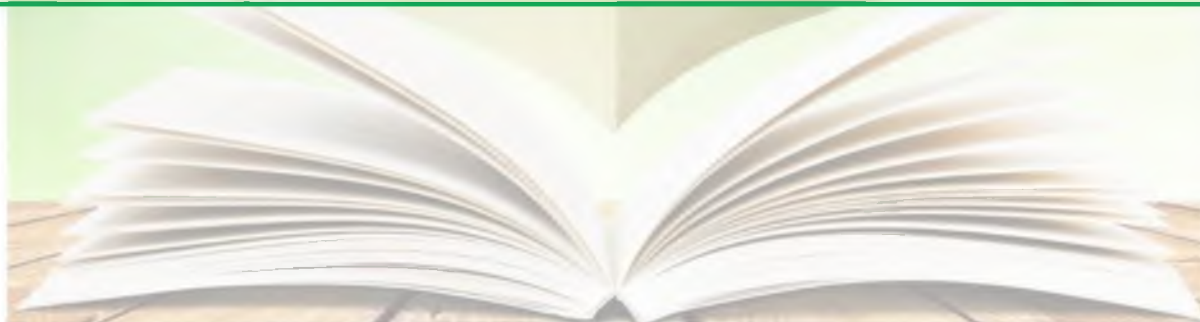


**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**  
**учасників міжнародної науково-**  
**практичної конференції**  
**«ЛІСОВА ТИПОЛОГІЯ ЯК ОСНОВА**  
**НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДИ**  
**ЛІСІВНИЦТВА»**



**присвячена 150-річчю з дня народження**  
**проф. Є.В. Алексєєва**  
**та заснування кафедри лісівництва**  
**Навчально-наукового інституту лісового і**  
**садово-паркового господарства**



**Київ, 9-12 жовтня 2019 року**

## ГРАДІЄНТНІ БУСТИНГОВІ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ БІОМАСИ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

*М. С. Мацала\**, аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Ключові слова:** мортмаса, деревний детрит, метод  $k$ -NN.

Картування та оцінка біопродуктивності лісів України є важливим завданням для обґрунтування здатності лісових екосистем виконувати свої екологічні функції та надавати суспільству різноманітні послуги. На даний момент, відкритий архів космічних знімків Landsat у поєднанні з низкою некомерційного програмного забезпечення (Google Earth Engine, Google Earth, Collect Earth) дозволяє будувати високоточні карти лісового покриву та відстежувати зміни у часі.

Широкого застосування у світовій лісовпорядній практиці набув непараметричний метод машинного навчання  $k$ -Nearest Neighbors ( $k$ -NN), який застосовується для оцінювання параметрів деревостанів [1] за допомогою даних дистанційного зондування Землі та вибірки з точками, що містять відповідну інформацію (стовбуровий запас, сума площ поперечних перерізів, запас компонентів біомаси, депонований вуглець).

В останнє десятиліття набули популярності непараметричні ансамблеві методи, які моделюють бажаний показник на основі набору простіших класифікаторів або моделей регресії (н-д, деревовидні моделі прийняття рішень) [2]. В ансамблевих методах типу bootstrap (н-д, Random Forest) кожна проста модель із набору запускається незалежно від інших, тоді як методи типу boosting розраховують показники на основі поступового удосконалення кращих моделей із набору.

Для оцінювання запасів мортмаси сухостою та деревної ламані було використано дані лісовпорядкування та знімок Landsat 5 Thematic Mapper на 2010 р. для дослідної ділянки площею 1200 км<sup>2</sup> в Українському Поліссі. Ділянка охоплює частину ДП «Остерський військовий лісгосп» та РЛП «Межиріченський». На основі візуальної інтерпретації 1000 точок у Google Earth була побудована карта наземного покриву для дослідної ділянки (загальна точність 86 %, точність класу «ліс» 92 %). В межах лісової маски було відібрано 83 таксаційні виділи, які повністю відповідали векторним картам, і дані яких слугували для оцінки мортмаси деревного детриту (за алометричними моделями [3]).

---

\* Науковий керівник – д.с.-г.н., с.н.с. Білоус Андрій Михайлович

Для моделювання просторового розміщення було використано модель  $k$ -NN (міра відстаней Random Forest,  $k = 10$ ) та градієнтний бустинг. Оптимізація параметрів бустингової моделі показала, що для гарантування точності частка одночасного використання дослідного набору (*bagging fraction*) має бути не менше 0,7, а кількість відгалужень у задіяних деревовидних моделях із набору (*interaction depth*) – від 4 до 10. Адекватні дані можна отримати, поєднавши набір із 10 тис. деревовидних моделей (*number of trees*) із рівнем одночасного застосування (*shrinkage*) 0,5 %.

Порівняння співвідношення фактичних та змодельованих значень для  $k$ -NN методу та градієнтного бустингу зображено на рис.

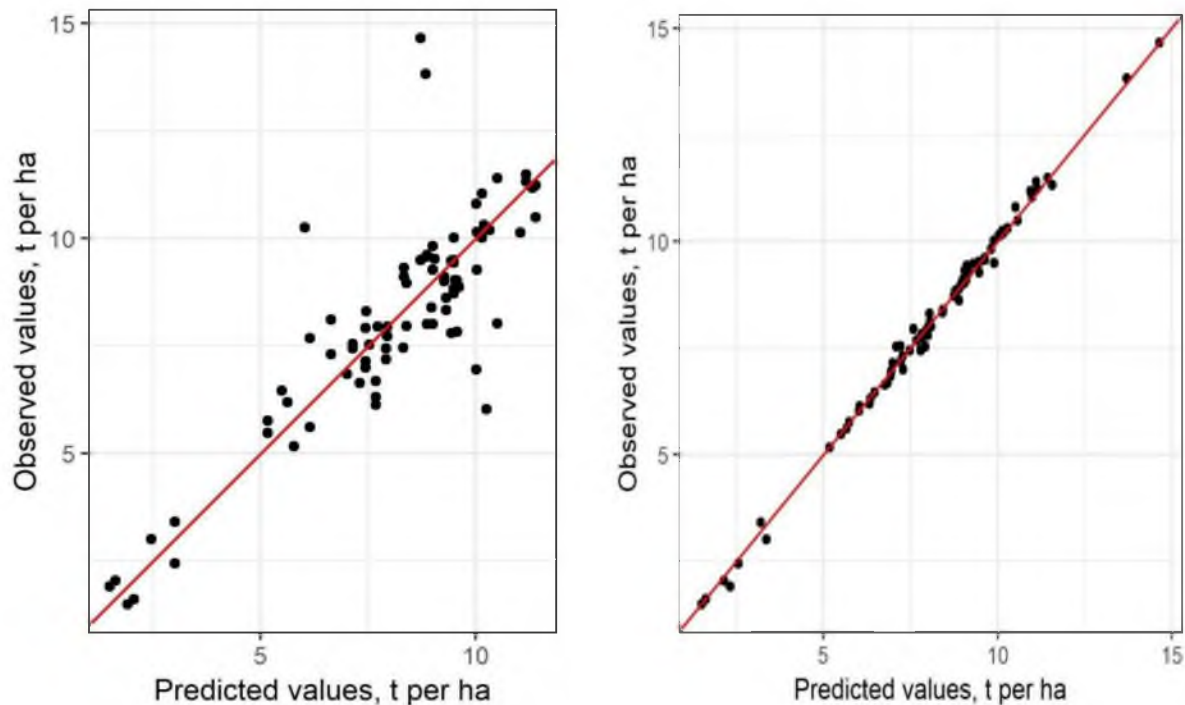


Рис. Порівняння  $k$ -NN моделі (зліва) із градієнтним бустингом (справа)

Середньоквадратична помилка моделювання мортмаси у  $k$ -NN моделі становить 0,57, а для бустингової моделі – 0,34. Однак при картуванні середній запас мортмаси виявився відносно однаковим:  $8,7 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  та  $8,6 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ , відповідно. Таким чином, менша помилка у бустингової моделі могла спричинити перенавчання моделі на нових даних. Разом з тим, проведене дослідження вказує на перспективність використання градієнтного бустингу для картування біомаси лісів.

#### Список джерел літератури:

1. Mcroberts, R.; Tomppo, E. Remote sensing support for national forest inventories. *Remote Sens. Environ.* 2007, 110, 412–419.
2. Bilous, A.; Myroniuk, V.; Holiaka, D.; Bilous, S.; See, L.; Schepaschenko, D. Mapping growing stock volume and forest live biomass: A case study of the polissya region of Ukraine. *Environ. Res. Lett.* 2017, 12, e105001.
3. Lakyda et al. 2019. Impact of disturbances on the carbon cycle of forest ecosystems in Ukrainian Polissya. *Forests* 10(4): 1–24.