

Научная статья
УДК 528.4

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСНОГО ФОНДА С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО АЭРОФОТОСЪЕМОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Евгений Михайлович Лоос¹, Арсений Сергеевич Кудрявцев²,
Василий Федорович Ковязин³, Чыонг Ан Нгуен⁴

^{1, 2, 3, 4} Санкт-Петербургский горный университет императрицы
Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия

¹ bapestaaaa@gmail.com

² senia-kas2012@mail.ru

³ vfkedr@mail.ru

⁴ annguenthebeatles1997@gmail.com

Аннотация. На современном этапе управления лесными ресурсами стоит задача получения данных о лесном фонде, передаваемом в аренду. Важнейшим инструментом для производства работ является беспилотная авиация Геоскан 701 с установленной на борту камерой MicaSense RedEdge-MX. Применение беспилотных комплексов позволяет повысить производительность работ, получить большой объем таксационных данных о насаждениях.

Ключевые слова: инвентаризация насаждений, беспилотный комплекс, вегетационный индекс, таксационные показатели насаждений

Original article

INVENTORY OF THE FOREST FUND USING AN UNMANNED AERIAL PHOTOGRAPHY COMPLEX

Evgeniy M. Loos¹, Arseniy S. Kudryavtsev², Vasiliy F. Kovyazin³,
Truong An Nguyen⁴

^{1, 2, 3, 4} St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II,
St. Petersburg, Russia

¹ bapestaaaa@gmail.com

² senia-kas2012@mail.ru

³ vfkedr@mail.ru

⁴ annguenthebeatles1997@gmail.com

Abstract. At the present stage of forest resources management, the task is to obtain data on the forest fund leased. The most important tool for the production of works is the Geoscan 701 unmanned aircraft with the MicaSense RedEdge-MX

camera installed on board. The use of unmanned complexes makes it possible to increase the productivity of work, to obtain a large amount of tax data on plantings.

Keywords: inventory of plantings, unmanned complex, vegetation index, taxation indicators of plantings

Инвентаризация лесонасаждений является важным этапом при оценке состояния лесных массивов и может служить основой для разработки перспективных планов по управлению природными ресурсами. По результатам инвентаризации собирается информация о количественных и качественных показателях лесного фонда, которые используются в дальнейшем для управления землями лесного фонда, расчета арендной платы, определения объемов рубок спелых и перестойных насаждений и рубок ухода, составления тематических карт лесонасаждений и оценки породного состава древостоев [1]. Однако проведение инвентаризации лесов наземными традиционными методами с использованием спутниковых снимков является дорогостоящим мероприятием и требует больших трудовых затрат. Авторами предлагается для сбора информации о количественных и качественных показателях насаждений применять беспилотный аэрофотосъемочный комплекс Геоскан 701 с камерой на борту MicaSense RedEdge-MX [2].

Исследования проводились в лесах Магдагачинского лесничества Амурской области, которые представляют собой важный природный ресурс региона, обеспечивающий экологические, социально-экономические и рекреационные функции. Они обладают огромным растительным, животным и микробиологическим разнообразием. В связи с этим инвентаризация лесонасаждений этого региона является приоритетным направлением регионального правительства для сохранения и рационального использования лесных ресурсов [3]. Особое внимание уделяется при этом применению передовых технологий инвентаризации лесов, в частности беспилотного воздушного судна.

Методика исследования заключалась в создании ортофотоплана местности по снимкам, полученным с мультиспектральной камеры, их дальнейшей обработке и вычислении важнейших таксационных показателей древостоя, которые позволяют определить количественные показатели и состояние насаждений. Таксационные показатели сопоставлялись со значениями индекса NDVI, получаемыми со снимков [4, 5]. Значения индекса являются простым содержанием биомассы и называются вегетационным индексом, рассчитываются по формуле с применением инструментов растрового анализа в программном обеспечении (ПО) QGIS, а именно благодаря инструменту «статистика растрового слоя»:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где RED – отражение в красной области спектра;

NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра.

При инвентаризации лесного фонда использован беспилотный аэрофотосъемочный комплекс (БАК) Геоскан 701. Этот комплекс состоит из беспилотного воздушного судна, пусковой установки и двух транспортировочных кейсов: один предназначен для катапульты, второй для борта. Общая масса БАК составляет 160 кг. Максимальная взлетная масса – 22 кг. Благодаря установленной на борту камере MicaSense RedEdge-MX получены различные картографические материалы, позволяющие идентифицировать состояние растительности. Графическое изображение всех картографических материалов, получаемых с применением вышеуказанной камеры, представлено на рис. 1.

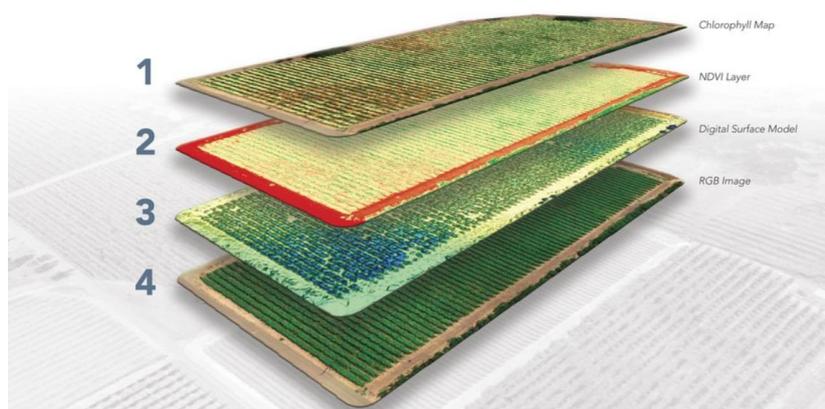


Рис. 1. Графические материалы, получаемые с помощью камеры MicaSense RedEdge-MX

К этим материалам относятся следующие.

1. Карта хлорофиллов – спектральный канал границы красного, который в сочетании с другими каналами обеспечивает точные измерения жизнеспособности растений в течение вегетационного периода.

2. Слой NDVI – широко известный индекс, который сравнивает отражательную способность красного диапазона с отражательной способностью ближнего инфракрасного диапазона.

3. Цифровая модель местности (ЦММ) является полезным инструментом в арсенале любого ученого в первую очередь из-за его использования для оценки свойств поверхности земли и расчета средней высоты насаждения.

4. RGB-изображение камеры RedEdge-MX, которая оснащена глобальными затворами для получения изображений без искажений, включая узкополосные красную, зеленую и синюю полосы для цветных RGB (Red, Green, Blue) изображений, которые при обработке выравниваются по всем видимым и невидимым полосам и индексам растительности [2].

Результаты исследований

В Магдагачинском лесничестве Амурской области проводились исследования и получены следующие таксационные показатели: относительная

полнота, сомкнутость, густота, состав, высота древостоя, класс бонитета, запас древесины и комплексный оценочный показатель насаждения. Эти показатели приведены на рис. 2–5.

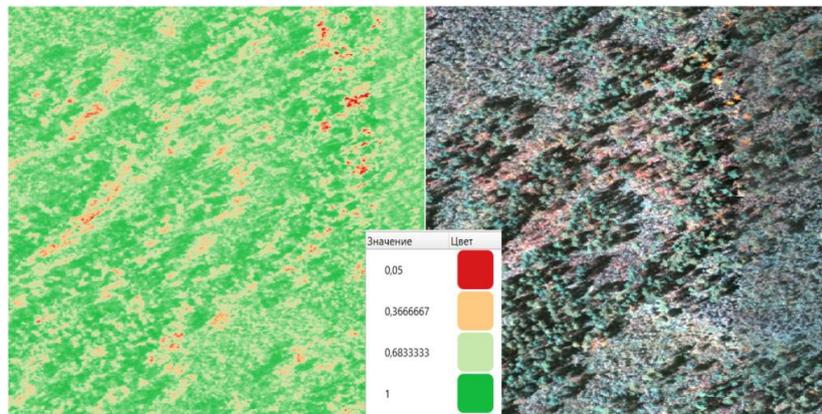


Рис. 2. Определение сомкнутости древостоя

Этот показатель отражает степень заполнения воздушного пространства вертикальными элементами древесного насаждения, такими как стволы и ветви деревьев (кроны).



Рис. 3. Определение средней высоты древостоя

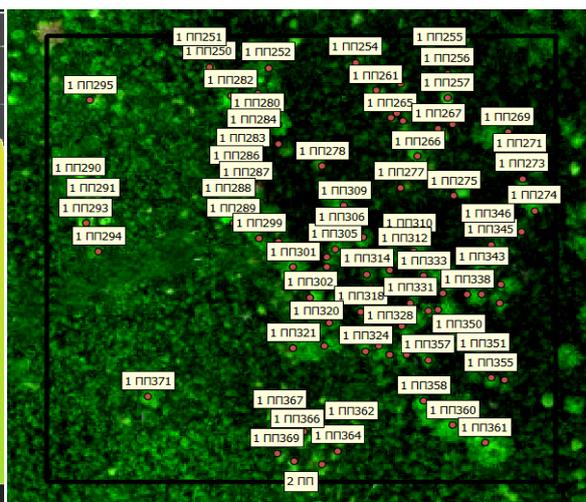


Рис. 4. Определение запаса древостоя

Средняя высота и запас древостоя были определены с помощью анализа цифровой модели местности и классификации объектов по различным высотам, а также с применением графиков высот и пробных площадей, построенных в ПО Agisoft Metashape.

Попутно с густотой древостоя устанавливается и его состав. Для этого на различных участках ортофотоплана проводилось визуальное определение пород деревьев. Преобладающими породами являются хвойные, в меньшей же мере произрастают лиственные насаждения. Основными хвойными

породами являются лиственница и сосна, а основными лиственными – береза и осина. Расчет запаса древостоя на заданной территории проведен по работе [6], результаты обработки приведены в табл. ниже.

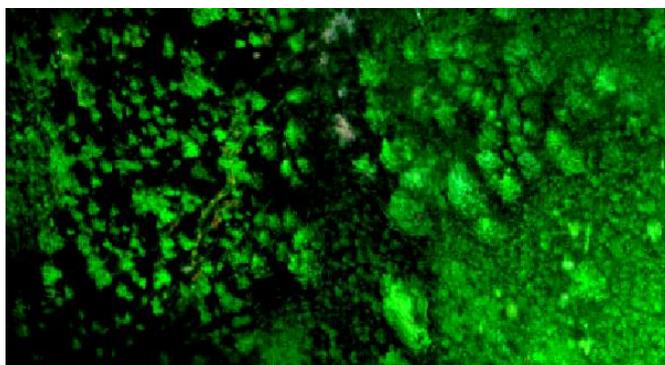


Рис. 5. Определение породного состава древостоя

Запас древостоя на участке проведения работ

№ категории	Площадь категории, га		Запас древостоя, на 1 га, м ³		Итоговое значение запаса, м ³
			хвойных пород	лиственных пород	
1	6895		256,57	152,27	1 553 305,6
	4826,5 – хвойных	2068,5 – лиственных			
2	3240		125,71	74,61	357 631,2
	2268 – хвойных	972 – лиственных			
3	269		22,67	13,45	5 354,176
	188,3 – хвойных	80,7 – лиственных			
Итого					1 916 290,976

Анализ полученных таксационных показателей позволил провести комплексную оценку состояния насаждений на территории Магдагачинского лесничества. По анализу данных можно отметить спелость, высокую плотность и сомкнутость смешанных кедровых насаждений, их хорошее состояние и запас, отсутствие признаков пожаров и незаконных рубок на объекте инвентаризационных работ. В целом можно сказать о качественной работе лесничества на этом участке лесного фонда.

Список источников

1. Ковязин В. Ф., Нгуен Ч. А., Нгуен Т. Ч. Мониторинг земель лесного фонда провинции Кон Тум Вьетнама по данным дистанционного зондирования Земли // Геодезия и картография. 2023. № 2 (84). С. 57–64.

2. RedEdge-MX Integration Guide // MicaSense Knowledge Base : [сайт]. 2022. URL: <https://support.micasense.com/hc/en-us/articles/360011389334-RedEdge-MX-Integration-Guide> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Организация системы геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов прибрежной зоны Новосибирского водохранилища / А. П. Карпик, Е. И. Аврунев, Н. И. Добротворская [и др.] // Известия ТПУ. 2019. № 8. С. 133–145. DOI <https://doi.org/10.18799/24131830/2019/8/2219>
4. Оценка точности инвентаризации лесных земель с применением воздушного лазерного сканирования / В. Ф. Ковязин, О. А. Пасько, О. Ю. Лепихина, В. Е. Трушников // Геодезия и картография. № 6. 2022. С. 54–63.
5. Скачкова М. Е., Гурьева О. С. Мониторинг состояния зеленых насаждений Санкт-Петербурга по материалам дистанционного зондирования // Экология и промышленность России 2023. №27(5). С. 51–57. DOI [10.18412/1816-0395-2023-5-51-57](https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-5-51-57).
6. Минаев В. Н., Леонтьев Л. Л., Ковязин В. Ф. Таксация леса : учебное пособие. 4-е изд. СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2020. 378 с.