

7 Гедых В.Б., Маховик И.В. Инновации в восстановлении ягодников посевом // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. – Вып. 68. – Гомель: ИЛ НАНБ, 2008. – С. 587–599.

8 Гримашевич В.В. Рациональное использование пищевых ресурсов леса Беларуси. – Гомель: ИЛ НАНБ, 2002. – 261 с.

9 Руководство по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики (для внедрения в производство). – М.: ВНИИЛМ, 1992. – 54 с.

10 Бордок И.В., Маховик И.В., Моисеева Т.Р. Перспективные для интродукции формы *Vaccinium vitis-idaea* L. аборигенной флоры Беларуси // Лесное хозяйство: тезисы 84-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 182–184.

11 Маховик И.В., Бордок И.В., Моисеева Т.Р. Эколого-фитоценоотические критерии подбора участков для целей реинтродукции голубики топяной и брусники обыкновенной в лесные и болотные экосистемы // Лесные экосистемы: современные вызовы, состояние, продуктивность и устойчивость. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2020. – С. 387–390.



УДК 630*526; 630*527

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ТАКСАЦИИ И УЧЕТА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Минкевич С. И., Стрельцов В. В.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

(г. Минск, Беларусь)

minkevich@belstu.by

В работе представлены краткие результаты анализа новых технологий, технических средств, мобильных приложений для хозяйственного учета и таксации заготовленных круглых лесоматериалов. В лесном хозяйстве разных стран функционируют системы электронного учета заготовленной древесины: в Беларуси – это Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (ЕГАИС), в России – ЕГАИС Лес, Польша – подсистема, являющаяся составной частью отраслевой информационной системы SILP, Эстонии – система учета движения древесины на основе ELVIS и MobiCarnet, Украине – система электронного учета древесины (ЭУД). Новым направлением является применение технологий компьютерного зрения и машинного обучения для определения объема круглых лесоматериалов, коэффициентов полнодревесности. Данные технологии лежат в основе разработки мобильных приложений, позволяющих быстро определять объем лесоматериалов в штабеле или на лесовозе.

В лесном комплексе Беларуси функционирует новая технология электронного учета заготовленных круглых лесоматериалов (КЛМ) – Единая государственная автоматизированная информационная система учета

древесины и сделок с ней (ЕГАИС) [1, 2]. Система направлена на борьбу с незаконной вырубкой лесов, что важно для сохранения лесных ресурсов страны. ЕГАИС обеспечивает контроль за сделками с древесиной, что способствует прозрачности и законности оборота лесных ресурсов; введена в действие в 2021 году в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь №50 от 18 февраля 2021 года. Основные задачи ЕГАИС в белорусском лесном хозяйстве: учет и мониторинг объемов древесины в заготовленном виде на этапах а) заготовки, б) вывозки и (или) транспортировки, в) реализации [1]. В системе регистрируются лесопользователи, лица, оказывающие комплекс услуг (заготовка, вывозка древесины), также вносятся сведения о транспортных средствах. Система помогает обеспечить эффективное управление лесным хозяйством и поддержание устойчивого использования лесных ресурсов в Беларуси [1, 2].

Системы электронного учета заготовленной древесины функционируют также в других странах: например, в России – это Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (ЕГАИС Лес, ЛесЕГАИС), Польше – система учета, контроля заготовки и движения лесопроductии в государственных лесах, которая является главной составной частью отраслевой информационной системы System Informatyczny Lasów Państwowych (SILP), Эстонии – система электронного учета древесины на основе ELVIS и MobiCarnet, которая включает в себя использование электронных путевых листов (e-waybill), Украине – система электронного учета древесины (ЭУД) (Електронний облік деревини) [3–5].

Достаточно новым направлением в развитии технологий электронного учета заготовленных КЛМ является использование лазерных сканирующих рамок (ЛСР) для лесовозов, перевозящих лесоматериалы. ЛСР используются для создания трехмерной модели груза и обеспечения точного учета древесины; могут функционировать на различных этапах учета КЛМ, включая пункты загрузки и разгрузки, а также на контрольно-пропускных пунктах лесного хозяйства и на деревообрабатывающих предприятиях. В Европе такие системы предлагаются компаниями, специализирующимися на лазерном сканировании и геодезическом оборудовании, например Riegl, Leica Geosystems, SCANLAB GmbH и др. По данным разработчиков оборудования и других источников лазерные сканеры и инновационные сканирующие системы могут использоваться в лесном комплексе [6–8]. Новым направлением является использование технологий компьютерного зрения и машинного обучения для определения объема КЛМ: а) использование камер для фиксации изображений, применение алгоритмов анализа изображений, создания трехмерных моделей штабеля сортиментов, в) использование сверточных нейронных сетей для анализа и интерпретации данных с изображений, г) обучение модели на больших наборах данных, д) автоматизация процесса подсчета и измерения.

В работе выполнен анализ доступных (Google Play) мобильных приложений, которые помогают производить вычисление объема КЛМ. По данным разработчиков работа ряда приложений построена на

использовании технологий компьютерного зрения и машинного обучения для определения объема КЛМ (по фотографии (или видео) лесовоза или штабеля путем автоматизированного распознавания торцов бревен). В нашей работе рассмотрены приложения, работающие на операционной системе Android. В таблице 1 приведены краткие результаты анализа данных мобильных приложений для определения объема КЛМ, доступных на Google Play.

Таблица 1 – Общие данные по приложениям с функционалом определения объема заготовленных круглых лесоматериалов, доступных на Google Play

Название мобильного приложения, разработчик	Описание приложения				
	язык интерфейса	доступ	функции	дата последнего обновления	количество скачиваний
1	2	3	4	5	6
Timberlog-Калькулятор, Bojan Zalar	русский	ограниченно бесплатный	расчет объема лесоматериалов и пиломатериалов	09.05.24	более 500 000
Объем лесоматериалов, Sedelnikoff N.	русский	бесплатный	расчет объема круглых лесоматериалов на лесовозах и в штабелях	17.07.23	более 100 000
Расчет кубатуры Lite, Mobile Shift	русский	ограниченно бесплатный	расчет объема круглых лесоматериалов, досок и оцилиндрованной древесины	15.09.24	более 100 000
Калькуляторы для древесины, Timberpolis & Drevari	русский	ограниченно бесплатный	расчет объема круглых лесоматериалов, регистрация лесоматериалов	31.03.23	более 100 000
Wood Calculator, Aman Kumar Pandit	английский	бесплатный	расчет объема лесоматериалов	19.06.24	более 10 000
Fosize, Fosize PSA	русский	ограниченно бесплатный (ранний доступ)	расчет объема круглых лесоматериалов по фото	27.05.24	более 5 000
CubaLogs timber volume calc, Igor Mele	английский	бесплатный	расчет объема и стоимости круглых лесоматериалов	16.10.22	более 5 000
Smart Timber, LLC Computer Vision Systems	русский	ограниченно бесплатный	расчет объема круглых сортиментов по фото	04.06.24	более 1 000
TallyExpress, Fordaq Software Solutions	английский	бесплатный	расчет объема пиломатериалов по фото	01.02.24	более 1 000
NeuroWood, NeuroWood	русский	не доступно на территории РБ	расчет объема круглых сортиментов по фото	20.05.23	более 1 000
Timbeter, Timbeter Ltd	русский	не доступно на территории РБ	расчет объема круглых сортиментов по фото	06.09.23	более 50 000

Как видно из таблицы 1, почти все приложения имеют бесплатный

доступ и русский язык интерфейса. Например, приложения «Timberlog», «Калькуляторы для древесины» «Smart Timber» и «Расчет кубатуры Lite» имеют как бесплатные, так и платные функции. Кроме того, каждое из представленных приложений основано на ГОСТ 2708–75 «Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов», который используется в Республике Беларусь для определения объема круглых лесоматериалов.

Исходя из количества скачиваний наиболее популярным приложением является Timberlog (более 500 000) (определение объема по данным ручного обмера); программа достаточно часто обновляется, дата последнего обновления – 09.05.2024. Приложение Smart Timber имеет функцию сканирования и анализа снимков штабеля для определения количества бревен в штабелях и на лесовозах, а также измерения их диаметров и автоматического расчета объема на основании номинальных значений диаметра и длины лесоматериала.

В Google Play представлены также такие приложения, как NeuroWood и Timbeter, которые также имеют функцию определения объема штабеля по фотографии, однако они не доступны для скачивания на территории Республики Беларусь.

Следует обратить внимание на приложение FOSIZE, которое еще находится в разработке, но уже работает и доступно для скачивания. Также как и «Smart Timber», система определяет объем круглых лесоматериалов путем обработки данных фотографии штабеля, рядом с которым установлен эталон. По данным разработчиков, система Fosite обеспечивает высокую точность замеров и определения объемов на основе алгоритмов распознавания изображений. Для максимально точного измерения доступна ручная корректировка распознанных объектов и контура штабеля, есть возможность добавления и удаления объектов [8].

По данным разных источников, качество укладки лесоматериалов в штабеле (выровненность торцов и пр.), качество фотографии, условия съемки могут повлиять на точность результата. Использование мобильных приложений может быть незаменимым помощником (как вспомогательный инструмент) для определения объема круглых лесоматериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О ЕГАИС | УП «Белгослес» [Электронный ресурс]. – URL: https://belgosles.by/?page_id=6068 (дата обращения 23.06.2024).
2. Минкевич, С. И. Система электронного учета заготовленной лесопроductии в лесном хозяйстве Беларуси / С. И. Минкевич, М. В. Балакир, В. А. Концевич // Цифровые технологии в лесной отрасли: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 19–20 мая 2022 г. – Воронеж: / отв. ред. С. М. Матвеев; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2022 – С. 28–35.
3. Минкевич, С. И. Таксация и хозяйственный учет заготовленных круглых лесоматериалов: история и современность / С. И. Минкевич, Н. П.

Демид, В. В. Коцан, П. В. Севрук, М. В. Балакир // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 2 (258). – С. 5–19.

4. Вицега Р. Р, Минкевич С. И. Анализ опыта внедрения и использования систем электронного учета заготовленной древесины в европейских странах // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2018. №2. С. 5–12.

5. Digital revolution in the Estonian forestry and wood industry // Estonian Timber. URL: <https://estoniantimber.ee/best-practices/digital-revolution-in-the-estonian-forestry-and-wood-industry/> (дата обращения 23.06.2024).

6. Лазерные сканеры и сканирующие системы // АРТГЕО. URL: <https://art-geo.ru/catalog/> (дата обращения 23.06.2024).

7. 3D laser scanning solutions for surveyors // Leica Geosystems. URL: <https://leica-geosystems.com/ru/industries/pure-surveying/surveying-solutions/3d-laser-scanning-solutions-for-surveyors> (дата обращения 23.06.2024).

8. Измерение объема круглого леса // FOSIZE. URL: <https://fosize.com/ru#> (дата обращения 23.06.2024).

