

Научная статья
УДК 630.160.22.

РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА ДРЕВОСТОЯМИ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА УЧАСТКАХ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА «УРАЛ-КАРБОН»

Сергей Павлович Паршин¹, Юлия Олеговна Сайко²,
Владимир Евгеньевич Рогачев³, Егор Михайлович Агапитов⁴

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ ccenter@m.usfeu.ru

² julia.saiko.elk@ya.ru

³ rogachevve@m.usfeu.ru

⁴ agapitovem@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучение новых зависимостей таксационных признаков основных лесобразующих пород является важным звеном в борьбе с потеплением климата. Статья дает результаты поиска зависимостей DBH от горизонтальной проекции кроны и высоты при помощи четырех моделей машинного обучения в среде программирования R.

Ключевые слова: оценка углерода, данные дистанционного зондирования, среда R

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетных тем Министерства науки и высшего образования FEUG-2023-0002 и FEUZ-2024-0011.

Для цитирования: Разработка дистанционного метода оценки депонирования углерода древостоями основных лесобразующих пород Свердловской области на участках карбонового полигона «Урал-Карбон» / С. П. Паршин, Ю. О. Сайко, В. Е. Рогачев, Е. М. Агапитов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 1226–1229.

Original article

DEVELOPMENT OF A REMOTE SENSING METHOD FOR ASSESSING CARBON DEPOSITION BY FOREST STANDS OF THE MAIN FOREST-FORMING SPECIES OF THE SVERDLOVSK REGION IN THE SITES OF THE «URAL-CARBON» CARBON LANDFILL

Sergey P. Parshin¹, Yulia O. Sayko², Vladimir E. Rogachev³,
Egor M. Agapitov⁴

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ ccenter@m.usfeu.ru

² julia.saiko.elk@ya.ru

³ rogachevve@m.usfeu.ru

⁴ agapitovem@m.usfeu.ru

Abstract. Investigation of new dependencies of the taxation features of the main forest-forming species is an important element in the fight against climate warming. The article presents the results of a search for dependencies between DBH crown horizontal projection and height using four machine learning models in the R programming environment.

Keywords: carbon assessment, remote sensing data, R programming environment.

Acknowledgements: The work was carried out as part of the implementation of the state budget topics of the Ministry of Science and Higher Education FEUG-2023-0002 and FEUZ-2024-0011.

For citation: Razrabotka distancionnogo metoda ocenki deponirovaniya ugleroda drevostoyami osnovny`x lesoobrazuyushhix porod Sverdlovskoj oblasti na uchastkax karbonovogo poligona Ural-Karbon [Development of a remote sensing method for assessing carbon deposition by forest stands of the main forest-forming species of the Sverdlovsk region in the sites of the “Ural-Carbon” carbon landfill] (2026) S. P. Parshin, Yu. O. Sayko, V. E. Rogachev, E. M. Agapitov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 1226–1229. (In Russ).

В связи с глобальным потеплением оценка пулов углерода лесных экосистем является актуальной задачей, поэтому целью исследования было получение нового метода количественной оценки объема депонирования углерода древостоями карбонового полигона Свердловской области. Исследования проводились на участке «Урал-Карбон» (Коуровка) (133,8 га), который расположен в 23-м квартале Кузинского участкового лесничества

Билимбаевского лесничества, и «Урал-Карбон» (Северка), расположенном в 35-м, 36-м, 40-м, 41-м, 42-м кварталах Северского участкового лесничества Билимбаевского лесничества [1, 2].

На участках было заложено 24 пробных площади постоянного радиуса (13,82 м). Получены следующие показатели: горизонтальная проекция кроны, диаметр на 1,3 м; возраст; высота; порода дерева [3]. Территория полигона отснята при помощи БПЛА, получены ортофотопланы, проведена мультиспектральная и лидарная съемка.

На основе наземных измерений биометрических параметров деревьев на пробных площадях получены модели на принципах машинного обучения (ансамбль из четырех моделей; «случайный лес»; нейросеть) и модель множественной линейной регрессии. Модели получены в среде программирования R. Выборка для моделей состояла из 1122 деревьев основных лесообразующих пород (сосна, ель, пихта, береза, лиственница). Исходная выборка делилась на тестовую (70 %), на основе которой были получены модели и обучающую (30 %).

По результатам работы моделей получены следующие коэффициенты детерминации зависимости диаметра на высоте 1,3 м (ДВН) от горизонтальной проекции кроны и высоты. Для ели, пихты и лиственницы R^2 составляет 0,91–0,97, для сосны и березы – 0,70–0,71.

На основе дистанционных данных распознаны все видимые на снимках кроны (более 65 тыс. шт.), получены горизонтальные проекции крон, проведено распределение распознанных крон по породам, по лидарным данным получен растр высот. Этот растр совмещен с проекциями крон и получены высоты для каждого дерева. Определен коэффициент для невидимой части (15 % фитомассы) крон: 1,176 [4].

На основе данных дистанционного зондирования и математико-статистических моделей с применением региональных аллометрических уравнений оценки фитомассы В. А. Усольцева [5], где входным параметром является диаметр ствола на высоте 1,3 м, удалось получить количественные запасы углерода для 63 458 шт. деревьев. Это позволило охватить всю территорию исследований и оценить общий запас углерода, который составляет 154,3 т/га.

Список источников

1. Научные исследования и разработки Уральского государственного лесотехнического университета в области климатических проектов / В. В. Фомин, С. В. Залесов, Е. М. Агапитов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 4 (87). С. 4–17. DOI: 10.51318/FRET.2023.87.4.012
2. Полигон «Урал-Карбон» (Северка) / С. В. Залесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 3 (78). С. 4–14. DOI: 10.51318/FRET.2021.89.34.001

3. Оценка запаса углерода в древостоях карбонового полигона Свердловской области на участке «Урал-Карбон» (Северка) / В. Е. Рогачев, Е. М. Агапитов, В. В. Фомин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 4(83). С. 4–9. DOI: 10.51318/FRET.2022.88.53.001

4. Депонирование углерода основными лесообразующими древесными породами карбонового полигона Свердловской области / В. В. Фомин, В. Е. Рогачев, Е. М. Агапитов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 4(91). С. 4–16. DOI: 10.51318/FRET.2024.91.4.001

5. Усольцев В. А., Цепордей И. С., Норицин Д. В. Аллометрические модели биомассы деревьев лесообразующих пород Урала // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1(80). С. 4–14. DOI: 10.51318/FRET.2022.85.72.001