



К вопросу об оценке выхода деловой и дровяной древесины при механизированной сортиментной заготовке леса

А.С.Анучин, Ю.В.Суханов

Петрозаводский государственный университет

Аннотация: показано, что для повышения эффективности планирования лесозаготовительных работ требуется инструмент, позволяющий оценивать объем деловых сортиментов получаемый на делянке по размерным группам и породам, так как имеющиеся данные по таксации лесосеки заметно отличаются от фактических результатов работы комплекса лесозаготовительных машин, отраженных в сводной ведомости заготовленных сортиментов.

Ключевые слова: сортиментная заготовка, отвод и таксация лесосек, компьютер харвестера, сводная ведомость приемки сортиментов.

В связи с широким использованием сортиментной технологии в Российской Федерации, при которой раскряжевка хлыста происходит на делянке, необходим учет особенностей лесосырьевой базы, возможностей и техники лесозаготовительных предприятий, а также отличающихся потребностей в сырье деревообрабатывающих, целлюлозно-бумажных и лесохимических производств. Формируется научный задел для планирования, рационального выбора системы машин, транспорта и логистики [1-4].

Для планирования лесозаготовительных работ необходима оценка объема деловых сортиментов по размерным группам и породам с учетом технологий и системы машин лесозаготовительного предприятия и потребителей его продукции, а также природно-производственных условий. Такие данные особенно важны, если предприятие заготавливает древесину на множестве небольших по площади территориально распределенных делянках в формах как сплошных, так и выборочных рубок, а продукция в виде сортиментов поставляется нескольким потребителям с различными требованиями к размерности, древесной породе и сорту.



Перед проведением лесозаготовительных работ проводится отвод части площади лесного участка, предназначенного в рубку, а после таксация отведенного участка.

По результатам полевой таксации отведенных лесосек в камеральных условиях производят материально-денежную оценку лесосек, включающую расчет общего запаса отпускаемой в рубку древесины, разделение общего запаса на деловую, дровяную части и отходы, а также разделение запаса деловой древесины по категориям на крупную, среднюю и мелкую.

Для лесозаготовительных работ по сортиментной технологии используют комплекс машин, состоящий из харвестера и форвардера. Заметное влияние на производительность харвестера оказывают форма рубки (сплошная или выборочная), средний объем ствола, породный состав насаждения, навыки оператора, технология разработки делянки [5-8]. Необходимо учитывать и то, что от класса харвестера зависит себестоимость заготовки древесины и производительность машины. Производительность харвестера растет с увеличением среднего объема ствола на делянке до определенного предела, ограниченного возможностями машины. Себестоимость заготовки харвестером легкого класса будет ниже на выборочных рубках, но на сплошнолесосечных рубках в средне- и высокобонитетных насаждениях его возможностей будет недостаточно. При наличии у лесозаготовительного предприятия нескольких комплексов, состоящих из разных моделей машин, возникает вопрос рационального распределения комплексов по делянкам с учетом их возможностей. Также, у предприятий с большим объемом выборочных рубок, может возникнуть вопрос о целесообразности приобретения комплексов легкого класса. Ответы на данные вопросы также зависят от уточненных данных о среднем объеме и диаметре ствола насаждений лесосырьевой базы лесозаготовительного предприятия.



При работе харвестера в его бортовой компьютер автоматически заносятся данные о размерах заготовленных сортиментов при обработке дерева харвестерной головкой, ведется учет срубленных деревьев, типе сортимента, суммируется заготовленный объем, а оператор заносит в компьютер породу дерева. У современных харвестеров на программное обеспечение бортовых компьютеров возложена не только задача учета, но и задача обеспечения помощи оператору в рациональном раскросе хлыста с учетом стоимости сортиментов определенного размера и породы, требуемых потребителем древесины. Программное обеспечение позволяет точно настраивать машину под каждого оператора, согласно его предпочтениям и привычкам, через профили пользователя, обмениваться данными между машинами в комплексе через беспроводные соединения, включая передачу картографической и GIS информации привязанной к GPS [9].

Современные харвестерные головки способны очень точно измерить длину и диаметр в коре сортимента (вплоть до 10 мм и 1 мм соответственно), но для точности измерения они должны калиброваться с помощью рулетки и мерной вилки через определенный промежуток наработки, а также при вводе машины в эксплуатацию и после ремонта. Измерения происходят в момент протяжки хлыста в харвестерной головке, используя систему датчиков [10]. Первый датчик – импульсный датчик длины. Во время протяжки в головке вращается зубчатое колесо привода датчика длины, которое передает импульсы на блок управления харвестерной головой и далее в бортовой компьютер. Время от времени операторы проводят настройку системы датчиков. При калибровке длины оператор отпиливает несколько сортиментов, измеряет длину отпиленных бревен рулеткой и вручную вводит в компьютер полученный результат, тем самым, показывая системе измерений количество импульсов на погонный метр бревна. Второй датчик – угловой потенциометр. Обычно устанавливается два и более датчика для обеспечения точности из-



мерения. Данный датчик измеряет диаметр бревна крест-накрест во время протяжки. Компьютер использует среднеарифметическое значение показаний датчиков для повышения точности измерений. Во время протяжки программа фиксирует данные о диаметре через каждый сантиметр, затем строит цифровую модель с дециметровым шагом. Машинное измерение ведется по формуле Губера (секционные отрезки).

Информация с бортового компьютера харвестера доступна собственнику или арендатору комплекса после окончания работы. Информация используется для оплаты труда оператора, мониторинга за работой оператора, учета количества и качества заготовленных сортиментов.

После трелевки древесины форвардером и вывозки ее автомобильным транспортом на нижний склад, происходит приемка сортиментов и составление сводной ведомости заготовленных сортиментов. Для получения показателей объемов без коры лесоматериалов при групповом учете на нижнем складе предприятия используют ОСТ 13-43-79 и ГОСТ 3243-88. А для определения объема отдельных деревьев используются таблицы Н. П. Анучина «Определение объемов хлыстов и сортиментов».

На практике данные результатов таксации при отводе, информация с бортового компьютера харвестера и объемы древесины, принятые на нижнем складе, несколько отличаются, но на некоторых делянках разница по ряду групп материалов, например, по дровяной древесине, может составлять многие десятки процентов.

Целью работы является: выявление основных причин отклонений данных таксации, данных компьютера харвестера и данных приемки на нижнем складе; нахождение зависимостей для получения уточненных данных по возможному объему деловых сортиментов с делянки до проведения лесозаготовки с использованием данных таксации и учитывающих особенности конкретного предприятия, применяемых машин и технологий, природно-



производственных условий и требований потребителей древесины; разработка методики, помогающей рационально и обоснованно выбрать сроки проведение работ и назначать комплексы машин.

Первый этап работы предусматривает сбор данных и их первичный анализ. Регион исследования – север Республики Карелия. По лесохозяйственному районированию исследуемая территория относится к среднетаежным и северотаежным лесохозяйственным округам. Основные произрастающие породы: сосна обыкновенная, ель европейская, береза повислая и осина. В исследуемых выделах преобладают хвойные породы, в основном сосняки (таблица 1).

Таблица 1

Средние таксационные показатели лесов арендуемых участков

Порода	Возраст	Бонитет	Полнота	Запас на 1 га		Среднее изменение запаса на 1 га покрытых лесом
				спелых и перестойных	покрытых лесом земель	
Хвойное хозяйство						
Сосна	66	4,3	0,65	123	76	1,7
Ель	91	4,8	0,60	142	107	1,1
Итого по хозяйству	79	4,5	0,63	133	92	1,4
Лиственное хозяйство						
Береза	54	3,3	0,79	162	98	2
Осина	57	2,3	0,8	179	168	2,5
Итого по хозяйству	54	3,3	0,79	162	98	2
ВСЕГО	64	4,3				1,6

Предприятием проводятся сплошные и выборочные рубки. На сегодняшний день из 80 тыс. м³ заготовленной древесины около 5 тыс. м³ полу-

чено на выборочных рубках. В перспективе расчетная лесосека по главному пользованию постепенно сократится примерно в 3,5 раза, соответственно это приведет к росту и развитию несплошных рубок.

В ходе полевых работ были заложены четыре пробные площади. Для того чтобы измерения были равномерными площади были заложены в различных местах. С помощью буссоли, мерной ленты и сигнальных лент отмечали площадь размером 20*50 м. Все деревья, попавшие в данные площади, были измерены с помощью лесной мерной вилки и лесотаксационного высотомера (рис. 1). Для получения большей полноты информации измерения вилкой проводили с точностью до 1 мм.



Рис.1. – Электронная мерная вилка Haglof и высотомер Suunto

В теории и практике лесной таксации для сортиментации леса на корню существует различные методы [11]. В исследовании был выбран метод с применением сортиментных таблиц в совокупности с методом пробных

площадей. Для исследованных делянок были собраны данные с бортового компьютера харвестера и данные о приемке древесины на нижнем складе.

Сбор данных был начат с делянок, пройденных сплошными рубками, проведенными комплексом лесозаготовительных машин, включающим харвестер Komatsu PC200 на базе экскаватора (рис. 2) с харвестерной головкой Komatsu 365.1 и программным обеспечением бортового компьютера MaxiXplorer и форвардер Komatsu 840.40.

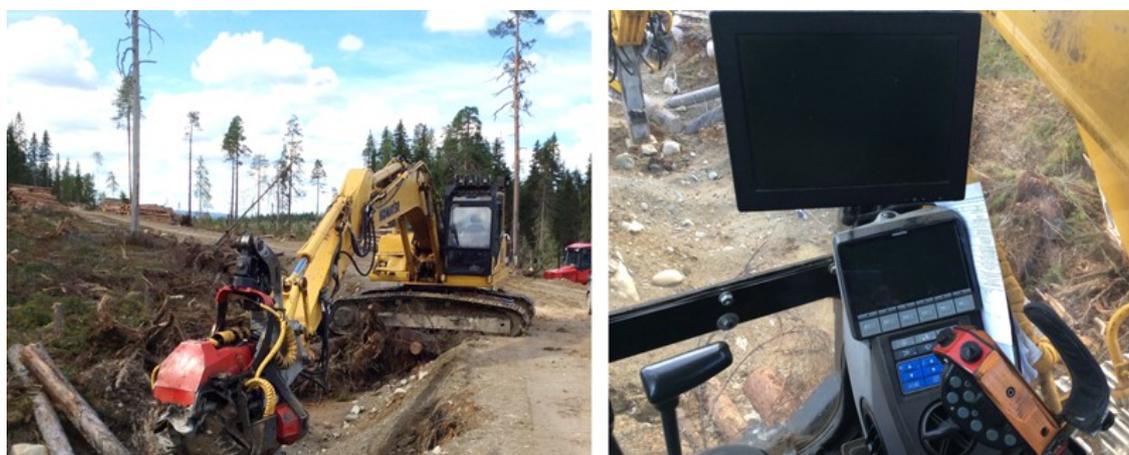


Рис. 2. – Харвестер Komatsu PC200 и рабочее место оператора

Собранные данные заносились в электронные таблицы (фрагмент в таблице 2). С компьютера харвестера вносились: делянка, количество спиленных деревьев, количество стволов и бревен в зависимости от породного состава, объем по породам, средний диаметр на высоте груди, средний объем ствола и т. д.



Таблица №2

Фрагмент массива данных: делянка 136-10, сплошные рубки, Komatsu PC200

Делянка	Порода деловые, дровян.	Запас, м ³	Деревьев, шт	Стволы, шт	Брёвна, шт.	Объём, м ³	Средний ДВГ, мм	Средний объём ствола	Запас по таксации (МДОЛ)	Объём по лесной декларац.	Объём по приемке
136-10	Сосна			641	1541	246,1	225	0,38	70	120*	188
	Ель			927	1672	158,89	164	1,38	227	238*	150
	Береза			116	263	26,16	198	2,38	2	2*	18
	Дровян.			95	164	28,67	214	-	61	-	52
	Всего	459,82	1779	1779	3640	459,82	191	4,38	360	360	408

При сравнении данных приемки и полученных с бортового компьютера харвестера, необходимо учитывать то, что деловые сортаменты при приемке учитывают без коры. На исследуемом предприятии для объемов деловых сортаментов, замеренных бортовым компьютером, вводят поправочный коэффициент учета коры – 12%.

Предварительный анализ собранных данных показал, что на одних и тех же делянках имеются заметные расхождения в данных таксации, компьютера харвестера и приемки как по общему объему древесины, так и в разрезах лесоматериалов и пород (рис. 3 и 4).

При сравнении общих объемов древесины в м³ средняя разница по рассматриваемым делянкам между данными компьютера харвестера и приемки составила всего 0.23%, что говорит о хорошей настройке головки харвестера. Однако, средняя разница между данными таксации и приемки составили уже существенных 13%. Еще более значительная разница при сравнении данных отвода лесосеки и данных компьютера харвестера о сортаментах в штуках – расчеты отвода занижают общее количество сортаментов на 34%, занижают количество деловых сортаментов на 38 %, а дровяных завышают на 49%. По-

следнее объясняется широким выбором длин заготавливаемых харвестером бревен (пиловочные бревна 6.0, 5.5, 4.6, 4.0 м, балансы 4.0 и 3.0 м), что не учитывается при расчете по результатам таксации и отвода.

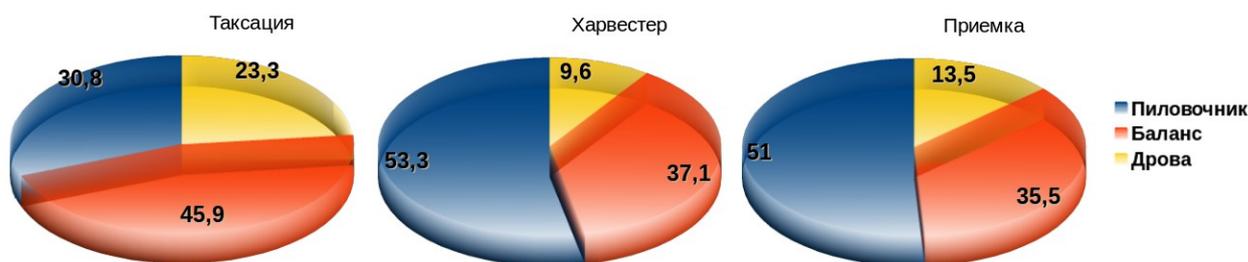


Рис. 3. – Соотношение заготовленных лесоматериалов, %



Рис. 4. – Соотношение пород лесоматериалов, %

Данные отвода и таксации занижают процент выхода пиловочных бревен, что объясняется широким выбором длин сортиментов, заготавливаемых харвестером. Некоторое снижение объемов пиловочных бревен и баланса при приемке объясняется тем, что часть бревен, отмеченных в компьютере харвестера как деловые, при приемке попадают в дровяные из-за обнаруженных дефектов древесины.

В рамках работы продолжается сбор данных по заготовке древесины колесными харвестерами как на сплошных, так и на выборочных рубках. На следующем этапе планируется обработать и проанализировать данные для вывода зависимостей и разработки методики, позволяющей более точно оценивать выход деловых сортиментов с делянок, отведенных в сплошные и



выборочные рубки с учетом природно-производственных условий, особенностей организации технологии и комплексов машин предприятия.

Литература

1. Шегельман И. Р. Трансформация системы лесосырьевой и технологической подготовки в организации лесопользования / И. Р. Шегельман, В. М. Лукашевич// Фундаментальные исследования. – 2012. – №3 (3). –С. 739-743

2. Шегельман И.Р. Постановка задачи оптимизации портфеля заказов лесозаготовительных предприятий в технологических сетях лесопромышленных производств / И.Р. Шегельман, Л.В. Щеголева, П.В. Будник // Инженерный вестник Дона, 2015, №1 (часть 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2844

3. Соколов А. П., Сюнёв В. С., Герасимов Ю. Ю., Карьялайнен Т. Оптимизация логистики лесозаготовок // Resources and Technology. 2012. № 9 (2). С. 117–128

4. Шегельман И. Р. Методика оптимизаций транспортно-технологического освоения лесосырьевой базы с минимизацией затрат на заготовку и вывозку древесины // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1284

5. Герасимов Ю.Ю., Сенькин В.А., Вятайнен К. Производительность харвестеров на сплошных рубках // Resources and Technology. Петрозаводск 2012. Т. 9. № 2. С. 94-105

6. Петерсонс Я., Дреска А. Исследование влияния состава насаждения на производительность харвестера при проведении рубок ухода//Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2014. № 2 (166). С. 45-47



7. Jiroušek R., Klvač R., Skoupy A. Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations // Journal of Forest Science. – 2007. – N 53(10). – pp. 476–482.

8. Kokkarinen J. Koneellinen puunkorjuu. Hallitusti hyvään tulokseen. Metsäteho Oy: Joensuu, 2012. – 108 p.

9. Komatsu MaxiXplorer. Control and information system// Komatsu Forest AB, 16 p. URL: hecomponents.com.au/content/kMaxi_b_gb.pdf

10. Колесников В. Ю. Как «обманывает» харвестер // ЛесПромИнформ №5 (103). 2014 год. С. 78-72

11. В. В. Загреев, Н. Н. Гусев, А. Г. Мошкалев, Ш. А. Селимов. Лесная таксация и лесоустройство – М.: Экология, 1991. – 384 с.

References

1. Shegel'man I. R. Fundamental'nye issledovaniya. 2012. №3 (3). p. 739-743.

2. Shegel'man I.R. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2844.

3. Sokolov A. P., Sjunjov V. S., Gerasimov Ju. Ju., Karjalainen T. Resources and Technology. 2012. № 9 (2). p. 117–128.

4. Shegel'man I. R. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1284.

5. Gerasimov Ju.Ju., Sen'kin V.A., Vajatainen K. Resources and Technology. Petrozavodsk 2012. T. 9. № 2. p. 94-105.

6. Petersons Ja., Dreska A. Trudy BGTU. №2. Lesnaja i derevoobratyvajushhaja promyshlennost'. 2014. № 2 (166). p. 45-47.

7. Jiroušek R., Klvač R., Skoupy A. Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations. Journal of Forest Science. 2007. N 53(10). pp. 476–482.

8. Kokkarinen J. Koneellinen puunkorjuu. Hallitusti hyvään tulokseen. Metsäteho Oy: Joensuu, 2012. 108 p.



9. Komatsu MaxiXplorer. Control and information system. Komatsu Forest AB, 16 p. URL: hecomponents.com.au/content/kMaxi_b_gb.pdf.
10. Kolesnikov V. Ju. LesPromInform №5 (103). 2014 god. p. 78-72.
11. V. V. Zagreev, N. N. Gusev, A. G. Moshkalev, Sh. A. Selimov. Lesnaja taksacija i lesoustrojstvo [forestry examination and management]. M.: Jekologija, 1991. 384 p.