

3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВОК

УДК 630*812

Е.А. Баканач, С.А. Угрюмов

АНАЛИЗ РАБОТЫ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Введение. Анализ отчетных данных лесозаготовительных машин является важным и актуальным направлением исследований в сфере лесопромышленного комплекса. В России основная часть древесины заготавливается с применением многооперационных лесных машин (харвестеров и форвардеров) по скандинавской технологии. Такие машины оборудованы бортовыми компьютерами для контроля объема, размеров и классификации качества и породы заготавливаемой древесины [Мануковский и др., 2020].

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 [Уразова, Васильев, 2020].

В условиях спада российской экономики из-за воздействия масштабных внешнеторговых и финансовых санкций и ограничений произошло нарушение работы всех промышленных комплексов России, в том числе лесопромышленного [Цатрян, 2023; Галактионов и др., 2024].

По данным Росстата объемы лесозаготовок с 2021 по 2024 гг. снизились примерно на 20%. В 2021 г. было заготовлено 233 млн м³ круглых лесоматериалов, в 2022 г. – 195 млн м³, в 2023 г. – 186...190 млн м³, в 2024 г. – 195 млн м³ [Лесопромышленный..., 2025]. Аналогично, примерно в такой же пропорции, уменьшилось производство продукции деревопереработки.

Европейские санкции и разрыв торгово-технологических связей стали одними из главных негативных факторов, которые осложнили развитие лесопромышленной отрасли. В частности, с 2022 г. был запрещен экспорт лесопродукции в Европу, что заставило предприятия переориентироваться на другие рынки (к примеру, китайский).

В настоящее время наблюдается относительно небольшое увеличение объемов заготовки и переработки древесины, что объясняется, во-первых, оживлением внутреннего спроса после стагнации в 2022–2023 гг., значительным увеличением экспорта лесопродукции в страны СНГ, прежде всего в Казахстан и Узбекистан, поиском партнеров в нейтральных странах и ростом экспорта в этом направлении. Динамика экспорта лесопродукции через третьи страны претерпела значительные изменения после введения санкций. Основной тренд – переориентация экспорта с европейского направления на азиатские рынки, прежде всего Китай. Также вырос экспорт в Турцию, ОАЭ, Гонконг, Корею, Иран, Таиланд, Малайзию, Ливан, Израиль, Индию, Монголию.

В России около 80% древесины заготавливается в круглом виде по сортиментной скандинавской технологии с применением многооперационных валочно-сучкорезно-раскряжевых машин, оснащенных программным обеспечением для контроля объема и размерно-качественных характеристик заготовленной древесины, а также иных параметров [Инновационные..., 2015].

Проблема повышения качества учета, контроля размерно-качественных характеристик древесины, получаемой в процессе лесозаготовки, является одним из основных аспектов в условиях рыночных отношений для лесозаготовительных предприятий и является фактором регулирования издержек производства [Герасимов и др., 2012].

Зарубежные производители многооперационных лесных машин (к примеру, Ponsse, John Deere, Komatsu и т.д.) снабжают свою технику программным обеспечением собственной разработки для сбора и мониторинга данных о заготовке. Однако поддержка этого программного обеспечения отсутствует в РФ в условиях санкций, при этом отечественного альтернативного программного обеспечения для анализа отчетных данных харвестеров на рынке нет. Дефицит собственных отечественных решений повышает риски технологической зависимости от зарубежных производителей и снижает конкурентоспособность отрасли в целом.

Требуется разработка новых инструментов обработки данных, генерируемых в процессе лесозаготовки, что соответствует приоритетным направлениям научно-технологического развития России, согласно новой Стратегии научно-технологического развития РФ (утвержденной Указом Президента РФ № 145 от 28.02.2024 г.).

В настоящее время отсутствует программное обеспечение, которое можно было бы применять на российских предприятиях для обработки отчетных данных с различных харвестеров. Каждое фирменное программное

обеспечение (Timbermatic от John Deere, Opti от Ponsse и т.д.) имеет собственную архитектуру и закрытый характер. Это затрудняет итоговый анализ, особенно если в парке организации присутствуют машины разных производителей. Имеющиеся отчеты в бортовых компьютерах многооперационных лесозаготовительных машин в основном представлены в текстовом виде и включают в себя минимальное количество информации, что не всегда удобно и полезно. В связи с этим требуется разработка собственного программного обеспечения на основе алгоритма анализа отчетных файлов, полученных с бортовых компьютеров, который включает в себя парсинг данных, расчет ключевых статистических показателей (распределения диаметров, длин, объемов, средний сбег стволов, схемы раскряжевок и др.).

Целью работы является исследование эффективности работы многооперационных лесных машин применительно к типичным условиям Северо-Западного Федерального округа путем анализа отчетных данных из бортовых компьютеров.

Объект исследования – процесс заготовки древесины по скандинавской технологии с применением многооперационных лесных машин (харвестер и форвардер).

Предмет исследования – размерно-качественные характеристики заготовленных сортиментов из отчетных данных, полученных из бортовых компьютеров многооперационных лесных машин.

Методика исследования. В ходе исследования были изучены размерные параметры сортиментов, заготовленных с применением валочно-сучкорезно-раскряжечных машин на базе гусеничных экскаваторов Caterpillar и Komatsu с харвестерной головкой LogMax 6000, оснащенных бортовыми компьютерами Parker Motomit IT 6,5 и осуществляющих лесозаготовки в Ленинградской области и Республике Карелия. Были проанализированы отчетные данные лесозаготовок в Волховском, Лодейнопольском, Подпорожском и Олонецком лесничествах.

Для анализа и визуализации отчетных данных с бортовых компьютеров многооперационных лесных машин составлена программа на языке Python (версия 3.9), которая может быть использована как как рабочее приложение для сотрудников лесозаготовительных предприятий [Баканач, Угрюмов, 2025]. Программа позволяет обрабатывать массивы данных из файлов, выгруженных из бортовых компьютеров в формате stm., производить систематизацию полученных данных, выполнять расчет статистиче-

ских характеристик анализируемых параметров работы машин, а также визуализировать их в виде схем и графиков.

Массивы данных, характеризующие работу лесозаготовительной машины, экспортируются в данную программу (рис. 1).

Столб №	Порода	Длина/см	Верх./м³/м³
941	ОСИНАБАЛАНС	618	238
	Длина/см	50 150 250 350 450 550	268
	Диаметр/мм	244 224 236 238 228 231	
2	ОСИНАБАЛАНС	619	169
	Длина/см	50 150 250 350 450 550	193
	Диаметр/мм	220 210 203 200 194 183	
940	ОСИНАБАЛАНС	616	311
	Длина/см	50 150 250 350 450 550	482
	Диаметр/мм	358 322 314 302 300 303	
2	ОСИНАБАЛАНС	616	267
	Длина/см	50 150 250 350 450 550	482
	Диаметр/мм	381 294 293 287 285 266	
3	ОСИНАБАЛАНС	619	235
	Длина/см	50 150 250 350 450 550	380
	Диаметр/мм	262 265 242 256 238 237	
4	ОСИНАБРАК	642	120
	Длина/см	50 150 250 350 450 550	184
	Диаметр/мм	219 209 210 185 170 185	
5	ОСИНАБРАК	9	119
	Длина/см		1
	Диаметр/мм		
6	ОСИНАБРАК	6	122
	Длина/см		1
	Диаметр/мм		
7	ОСИНАБРАК	22	142
	Длина/см		3
	Диаметр/мм		
8	ОСИНАБРАК	47	184
	Длина/см		5

Рис. 1. Отчетные данные, экспортированные из бортового компьютера многооперационной лесной машины

Fig. 1. Report data exported from the on-board computer of a multi-purpose forest machine

Программа позволяет обработать и систематизировать загруженные массивы данных, а также вывести итоговую информацию о распределении диаметров заготовленных сортиментов, объема и породного состава заготовленной древесины, визуализировать схемы раскряжевки каждого заготовленного дерева. Кроме того, программа позволяет определить показатель сбega каждого заготовленного сортимента, а также визуализировать данные о среднем сбеге в зависимости от породного состава древесины.

Результаты исследований.

После обработки полученных файлов с помощью языка программирования Python и библиотек NumPy, Re, Matplotlib было определено соотношение заготовленных хвойных и лиственных пород древесины по лесничествам (рис. 2).

Как можно заметить, на лесосеке Волховского лесничества абсолютно преобладают хвойные породы (более 95%). В Лодейнопольском лесничестве, наоборот, наблюдается преобладание лиственных пород, а именно неликвидной и низкокачественной осины. В Подпорожском лесничестве ситуация аналогичная, но доля хвойных пород заметно больше. На лесосеке Олонецкого лесничества доля хвойных пород составляет почти 60%.

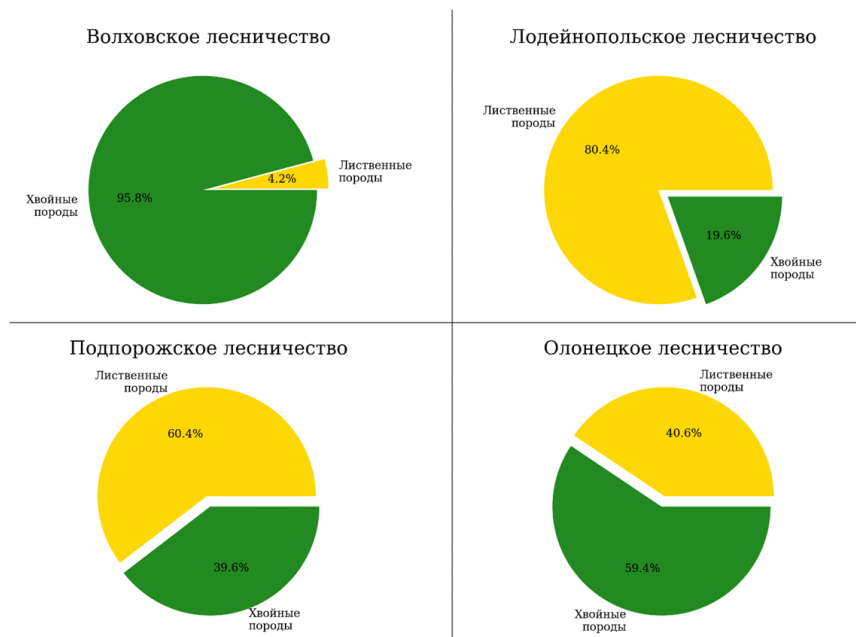


Рис. 2. Структура заготовленной древесины
Fig. 2. Structure of harvested wood

На рис. 3 представлена структура заготовленной пиловочной и балансовой древесины хвойных пород по лесничествам.

Выход наиболее дорогостоящей пиловочной древесины выше на лесосеке в Волховском лесничестве. Это может быть связано с качественными показателями леса, почвы, а также с квалификацией работающих на лесосеке операторов.

Наименьшая доля пиловочной древесины – на лесосеках Лодейнопольского лесничества, две трети от объема всей заготовленной хвойной древесины. Доля хвойного пиловочника в Лодейнопольском лесничестве составляет менее 13% от общего объема, что приводит к низкой рентабельности лесозаготовительных работ. Доля пиловочника хвойных пород в Подпорожском лесничестве – более 74%, в Олонецком – почти 71%.

После обработки массивов данных по раскряжевке каждого ствола хвойных пород была составлена столбчатая гистограмма, показывающая долю объема пиловочника, получаемого от объема всего ствола (рис. 4).

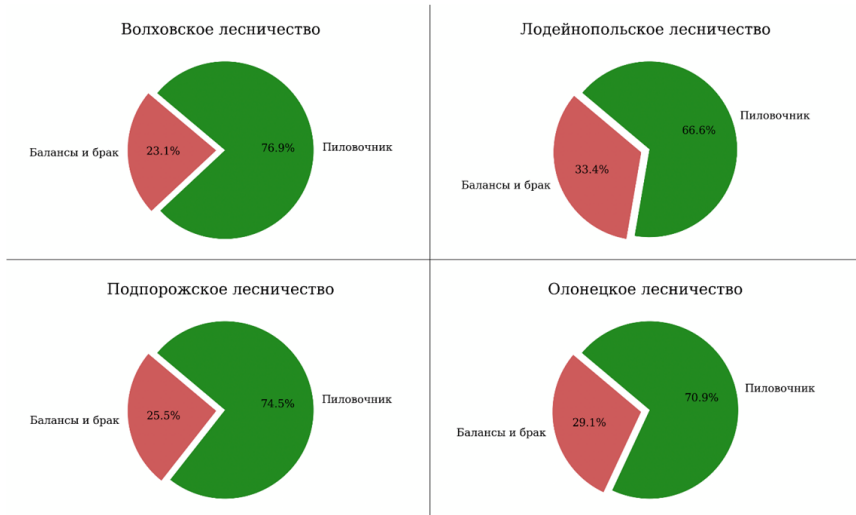


Рис. 3. Соотношение заготовленной пиловоочной и балансовой древесины
Fig. 3. Ratio of harvested sawn and balance wood

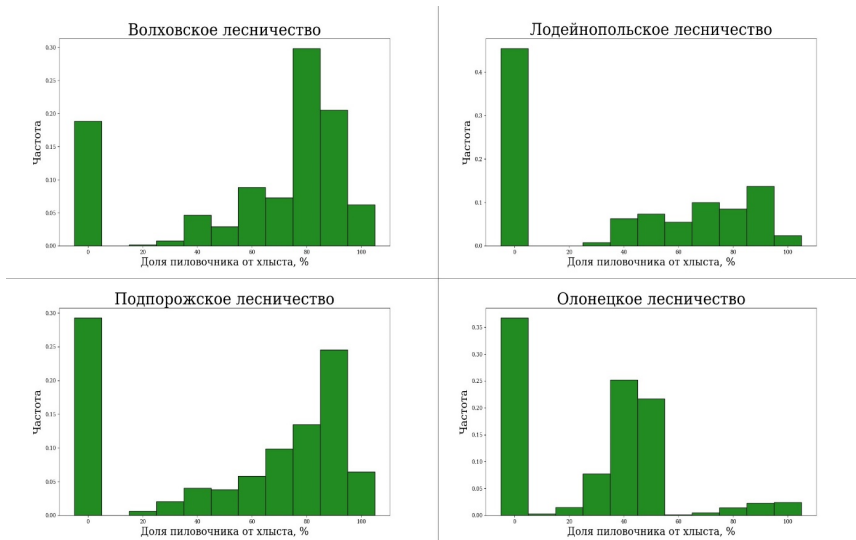


Рис. 4. Частота долей объема пиловоочника от объемов стволов
Fig. 4. Frequency of sawlog volume fractions by trunk volume

Доля стволов, которые были раскряжеваны только на балансы, а также на порубочные остатки – 18% в Волховском лесничестве, 29% в Подпорожском лесничестве, 36% в Олонецком лесничестве, 43% в Лодейнопольском лесничестве.

В большинстве лесничеств преобладает доля стволов, которые были раскряжеваны на 80...90% от объема ствола на пиловочник, но в Олонецком лесничестве этот показатель сильно ниже (40...50% от объема ствола). Это может быть объяснено отсутствием плана заготовки тонкомерного пиловочника и особенностями размерно-качественных характеристик леса.

На следующем этапе были рассмотрены преобладающие схемы раскряжки стволов хвойных пород (рис. 5).

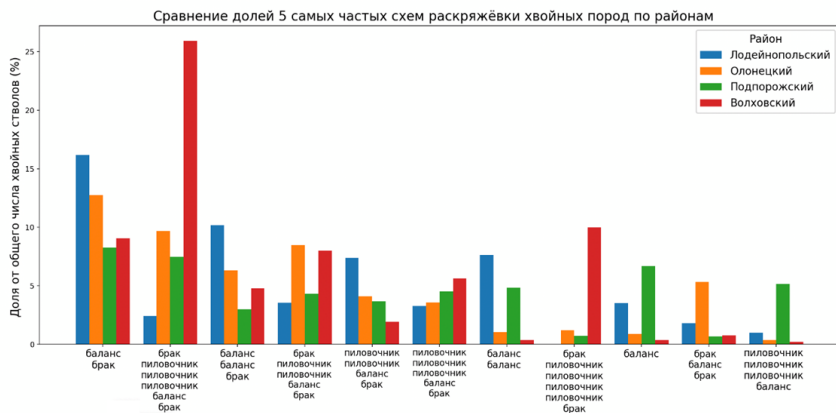


Рис. 5. Преобладающие схемы раскряжки стволов хвойных пород

Fig. 5. Predominant patterns of cutting coniferous tree trunks

Наиболее часто встречающиеся схемы раскряжки в Волховском районе:

1. брак, пиловочник, пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 25,9% (более четверти всех хвойных стволов имеют такую раскряжѣвку: дефектный участок → три пиловочных бѣвна → баланс → порубочные остатки);
2. брак, пиловочник, пиловочник, пиловочник, пиловочник, брак – 10,0%;
3. баланс, брак – 9,1%;
4. брак, пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 8,0%;
5. пиловочник, пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 5,6%;

В Волховском районе самая частая схема – с тремя пиловочниками – встречается значительно чаще, чем любая другая схема раскряжевки во всех остальных районах. Здесь отмечена наибольшая частота схем раскряжевок, включающих пиловочную древесину.

Наиболее часто встречающиеся схемы раскряжевки в Подпорожском районе:

1. баланс, брак – 8,3%;
2. брак, пиловочник, пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 7,5%;
3. баланс – 6,7% (единственный сортимент из каждого такого ствола – баланс);
4. пиловочник, пиловочник, пиловочник, баланс – 5,2%;
5. баланс, баланс – 4,8%.

Для Подпорожского района характерна наибольшая доля стволов, полностью состоящих из одного вида сортимента (только баланс).

Наиболее часто встречающиеся схемы раскряжевки в Олонецком районе:

1. баланс, брак – 12,8% от хвойных стволов;
2. брак, пиловочник, пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 9,7%;
3. брак, пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 8,5%;
4. баланс, баланс, брак – 6,3%;
5. брак, баланс, брак – 5,3%.

В Олонецком районе первая по частоте схема раскряжевки такая же, как и в Лодейнопольском – баланс с последующим браком (порубочные остатки). Далее преобладают схемы, начинающиеся с откомлевки, после чего идет пиловочная древесина, далее один баланс, а в конце брак – порубочные остатки.

Наиболее часто встречающиеся схемы раскряжевки в Лодейнопольском районе:

1. баланс, брак – 16,2% (в каждом шестом хвойном стволе сначала получается баланс, а оставшаяся часть идет в порубочные остатки);
2. баланс, баланс, брак – 10,2% (две последовательные балансовые части, затем отход);
3. баланс, баланс – 7,6% (два баланса из ствола, без порубочных остатков, вероятно, остаток ствола имеет минимальные размерные характеристики);
4. пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 7,4% (из ствола получено два пиловочника, затем баланс, оставшийся конец ствола пошел в отходы);
5. брак, пиловочник, пиловочник, баланс, брак – 3,6% (ствол начинается с откомлевки, затем два пиловочника, баланс и остаток идет в брак).

Схема раскряжевки «баланс-брак» часто присутствует во всех четырех районах, однако доля таких стволов различается от 8...9% в Подпорожском и Волховском районах до 16% в Лодейнопольском (где такая схема является наиболее распространённой). В то же время схема раскряжевки, начинающаяся с брака в виде откомлевки и включающая три пиловочных сортимента, а затем баланс и порубочные остатки (брак, пиловочник, пиловочник, пиловочник, баланс, брак) доминирует в Волховском районе (около 26%, значительно больше, чем иные схемы в других районах).

Аналогично, схема раскряжевки брак-пиловочник-пиловочник-пиловочник-пиловочник-брак (вместо баланса, как в предыдущей схеме, идет мелкий пиловочник) занимает второе место в Волховском районе (примерно 10%) и встречается гораздо реже в остальных районах.

В Лодейнопольском районе заметна относительно высокая доля схем раскряжевки, целиком состоящих из баланса (например, баланс-баланс – около 7,6%, баланс-баланс-брак – около 10%). В Подпорожском районе выделяется присутствие схем раскряжевки из одного лишь баланса (около 6,7%), чего не наблюдается в других районах.

В Олонецком районе доминирует схема раскряжевки «баланс-брак» (12,8%), далее идут комбинации с пиловочником, начинающиеся с откомлевки, как и в Волховском районе.

Таким образом, распределение схем раскряжевки хвойных пород древесины значимо различается по районам. Волховский район отличается заготовкой значительно большей доли стволов с несколькими пиловочными сортиментами, тогда как в Лодейнопольском и Подпорожском районах чаще вырабатываются балансовые сортименты.

На рис. 6 приведена частота встречаемости откомлевок стволов, а также пиления вершины ствола на порубочные остатки.

Самый высокий процент откомлевок – в Волховском районе, 66%, то есть у каждых 2 из 3 стволов выполнена откомлевка. Встречаемость откомлевок в Олонецком районе чуть ниже (57%), в Подпорожском районе – 36%, а в Лодейнопольском – 25%.

На следующем этапе рассмотрены стволы, вершины которых были распилены на порубочные остатки и классифицированы оператором в качестве брака. Была рассчитана частота стволов, в которых вершина была распилена только на 1 брак, на 2 брака и так далее. Результаты приведены на рис. 7.

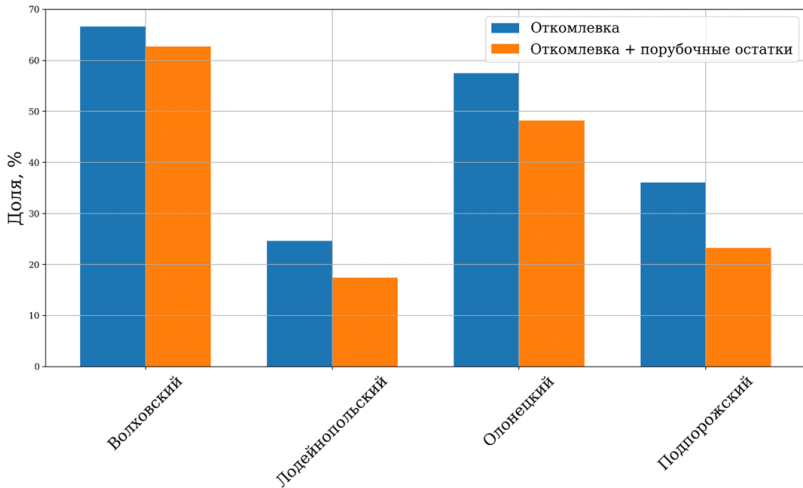


Рис. 6. Частота встречаемости откомлевок и порубочных остатков
Fig. 6. Frequency of occurrence of cuts in the trunk of a tree and felling residues

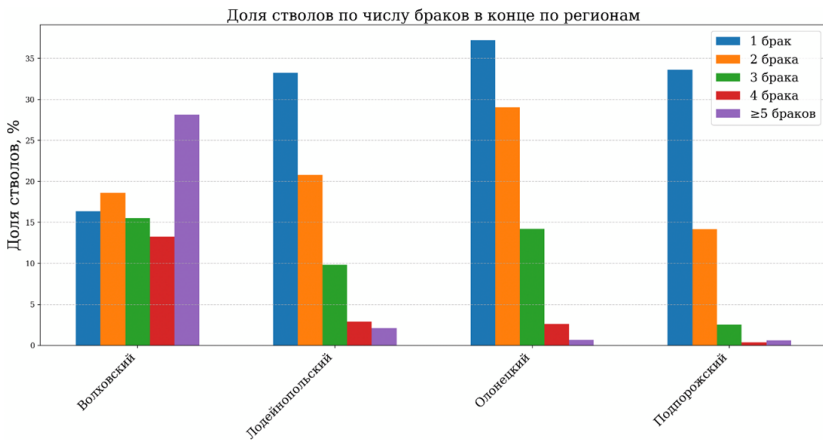


Рис. 7. Количество брака в вершинах заготовленных стволов
Fig. 7. The amount of defects in the tops of harvested trunks

Результаты показывают, что в Волховском районе зафиксирована самая большая частота стволов с большим количеством распилов на порубочные остатки (от 5 браков). Пример отчетности по такой раскроявке приведен на рис. 8.

2236	1	СОСНАБРАК	19	245	9
		ДЛИНА/см			
	2	СОСНАСПЕЦ. ПИЛО	412	191	138
		ДЛИНА/см	50 150 250 350		
		ДИАМ/мм			
	3	СОСНАСПЕЦ. ПИЛО	413	182	111
		ДЛИНА/см	50 150 250 350		
		ДИАМ/мм			
	4	СОСНАСПЕЦ. ПИЛО	413	155	89
		ДЛИНА/см	50 150 250 350		
		ДИАМ/мм			
	5	СОСНАСПЕЦ. ПИЛО	413	127	60
		ДЛИНА/см	50 150 250 350		
		ДИАМ/мм			
	6	СОСНАБРАК	46	105	5
		ДЛИНА/см			
		ДИАМ/мм			
	7	СОСНАБРАК	76	111	7
		ДЛИНА/см	50		
		ДИАМ/мм			
	8	СОСНАБРАК	72	93	5
		ДЛИНА/см	50		
		ДИАМ/мм			
	9	СОСНАБРАК	71	86	5
		ДЛИНА/см	50		
		ДИАМ/мм			
	10	СОСНАБРАК	75	77	4
		ДЛИНА/см	50		
		ДИАМ/мм			
	11	СОСНАБРАК	94	62	4
		ДЛИНА/см	50		

Рис. 8. Пример отчетных данных с неэффективной раскряжкой вершинной части

Fig. 8. An example of reporting data with inefficient buckling of the top part of the tree trunk

На данном примере можно заметить, что более 4 м вершинной части ствола были распилены на порубочные остатки длиной от 46 см до 94 см. Данную схему раскряжки можно назвать неэффективной и затратной, так как в этом случае выполнено множество ненужных резов.

В Олонецком районе более чем в 36% стволов был сделан 1 распил вершинной части на порубочные остатки. Этот показатель немного ниже в Подпорожском районе – порядка 34% – и в Лодейнопольском – 33%.

Закключение. В ходе исследования были проанализированы отчетные данные с бортовых компьютеров валочно-сучкорезно-раскряжевых машин (харвестеров), работающих в природно-климатических условиях Северо-Западного Федерального округа. Статистически обработаны массивы данных из файлов формата stm., выгруженных из бортовых компьютеров многооперационных лесных машин.

Установлено, что в рассмотренных лесничествах Северо-Западного Федерального округа преимущественно осуществляется заготовка хвойных пород древесины. В отдельных случаях (например, в Лодейнопольском лесничестве) преобладает заготовка лиственных пород, в том числе неликвидной и низкокачественной древесины.

В большинстве лесничеств осуществляется заготовка древесины-пиловочника. Распределение схем раскряжки хвойных пород древесины значительно различается по районам. Волховский район отличается заготовкой значительно большей доли стволов с несколькими пиловочными сортаментами, тогда как в Лодейнопольском и Подпорожском районах чаще вырабатываются балансовые сортименты.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

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

Галактионов О.Н., Васильев А.С., Суханов Ю.В. Пути развития лесопромышленного комплекса России в современных экономических условиях // Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию: мат. IV межд. молодеж. науч.-практ. конф. Архангельск, 2024. С. 16-23.

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

Инновационные основы системного развития регионального лесного сектора экономики: методология, технология, механизмы: монография. СПб.: СПбГЛТУ, 2015. 312 с.

Лесопромышленный комплекс. Итоги 2024 г. и январь-февраль 2025 г. // Бюллетень Ассоциации ЛЕСТЕХ. 2025. № 2 (20). С. 16.

Мануковский А.Ю., Зорин М.В., Рудов С.Е., Куницкая О.А., Григорьев И.В. Программные комплексы современных лесных машин // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сб. науч. ст. Казань, 2020. С. 57-59.

Уразова А.Ф., Васильев Н.Л. Управление качеством продукции в лесном комплексе. Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. 112 с.

Цатрян Л.Р. Анализ проблем и перспектив развития лесопромышленного комплекса в условиях санкций // Промышленное развитие России: проблемы, перспективы: сб. ст. по мат. XXI Межд. науч.-практ. конф. преподавателей вузов, ученых, специалистов, аспирантов, студентов. Нижний Новгород, 2023. С. 71-75.

References

Bakanach E.A., Ugryumov S.A. Certificate of state registration of the computer program No. 2025617886 RU. A program for analyzing and visualizing accounting data of felling and knot-cutting and bucking machines / applicant and patent holder St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov; appl. 03/27/2025; publ. 03/31/2025. Bul. no. 4. 1 p. (In Russ.)

Galaktionov O.N., Vasiliev A.S., Sukhanov Yu.V. Ways of developing the Russian timber industry in modern economic conditions. *Arctic research: from extensive development to integrated development*: proceedings of the IV int. youth sci.-pract. conf. Arkhangelsk, 2024, pp. 16-23. (In Russ.)

Gerasimov Yu.Y., Senkin V.A., Vyatainen K. Harvester performance in continuous logging. *Resources and Technology*, 2012, vol. 9, no. 2, pp. 82-93. (In Russ.)

Innovative foundations of the systemic development of the regional forest sector of the economy: methodology, technology, mechanisms: monograph. St. Petersburg: SPbSFTU, 2015. 312 p. (In Russ.)

Manukovsky A.Yu., Zorin M.V., Rudov S.E., Kunitskaya O.A., Grigoriev I.V. Software complexes of modern forest machines. *Priority areas of innovation in industry*: collection of scientific articles. Kazan, 2020, pp. 57-59. (In Russ.)

Timber industry complex. Results of 2024 and January-February 2025. *Bulletin of the LESTEKH Association*, 2025, no. 2 (20), p. 16. (In Russ.)

Tsatryan L.R. Analysis of problems and prospects for the development of the timber industry in the context of sanctions. *Industrial development of Russia: problems, prospects*: collection of articles based on the mat. of the XXI int. sci.-pract. conf. of university teachers, scientists, specialists, graduate students, students. Nizhny Novgorod, 2023, pp. 71-75. (In Russ.)

Urazova A.F., Vasiliev N.L. Product quality management in the forestry complex. Yekaterinburg: UGFTU, 2020. 112 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 01.09.2025

Баканач Е.А., Угрюмов С.А. Анализ работы многооперационных лесных машин в условиях Северо-Западного Федерального округа // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 256. С. 436–450. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.436-450

Анализ отчетных данных многооперационных лесных машин является важным и актуальным направлением исследований в сфере лесопромышленного комплекса, позволяет грамотно регулировать производство и повышать эффективность лесозаготовки. В данной статье исследована эффективность работы многооперационных лесных машин применительно к типичным условиям Северо-Западного Федерального округа. В ходе исследования были изучены размерные параметры сортиментов, заготовленных с применением валочно-сучкорезно-раскряжевых машин на базе гусеничных экскаваторов Caterpillar и Komatsu с харвестерной головкой LogMax 6000, оснащенных бортовыми компьютерами Parker Motomit IT 6,5 и осуществляющих лесозаготовки в Ленинградской области и Республике Карелия. Были проанализированы отчетные данные лесозаготовок в Волховском, Лодейнопольском, Подпорожском и Олонецком лесничествах. Для анализа и визуализации отчетных данных с бортовых компьютеров многооперационных лесных машин составлена программа на языке Python, позволяющая обрабатывать массивы данных из файлов, выгруженных из бортовых компьютеров в формате *stm.*, производить систематизацию полученных данных, выполнять расчет статистических характеристик анализируемых параметров работы машин, а также визуализировать их в виде схем и графиков. Установлено, что в рассмотренных

лесничествах Северо-Западного Федерального округа преимущественно осуществляется заготовка хвойных пород древесины. В отдельных случаях (например, в Лодейнопольском лесничестве) преобладает заготовка лиственных пород, в том числе неликвидной и низкокачественной древесины. В большинстве лесничеств осуществляется заготовка древесины-пиловочника. Распределение схем раскряжевки хвойных пород древесины значительно различается по районам. Волховский район отличается заготовкой значительно большей доли стволов с несколькими пиловочными сортаментами, тогда как в Лодейнопольском и Подпорожском районах чаще вырабатываются балансовые сортаменты.

Ключевые слова: лесозаготовка, лесничества, многооперационные лесные машины, отчетные данные, раскряжевка.

Bakanach E.A., Ugryumov S.A. Analysis of the operation of multi-operational forestry machines in the conditions of the North-Western Federal district. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2025, iss. 256, pp. 436–450 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.436-450

The analysis of the reporting data of multi-operational forestry machines is an important and relevant area of research in the field of the timber industry, which makes it possible to competently regulate production and increase the efficiency of logging. This article examines the efficiency of multi-operational forestry machines in relation to the typical conditions of the North-Western Federal District. In the course of the study, the dimensional parameters of the grades harvested using felling, knot-cutting and bucking machines based on Caterpillar and Komatsu tracked excavators with a LogMax 6000 harvester head equipped with Parker Motomit IT 6.5 onboard computers and carrying out logging operations in the Leningrad Region and the Republic of Karelia were studied. The reporting data of logging operations in the Volkhov, Lodeynopolsky, Podporozhsky and Olonetsky forestry districts were analyzed. To analyze and visualize reporting data from on-board computers of multi-operational forestry machines, a Python program has been compiled that allows processing data arrays from files downloaded from on-board computers in stm format, systematizing the data obtained, calculating statistical characteristics of the analyzed machine operation parameters, and visualizing them in the form of diagrams and graphs. It has been established that coniferous wood is mainly harvested in the considered forestry areas of the North-Western Federal District. In some cases (for example, in the Lodeynopolsky forestry), the harvesting of hardwoods, including illiquid and low-quality wood, prevails. In most forestry areas, sawn timber is harvested. The distribution of softwood bucking schemes varies significantly by region. The Volkhovsky district is distinguished by the harvesting of a significantly large proportion of trunks with several sawn grades, whereas in the Lodeynopolsky and Podporozhsky districts balance grades are more often produced.

Keywords: logging, forestry, multi-operational forestry machines, accounting data, bucking.

БАКАНАЧ Егор Александрович – магистрант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: egor-bakanach2002@mail.ru

BAKANACH Egor A. – Master’s student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021, Institute per. 5, Let. U, St. Petersburg, Russia. E-mail: egor-bakanach2002@mail.ru

УГРЮМОВ Сергей Алексеевич – профессор кафедры технологии лесозаготовительных производств Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, доктор технических наук. ResearcherID: F-6510-2016. ORCID: 0000-0002-8077-3542.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: ugr-s@yandex.ru

UGRYUMOV Sergey A. – DSc (Technical), Professor of the Technologies of Logging Industries Department, St.Petersburg State Forest Technical University. ResearcherID: F-6510-2016. ORCID: 0000-0002-8077-3542.

194021, Institute per. 5, Let. U, St. Petersburg, Russia. E-mail: ugr-s@yandex.ru