

ЛІСІВНИЧО-ТАКСАЦІЙНА ОЦІНКА ТА КАРТУВАННЯ ДЕРЕВО-СТАНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛЬОВОЇ ГІС "FIELD-MAP"

Розглянуто можливості застосування польової ГІС-технології "Field-Map" при дослідженні лісових та паркових ландшафтів. Наведено результати статистично-вибіркової інвентаризації насаджень Національного природного парку "Гомільшанські ліси" (Харківська обл.), картографування території та інвентаризації стану дерев і рослинності Харківського міського скверу "Перемога" та результати експерименту з відведення, таксації та сортиментації лісосік. Польова ГІС Field-Map показала високу ефективність при використанні.

*Senior research worker I.F. Buksha; leading research worker V.P. Pasternak;
junior research worker T.S. Meshkova; engineer M.I. Buksha –Ukrainian
Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotskyi*

Forestry-taxation assessment and mapping of stands with help of field gis "field-map"

The possibility of GIS-technology Field-Map application for researches of forest and park landscapes is reviewed. Results of sample-statistical inventory of forest stands of national Park "Gomilshanski lisy" (Kharkiv region), city park "Peremoga" territory mapping and inventory of vegetation in it, also results of experiment on precutting assessment and determination of assortment structure are presented. Field GIS Field-Map shows high efficiency in application.

Завдяки стрімкому розвитку систем дистанційного зондування, мобільних вимірювальних лазерних приладів і електронного польового обладнання істотно розширилися можливості застосування передових технологій у лісовому і садово-парковому господарстві. У рамках чесько-українського проекту "Передача передових методичних і технологічних знань в області інвентаризації та моніторингу лісових екосистем (ТехІнЛіс)" (www.techinles.org.ua) проведено низку польових експериментів із застосування технології Field-Map, розробленої в Інституті досліджень лісових екосистем (IFER, Чеська республіка). Роботи з підготовки структури баз даних, картографічних матеріалів та польового тестування Field-Map в Україні проводилися спільно зі спеціалістами IFER (М.Черни, Р.Русс, П.Вопенка). Технологія призначена для вимірювання та картування дерев у польових умовах, вона поєднує електронні вимірювальні прилади і польову ГІС в єдиний мобільний приладо-технологічний комплекс, основу якого становлять: польова геоінформаційна система, лазерний далекомір-кутомір (Forest-Pro), електромагнітний компас (Map-Star) та польовий комп'ютер (Hummerhead). Програма Field-Map дає змогу працювати з різними типами і моделями електронних вимірювальних приладів, тому польове обладнання може комплектуватися від задач користувачів та їхніх вимог до точності вимірювань. Зокрема, можна використовувати GPS-приймач та електронну мірну вилку для вимірювання діаметрів стовбурів [3].

Атрибутивні характеристики об'єктів, які вимірюються або оцінюються у лісі, заносяться безпосередньо до бази даних польового комп'ютера і відображаються у польовій ГІС. При роботі з картографічними зображеннями можна збільшувати або зменшувати масштаб об'єктів на екрані, вирішувати навігаційні задачі, проводити розрахунки відстаней та площ на карті, створювати легенди для карт, тобто використовувати можливості географічної інформаційної системи (ГІС) безпосередньо у польових умовах. Застосування Field-Mar дає змогу підвищити точність вимірювання й автоматизувати процедури вирішення багатьох практичних задач з оцінки і картування лісостанів, зокрема: вимірювання висот дерев; картографування горизонтальних і вертикальних проекцій крон дерев; обчислення площі поверхні й об'єму крони; побудова профілів стовбурів і окремих гілок дерев; дистанційне вимірювання діаметрів дерев на висоті 1,3 м або на будь-якій іншій висоті над поверхнею землі; автоматична побудова поперечних перерізів стовбурів та визначення об'ємів стовбурів дерев; картографування і вимірювання параметрів дерев, які лежать на землі; візуалізація профілів трансект, закладених у лісі (3D графіка); перетворення місцевих і всесвітніх географічних координат (в обидва напрямки); створення цифрових моделей місцевості (DTM); проведення контролю повноти та вірогідності інформації в базі даних безпосередньо в лісі.

Польова ГІС Field-Mar показала високу ефективність при використанні в численних пілотних експериментах, пов'язаних з оцінкою стану і картуванням деревостанів – статистичній інвентаризації в Національному природному парку "Гомільшанські ліси" [1], статистичній інвентаризації Хустського держлісгоспу [6], картуванні та оцінці стану міських зелених насаджень [2], відведенні і таксації лісосік, визначенні запасів та сортиментної структури деревостанів.

Використання технології Field-Mar при оцінці лісових об'єктів і ландшафтів дає змогу ефективно вирішувати завдання, пов'язані зі збором якісної нової інформації, необхідної для стійкого управління лісами та виконання міжнародних зобов'язань в лісовому господарстві та охороні природи (критерії й індикатори стійкого управління лісами, нагромадження лісами вуглецю, біорізноманіття лісових екосистем, стан лісів в зв'язку з антропогенним впливом тощо).

Одним із перспективних напрямків використання передових вимірювальних технологій є детальні дослідження лісових екосистем у заповідниках і національних парках. Природні ліси на території природо-заповідного фонду є природними еталонами, які дуже важливі для збереження біорізноманіття і використовуються як об'єкти довгострокових наукових досліджень.

Для лісових заповідних об'єктів розроблені та визнані на міжнародному рівні методи інвентаризації та моніторингу, які передбачають проведення статистичної інвентаризації на території всього об'єкту та детальне картування найбільш цінної його частини (ядра) [4]. Вирішити проблему значної трудомісткості цих робіт дає змогу використання технології Field-Mar, причому ефективність її застосування збільшується із ускладненням рельєфу місцевості, структури насаджень і методики проведення спостережень. Визначення стану лісових насаджень об'єктів природо-заповідного фонду за допомогою технології Field-Mar дає змогу створювати бази даних і карти в ГІС, які необхідні

для довгострокового моніторингу природних лісів відповідно до міжнародних вимог. На таких картах відображається місцезонашування (координати) кожного дерева, а також у зв'язаних з ними базах даних зберігаються показники лісових екосистем (параметри підліску, підросту, надґрунтового покриву тощо), перелік яких визначає користувач Field-Mar для вирішення поставлених задач.

Одним з прикладів практичного застосування Field-Mar є проведення інвентаризації лісових насаджень Національного природного парку (НПП) "Гомільшанські ліси". НПП утворено 6 вересня 2004 р. з метою збереження, відтворення й раціонального використання типових та унікальних лісостепових природних комплексів на території 14314,8 га в середній течії річки Сіверський Донець. Площа ядра парку – 3377,3 га, з яких більше 90% представлено лісовими землями, переважно порослевими дубовими насадженнями. Для розроблення проекту організації території парку заплановано інвентаризацію його території, а для інформаційної підтримки управлінських рішень – створення системи моніторингу.

Для території, що передана парку в постійне користування, за допомогою польової ГІС Field-Mar запроектовано мережу постійних ділянок для інвентаризації та моніторингу лісів з рівномірним розміщенням постійних площадок. Середня відстань між центрами площадок становить 350 м, при цьому на територію парку припадає 253 ділянки. Кожна кругова інвентаризаційна ділянка має радіус 12-62 м (площа кола – 500 м²). Місцезнаходження центру ділянки на місцевості визначали з використанням GPS і подальшої навігації за допомогою лазерного обладнання. Опис ділянки проводили за такими характеристиками: доступність, топографія, висота н.р.м., тип лісу, цінність біотопу, опис лісорослинних умов і характеристик лісової рослинності, включаючи опис її структури, зімкнутості намету, покриття травами, мохами, лишайниками, чагарниками.

На ділянках інвентаризації проводили картування дерев та визначення широкого спектру показників (порода, діаметр і висота, характеристики крони, якість стовбура, наявність пошкоджень, життєвість і тип росту). Проводили також детальний опис відновлення лісу на трьох кругових площадках (R=1,15 м), які представляли однорідний сегмент ділянки за характеристиками відновлення.

Внаслідок проведення робіт одержали статистично обґрунтовану інформацію про стан лісових об'єктів зокрема, такі дані: характеристика рельєфу території НПП; розподіл лісових земель за типами лісу, склад і структура лісових насаджень; санітарний стан лісу; характеристика відмерлої деревини; характеристика відновлення з розподілом за породами, віком, якістю тощо. Доцільно проведення повторних спостережень через певний проміжок часу для вивчення характеристик лісів НПП "Гомільшанські ліси" у динаміці.

Перспективним також є застосування технології Field-Mar для детального картування зелених насаджень. Такі роботи проведено у сквері Перемоги, вони включали картування території скверу: газонів, доріжок, об'єктів, деревно-чагарникової рослинності, вимірювання діаметрів і висот дерев, оцінку стану рослинності. Дерева відображаються на карті у вигляді об'єктів, а в базі даних зберігається інформація по кожному з них (порода, діаметр, і висота, сані-

тарний стан). Також закартографовано проекції крон всіх дерев скверу, а для частини дерев встановлено вертикальні профілі крон. Дані про горизонтальні проекції крон дають змогу візуалізувати та розраховувати одну з важливих характеристик деревостанів – зімкненість деревного намету. Виміряні вертикальні профілі крон в Field-Map можна використовувати для оцінки щільності лінійних насаджень і визначення ефективності їхньої конструкції. Крім того, на основі даних про вертикальні профілі і горизонтальні проекції крон автоматично розраховуються площа поверхні та об'єм крони. Такі дані можна використовувати для оцінки середовищевірних властивостей деревостанів.

Застосування вимірювальної технології Field-Map дало змогу за порівняно короткий термін створити електронну карту скверу та зв'язані з нею бази даних усім об'єктів, що розташовані на його території, включаючи повну характеристику деревної рослинності та газонів, клумб тощо, згідно з вимогами чинних нормативних документів з інвентаризації зелених насаджень. База даних, що об'єднує картографічну та атрибутивну інформацію про об'єкти зеленого господарства, може слугувати прототипом для створення інформаційно-аналітичної системи управління об'єктами садово-паркового господарства.

Ще одним напрямком застосування технології Field-Map є відведення і таксація лісосік, починаючи зі зйомки ділянки до визначення виходу різних категорій деревини та оптимізації сортиментної структури. З метою вивчення таких можливостей проведено пілотний експеримент на лісосіці суцільної санітарної рубки у "ДП Вовчанське лісове господарство" Харківської області.

Із використанням технології Field-Map проведено картування контурів ділянки та суцільний перелік дерев. На лісосіці закладено мережу з дев'яти кругових ділянок, на кожній з яких було виміряно 10-11 дерев. Для вимірювання дерев, що зростають, використано метод "шести точок": вимірювалися діаметри на пні, висотах 1,3 м, 2 м, на половині основи крони та біля основи крони, а також висота стовбура. Діаметри біля основи крони та на половині висоти стовбура вимірювалися дистанційно за допомогою спеціального електронно-вимірювального та оптичного обладнання, яке працює під управлінням Field-Map. Для модельних дерев засобами Field-Map будували профіль стовбура та намічали розділку на сортименти з урахуванням вад. Для контролю точності виконаної сортиментації проведено обчислення об'єму стовбура та сортиментів за стандартним методом. При порівнянні об'ємів зростаючих дерев, розрахованих на основі дистанційних вимірювань із застосування технології Field-Map і зрубаних дерев сумарна різниця склала 0,2%.

Проведено розрахунки виходу деревини за модельними деревами і сортиментними таблицями. За незначного сумарного розходження (0,8%), розходження за окремими категоріями сягає 33% (табл.).

Порівняння кривої об'ємів за модельними деревами і даних сортиментних таблиць показує, що вони близькі, хоча спостерігається деяке заниження об'ємів у верхніх ступенях товщини та завищення в середніх за даними сортиментних таблиць (рис. 1).

Ми довели високу точність використання технології Field-Map для дистанційного вимірювання діаметрів дерев та розрахунку об'ємів і сорти-

ментації дерев на пні, порівняно із стандартним методом визначення об'ємів дерев та сортиментів за сортиментними таблицями.

Табл. Порівняння виходу сортиментів за сортиментними таблицями та модельними деревами, м³

Категорії деревини	За модельними деревами	За сортиментними таблицями	Розходження, %
Ділова, всього	242	270	11,6
В т.ч. Крупна	75	55	-26,6
Середня	146	195	33,5
Дрібна	21	20	-4,8
Дров'яна	60	53	-11,7
Відходи	55	37	-32,7
Загальний запас	357	360	0,8

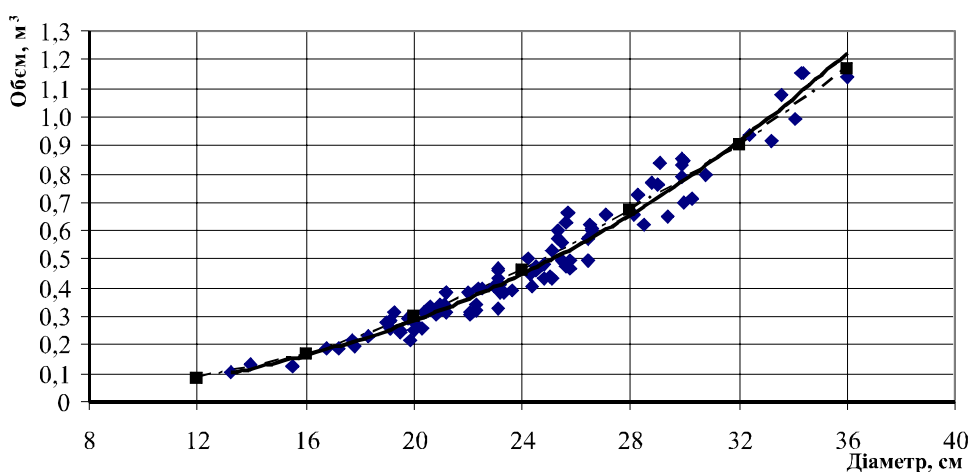


Рис. 1. Крива об'ємів за модельними деревами (-) і за даними сортиментних таблиць (--)

Висновки

Встановлено високу ефективність використання технології Field-Mar для статистично-вибіркової інвентаризації лісів, починаючи з проектування мережі спостережень, створення структури бази даних та безпосередньо при проведенні польових робіт із використанням комплексу електронно-вимірювального обладнання, причому ефективність збільшується у насадженнях із складним рельєфом та складною структурою деревостану. Внаслідок проведення робіт одержано статистично обґрунтовану інформацію про стан лісових об'єктів та закладено основу для проведення моніторингу лісових екосистем шляхом організації повторних спостережень.

Використання польової ГІС Field-Mar для інвентаризації та картографування лісових та паркових ландшафтів, відведення, таксації і сортиментації лісосік дає змогу одержати об'єктивну та актуальну інформацію для лісівничо-таксаційної оцінки деревостанів, розроблення плану ведення господарства і природоохоронної діяльності.

Література

1. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Мешкова Т.С., Русс Р., Черни М. Вибірково-статистична інвентаризація лісових насаджень національного природного парку "Гомільшанські ліси"// Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків. – 2006, вип. 109. – С. 111-116.
2. Букша И.Ф., Пастернак В.П., Мешкова Т.С. Русс Р., Черны М. Инвентаризация и картографирование зеленых насаждений с помощью полевой ГИС Field-Mar// Ландшафт плюс для профессионалов. – 2006, № 1. – С. 48-51.

- 3. Букша И.Ф.** Передовые измерительные технологии для лесного хозяйства// Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2004, № 5 (52). – С. 4– 6.
- 4. Любимов А.В., Кудряшов М.М., Вавилов С.В.** Особенности организации, устройства и инвентаризации международных систем особо охраняемых природных территорий: Учебное пособие. – СПб.: ЛТА, 1988. – 240 с.
- 5. Черны М., Букша И.** Field-Map (Полевая Карта) – передовая измерительная технология для лесного хозяйства, охраны природы и ландшафтоведения// М-ли міжнар. ювілейної наук. конф., присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДЦЛГА (30-31 березня 2005 р., м. Харків). – Харків. – 2005. – С. 84-85.
- 6. Vopenka P., Cerny M.** In Transcarpathia, Ukraine, GIS Aids Statistical Forest Inventory// ArcNews. – 2005. – Vol. 27., № 4. – P. 38.
-