

Научная статья  
УДК 630.181

## ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «УРАЛ-КАРБОН» (КОУРОВКА) НА ПРИМЕРЕ ОДНОЙ ПРОБНОЙ ПЛОЩАДИ

Егор Михайлович Агапитов<sup>1</sup>, Владимир Евгеньевич Рогачев<sup>2</sup>,  
Валерий Владимирович Фомин<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> agapitovem@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> rogachevve@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> fominvv@m.usfeu.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты распознавания древесных пород на территории одной пробной площади территории «Урал-Карбон» (Коуровка). Дистанционные методы значительно снижают затраты на изучение территорий. Основная цель заключалась в оценке верификации методов дистанционного зондирования. Общее число распознанных деревьев (всего 47) в процентном соотношении составило 70,2 %.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, методика распознавания, древостой, снимки высокого пространственного разрешения, Урал-Карбон

**Благодарности:** работа выполнена в рамках исполнения госбюджетных тем FEUZ-2021-0014 и FEUG-2020-0013.

Scientific article

## EVALUATION OF QUANTITATIVE RECOGNITION OF TREES ON THE TERRITORY OF THE “URAL-CARBON” POLYGON (KOUROVKA) USING THE EXAMPLE OF ONE TEST AREA

Egor M. Agapitov<sup>1</sup>, Vladimir E. Rogachev<sup>2</sup>, Valery V. Fomin<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> agapitovem@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> rogachevve@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> fominvv@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article presents the results of recognition of tree species on the territory of one test area of the territory of Ural-Carbon (Kourovka). It is shown

that remote methods significantly reduce the cost of studying territories. The main objective was to evaluate the verification of remote sensing methods. The total number of recognized trees (47 in total) in percentage ratio was 70,2 %.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, recognition technique, tree stand, high spatial resolution images, Ural-Carbon

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the execution of the state budget themes FEUZ-2021-0014 and FEUG-2020-0013.

Изменение климата поставило задачи по сохранению озонового слоя, снижения выбросов парниковых газов. Для этого в 1992 г. была принята рамочная конвенция ООН и затем в 1997 г. Киотский протокол [1–3]. Не все государства подписали соглашения. Именно с этого момента началась новая ступень сотрудничества стран по попытке сокращения выбросов в атмосферу.

Российская Федерация в наши дни предпринимает множество действий для изучения процессов аккумуляции углерода болотами, древесными сообществами на всей ее обширной территории [4].

На территории Свердловской области в 2021 г. были открыты два полигона проекта «Урал-Карбон» (рис. 1). Названия территорий: 1) «Урал-Карбон» (Северка); 2) «Урал-Карбон» (Коуровка) [5].

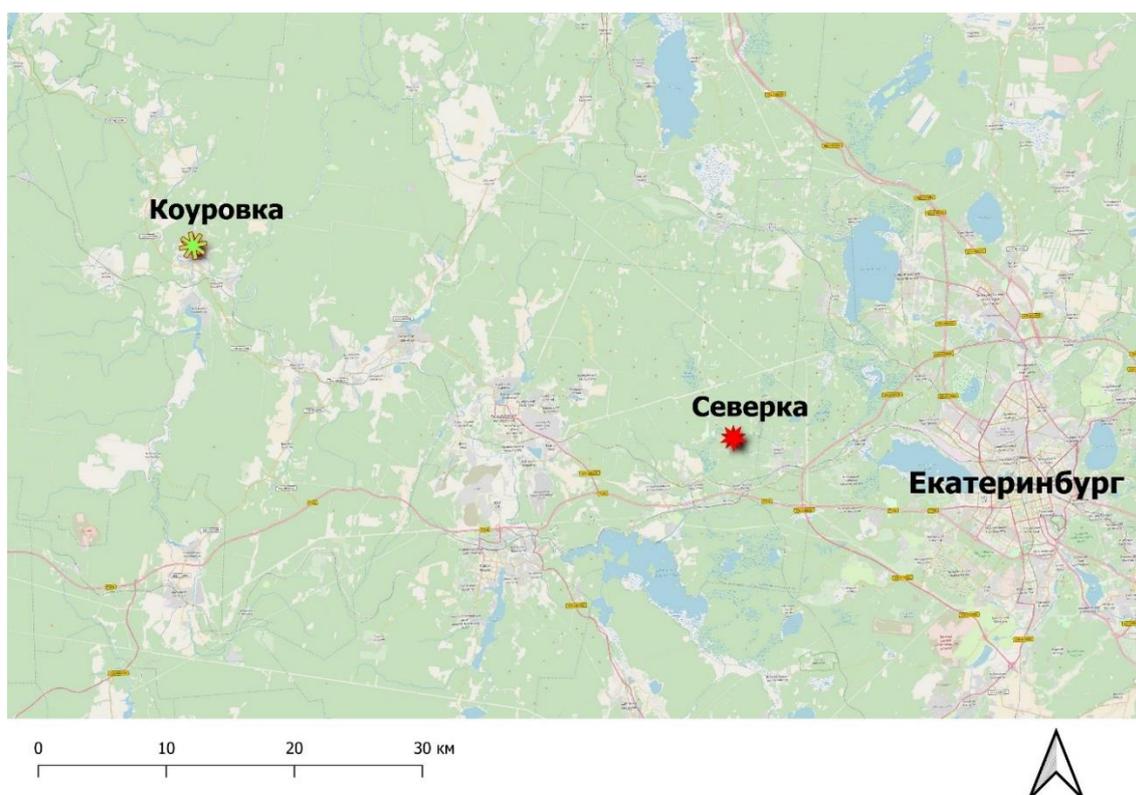


Рис. 1. Расположение полигонов относительно г. Екатеринбурга

В границах полигона Северка преобладают светлохвойные насаждения представленные сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницей сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Мягколиственные породы – березой повислой (*Betula pendula* Roth), на Коуровке – темнохвойные, представленные пихтой сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) и елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.).

Передовые технологии дают новые возможности в любых исследованиях лесных насаждений. Снижение стоимости беспилотных летательных аппаратов сделало возможным на ранних этапах исследований использовать летательные аппараты производства фирмы DJI 1) *Mavic* в высоком разрешении.

Для соотнесения наземных данных и данных дистанционного зондирования был применен метод закладки круговых пробных площадей с картированием деревьев [6] (рис. 2). Цветовое распределение по породам на математической модели было произведено в соответствии с ресурсом лесных информационных систем [7].

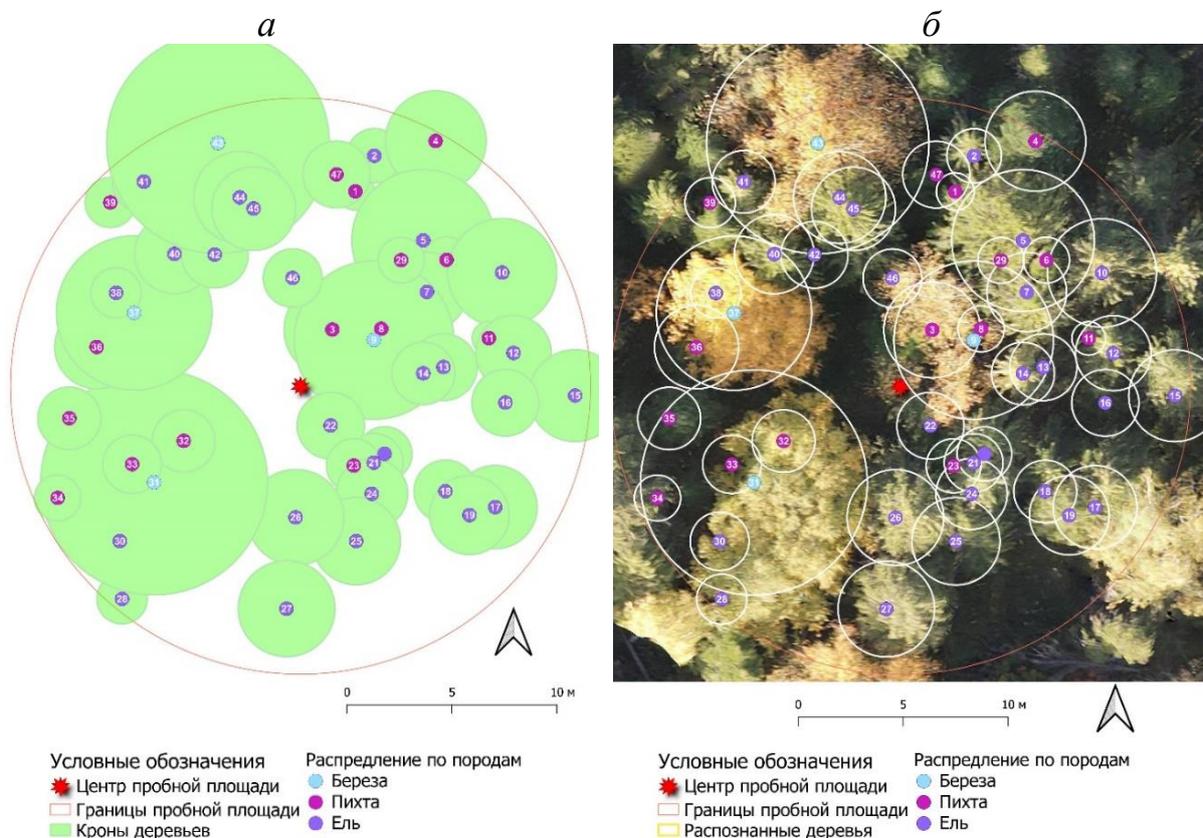


Рис. 2. Модель пробной площади № 2 на территории «Урал-Карбон» (Коуровка):  
 а – цифровая модель пробной площади, под литерой;  
 б – цифровая модель пробной площади с ортофотопланом

После получения всех данных было произведено распознавание крон древостоя с указанием их породы. Работы выполнялись одним заранее не обученным студентом (рис. 3). После распознавания были определены цветовые и текстурные характеристики для каждой породы в границах этой пробной площади.

В границах пробной площади находятся 47 деревьев. Из них 28 елей, 15 пихт и 4 березы. Из общего количества наибольший процент распознавания имеет береза, все ее экземпляры принадлежат верхнему ярусу древостоя. Распознавание ели вышло на уровень 26 деревьев из 28, пихта имеет наименьший процент распознавания (всего 3 экземпляра из 15).

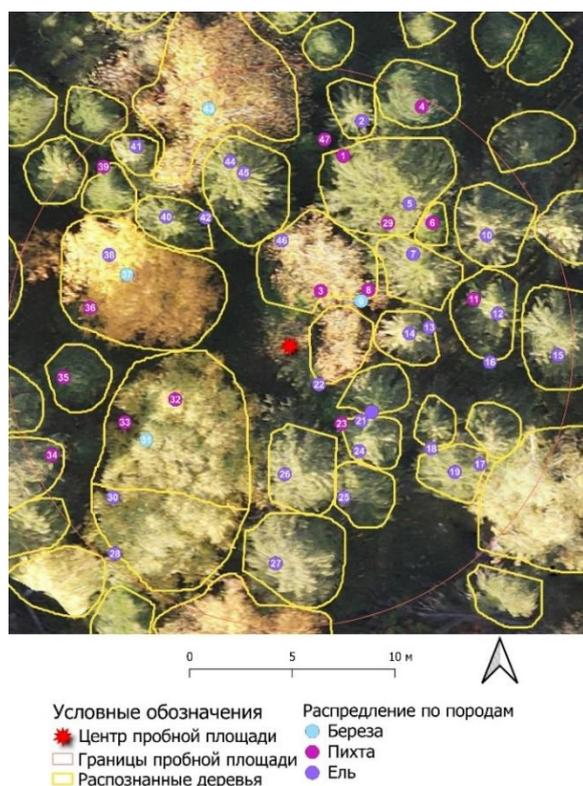


Рис. 3. Результат распознавания крон деревьев

Основным ярусом для распознавания является верхний. После анализа полученных результатов выявлена закономерность плохого распознавания пихты. Средняя высота пихты на пробной площади составляет 18,82 м. Данные результаты свидетельствуют о том, что данная порода на пробной площади имеет меньшие показатели по средней высоте. Таким образом, средний процент распознавания по этой пробе составил 70,2 % или 33 дерева из 47. Это означает, что выбранные ранее текстурные и цветовые характеристики позволяют с высокой точностью распознавать верхний ярус древостоя. Оценка нижнего яруса требует проведения дальнейших исследований и разработки новых методов распознавания.

*Список источников*

1. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. – ООН, 1997. – 27 с.
2. Рамочная конвенция ООН об изменении климата. Официальный русский перевод. – ООН, 1992. – 30 с.
3. Paris Agreement under the Framework Convention on Climate Change. – UN, 2015. – 32 p.
4. Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов : Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 июня 2017 г. № 20-р // Кодификация РФ : [сайт]. – 2015–2022. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprirody-Rossii-ot-30.06.2017-N-20-r/> (дата обращения: 29.11.2022).
5. 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.
6. Reconstruction of the Expansion of Siberian Larch into the Mountain Tundra in the Polar Urals in the 20th-Early 21st Centuries / V. Fomin, E. Agapitov, A. Mikhailovich, D. Golikov // Forests. – 2022. – Vol. 13. – № 3. – DOI 10.3390/f13030419. – EDN OIWRPB.
7. RGB Цвета плана лесонасаждений // Федеральное агентство лесного хозяйства : Лесные информационные системы : [сайт]. – URL: <http://www.lesis.ru/index.htm> (дата обращения: 29.11.2022).