

DOI: 10.58168/OpEq2025_12-19

УДК 625.8:630

**ПРОГРАММА ДЛЯ АНАЛИЗА РАЗМЕРНО-КАЧЕСТВЕННЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСОПРОДУКЦИИ, ЗАГОТОВЛЕННОЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН**
PROGRAM FOR ANALYSIS OF DIMENSIONAL AND QUALITY
CHARACTERISTICS OF FOREST PRODUCTS HARVESTED USING MULTI-
OPERATION FOREST MACHINES

Баканач Егор Александрович

магистрант кафедры технологии лесозаготовительных производств

СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, Россия

Угрюмов Сергей Алексеевич

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой технологии лесозаготовительных производств

СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, Россия

Bakanach Egor Aleksandrovich

Master's student, Department of Technology of Logging Production

Saint Petersburg State Forest Engineering University, Saint Petersburg, Russia

Ugryumov Sergey Alekseevich

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Technology of Logging Production

SPbGLTU, Saint Petersburg, Russia

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос использования программных продуктов для анализа и визуализации отчетных данных, полученных с бортовых компьютеров многооперационных лесных машин. Предложена программа, позволяющая оценить статистические характеристики основных размерных

параметров заготовленной древесины, визуализировать данные о диаметрах и процентном соотношении сортиментов по породам заготовленных сортиментов, визуализировать схемы раскряжевки каждого заготовленного дерева.

Abstract. In the article considers the issue of using software products for the analysis and visualization of reporting data obtained from on-board computers of multi-functional forest machines. A program is proposed that allows one to evaluate the statistical characteristics of the main dimensional parameters of harvested timber, visualize data on diameters and percentage ratios of assortments by species of harvested assortments, and visualize cross-cutting schemes for each harvested tree.

Ключевые слова: программа, древесина, сортимент, заготовка, многооперационная лесная машина, статистические характеристики.

Keywords: program, timber, assortment, procurement, multi-operational forest machine, statistical characteristics.

В России основная часть древесины заготавливается в сортиментах по скандинавской технологии с применением многооперационных лесных машин, оснащенных программным обеспечением для контроля объема и размерно-качественных характеристик заготовленной древесины, а также иных технических параметров функционирования машин [1].

Вопрос своевременного контроля размерно-качественных характеристик заготовленной древесины, на основе которого можно оперативно корректировать работу лесозаготовительной техники, является актуальным, а его решение позволяет повысить эффективность лесозаготовки с уменьшением издержек производства [2].

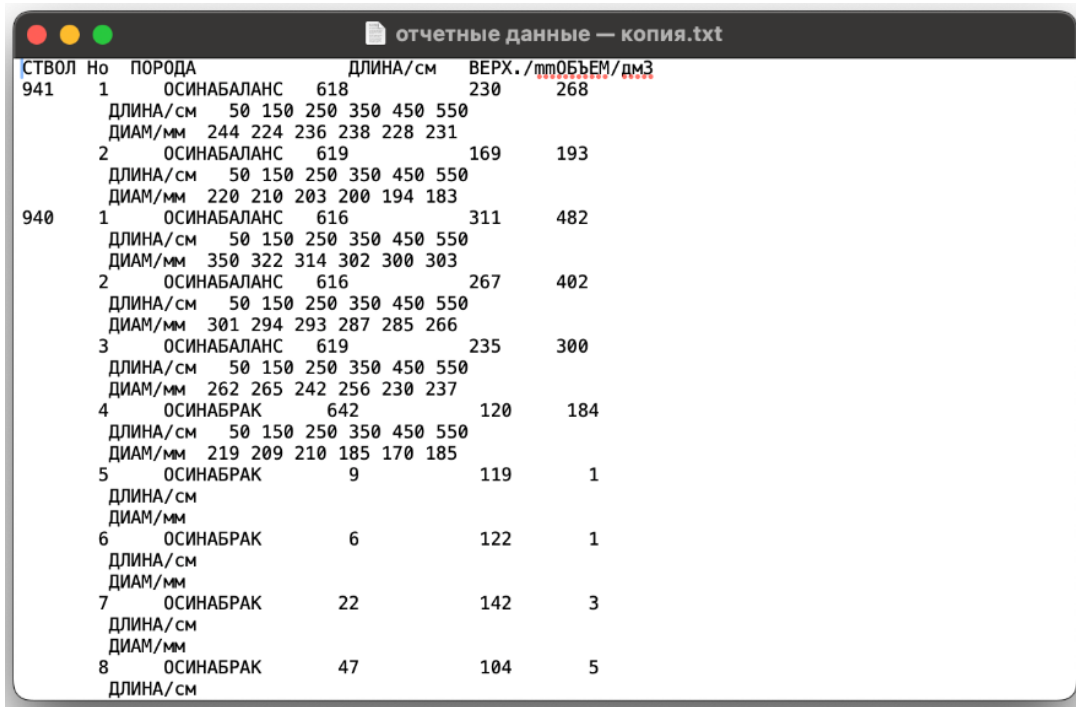
Производители многооперационных лесных машин снабжают их программными продуктами собственной разработки. Отечественное программного обеспечение, которое позволяло бы оперативно анализировать размерные и качественные параметры заготовленной древесины, на рынке не представлено.

Для анализа и визуализации отчётных данных, полученных с бортовых систем валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин, создана программа, которая может использоваться как приложение для сотрудников лесозаготовительных предприятий [3]. Программа позволяет производить систематизацию данных по отчетным файлам, полученных с бортовых систем валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин и визуализировать их.

Программа написана на языке Python (версия – 3,9) с использованием следующих библиотек:

- Numpy для работы с многомерными массивами и матрицами;
- Matplotlib для визуализации данных двумерной графикой;
- PyQt5 для создания графических интерфейсов;
- Re для работы с регулярными выражениями;
- Pandas для обработки и анализа данных.

Исходные данные загружаются из отчетных файлов бортовых компьютеров многооперационных лесных машин (рис. 1).



СТВОЛ	Но	ПОРОДА	ДЛИНА/см	ВЕРХ./мм	ОБЪЕМ/дм3
941	1	ОСИНАБАЛАНС	618	230	268
		ДЛИНА/см	50 150 250 350 450 550		
		ДИАМ/мм	244 224 236 238 228 231		
	2	ОСИНАБАЛАНС	619	169	193
		ДЛИНА/см	50 150 250 350 450 550		
		ДИАМ/мм	220 210 203 200 194 183		
940	1	ОСИНАБАЛАНС	616	311	482
		ДЛИНА/см	50 150 250 350 450 550		
		ДИАМ/мм	350 322 314 302 300 303		
	2	ОСИНАБАЛАНС	616	267	402
		ДЛИНА/см	50 150 250 350 450 550		
		ДИАМ/мм	301 294 293 287 285 266		
	3	ОСИНАБАЛАНС	619	235	300
		ДЛИНА/см	50 150 250 350 450 550		
		ДИАМ/мм	262 265 242 256 230 237		
	4	ОСИНАБРАК	642	120	184
		ДЛИНА/см	50 150 250 350 450 550		
		ДИАМ/мм	219 209 210 185 170 185		
	5	ОСИНАБРАК	9	119	1
		ДЛИНА/см			
		ДИАМ/мм			
	6	ОСИНАБРАК	6	122	1
		ДЛИНА/см			
		ДИАМ/мм			
	7	ОСИНАБРАК	22	142	3
		ДЛИНА/см			
		ДИАМ/мм			
	8	ОСИНАБРАК	47	104	5
		ДЛИНА/см			

Рисунок 1 – Отчетные данные, экспортированные из бортового компьютера многооперационной лесной машины

Программа обрабатывает файлы отчетных данных и позволяет решить следующие задачи:

- визуализировать данные о диаметрах по каждому виду сортиментов в форме гистограммы;
- визуализировать процентное соотношение сортиментов по породам с использованием круговой диаграммы;
- визуализировать схемы раскряжевки каждого заготовленного дерева;
- рассчитать статистические показатели диаметров, длин и объемов заготовленных сортиментов;
- визуализировать данные о среднем сбеге деревьев по породам.

Программа имеет несколько рабочих вкладок. При выборе вкладки «Диаметры» появляется выпадающий список сортиментов. После выбора сортимента происходит генерация столбчатой диаграммы, с помощью которой можно изучить долю диаметрических групп (группировка происходит по 20 мм) от общего объема соответствующего сортимента. На рис. 2 приведен пример распределения диаметров осинового баланса. Как можно заметить, распределение визуально близко к распределению Гаусса-Лапласа (нормальному распределению).

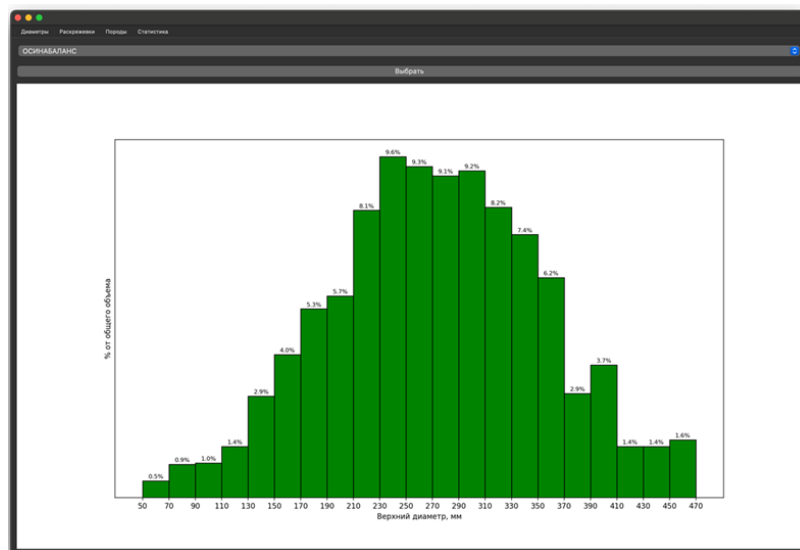


Рисунок 2 – Пример распределения диаметров заготовленных сортиментов

При выборе вкладки «Раскряжевки» появляется текстовое поле, в которое пользователю необходимо ввести номер заготовленного многооперационной машиной дерева. После нажатия кнопки «Выбрать» происходит визуализация схемы раскря соответствующего дерева, или хлыста (рис. 3). Красной пунктирной линией отмечены места распила, сверху указан зафиксированный диаметр в этом месте в миллиметрах. В центре каждого сортимента указана его длина в сантиметрах.

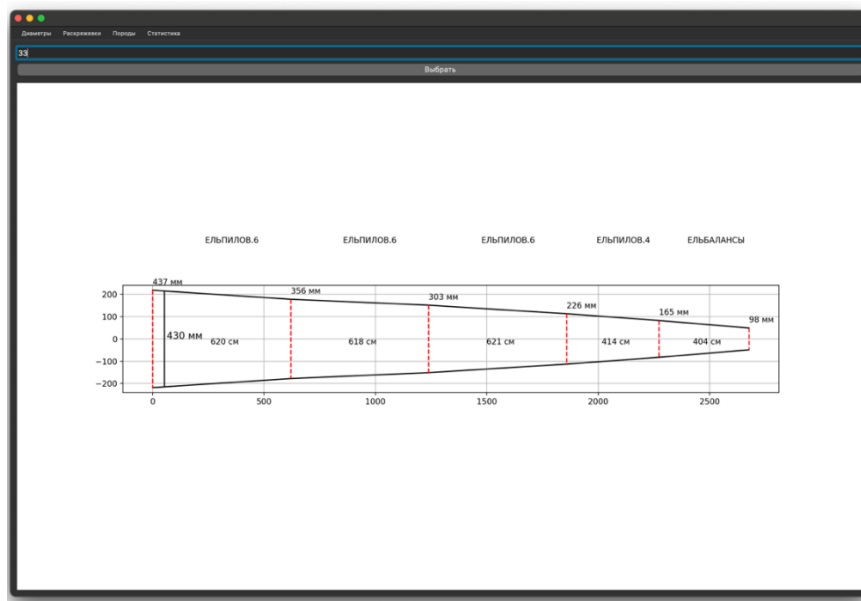


Рисунок 3 – Пример визуализации схемы раскря хлыста

Дополнительной функцией является определение диаметра в любой точке хлыста (на рис. 3 это 430 мм). Расчет диаметра в определенной точке рассчитывается с помощью функции в библиотеке NumPy, которая выполняет одномерную линейную интерполяцию для набора заданных данных точек. Она оценивает значение функции в промежуточных точках на основе известных дискретных значений. По причине отсутствия в отчетных данных информации о диаметре ствола в месте первого распила, это значение рассчитывается для каждого ствола с учетом его среднего сбega и длины первого сортимента (на рис. 3 это значение 437 мм).

При выборе вкладки «Породы» появляется выпадающий список пород. После выбора сортимента необходимо нажать кнопку «Выбрать» и генерируется круговая диаграмма, с помощью которой можно изучить долю заготовленных сортиментов конкретных пород (рис. 4).

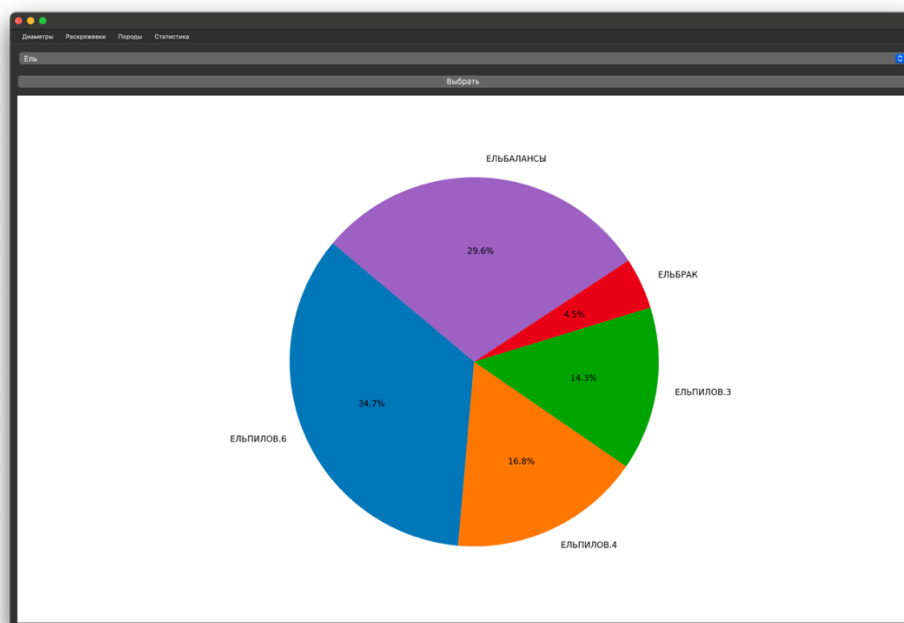


Рисунок 4 – Пример отображения соотношения заготовленной древесины по породам

Во вкладке «Статистика» отображаются рассчитанные статистические показатели по длинам, диаметрам и объемам заготовленных сортиментов – среднее значение, стандартное среднеквадратическое отклонение, дисперсия, коэффициент вариации, полное поле рассеивания, ошибка среднего арифметического, средняя квадратическая ошибка, показатель точности, оценка достоверности статистических характеристик, максимальное и минимальное значение, значение асимметрии и эксцесса. На рис. 5 приведен пример оценки статистических характеристик для трех показателей – по длинам, по объемам и по диаметрам заготовленных сортиментов.

Данные по длинам сортиментов:	Данные по объемам:	Данные по диаметрам:
Средняя длина : 413.2 см	Средний объем сортиментов: 120.2 дм ³	Средний диаметр сортиментов: 175.0 мм
Стандартное квадратическое отклонение : 0.9 см	Стандартное квадратическое отклонение : 28.5 дм ³	Стандартное квадратическое отклонение : 20.6 мм
Дисперсия: 0.9 см	Дисперсия: 809.6 дм ³	Дисперсия: 425.7 мм
Коэффициент вариации: 0.22 %	Коэффициент вариации: 23.68 %	Коэффициент вариации: 11.79 %
Поле рассеивания: 410.46 - 416.03 см	Поле рассеивания: 34.82 - 205.55 дм ³	Поле рассеивания: 113.14 - 236.94 мм
Ошибка среднего арифметического: 0.03	Ошибка среднего арифметического: 1.02	Ошибка среднего арифметического: 0.74
Средняя квадратическая ошибка: 0.02	Средняя квадратическая ошибка: 0.72	Средняя квадратическая ошибка: 0.52
Показатель точности: 0.008 %	Показатель точности: 0.848 %	Показатель точности: 0.422 %
Проверка достоверности статистических характеристик: 12426 >> 3	Проверка достоверности статистических характеристик: 118 >> 3	Проверка достоверности статистических характеристик: 237 >> 3
Максимальное значение: 416 см	Максимальное значение: 214 дм ³	Максимальное значение: 241 мм
Минимальное значение: 412 см	Минимальное значение: 80 дм ³	Минимальное значение: 148 мм
Значение асимметрии: 0.44	Значение асимметрии: 0.99	Значение асимметрии: 0.84
Значение эксцесса: 0.01	Значение эксцесса: 0.86	Значение эксцесса: 0.25

Рисунок 5 – Пример расчета статистических характеристик

К примеру, изучив данные рис. 5, можно заметить, что длина заготовленного елового пиловочника варьируется от 412 до 416 см, а средняя длина составляет 413 см. Можно сделать вывод, что припуск составляет 3...4% от номинальной длины (4 м), что значительно превышает значения по ГОСТ 9463-88.

Также можно заметить, что коэффициент вариации по всем характеристикам меньше 30%, поэтому статистическая совокупность считается однородной. Это означает, что большинство вариантов находится недалеко от средней, и найденное значение достоверно характеризует центральную тенденцию совокупности.

Таким образом, представленная программа позволяет упростить процесс анализа отчетных данных с бортовых систем многооперационных лесных машин и визуализировать полученные данные в удобном виде.

Список литературы

1. Мануковский А.Ю. Программные комплексы современных лесных машин / А.Ю. Мануковский, М.В. Зорин, С.Е. Рудов, О.А. Куницкая, И.В. Григорьев // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей. – Казань: ООО «КОНВЕРТ», 2020. – С. 57-59.

2. Герасимов Ю.Ю. Производительность харвестеров на сплошных рубках / Ю.Ю. Герасимов, В.А. Сенькин, К. Вяятайнен // Resources and Technology, 2012. – №2. – Т. 9. –С. 82–93.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025617886 RU. Программа для анализа и визуализации отчётных данных валочно-сучкорезно-раскряжевых машин / Е.А. Баканач, С.А. Угрюмов; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова; заявл. 27.03.2025, опубл. 31.03.2025, Бюл. № 4. – 1 с.

References

1. Manukovsky A.Yu. Software packages for modern forestry machines / A.Yu. Manukovsky, M.V. Zorin, S.E. Rudov, O.A. Kunitskaya, I.V. Grigoriev // Priority areas of innovation activity in industry: a collection of scientific articles. – Kazan: ООО «CONVERT», 2020. – PP. 57-59.

2. Gerasimov Yu.Yu. Productivity of harvesters in clearcuts / Yu.Yu. Gerasimov, V.A. Senkin, K. Väätainen // Resources and Technology, 2012. – No. 2. – V. 9. – PP. 82-93.

3. Certificate of state registration of computer program No. 2025617886 RU. Software for analysis and visualization of reporting data of felling-knocking-bucking machines / E.A. Bakanach, S.A. Ugryumov; applicant and patent holder Saint-Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov; declared 27.03.2025, published 31.03.2025, Bull. № 4. – 1 p.