

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Семка Ігоря Дмитровича

«Метод визначення надземної фітомаси деревостану сосни звичайної на основі матеріалів авіаційної лідарної зйомки»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.07.12 – дистанційні аерокосмічні дослідження

Актуальність теми дисертаційного дослідження

Ліси відіграють величезну роль в процесі стабілізації екологічного стану регіонів, локалізації токсикантів, збереженні водного балансу тощо. Вони забезпечують збереження у зв'язаному стані значної частки світових запасів вуглецю та виступають як екологічний каркас збереження біорізноманіття екосистем, а також виконують багато інших біосферних функцій. Тому моніторинг стану лісів, проведення об'єктивних та оперативних їх оцінок необхідні для контролю за сталим розвитком територій.

Аналізуючи історію розвитку лісового господарства України, слід зауважити, що однією з найважливіших завжди вважалась функція забезпечення промисловості лісосировинними ресурсами й понад усе – товарною деревиною. Не зменшилась вага цієї функції і в наш час, в умовах економічної кризи, яку переживає країна. Поряд з цим, розвиток суспільства та економіки висвітлює проблему, про яку традиційно в тій чи іншій мірі не йшлося чи твердо не наголошувалось – це екологічна функція лісу.

З точки зору як і екологічного стану, так і раціонального економічного застосування, однією з основних складових таксаційних характеристик є біологічна продуктивність лісових насаджень, головний компонент якої є фітомаса деревостану.

В останнє десятиліття отримали широкий розвиток дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), оскільки вони, хоча і не забезпечують таку високу

Жардінюв
05.11.2015 *AS*

точність визначення фітомаси як польові методи, проте мають суттєві переваги в оперативності і дозволяють проводити обстеження на великих територіях, у тому числі важкодоступних.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, достовірність і новизна

Обґрунтованість отриманих у дисертаційній роботі результатів забезпечена використанням математичного апарату статистичного аналізу, методів геоінформаційного оброблення даних авіаційної лідарної зйомки (АЛЗ), комп'ютерного моделювання, а також коректно поставленими та проведеними експериментальними дослідженнями.

Вірогідність отриманих положень, висновків і рекомендацій, наведених у роботі, забезпечена узгодженістю отриманих теоретичних та експериментальних результатів, а також результатами дослідної експлуатації.

До нових результатів, отриманих у роботі, слід віднести такі:

1. Розроблено метод дистанційної оцінки кількості надземної фітомаси деревостану сосни звичайної з використанням відомих алометричних рівнянь переходу від морфологічних показників деревостану у вагові, який, на відміну від раніше відомих, передбачає більш повне задіяння інформації про тривимірну структуру природних об'єктів, яка отримується шляхом опрацювання матеріалів авіаційної лідарної зйомки.

2. Запропоновано метод комплексування результатів оброблення 2,5D- та 3D даних, який дозволяє підвищити відсоток дерев, що можуть бути окремо виділені на ділянці.

3. Розроблено метод розрахунку об'ємних показників крони на основі воксельного аналізу. На відміну від відомих методів автором застосовано векторно-растрову модель вокселю при опрацюванні даних АЛЗ, що дає можливість застосовувати більшу кількість інструментів геоінформаційних систем (ГІС) при просторовому аналізі.

4. Запропоновано рівняння множинної регресії розрахунку діаметра стовбура на висоті грудей (ДВН) на основі використання лідарних даних. Для підвищення точності розрахунку ДВН та побудови рівняння автором задіяно

більшу кількість потенційних регресорів (порівняно з іншими дослідниками) та виділено регресори які найкраще корелюють з наземним розрахунком DBH.

Значення результатів роботи для науки і практики

Цінність розробленого в дисертаційній роботі методу полягає у тому, що на основі відомих алометричних рівнянь визначення компонентів надземної фітомаси деревостану сосни звичайної автором вперше розроблена та адаптована процедура розрахунку всіх потрібних характеристик деревостану, які використовуються при інвентаризації лісів України.

Особливістю запропонованого методу оцінки надземної фітомаси є те, що він вміщує в своїй структурі кілька проміжних методів розрахунку характеристик деревостану. Перевага такої структури в тому, що ці методи практично незалежні один від одного та можуть застосовуватись як самостійні інструменти розрахунку кількісно-якісних показників деревостану.

Повнота опублікованих результатів і оцінка змісту роботи

Матеріали дисертаційних досліджень викладено у чотирьох розділах.

У 1-му розділі привертається увага до задачі визначення фітомаси деревостану сосни звичайної. Проведено досить повний і об'єктивний огляд сучасних методів і систем ДЗЗ, що сьогодні використовуються при визначенні фітомаси деревостанів. Зроблено і обґрунтовано вибір на користь активних засобів дистанційного отримання інформації про лісові насадження, а саме авіаційного лідара. Деталізований напрямок дисертаційного дослідження. Визначено завдання на дослідження.

2-ий розділ роботи містить методичні основи прикладного опрацювання лідарних даних. Наведено основні підходи та алгоритми для оброблення даних лідарного знімання. Описано можливості оброблення лідарних даних в растровому та векторному типах графічного подання інформації. Розглянуто можливості опрацювання даних АЛЗ у двовимірному, двох з половиною вимірному та тривимірному описах об'єкта. Виділено

групу статистичних параметрів, які далі застосовуються в роботі.

У 3-му розділі охарактеризовано територію дослідження. Подано технічні характеристики приладо-інструментальної бази для проведення лісотаксаційних та польових робіт. Описано принципи проведення геодезичних робіт та координування точок для більш точної інтеграції завіркових даних в ГІС.

Наведено схему методу дистанційного визначення фітомаси за даними АЛЗ.

Розглянуто три варіанти просторового опису об'єкта й алгоритми автоматизованого виділення дерев, які можна реалізувати з використанням ГІС. Визначено кількість дерев і їх параметри за допомогою обраних методів. Проведено оцінку точності обраних методів виділення дерев у деревостані на основі порівняльного аналізу просторового взаємозв'язку між визначеними та еталонними деревами. Надано рекомендації щодо подальшого удосконалення існуючих методів автоматизованого виділення дерев.

4-ий розділ містить великий обсяг експериментальних досліджень. Також у розділі описано ряд проміжних методів визначення кількісних показників деревостану, що являються складовими частинами загального методу визначення надземної фітомаси.

Для покращення результатів та збільшення точності автоматизованого виділення дерев у тривимірному просторі автором запропоновано модифікувати дані АЛЗ та використовувати векторно-воксельну модель при опрацюванні лідарних даних (ЛД).

Використання векторно-воксельну моделі крім збільшення кількості виділених дерев дало можливість структурувати ЛД та розрахувати протяжність та об'єм крони.

Запропоновано рівняння множинної регресії для розрахунку індекс листкової поверхні (LAI) який виступає як потенційний регресор у побудові рівняння при визначенні діаметра стовбура. Для підтвердження адекватності

моделі розраховано кореляційний показник отриманих результатів по функції відповідності F з наземним розрахунком LAI, що становить 64%.

Запропоновано та обґрунтовано рівняння множинної регресії для розрахунку значення діаметра стовбура на висоті грудей, що, в свою чергу, дозволило розраховувати суму площ перетинів дерев, які необхідні для визначення повноти деревостану. Для оцінки точності та адекватності регресійної моделі було підраховано: коефіцієнт детермінації ($R^2=0,82$); середньоквадратичне відхилення коефіцієнта регресії від його істинного значення ($RMSE=0,019$).

Показано, що виокремлення дерев на основі лідарних даних створює можливість обчислювати всі необхідні параметри дерев і, таким чином, оцінювати надземну фітомасу деревостану на прикладі сосни звичайної. Наведено результати розрахунку надземної фітомаси за її компонентами на територію дослідження.

Валідацію розробленого методу оцінювання надземної фітомаси за даними АЛЗ було проведено з використанням багаторазового статистичного оцінювання деревної фітомаси методом Монте-Карло; було показано, що точність методу складає 88–91%.

Теоретичні дослідження автора та результати їх практичної реалізації досить повно відображені в 15-и друкованих працях, у тому числі 6 статей (з яких: 3 – у фахових наукових виданнях України, 3 – у періодичних наукових виданнях Польщі) та 9 тез доповідей у збірниках матеріалів вітчизняних і закордонних наукових конференцій.

Крім того, матеріали дисертаційного дослідження пройшли апробацію на національних та міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, що підтверджено тезовими публікаціями у відповідних збірниках.

Зміст автореферат достатнє повно передає основні ідеї, положення і результати дисертації.

Недоліки та зауваження

1. У підрозділі 4.2 для побудови рівняння множинної регресії індексу листової поверхні було використано метод послідовного виключення з рівняння (ст. 95), а у підрозділі 4.3 для побудови множинного рівняння процедура послідовного приєднання регресорів до моделі (ст. 101). Не зрозуміло, чому для побудови однотипного рівняння було використано два різні методи.
2. У підрозділі 4.5 недостатньо детально розглянута процедура інтегрального оцінювання точності розробленого методу визначення надземної фітомаси за даними авіаційної лідарної зйомки методом Монте-Карло. Зокрема, бракує описового характеру процесу валідації методом Монте-Карло.
3. Варто було б більш детально розглянути та описати особливості опрацювання лідарних даних в різних програмних середовищах та обґрунтувати вибір конкретних геопросторових алгоритмів для опрацювання лідарних даних.
4. Текст дисертації має деякі технічні та мовностилістичні неточності.
5. Висновки дисертаційної роботи обтяжені зайвою деталізацією одержаних результатів.

Однак зазначені недоліки принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значимості отриманих в дисертаційній роботі результатів.

Висновок

Дисертаційна робота І. Д. Семко є завершеним науковим дослідженням, в якому отримано нові науково обґрунтовані результати, що дають вирішення актуальної задачі підвищення оперативності і точності визначення надземної фітомаси деревостанів сосни звичайної на основі матеріалів авіаційної лідарної зйомки. Наведені результати випробувань підтверджують ефективність практичного застосування розробленої методу.

Актуальність обраної теми дисертації, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизна та повнота вкладу в опублікованих працях відповідає вимогам і положенням, що висуваються до кандидатських дисертацій згідно з пунктами 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р., а її автор Семко Ігор Дмитрович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.07.12 – дистанційні аерокосмічні дослідження.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор, завідувач
відділу дистанційних методів та
перспективних приладів Інституту
космічних досліджень НАН та ДКА
України



В.О. Яценко

Підпис Яценка Віталія Олексійовича

засвідчую

Учений секретар

к.т.н



О.О. Ніжніченко