

Разработка методики определения объемов лесоматериалов с использованием беспилотного воздушного судна

Р.А. Алешко
*Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*
Архангельск, Россия
r.aleshko@gmail.com

В.В. Березовский
*Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*
Архангельск, Россия
v.berezovsky@narfu.ru

К.В. Шошина
*Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*
Архангельск, Россия
k.shoshina@narfu.ru

И.С. Васендина
*Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*
Архангельск, Россия
i.vasendina@narfu.ru

Р.А. Воронцов
*Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*
Архангельск, Россия
r.voroncov@narfu.ru

Т.О. Десятова
*Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*
Архангельск, Россия
t.desyatova@narfu.ru

Аннотация — Разработанная методика относится к области учета объемов лесоматериалов на складах лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий на основе методов обработки цифровых изображений. Подход к определению объема сыпучих и штабелей круглых лесоматериалов с использованием беспилотного воздушного судна (БВС) содержит этапы, на которых выполняется цифровая аэрофотосъемка с БВС территории размещения лесоматериалов, фотограмметрическая обработка данных цифровой аэрофотосъемки с БВС, построение трехмерной модели объектов интереса, определение складочных и плотных объемов лесоматериалов. Техническим результатом методики является повышение скорости и точности определения объемов сыпучих и штабелей круглых лесоматериалов.

Ключевые слова — лесоматериалы, бревна, штабель, сыпучие, объем, беспилотное воздушное судно, методика.

1. ВВЕДЕНИЕ

Технологии учёта лесоматериалов в зависимости от применяемых методов измерений можно поделить на поштучные и групповые. Эти процессы из отдельного набора операций, производимых человеком вручную, постепенно автоматизируются, представляя из себя в настоящий момент комбинацию ручных и автоматизированных действий, где доля ручных операций сокращается, уступая место машинным.

В свою очередь, методы измерений тоже не стоят на месте и развиваются, являя собой как модификации уже известных методов, так и сочетания двух и более методов, появляющихся под влиянием следования наибольшей экономической целесообразности и повышения эффективности учётных работ [1].

Авторы исследования разработали методику определения объемов лесной продукции, представленных как в виде штабелей круглых лесоматериалов, так и в виде куч щепы, коры или опилка, с использованием БВС.

2. ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

Разработанная методика определения объемов лесоматериалов с использованием БВС включает следующие этапы.

1) Выполняется цифровая фотосъемка с борта БВС.

Среди требований к БВС нужно выделить наличие бортовой системы спутниковой навигации, а также наличие цифровой фотокамеры.

Цифровая фотосъемка с борта БВС может выполняться с использованием различных камер на различной высоте, в зависимости от требуемой детальности измерений. К примеру, цифровая камера с размером матрицы 12 мегапикселей на высоте 30 метров над уровнем земной поверхности, позволит сформировать цифровую модель местности (модель высот) детальностью до 1 см/пиксель.

Выполнение цифровой фотосъемки с борта БВС осуществляется в надир, либо под малым углом к земной поверхности.

Камера регулярно, с заранее заданным интервалом, выполняет цифровую фотосъемку территории размещения штабелей круглых лесоматериалов. Частота фотосъемки должна позволять сформировать перекрытия между кадрами. Интервал фотосъемки выбирается исходя из высоты БВС и характеристик цифровой камеры. Рекомендуемая величина перекрытий между кадрами – не менее 50%.

Ввиду наличия на борту БВС спутниковой системы навигации, для каждого полученного цифрового снимка имеется информация о географических координатах и высоте БВС в момент съемки.

При необходимости, данные спутниковой системы навигации могут быть уточнены с использованием методов дифференциальной коррекции глобальных навигационных спутниковых систем и других перспективных технологий.

2) С использованием специализированного программного обеспечения выполняется автоматизированная фотограмметрическая обработка данных цифровой фотосъемки с БВС. Результатом фотограмметрической обработки является цифровая модель поверхности (значения высот относительно уровня моря) – ЦМП (у.м.) и ортофотоплан территории (Рис. 1).



Рис. 1. Ортофотоплан территории

3) С использованием специализированного программного обеспечения на ЦМП (у.м.) фиксируются точки на уровне земной поверхности (площадка, дорога, открытый грунт и др.) на которой отсутствуют какие-либо объекты. Далее для построения цифровой модели рельефа (ЦМР) используется интерполяция значений высот в указанных точках.

4) С использованием специализированного программного обеспечения из значений пикселей ЦМП (у.м.) вычитается значения пикселей ЦМР, в результате чего получаем цифровую модель поверхности (значения высот относительно уровня поверхности земли) – ЦМП (п.з.).

5) С использованием специализированного программного обеспечения на ЦМП (п.з.) фиксируются контуры штабелей круглых лесоматериалов и рассчитывается их складочный объем путем суммирования произведений площадей отдельных пикселей, умноженных на их высоту в рамках контура.

В качестве специализированного программного обеспечения в работе применяется геоинформационная система с открытым исходным кодом QGIS.

6) Рассчитываем плотный объем путем умножения складочного объема на коэффициент полндревесности (Рис. 2).

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, очевидным преимуществом разработанной методики является высокая скорость и точность определения объемов лесоматериалов с использованием беспилотного воздушного судна в сравнении с традиционными методами измерений.

Кроме того, среди преимуществ методики можно выделить:

- Отсутствие необходимости регистрации и согласования полета (БВС массой менее 250 гр).
- Малые размеры аппарата и кейса для перевозки.
- Скорость выполнения съемки – до 40000 м² за 20 минут.

– Не требуется наличие дополнительного наземного оборудования и точек привязки.

– Не требуется высокая квалификация оператора (выполнение съемки по заранее заданному маршруту).

– Возможность выполнения съемки при неблагоприятных погодных условиях: ветер до 8 м/с, небольшой дождь/снег.



Рис. 2. Пример рассчитанных объемов лесоматериалов

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда и Правительства Архангельской области, проект № 22-11-20025.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Системы оптического учета древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.lesindustry.ru/issues/li_166/Системы_оптического_учета_древесины_2297/ (15.12.2022).
- [2] Сухих, В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве / В.И.Сухих – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 392 с.
- [3] Franklin, S.E. Remote Sensing for Sustainable Forest Management / S.E. Franklin – Boca Raton: CRC Press, 2001. – 424 p.
- [4] Wulder, M.A. Understanding Forest Disturbance and Spatial Pattern: Remote Sensing and GIS Approaches / M.A. Wulder, S.E. Franklin – Boca Raton: CRC Press, 2006. – 246 p.
- [5] Kazanskiy, N.L. Intelligent video systems for unmanned aerial vehicles based on diffractive optics and deep learning / N.L. Kazanskiy, R.V. Skidanov, A.V. Nikonov, L.L. Doskolovich // Proc. SPIE. – 2020. – Vol. 11516. – P. 495-503
- [6] Алешко, Р.А. Разработка методики актуализация информации о лесном участке с использованием снимков со спутников и малых БПЛА / Р.А. Алешко, А.А. Алексеева, К.В. Шошина, А.П. Богданов, А.Т. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14, № 5. – С. 87-99
- [7] Богданов, А.П. Совершенствование мониторинга лесов путем использования облачных технологий как элемента устойчивого лесопользования / А.П. Богданов, А.А. Карпов, Н.А. Демина, Р.А. Алешко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15, № 1. – С. 89-100
- [8] Aleshko, R.A. Development of methodology for visualization and processing of geospatial data / R.A. Aleshko, A.T. Guriev, K.V. Shoshina, V.S. Schenikov // Scientific Visualization. – 2015. – Vol. 7(1). – P. 20-29