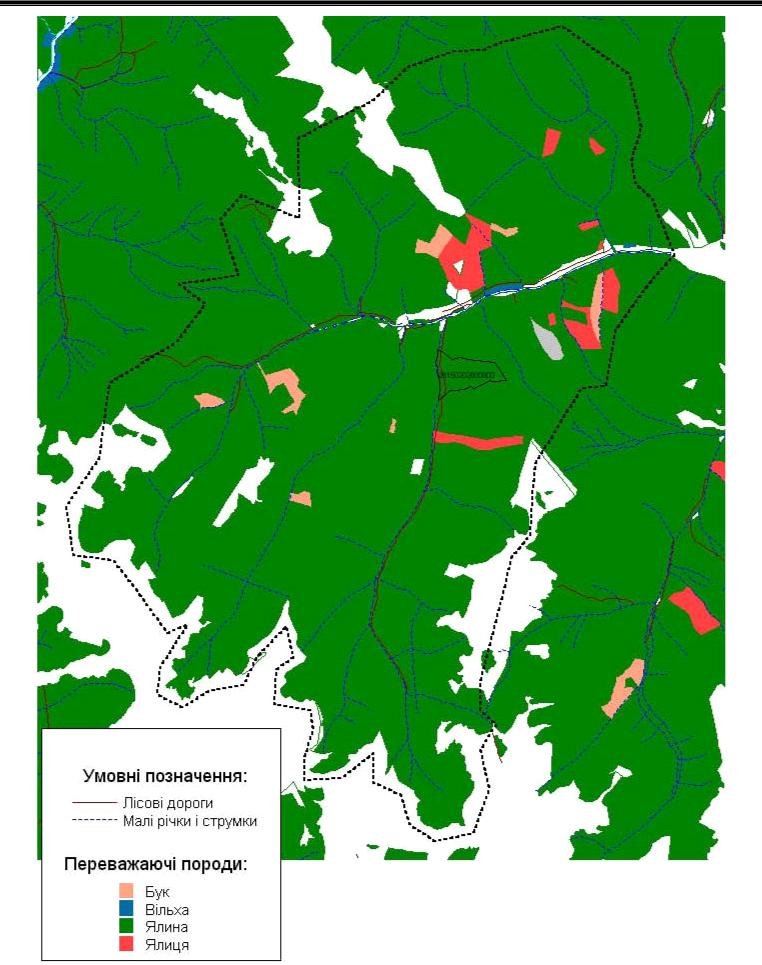


**Рис. 2*.* *Карта поширення основних груп типів лісу у Верховині***

*(пунктиром нанесено елементарний водозбір -* 2*-й рівень планування)*

**3. Лісотранспортне освоєння та інформаційні технології** 453

**Український державний лісотехнічний університет**

****

Сучасний лісовий покрив дослідного

водозбору і виділу

М 1 : 37500

**Рис. 3*.* *Карта лісів дослідного водозбору і виділу за переважними породами***

*(межі виділу нанесені суцільною лінією і наведений його номер з бази даних)*

Відповідними до умов даного водозбору мають бути наступні лісогос-подарські заходи: перехід на вибіркові методи ведення лісового господар-ства, що дасть змогу, по-перше, відновити корінні деревостани і, по -друге, вести активне господарювання на всій території водозбору за наявної інфра-структури; виконання всіх заходів комплексно та реалізація тільки нагальних заходів, що дасть змогу мінімалізувати кількість заїздів на територію водо-

454 **Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля**

**Науковий вісник, 2004, вип. 14.3**

збору техніки; поступове розширення мережі лісових доріг та покращення стану наявних. На другому рівні лісогосподарського планування також роз-раховується планова лісосіка, формується перелік площ для проведення ру-бань головного користування, розробляється перспективна схема транспор-тного освоєння, передбачуються заходи зі збереження диких звірів і т.п.

Третім рівнем лісогосподарського планування є лісовий виділ. Нап-риклад, виділ 8 кварталу № 26 з дослідного елементарного водозбору (рис. 3). Цей виділ відноситься до експлуатаційних лісів 2 групи і має наступ-ні характеристики: площа – 21 га, висота н.р.м. – 1000 м, схил має 15 0 і пів-нічно-західну експозицію, індекс типу лісу – С3БкЯлЯц. Деревостан на виділі є одноярусним (простим за структурою), з породним складом 7Ял1Яц2Бк, ві-ком – 46 років, запасом – 210 м3/га і 2 бонітетом. Заплановані заходи – вибір-кові рубання на рівні 5 м3/га в рік з метою формування корінного змішаного деревостану.

Четвертим рівнем планування є виділення мікроекосистем у виділі. Для згаданого вище виділу заплановано виділення мікроекосистеми потоку, на берегах якого доцільно зменшити втручання людини. На перспективу не-обхідно перенести трасу лісової дороги від потоку, що стосується більшості виділів дослідного водозбору. Описана тут процедура планування має бути стандартом для всіх лісів регіону і це дасть можливість розробити загальний ландшафтний план ведення лісового господарства для Карпат.

**Висновки**

Міжнародні угоди України в галузі лісового господарства обумовили потребу створення чіткої і прозорої системи планування лісогосподарських за-ходів і в регіоні Карпат. Базою і необхідною умовою для такої системи плану-вання є ГІС лісів регіону. Аналіз європейських систем планування лісового гос-подарства та місцевих лісорослинних особливостей дав можливість розробити принципову схему лісогосподарського планування на основі ГІС лісів для Укра-їнських Карпат, яка є сумісною з наявного зараз системою планування.

Нова схема передбачає наявність 4 рівнів планування лісового госпо-дарства: ландшафтного, водозбірного, повидільного і за особливо захисними ділянками. Перші результати її впровадження засвідчили потребу деяких принципових змін у методах ведення лісового господарства (перехід на ви-біркові методи господарювання, перегляд схем транспортного освоєння).

**Література**

**Швець М.І.** Роль геоінформаційних систем в управлінні лісовими ресурсами//Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – 2002, вип. 12.4. – С. 331-338.0

**Лес** –не только деревья. – Metsahallitus,Хельсинки, 2002. – 15р.

**Landscape** Ecological Planning in Finnish State Forests. – Vantaa, 1998. – 42 p.

**Ландшафтно**-экологический план ведения лесного хозяйства Рощинского опытного лесхоза. – Санкт-Петербург, 2001. – 48 с.

**Природоохранное** планирование ведения лесного хозяйства. –Москва, 2002. – 12с.

**3. Лісотранспортне освоєння та інформаційні технології** 455