

УДК 58.082.115

## Дешифрирование форм и морфологических особенностей древесных растений на снимках, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов

Кабонен А. В., Ольхин Ю. В.

Петрозаводский государственный университет  
Петрозаводск, Россия  
alexkabonen@mail.ru

В статье описаны и проиллюстрированы фотометрические и морфологические (структурные) признаки дешифрирования форм древесных растений (*Thuja occidentalis* 'Aureospicata', *Th. o.* 'Filiformis', *Pinus pumila* 'Chlorocarpa', *Berberis vulgaris* 'Atropurpurea', *Cornus alba* 'Elegantissima', *Acer platanoides* 'Drummondii', *Microbiota decussata* 'Northern Pride', *Juniperus squamata* 'Meyeri', *Juniperus sabina* 'Mas') на примере результатов аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов коллекции арборетума Ботанического сада Петрозаводского государственного университета. Предлагается новый методический подход к проведению описаний морфологических особенностей растений. Установлено, что при высоте полета квадрокоптера 75 метров на снимках дешифрируются цвет кроны, форма проекции кроны и текстура изображения кроны. При 20 метрах на снимках отчетливо видны отдельные побеги, различим тип ветвления побегов, форма и текстура листвы. Статья будет полезна при проведении описаний морфологических особенностей растений в труднодоступных местах изучения природы, дешифрирования аэрофотоснимков, картографирования, проектирования и инвентаризации ландшафтно-архитектурных объектов и коллекций ботанических садов.

**Ключевые слова:** аэрофотосъемка, беспилотные летательные аппараты, квадрокоптер, дешифрирование, морфология, древесные растения, форма, сорт.

### ВВЕДЕНИЕ

Сложившиеся традиционные методические подходы к изучению природно-ландшафтных комплексов требуют инновационных изменений. Современные технологии предлагают новые инструменты для научных исследований. Примером таких инструментов служит аэрофотосъемка природных объектов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Современное качество съемки с БПЛА позволяет не только использовать обширную информационную базу определителей для дешифрирования признаков видового состава, но и в точности определять морфологические особенности таксонов и их линейные параметры, и описывать эти признаки на еще не идентифицированных растениях. При этом дешифрирование аэрофотоснимков в области ботанических исследований является сложным комплексным процессом, требующим обширных знаний.

Коллекция арборетума Ботанического сада (БС) Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) одна из самых крупных на Северо-Западе России и включает в себя большое разнообразие садовых форм. Для осуществления точечного картирования территории на современном уровне используется аэрофотосъемка с помощью БПЛА. Полученные таким образом детальные изображения территорий и коллекционных образцов служат объектами для дешифрирования.

Зная информацию о таксоне и его изображение на аэрофотоснимке, можно определить основные признаки дешифрирования и уже по этим признакам определять растительность на изображениях, снятых на других территориях. Данный тип работ обширно применяется в изучении природной растительности (Кашкин, Сухинин, 2001; Пузаченко и др., 2008; Малышева, 2012).

Однако не смотря на всю важность дешифрирования аэрофотоснимков природных и природно-антропогенных территорий и обширные научные труды по этой теме, на данный

момент в научной литературе практически отсутствует какая-либо информация о признаках дешифрирования конкретных форм древесных растений и морфологических признаках растений на детальных аэрофотоснимках. Вместе с тем, в настоящее время именно декоративные формы растений часто используются в ландшафтно-архитектурных композициях и коллекциях ботанических садов, а описание морфологических признаков традиционными способами может быть затруднено ввиду недоступности мест произрастания или высоты древесных растений. Таким образом, изучение данных признаков дешифрирования и введение инновационных методических подходов является актуальным.

Цель данного исследования – описать и проиллюстрировать признаки дешифрирования форм древесных растений на снимках, снятых с различной высоты с помощью БПЛА; показать возможное использование современных БПЛА для изучения морфологических признаков растений.

### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ**

Объектом исследования была коллекция форм древесных растений БС ПетрГУ, предметом – признаки дешифрирования и морфологические особенности этой коллекции на аэрофотоснимках.

Для получения данных для дешифровки изображений таксонов декоративного арборетума в августе 2018 года была произведена аэрофотосъемка территории с помощью квадрокоптера DJI Phantom 4 pro. Съемка производилась в дневное время в относительно безветренную погоду, высота полета менялась с целью выявления оптимальной для данного типа работ – с 75 и 20 метров. Для составления полного изображения коллекции полученные данные обрабатывались в единое целое в программе Agisoft Photoscan, в которой реализована автоматизированная современная технология создания моделей высокого качества на основе цифровых фотографий.

Для определения на аэрофотоснимках признаков морфологических характеристик и форм таксонов использовалось визуальное дешифрирование. В качестве признаков дешифровки на снимках учитывалось следующее: цвет кроны изображения, форма проекции кроны, текстура изображения кроны, наличие различных побегов и типов их ветвлений, форма и текстура листы. Форма проекции крон определялась аналитическим путём при помощи классификации Г. Г. Самойловича (1972). Названия форм таксонов уточнялись согласно научной литературе (Матюхин, 2009).

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

После проведения аэрофотосъемки и «склеивания» снятых изображений был получен ортофотоплан территории декоративного арборетума с отчетливо видимыми коллекционными образцами (рис.1). На ортофотоплане просматривается с максимальной точностью пространственное размещение существующей коллекции, в том числе видны образцы с размерами менее 0,5 метра, определимы точные диаметры крон.

При детальном (с увеличением масштаба) рассмотрении изображений образцов растений на ортофотоплане, были определены основные признаки дешифрирования форм древесных растений с высоты полета 75 метров (рис. 2). При этом точно дешифрируются цвет кроны, форма проекции кроны и текстура изображения кроны (табл. 1).

При высоте полета квадрокоптера 20 метров (рис. 3) на ортофотоплане дешифрируются и морфологические признаки – отчетливо видны отдельные побеги, различим тип ветвления побегов, форма и текстура листы (табл. 2).

Исходя из результатов проведенной аэрофотосъемки, рекомендуем высоту проведения съемки выбирать исходя из запросов – чем выше высота, тем менее качественные получаются изображения, но заснятая площадь увеличивается, тем самым сокращается потраченное время. Не следует производить данную съемку и слишком низко – есть вероятность падения квадрокоптера ввиду столкновения с кронами деревьев. Также следует учитывать, что

появление даже незначительного ветра при проведении съемки может существенно повлиять на её качество – некоторые части изображений будут размытыми.

Результаты детальных аэрофотосъемок с применением БПЛА могут быть применены в качестве картографической основы при разработке геоинформационных систем объектов ландшафтной архитектуры (Ольхин, Кабонен, 2016) и ботанических садов (Кабонен, Андрусенко, 2018).



Рис. 1. Ортофотоплан территории декоративного арборетума с высоты 75 метров



Рис. 2. Формы древесных растений с высоты полета 75 метров  
*a* – *Thuja occidentalis* 'Aureospicata'; *b* – *Pinus pumila* 'Chlorocarpa'; *c* – *Cornus alba* 'Elegantissima'; *d* – *Acer platanoides* 'Drummondii', *e* – *Berberis vulgaris* 'Atropurpurea'.

Таблица 1

Признаки дешифрирования форм древесных растений с высоты полета 75 метров

Форма растения	Признаки дешифрирования		
	Цвет кроны	Форма проекции кроны	Текстура изображения кроны
<i>Thuja occidentalis</i> 'Aureospicata'	желто-зеленый, на концах побегов ярко-золотистый	округлая	зернистая
<i>Pinus pumila</i> 'Chlorocarpa'	сизо-зеленый	неправильно-округлая	пятнистая
<i>Cornus alba</i> 'Elegantissima'	бело-зеленый	неправильно-округлая	пятнистая
<i>Acer platanoides</i> 'Drummondii'	бело-зеленый	неправильно-округлая	крупнопятнистая
<i>Berberis vulgaris</i> 'Atropurpurea'	фиолетовый	округло-длинновытянутая	полосчатая



Рис. 3. Формы древесных растений с высоты полета 20 метров  
*a* – *Microbiota decussata* 'Northern Pride'; *b* – *Juniperus squamata* 'Meyeri'; *c* – *Thuja occidentalis* 'Filiformis';  
*d* – *Juniperus sabina* 'Mas'.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дешифрование данных аэрофотосъемки является перспективным экспресс-методом картографирования объектов природы, коллекций ботанических садов и аналогичных ландшафтно-архитектурных объектов, при этом детальность съемки позволяет описывать и морфологические особенности растений.

Дешифрирование на аэрофотоснимках форм древесных растений, применяемых в ландшафтных композициях и ботанических коллекциях, является актуальным средством получения информации о таксонах и требует должного развития.

Данный метод позволяет получать информацию о растениях на разных этапах сезонного развития, отмечать сроки прохождения фенологических фаз и формировать базу изображений, применяемых в ландшафтной архитектуре.

Таблица 2

Признаки дешифрирования форм древесных растений с высоты полета 20 метров

Форма растения	Признаки дешифрирования				
	Цвет кроны	Форма проекции кроны	Текстура изображения кроны	Побеги	Тип ветвления побегов
<i>Microbiota decussata</i> 'Northern Pride'	светло-зеленый	неправильно-округлая	полосчатая	различимы ростовые и трофические побеги	симподиальное
<i>Juniperus squamata</i> 'Meyeri'	сизо-зеленый	неправильно-округлая	полосчатая	чешуевидные, различимы	моноподиальное
<i>Thuja occidentalis</i> 'Filiformis'	зелено-коричневый	округлая	полосчатая	нитевидные, свисающие, слабоветвистые, различимы	дихотомическое
<i>Juniperus sabina</i> 'Mas'	сизо-зеленый	округлая	полосчатая	различимы ростовые и трофические побеги	моноподиальное

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность детскому технопарку Петрозаводска «Кванториум Сампо» в лице педагога дополнительного образования К. В. Бетелева за предоставленное оборудование и помощь в проведении аэрофотосъемки.

Работа выполнялась при поддержке РФФИ (проект № 18-44-100002 p\_a).

### Список литературы

- Кабонен А.В., Андрусенко В.В. Веб-геоинформационная система Ботанического сада Петрозаводского государственного университета [Электронный ресурс] // HORTUS BOTANICUS. – Петрозаводск, 2018. – Т.13. – С. 356–360.
- Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Распознавание образов // Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. – М.: Логос, 2001. – С. 145–164.
- Мальшева Н.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений. М.: Изд-во МГУЛ, 2012. – 154 с.
- Матюхин Д.Л. Виды и формы хвойных, культивируемые в России. Часть 1. *Juniperus* L., *Cephalotaxus* Sieb. Et Zucc., *Taxus* L., *Torreya* Agn. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 259с.
- Матюхин Д.Л. Виды и формы хвойных, культивируемые в России. Часть 2. *Picea* A.Dietr., *Thuja* L. (монография). – М., Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 288 с.
- Ольхин Ю.В., Кабонен А.В. Разработка геоинформационной системы объекта ландшафтной архитектуры на примере парка Ямка города Петрозаводска // Экосистемы. – 2016. – Вып.6 (36). – С.46–50.
- Пузаченко М.Ю., Котлов И.П., Черненко Т.В. Технологическая схема мониторинга природных объектов с использованием ДДЗ и ГИС-технологий // Мониторинг биологического разнообразия лесов России. – М.: Наука, 2008. – С. 347–359.
- Самойлович Г. Г. Особенности технологии инвентаризации лесов с использованием аэроснимков при лесоустройстве. – Л., изд. ЛТА, 1972. – 80 с.

**Kabonen A.V., Olkhin Y.V. Interpretation of the forms and morphological features of woody plants in pictures obtained bywith unmanned aerial vehicles // Ekosistemy. 2019. Iss. 20. P. 197–202.**

The article describes and illustrates the photometric and morphological (structural) interpretation signs of woody plants forms (*Thuja occidentalis* 'Aureospicata', *Th. o.* 'Filiformis', *Pinus pumila* 'Chlorocarpa', *Berberis vulgaris* 'Atropurpurea', *Cornus alba* 'Elegantissima', *Acer platanoides* 'Drummondii', *Microbiota decussata* 'NorthernPride', *Juniperus squamata* 'Meyeri', *Juniperus sabina* 'Mas') based on the arboretum collection aerial photos (part of Petrozavodsk State University Botanic Garden) captured by unmanned aerial vehicles. A new methodical approach is proposed to conduct descriptions of the morphological features of plants. It was figured out that crown's shape projection, color and texture are interpreted well on the photos taken at a 75 meters high. Separate shoots, its type of branching as well as foliage texture and type are visible on the photos made from a 20 meters high. The article could be useful for the following cases: creation of plants morphological features descriptions in hard-to-reach places, aerial photographs interpretation, mapping, designing and inventorying landscape-architectural objects and botanical gardens collections.

*Key words:* aerial photography, unmanned aerial vehicles, quadcopter, interpretation, morphology, woody plants, shape, variety

*Поступила в редакцию 10.04.19*