

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ О НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Алешко Р.А., Гурьев А.Т., Шошина К.В., Щеников В.С.  
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (163002, наб. Северной Двины, 17), r.aleshko@gmail.com

В ходе исследования была разработана методика выделения и распознавания параметров наземных объектов на примере лесных территорий. В методике используются подходы на основе морфологического анализа, сегментации, метода водораздела и другие. Содержательно методика представляет из себя последовательность шагов обработки высокодетального цифрового изображения, полученного с беспилотного летательного аппарата.

Опытная научно-исследовательская работа проводилась преимущественно в интересах лесопользователя и не ставила целью актуализацию всех лесотаксационных параметров на исследуемой территории. Наибольший интерес при осуществлении хозяйственной деятельности на лесном участке представляет запас древесины из расчета на гектар.

Полученные результаты научных исследований могут быть использованы для решения ряда задач в области управления территорией. В частности, разработанные методы морфологической обработки данных аэросъемки с беспилотного летательного аппарата могут успешно применяться для мониторинга и управления лесными территориями, сборе параметров отдельных деревьев и принятия решений.

Ключевые слова: аэроснимки, цифровая обработка изображений, БПЛА, актуализация информации.

## **APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES TO OBTAIN AND UPDATE THE INFORMATION ABOUT GROUND OBJECTS**

Aleshko R.A., Guriev A.T., Shoshina K.V., Schenikov V.S.  
Northern (Arctic) Federal University (163002, emb. Northern Dvina, 17), r.aleshko@gmail.com

The study has been developed a method of extraction and recognition of parameters of ground objects on the example of forest areas. The methodology used approaches based on morphological analysis, segmentation, and other watershed method. Substantially method is a sequence of processing steps of high-precision digital image obtained from the UAV. Experimental research work was conducted primarily in the interest of a forest and not aimed at the actualization of forest taxation parameters in the study area. The greatest interest in the exercise of economic activities on the forest area represents the stock of wood per hectare. The results of scientific research can be used to solve a number in the area of management tasks. In particular, the methods developed morphological aerial survey data from unmanned aircraft can be successfully used for monitoring and management of forest territories, gathering individual tree parameters and decision-making.

Keywords: aerial photographs, digital image processing, UAV, information updating.

В послании Губернатора Архангельской области Архангельскому областному Собранию депутатов о социально-экономическом и общественно-политическом положении в Архангельской области в числе основных задач по развитию лесного комплекса Архангельской области определено восстановление лесного потенциала Архангельской области.

Системной проблемой, сдерживающей эффективное лесопользование, является отсутствие достоверной информации о наличии лесных ресурсов в Архангельской области. Лесоустройство считается информационной основой лесного планирования и освоения лесов. Несвоевременное проведение лесоустроительных работ, инвентаризации лесов

приводит к искажению сведений о количестве и качестве древесных насаждений на лесных участках, что не позволяет планировать развитие лесного комплекса Архангельской области. Материалы лесоустройства с давностью более 10 лет признаются устаревшими. В настоящее время значительная часть лесов Архангельской области имеет давность лесоустройства более 10 лет. Отсутствие проведения плановых лесоустроительных работ не позволяет актуализировать таксационные и картографические базы данных предыдущего лесоустройства и соответственно вести обновленный государственный лесной реестр, крайне необходимый для организации устойчивого управления лесами.

Таким образом, предложенная технология актуализации данных о лесных ресурсах с применением съемки БПЛА является значимой для социально-экономического развития Архангельской области за счет повышения достоверности данных и экономической эффективности.

Исходными данными для реализации методики выступили снимки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) роторного типа. Снимки были привязаны к географическим координатам и объединены в единое покрытие на исследуемую территорию.

К изображению был применен ASF-фильтр (alternating sequential filtering) с размером окна равным 2 пикселям. Данный метод фильтрации изображения относится к алгоритмам морфологической обработки растра. Суть данного алгоритма заключается в использовании морфологических операций «открытие» и «закрытие» применительно к обрабатываемому изображению.

Следующим шагом определялись локальные максимумы растра.

Далее к изображению применялся метод водораздела. При использовании данного метода растр представляется в качестве трехмерной поверхности, точки которого заданы двумя пространственными координатами, а в качестве высоты выступает уровень яркости. Наиболее важным применением метода водораздела является выделение однородных по яркости объектов на изображении.

Применение алгоритма сегментации по водоразделам часто приводит к эффекту избыточной сегментации, вызванной шумом и другими локальными неровностями на изображении. Это означает огромное число областей, выделенных при сегментации. Избыточная сегментация может быть настолько значительной, что сделает результат практически бесполезным.

Подход, применяемый для управления избыточной сегментацией, основан на идее маркеров. Маркером является связная компонента, принадлежащая изображению. В нашем случае в качестве маркеров зададим выделенные ранее локальные максимумы вершин деревьев.

Результатом предложенной методики будет являться набор контуров крон деревьев в лесном массиве.

После получения изображения с выделенными контурами крон была проведена процедура векторизации полученных контуров с целью интегрирования и последующей обработки в геоинформационной системе. Далее были проанализированы полученные векторные контуры деревьев.

Параметром лесных насаждений, который можно оценить с достаточной долей достоверности, используя полученные результаты, является размер кроны. Информации о диаметре кроны может быть вполне достаточно для решения многих задач лесопользователя.

Условно диаметр кроны может быть найден по площади кроны (которая достаточно просто рассчитывается по имеющимся контурам крон в векторном слое). Исходя из того, что крона имеет округлую форму, диаметр кроны рассчитаем по следующей формуле:

$$D_{кр} = \sqrt{(4S/\pi)}$$

Исследованиями (Кузьмичев, 1977) установлена связь крон дерева с другими таксационными показателями для разных типов леса. Для перехода от диаметра кроны к диаметрам ствола дерева на высоте 1,3 м ( $d_{1,3}$ ), предлагается формула:

$$d_{1,3} = 7,86D_{кр} - 0,09D_{кр}^2 - 5,22$$

где  $d_{1,3}$  – диаметр ствола дерева на высоте груди, см;

$D_{кр}$  – диаметр кроны дерева, м;

Одним из наиболее значимых показателей лесных насаждений является запас древесины ( $m^3$  на 1 га). Используя полученные ранее значения диаметра на высоте груди  $d_{1,3}$ , вычислим объем стволов деревьев по формуле Денцина:

$$V = 0,001 \cdot d_{1,3}^2$$

где  $V$  – объем растущего дерева,  $m^3$ ;

$d_{1,3}$  – диаметр ствола дерева на высоте груди, см.

Формула дает удовлетворительные результаты для стволов деревьев высотой около 25 метров. В остальных случаях на каждый метр высоты полученные объемы корректируются на 3-5 %.

Далее рассчитаем запас по формуле (Гусев, 1992):

$$M = n \cdot V$$

где  $M$  – запас древостоя,  $m^3/га$ ;

$n$  – количество деревьев по ступеням толщины, шт.

Полученные результаты научных исследований могут быть использованы для решения ряда задач в области управления территорией. В частности, разработанные методы

морфологической обработки данных аэросъемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) могут успешно применяться для мониторинга и управления лесными территориями, сборе параметров отдельных деревьев и принятия решений. Эти задачи актуальны как для особо-охраняемых территорий (какими являются Соловки), так и для территорий с активным лесопользованием.

Исследование проводится при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 14-07-98801.

### **Список литературы:**

1. Алешко Р.А., Гурьев А.Т. Методика тематического дешифрирования спутниковых снимков лесных территорий на основе структурных моделей //Известия Вузов. Приборостроение. 2013. Т.56. №7. С. 76–77.

2. Алешко Р.А., Гурьев А.Т. Структурное моделирование взаимосвязей дешифровочных признаков спутниковых снимков и таксационных параметров лесных насаждений — Труды СПИИРАН. Вып. 29 (2013). С. 180–189.

3. Гусев И.И. Таксация древесного ствола срубленного и растущего дерева. Учебное пособие – Архангельск: Издательство АЛТИ, 1992. – 80 с.

4. Кузьмичев В.В. Закономерности роста древостоев. Новосибирск: Наука, 1977. – 160 с.

5. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 392 с.

6. Aleshko R.A., Guriev A.T., Shoshina K.V., Schenikov V.S. Development of methodology for visualization and processing of geospatial data // Scientific Visualization – 2015. – Volume 7, Issue 1. - pp 20-29