

Научная статья
УДК 681.5:630.0

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ДЕРЕВА В ЛЕСУ

Никита Владимирович Донцов¹, Сергей Петрович Санников²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ nikita.doncov02@mail.ru

² ssp-2@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются функции, концептуальные возможности и принцип действия автоматизированной системы измерения объема дерева в лесу. Основное внимание обращено именно на составляющие и цель изобретения прибора.

Ключевые слова: размер дерева, робот, сканер объемный

Scientific article

THE SYSTEM OF AUTOMATED PROCESS OF MEASURING THE VOLUME OF A TREE IN THE FOREST

Nikita V. Dontsov¹, Sergei P. Sannikov²,

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ nikita.doncov02@mail.ru

² ssp-2@mail.ru

Abstract. The article describes the functions, conceptual capabilities and the principle of operation of an automated system for measuring the volume of a tree in a forest. The main attention is paid to components and the purpose of the invention of device.

Keywords: tree size, robot, volumetric scanner

Лесная отрасль является самой неавтоматизированной по сравнению с химической, целлюлозной, бумажной, энергетической, нефтяной и пр. С одной стороны, это связано с особенностью лесного хозяйства, с другой, с отсутствием электропитания.

Одними из показателей таксационных работ в лесу являются объем древесины и ее возраст. Как правило, они выявляются на пробных площадях экспедицией, высаженной в лесу, которая собирает необходимые сведения. В последнее время электронная промышленность развивается такими

темпами и в своем арсенале имеет набор инструментов, приборов, и механизмов, которые можно использовать для таксационных работ в автоматизированном режиме.

Целью нашей работы является разработка системы сбора некоторых таксационных данных и создание измерителя объема древесины, который поможет избавиться от множества проблем, связанных с ручным измерением объема дерева, и облегчить данный процесс работникам леса. Для решения этой проблемы обозначены следующие задачи:

- анализ существующих способов и технологий таксационных работ;
- поиск путей решения;
- предложение автоматизации измерения объема дерева в лесу.

Нормативными документами по лесопользованию в Российской Федерации являются Лесной кодекс РФ [1], а также Лесоустроительная инструкция от 2008 г. [2], в рамках которых проводятся все работы в лесу, в том числе и оценка древостоев. Проблемы, связанные с таксационными процессами, освещены в множестве исследовательских научных работ и трудах. Мы попытаемся предложить решение одной из проблем с получением информации о состоянии леса, обмера древостоев.

Анализ предлагаемых и используемых методов и способов получения таксационных показателей показал, что одно из направлений мониторинга леса – это использование космических аппаратов (спутников), предложенных в работе И. М. Данилина «Высокие технологии XXI века для аэрокосмического мониторинга и таксации лесов» [3], где поставлены задачи исследований и рассмотрены перспективы использования предложенных технологий. Не только летательные аппараты космического базирования, но и другие летательные аппараты околоземного пилотирования способны предоставлять данные о лесе, как предложено в работе В. А. Усольцева [4], с использованием лазерного луча, отраженного от листьев и других частей дерева. Предлагаемый метод основан на спектральном анализе фитомассы дерева. Исследователями из Бурятии, Красноярска и Томска, предложен метод дистанционного зондирования при помощи радиолокационной станции (РЛС), как это показано в работе [5].

Наша разработка предполагает использование робота, который по определенному алгоритму перемещается от дерева к дереву и при помощи сканера получает информацию со штамба дерева, а затем производит вычисление объема древесины всего дерева, как это показано на рис. 1.

Само измерения состоит в том, что сканер (измерительное устройство) полностью снимает размеры со штамба дерева от комля до максимальной возможной высоты, которая ограничена кроной дерева. После чего все данные должны сохраниться на бортовом компьютере для дальнейших вычислений и передачи в базу данных.

Вычисления объема дерева основаны на определении площади нижней части ствола дерева, то есть штамба, и по сбежистости вычисляется вся

площадь дерева а затем – весь объем дерева. В моделировании предложено использовать форму дерева как равнобедренный треугольник со вписанной трапецией (штамб), у которых нижние основания совпадают, то есть являются общими (рис. 2).

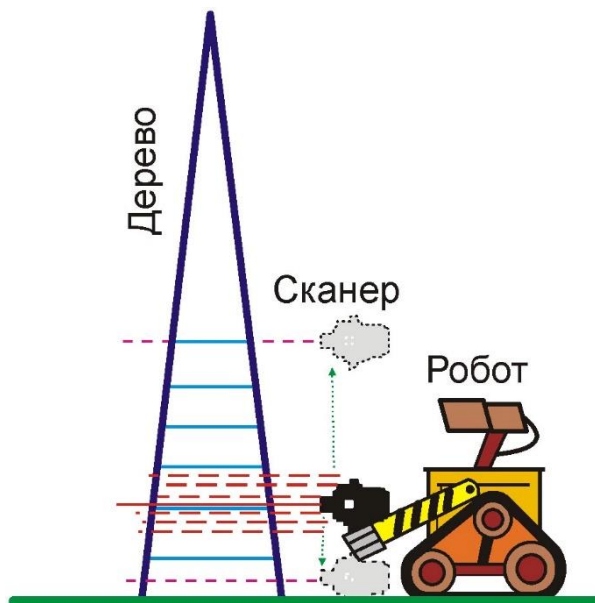


Рис. 1. Процесс сканирования дерева

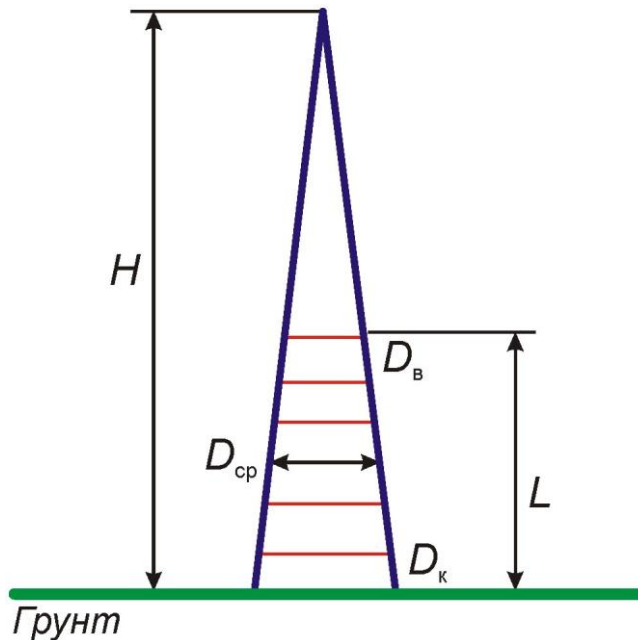


Рис. 2. Расчетная схема объема дерева:
 H – высота дерева; L – высота штамба (трапеции);
 $D_к$, $D_в$ – диаметр комля и верхнего основания трапеции, соответственно;
 $D_{ср}$ – средний диаметр трапеции (штамба)

В некоторых учебниках средний диаметр трапеции (штамба) связывают с расчетным объемом дерева, как в формуле

$$D_{\text{ср.}} = \frac{D_{\text{к}} - D_{\text{в}}}{L} \quad \text{или} \quad V_{\text{д}} = \frac{D_{\text{к}} - D_{\text{в}}}{L} 100. \quad (1)$$

Из формулы (1) следует, что $D_{\text{ср}}$ отличается от $V_{\text{д}}$ неким коэффициентом, который в данном случае равен 100. Эти коэффициенты найдены опытным путем многолетних обмеров стволов дерева.

То есть весь процесс измерения состоит в том, что робот подъезжает к дереву, использует сканер, в котором инфракрасные лучи сканируют ствол. Затем совершает цикл, описанный выше, и отправляется к следующему дереву.

Сам измеритель должен быть очень легок в эксплуатации и не вызывать никаких трудностей при транспортировке. Как и было сказано выше, использование робота должно сводиться к тому, чтобы доставить и включить, а дальше за работу принимается прибор. Так как работа будет проходить в лесистой местности, был поднят вопрос о передвижении и навигации робота в сложных условиях, в его состав должна входить система ориентирования в пространстве, задача которой – минимизация столкновений с препятствиями, возникающими на пути. В отличие от системы позиционирования, сканирующей пространство вокруг на несколько метров, датчики ориентирования способны выявить препятствие в пределах одного метра. Необходима высокая проходимость, которая позволит роботу перемещаться в труднопроходимых участках, для этого подойдут любые гусеницы. Робот должен быть оснащен сканером, который будет измерять ствол дерева в одной проекции.

В представленной работе описана разработка автоматизированной системы сбора таксационных показателей, создание измерителя объема древесины, который поможет избавиться от множества проблем, связанных с ручным измерением, и облегчить данный процесс работникам леса. Проведен анализ методов и разработок получения таксационных показателей и анализ существующих способов и технологий таксационных работ. Осуществлен поиск перспективных путей решения проблемы сбора данных, с использованием информационных технологий.

Список источников

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 17.02.2023).

2. Лесоустроительная инструкция: [утверждена приказом МПР России от 06 февраля 2008 г. № 31 // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL:

www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77100/ (дата обращения: 17.02.2023).

3. Высокие технологии XXI века для аэрокосмического мониторинга и таксации лесов. Задачи исследований и перспективы использования. / И. М. Данилин, Е. М. Медведев, Н. И. АБЭ [и др.] // Лесная таксация и лесоустройство. – Вып. 1 (34). – 2005. – С. 28–38. – URL: http://forest.akadem.ru/Articles/05/danilin_1.pdf (дата обращения: 02.12.2022).

4. Аллометрические модели фитомассы деревьев лиственных пород Евразии и перспективы их использования при дистанционном зондировании лесов. / В. А. Усольцев, Ю. В. Норицина, Д. В. Норицин [и др.] // Эко-потенциал. – №1 (13). – 2016. – С. 7–19. – URL: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/5514/1/Usoltsev.pdf> (дата обращения: 02.12.2022).

5. Якубов, В. П., Сверхширокополосное зондирование лесного полога / В. П. Якубов, Е. Д. Тельпуховский // Журнал радиоэлектроники. – Томский государственный университет, 2002. – № 10. – URL: <http://jre.cplire.ru/alt/oct02/2/text.html> (дата обращения: 02.12.2022).