

Результаты экспериментальных исследований общей производительности рубок ухода в зимний заготовительный период в природно-производственных условиях ООО «МетсяФорест Подпорожье» (Ленинградская область)

Ф.В. Свойкин^a, В.А. Соколова^b, В.В. Орлов^c, В.Ф. Свойкин^d

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

^aSvoykin_fv@mail.ru, ^bsokolova_vika@inbox.ru, ^cartictvetal1987@gmail.com, ^dsvoikinvf@mail.ru

^a<https://orcid.org/0000-0001-8989-4626>,

^b<https://orcid.org/0000-0001-6880-445X>,

^c<https://orcid.org/0000-0002-1693-0515>,

^d<https://orcid.org/0000-0002-8507-9584>

Статья поступила 22.03.2019, принята 29.04.2019

В статье приведены результаты опытных рубок ухода и добровольно-выборочных рубок в зимний лесозаготовительный период в природно-производственных условиях арендной базы ООО «МетсяФорест Подпорожье» (г. Подпорожье Ленинградской области, Северо-Западный федеральный округ). Применялась технология разработки лесосеки без предварительного клеймения системой машин — валочно-сучкорезно-раскряжевые (ВРСМ) Rottne H8 и колесный сортиментоподборщик JohnDeere 1210E. В ходе исследований апробированы новая технология для осуществления рубок ухода и добровольно-выборочных рубок и применение технических средств для повышения эффективности фазы первичной заготовки древесины в молодых лесах и насаждениях, обладающих незначительным запасом древесины. Внедрение системы геопозиционирования и записи трека ВРСМ и колесного сортиментоподборщика GPSGeoInfo (TimberNavi) с существующими технологическими картами без GSM-GPRS подложки и привязки карт позволит исключить натуральный отвод и маркировку волоков при проведении лесозаготовительных работ в ближайшем будущем, что обеспечит значительное сокращение времени на подготовительные работы. Калибровка харвестерной головки ВРСМ RottneEGS 405 и измерительной системы RottneDasa 5 измерительной и калибровочной вилкой HaglofDigitech повышает выход сортиментов за счет увеличения точности измерения. Учет заготовленной древесины по породам, количеству стволов, часовой, дневной, итоговой производительности, а также учет потребления топлива и использования рабочего времени (применение файлов STM, PRD- и DRF-отчетов, возможность мониторинга в режиме реального времени показателей лесной машины) позволяют оперативно контролировать параметры лесозаготовительного процесса. Также приведена предлагаемая технология для осуществления данного вида рубок, способствующая исключению ручного моторного инструмента на рубках ухода и способствующая внедрению интенсивной модели лесопользования. В ходе эксперимента реализована возможность обучения операторов работе на рубках ухода и добровольно-выборочных рубках без предварительного клеймения, добровольно-выборочных рубках, и самостоятельной работе на малогабаритном ВРСМ. Основные результаты могут быть рекомендованы к внедрению для рубок главного пользования.

Ключевые слова: рубки ухода; разработка лесосек в зимний заготовительный период; прореживание; проходные рубки; малогабаритный ВРСМ; колесный сортиментоподборщик; рубки ухода без клеймения.

The results of experimental studies of the overall performance of thinning in the winter preparation period in the natural production conditions of Metsya Forest Podporozhye LLC (Podporozhye, Leningrad Oblast)

F.V. Svoykin^a, V.A. Sokolova^b, V.V. Orlov^c, V.F. Svoykin^d

St. Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov; 5, Institutsky Per., St. Petersburg, Russia

^aSvoykin_fv@mail.ru, ^bsokolova_vika@inbox.ru, ^cartictvetal1987@gmail.com, ^dsvoikinvf@mail.ru

^a<https://orcid.org/0000-0001-8989-4626>,

^b<https://orcid.org/0000-0001-6880-445X>,

^c<https://orcid.org/0000-0002-1693-0515>,

^d<https://orcid.org/0000-0002-8507-9584>

Received 22.03.2019, accepted 29.04.2019

The article presents the results of experimental thinning and voluntary-selective logging in the winter logging period in the natural production conditions of the rental base of Metsya Forest Podporozhye LLC (Podporozhye, Leningrad Oblast, North-West Federal District). The technology used for the development of cutting areas without prior stamping by the machine system - the fello-delimiting-bucking (FDB) Rottne H8 and the wheel assortment picker John Deere 1210E. In the course of the research, new technology was tested for the implementation of thinning and voluntary-selective logging and the use of technical means to increase the efficiency of the phase of primary logging in young forests and plantations with a small amount of wood. The implementation of the geo-referencing system and recording of the FDB track and the GPS Geo Info wheel selector assortment (Timber Navi) with existing technological maps without a GSM – GPRS substrate and map bindings will eliminate the natural removal and marking of rungs during logging operations in the near future, which will significantly reduce the time for preparatory work. Calibrating the FDB Rottne EGS 405 harvester head and the RottneDasa 5 measuring system with a Haglof Digitech measuring and calibration fork increases the yield of assortments by increasing the measurement accuracy. Accounting of harvested wood by species, number of trunks, hourly, daily, final performance, as well as accounting for fuel consumption and working time (using STM files, PRD and DRF reports, the ability to monitor forest machine indicators in real time) parameters of the logging process. The proposed technology for the implementation of this type of logging is also given, which contributes to the exclusion of hand-held motor tools in the thinning and contributes to the introduction of an intensive forest management model. During the experiment, the possibility of training operators to work on thinning and voluntary-selective cuttings without prior branding, voluntary-selective cuttings, and independent work on small-sized FDB was realized. The main results can be recommended and implemented for final cutting.

Keywords: thinning; development of cutting areas in winter cutting time; thinning; small harvester; forwarder, thinning without marking; selective cutting.

Введение

Крупнейшие целлюлозно-бумажные комбинаты активно разрабатывают и внедряют после проверки на экспериментальных площадях технологии интенсивного лесопользования в арендованном лесном фонде. Параллельно идет разработка соответствующей документации. Это, наряду с результатами мероприятий по проведению экспериментальных рубок ухода [1], свидетельствует о постепенном переходе к модели интенсивного лесопользования в РФ, в том числе рубок ухода за лесом в средневозрастных насаждениях.

На данный момент экспериментальные площади для осуществления рубок ухода в древостоях разного возраста (осветление, прочистка, прореживание) выделены в арендованных лесах крупнейших лесозаготовительных предприятий РФ — АО «Белый ручей», АО Группа «Илим», ЗАО «Интернешнл Пейпер», ООО

«Метса Форест Подпорозье», АО «Монди СЛПК» и т. д. На данный момент объем составляет от 1 000 до 50 000 м³ в год с возможностью увеличения в несколько раз при наличии соответствующих технических и технологических решений.

В реализации модели интенсивного лесопользования в РФ заинтересованы не только крупнейшие ЦБК, но и арендаторы с объемом заготовки от 400 000 м³ в год — как российские лесозаготовительные предприятия, так и предприятия на территории РФ с большой долей иностранного капитала. Интерес может представлять оказание услуг по осуществлению рубок ухода для лесозаготовителей, не обладающих парком специализированной техники. Пример процента коммерческих рубок ухода от общей расчетной лесосеки предприятия приведен в табл. 1.

Таблица 1

Пример размера и запаса расчетной лесосеки под рубки ухода предприятия (Северо-Западный федеральный округ)

Общая расчетная лесосека		Коммерческие рубки ухода			Процент от общей расчетной лесосеки (запаса)
		Всего	Хвойные	Лиственные	
м ³	600 000	90 000	44 000	46 000	15
га	5 000	2 100	1 200	900	42

В период с 23 января по 21 февраля 2014 г. на территории арендной базы ООО «Метса Форест Подпорозье» (Ленинградская область, Подпорожский район, Подпорожское лесничество, Остречинское и Подпорожское участковые лесничества) был проведен тест-драйв харвестера (валочно-сучкорезно-раскряжевой машины (ВСРМ)) малого класса для рубок ухода Rottne H8 (Роттне Н8) [2] в условиях зимнего заготовительного периода.

Внешний вид и габаритные размеры ВСРМ Роттне Н8 представлены на рис. 1.

Обоснование применения ВСРМ Роттне Н8 заключается в возможностях харвестерной головки (ХГ) Роттне EGS 405 [3] (рис. 2), позволяющих использовать ВСРМ на добровольно-выборочных рубках (ДВР) со средним объемом хлыста до 0,20 м³.

Технические характеристики ХГ Роттне EGS 405 представлены в табл. 2.

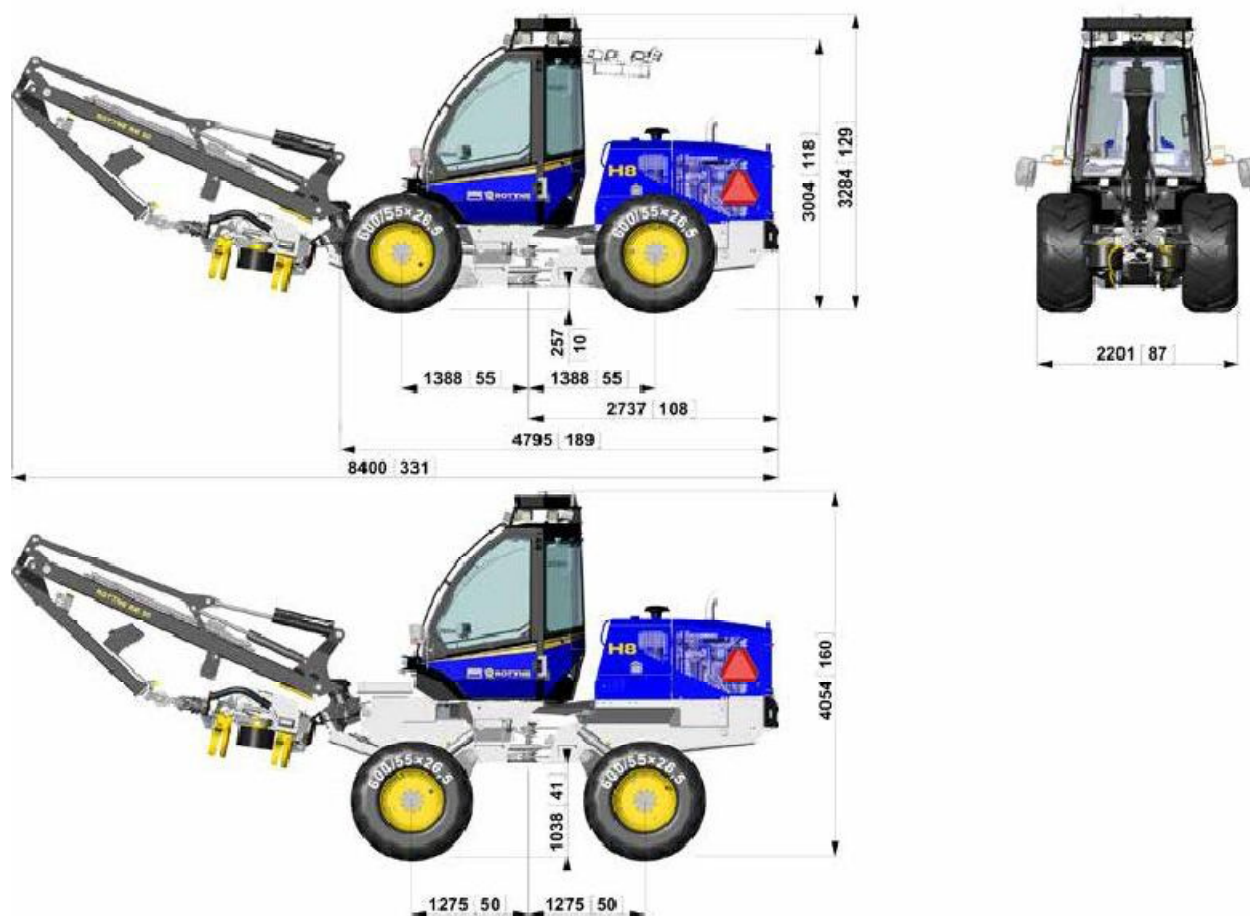


Рис. 1. Внешний вид и габаритные размеры ВСРМ Роттне Н8

Таблица 2

Технические характеристики ХГ Роттне EGS 405

Вальцы протяжки	ROTTNE / Finnskogsvalsar / Moipu
Скорость протяжки	0–4 м/с
Усилие протяжки вальцов	14,3 кН
Максимальное раскрытие вальцов	385 мм
Максимальное раскрытие верхних сучкорезных ножей	463 мм
Максимальное раскрытие нижних сучкорезных ножей	516 мм
Рабочий диапазон агрегата	40–330 мм
Длина пильной шины	590 мм
Максимально отпиливаемый диаметр	430 мм
Скорость движения пильной цепи	40 м/с
Угол поворота	145°
Ширина при закрытых вальцах протяжки	960 мм
Ширина при открытых вальцах протяжки	1 145 мм
Глубина	565 мм
Высота	1 260 мм
Масса	480 кг
Максимальный диаметр ствола на высоте груди	330 мм



Рис. 2. Внешний вид харвестерной головки Роттне EGS 405

Основные цели и задачи исследования

1. Обоснование применения специализированной техники и технологии для рубок ухода и добровольно-выборочных рубок в зимний заготовительный период.
2. Сравнение финской и шведской моделей рубок ухода с применением соответствующей специализированной техники.
3. Адаптация интенсивной модели лесопользования в Северо-Западном федеральном округе.
4. Исключение ручного труда с использованием моторного инструмента.
5. Лесохозяйственный эффект: формирование к возрасту рубки главного пользования древостоя с максимальным запасом древесины и наиболее выгодной сортиментной структурой, сохранение общей продуктивности древостоя.
6. Обучение российских операторов основным приемам рубок ухода — селективному выбору деревь-

ев, обоснованию отвода дерева на рубку, техническим и технологическим особенностям специализированной техники для рубок ухода — для последующей самостоятельной работы на технике.

7. Возможность применения специализированной техники на ДВР со средним объемом хлыста свыше 0,20 м³.

Методика и аппаратура для получения экспериментальных данных. В Финляндии (рис. 3) и Швеции (рис. 4) технологии рубок ухода с применением специализированной техники [4–6] различаются.

В Финляндии для разработки пасеки используются специализированные ВСРМ (Rottne H11D, Ponsse Beaver, John Deere 1070 E) с вылетом стрелы 11–12 м и средней снаряженной массой 17 т + ручной моторный инструмент.




½ Трелевочный волок	Пасека ВСРМ	Пасека РМИ	Пасека ВСРМ	½ Трелевочный волок
				
	10–11 м	9–19 м	10–11 м	
33–45 м				

Рис. 3. Схема разработки пасеки при рубках ухода с применением специализированной техники в Финляндии




½ Трелевочный волок	Пасека ВСРМ	Технологический коридор	Пасека ВСРМ	Технологический коридор	Пасека ВСРМ	½ Трелевочный волок
						
2 м	7 + 7 = 14 м		7 + 7 = 14 м		7 + 7 = 14 м	2 м
35–45 м						

Рис. 4. Схема разработки пасеки при рубках ухода с применением специализированной техники в Швеции

В Швеции для разработки пасеки используются специализированные ВСРМ (Rottnе H8D, Sampo 1046 Pro) с вылетом стрелы 7 м и средней снаряженной массой свыше 10 т.

В июне-августе 2013 г. в Ленинградской и Вологодской областях крупнейшими арендаторами были проведены эксперименты по тестированию финской технологии рубок ухода в своих природно-производственных условиях.

Результаты тестирования финской технологии рубок ухода в Северо-Западном федеральном округе характеризуются следующими показателями:

1. Низкая производительность фазы лесозаготовок (2–3 м³/ч).

2. Высокие эксплуатационные затраты (при содержании ВСРМ JD 1070E потребление топлива составляет 1–2,5 л на 1 м³), низкий выход деловой древесины (95 % — балансы), большие трудовые затраты бригады вальщиков.

3. Низкий лесохозяйственный эффект (отсутствие у вальщиков леса и оператора ВСРМ лесохозяйственного образования для обоснования отвода деревьев в рубку). Приоритетными показателями при проведении рубок ухода в РФ являются качество и объем заготовленной древесины в кубических метрах, а не лесоводственный эффект, что противоречит концепции рубок ухода за лесом и интенсивной модели лесопользования.

Безуспешными результатами применения существующих технических средств и технологий для лесоводственного эффекта для внедрения интенсивной модели лесопользования был вызван интерес к поиску новых решений для освоения арендной базы и проведения опытных рубок ухода в зимний заготовительный период ВСРМ малого класса Роттне Н8.

Результаты тест-драйва по проведению опытных рубок ухода в зимний заготовительный период представлены в табл. 3.

В результате обработки экспериментальных данных была предложена оценка технологического процесса лесосечных работ по приведенному объему как наиболее актуальному критерию оценки эффективности лесосечных работ [7].

Общий вид дифференциального уравнения с одной неизвестной функцией представлен [8]:

$$\Phi(x, y, y', y'', \dots, y^n) = 0 \quad (1)$$

Общий вид дифференциального уравнения первого порядка представлен:

$$\Phi(x, y, y') = 0 \quad (2)$$

Уравнение, разрешенное относительно y' , имеет вид:

$$y' = f(x, y) \quad (3)$$

Дифференциальное уравнение первого порядка (3) имеет бесчисленное множество решений. Как правило, через данную точку рассматриваемой области проходит одна-единственная интегральная линия. Исключение возможно лишь для точек, где частная производная $f'(x, y)$ разрыв на или не существует. Соответствующее решение уравнения (3) называется частным решением, совокупность всех частных называется общим решением уравнения.

Общее решение дифференциального уравнения (3) стараются представить в виде некоторой функции:

$$y = \varphi(x, c) \quad (4)$$

где c — постоянная, которая дает любое частное решение.

Такое представление иногда невозможно даже теоретически, а на практике удается лишь для немногих классов уравнений.

Частное же решение, проходящее через данную точку $(x_0; y_0)$ можно всегда найти если не в виде точного выражения через элементарные функции, то приближенно заданной точностью.

Таблица 3

Результаты тест-драйва по проведению опытных рубок в зимний заготовительный период

Номер лесосеки (квартал – делянка)	Дата (количество рабочих дней)	Часовая производительность $P_{ч}$, м³/ч	Количество деревьев, $N_{дер}$, шт.		Время по бортовому компьютеру ВСРМ, ч:мин		Объем заготовленной древесины Q , м³	Средний объем хлыста $V_{хл.ср}$, м³	Потребление топлива, л		
		В коре	Всего	В час	Рабочее время	м/ч	В коре	В коре	Общий расход	На 1 м³ заготовленной древесины	На 1 м/ч работы ВСРМ
1 (87 – 1)	24.01 – 27.01 (4)	7,15	1 791	60,51	32:02	29:36	211,49	0,12	226	1,1	7,5
28.01 — перебазировка ВСРМ в составе лесозаготовительного комплекса (ЛЗК) (рабочий день)											
2 (141 – 1)	29.01 – 06.02 (9)	9,99	2 759	36,3	83:30	76:33	759,2	0,28	627	0,8	8,2
06.02 — перебазировка ВСРМ в составе ЛЗК (первая половина рабочего дня)											
3 (143 – 2)	06.02 – 12.02 (3)	11,35	1 103	46,91	24:32	23:24	266,83	0,24	230	0,9	9,8
06.02 — завершение работы ВСРМ в составе ЛЗК (вторая половина рабочего дня)											
Итого: 1–3	24.01 – 12.02 (16)	9,5	5 653	47,91	140:04	129:33	1 237,52	0,21	1 083	0,93	8,5

*Основные результаты тест-драйва и задачи по проведению
коммерческих рубок ухода в зимний и летний заготовительный периоды*

Задачи	Результаты
Определить при проведении рубок ухода следующие основные параметры: производительность, расход ГСМ, себестоимость заготовки и поставки 1 м ³ древесины	Данные получены. Необходимо дальнейшее накопление и анализ данных в разных природно-производственных условиях
Скорректировать экономический эффект от перехода на интенсивную модель ведения лесного хозяйства	Выполнено после обработки всех данных по производительности и себестоимости заготовки. На данный момент представляет коммерческую тайну
Выявить возможность применения современной техники и технологии при проведении коммерческих рубок ухода в условиях лесных участков, арендованных лесозаготовителями РФ	Подтверждена возможность применения современной техники и технологии при проведении коммерческих рубок ухода в условиях лесных участков, арендованных лесозаготовителями РФ не только в Архангельской и Ленинградской областях, Республике Коми, но и в масштабах РФ
Заложить демонстрационные участки, которые будут использованы для проведения специализированных семинаров и как дополнительный аргумент для обоснования разработки на федеральном уровне нормативов интенсивного ведения лесного хозяйства	Демонстрационные участки заложены в условиях лесных участков, арендованных лесозаготовителями РФ
Провести по итогам тест-драйва семинар с обсуждением современных технологий коммерческих рубок ухода	Семинар с привлечением широкого круга специалистов проведен
Выявить все существующие препятствия в нормативной базе, не позволяющие в полной мере применять при проведении рубок ухода современную технику и нормативы интенсивного ведения лесного хозяйства	Все существующие препятствия в нормативной базе выявлены. Для внедрения интенсивной модели лесопользования необходима корректировка законодательной базы

Объем древесины, производимой ВСРМ, определяется (оценивается) по приведенному объему $Q_{пр}$. Производительность Π_M ВСРМ можно представить:

$$\Pi_M = f(t), \quad (5)$$

где Π_M — производительность ВСРМ; t — продолжительность работы ВСРМ.

Приведенный объем $Q_{пр}$ ВСРМ с момента $t = T_1$ до момента $t = T_2$ при постоянной Π_M будет определяться:

$$Q_{пр} = \Pi_M (T_2 - T_1). \quad (6)$$

Если же производительность ВСРМ Π_M меняется, то для разыскания $Q_{пр}$ надо разбить промежутки времени на частичные промежутки, т. е. после преобразований получается:

$$Q_{пр} = \int_{T_1}^{T_2} f(t) dt = \int_{T_1}^{T_2} \Pi_M dt. \quad (7)$$

При строгом соблюдении технологии работы ВСРМ производительность можно принять постоянной и определять по зависимости:

$$\Pi_M = \frac{\sum V_K - \sum V_H}{\sum t_K - \sum t_H}, \quad (8)$$

где $\sum V_K$ — объем древесины, заготовленной ВСРМ в момент времени T_2 ; $\sum V_H$ — объем древесины, заготовленной ВСРМ в момент времени T_1 ; $\sum t_H$ — время в момент времени T_1 ; $\sum t_K$ — время в момент времени T_2 .

Формулу (7) с учетом постоянной Π_M , определенной по формуле (8), $T_1 = 0$, $T_2 = 3\,600$ с можно записать:

$$Q_{пр} = \frac{3600 (\sum V_K - \sum V_H)}{\sum t_K - \sum t_H}. \quad (9)$$

Для плантационного леса (который подразумевает модель интенсивного лесопользования) формула (4) будет адекватно описывать приведенный объем.

В ходе проведения тест-драйва в зимних природно-производственных условиях арендной базы ООО «Метса Форест Подпорожье» были апробированы следующие технические решения и технологии, методы и приемы:

1. Работа ВСРМ Роттне Н8 в зимний период (глубокий снежный покров высотой до 1 м, низкие температуры воздуха (до -35 °С)).

2. Работа ВСРМ на сложных рельефах (переувлажненные грунты, заболоченная местность, холмисто-рядовая местность) [9].

3. Общие приемы оператора для осуществления селективной заготовки древесины при проведении рубок ухода, ДВР (технология валки, раскряжевки, обоснование

выбора дерева в рубку) и вывозки древесины [10]. Обучение оператора арендатора с последующей самостоятельной работой на специализированной технике [11].

4. Технология разработки лесосек ВСПМ малого класса для рубок ухода (рис. 5).

5. Работа системы позиционирования и записи трека GPS Geo Info с существующими технологическими картами, без GSM-, GPRS-подложки и привязки карт, т. е. возможность исключения натурального отвода и маркировки волоков в ближайшем будущем [12; 13], что

существенно ускорит и упростит фазу подготовительных работ (рис. 6)

6. Применение данных работы лесной машины (.prd-, .dfr-, .art-отчеты, применение файлов .stm) (рис. 7). Позволяет аккумулировать информацию по производительности и использованию рабочего времени, что в составе пакетного анализа позволит в будущем оценивать эффективность парка лесозаготовительной техники [14].

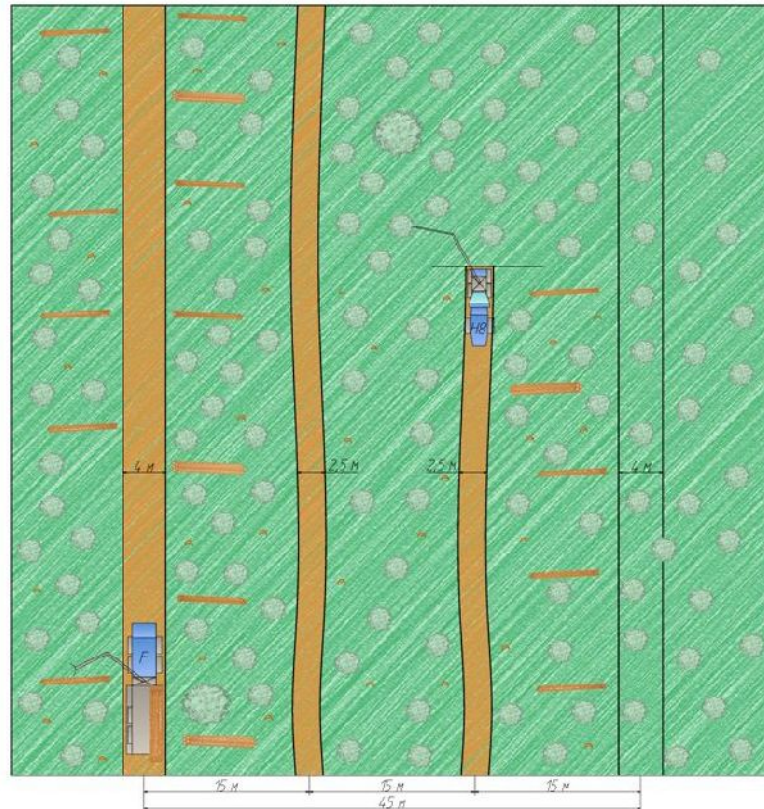


Рис. 5. Технология разработки лесосеки рубкой выборочного прореживания без предварительного клеймения стволов системой машин в составе ВСПМ (харвестер Роттне Н8) и колесного сортиментоподборщика (форвардер John Deere 1210Е)

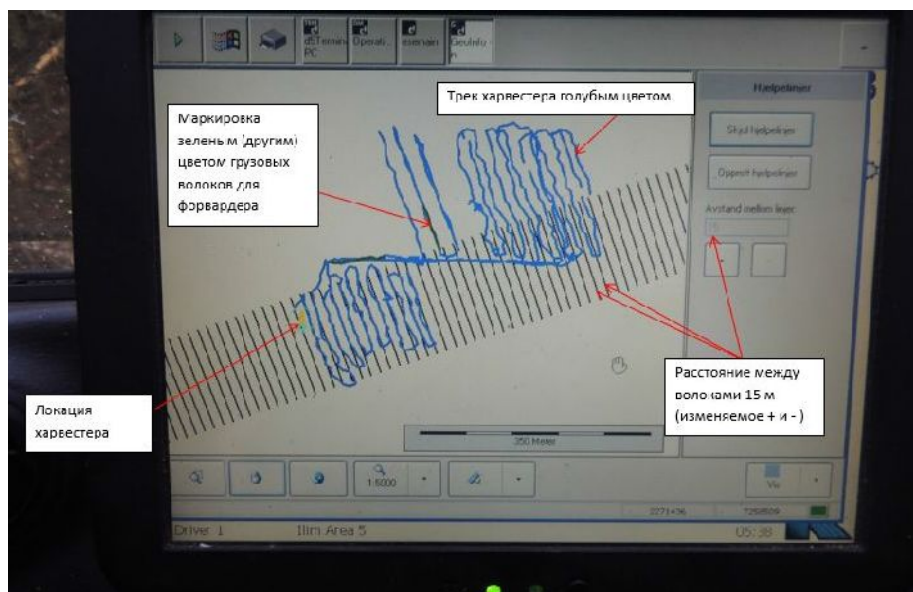


Рис. 6. Возможности системы Роттне GPS Geo Info

Технология разработки лесосеки. Расстояние между грузовыми волоками — 45 м. ВСРМ Роттне Н8 осуществляет два прохода в пасеке (на расстояние 15 м между проходами). Ширина грузового волока, по которому осуществляет движение колесный сортиментоподборщик, — 4 м, ширина волока в пасеке ВСРМ Роттне Н8 — 2,5 м. Укладка и сортировка сортиментов с проходов в пасеке осуществляется к ближайшему грузовому волоку.

На рис. 6 видна возможность, помимо записи трека ВСРМ без подложки навигационных карт, разбивки волоков маркерами системы навигации, маркировка грузовых волоков для колесного сортиментоподборщика отдельным цветом.

На рис. 7 представлены основные показатели работы лесной машины по бортовому компьютеру (БК). Эти и дополнительные возможности БК позволяют осуществлять более детальный анализ рабочих показателей лесной машины.

Информация для всех операторов

Время работы
Обзор

Календарное время		Рассчитанные ключевые цифры (%)	
Дата пуска	24.01.2014 8:34:51	Процент эффективного рабочего использования	24,0
Дата окончания	29.01.2014 10:11:23	Процент использования	26,0
Рассчитанное общее время (чч:мм)	121:37	Процент пригодности	
Обзор (чч:мм)		Машина	95,8
Общее время	38:43	Рабочие показатели	95,8
Суммарное эффективное рабочее время	29:36	Процент технического использования	92,4
Суммарное использованное время	2:26	Процент времени простоя (%)	7,6
Израсходованное время	32:02	Процент времени ремонта	4,1
Время работы двигателя			
Время работы двигателя	30:00		

Машина

Общая статистика машины		Расстояние, пройденное за период времени	
Время работы двигателя (часов)	5217	Обработка (км)	0
Топливо (л)	41554	Перемещение (км)	0
Потребление топлива (л/час)	8	Другая работа (км)	0
Текущий отчет		Общее пройденное расстояние (км)	0
Топливо (л)	226	Ср. расст-е трансп-ки (км)	0
Топливо / м ³ sub	1,1		
Топливо / м ³ sob	1,1		
Топливо / G(0) (л/час)	9,7		
Топливо / G(t) (л/час)	7,6		
Потребление топлива (л/час)	7,5		

	osina(4)	elka(2)	bereza(3)	sosna(1)	Итого
Количество стволов (кол-во)	508	141	1088	54	1791
Общий объем (м ³ _{sub})	49,43	8,29	151,43	2,35	211,49
Общий объем (м ³ _{sob})	49,43	8,29	151,43	2,35	211,49
Средний объем (м ³ _{sub})	0,10	0,06	0,14	0,04	0,12
Средний объем (м ³ _{sob})	0,10	0,06	0,14	0,04	0,12
Количество / G15 (кол-во/ч)					60,51
Объем / G15 (м ³ _{sub} /h)					7,15
Объем / G15 (м ³ _{sob} /h)					7,15
Неск. деревьев Кол-во стволов (кол-во)					
Неск. деревьев Объем (м ³ _{sob})					
Неск. деревьев Объем (м ³ _{sub})					

Рис. 7. Данные работы лесной машины по бортовому компьютеру

Некоторые результаты тест-драйва (п. 1, 2, 3, 4, 5, 7) активно внедряются в отрасли в настоящее время.

Также осуществлена успешная апробация работоспособности дополнительного оборудования в зимний заготовительный период в условиях средней тайги: ксенонное (впоследствии — лазерное) рабочее освещение; автоматическая система пожаротушения; предпусковой подогреватель двигателя Webasto Thermo 90ST, предпусковой подогреватель двигателя, мобильный телефон (GSM-связь — при наличии сети GSM), вакуумный насос для рабочей гидравлики, маркировочное оборудование, камера заднего вида, система геопозиционирования GPS / Geo Info, топливный насос, биоразлагаемое гидравлическое масло, измерительная вилка Haglof Digitech для калибровки ХГ, цветной принтер, рулевое колесо, расширенный набор инструментов, система центральной смазки, система для обработки пней, цепи Olofsfors, мультизахват.

Все вышеуказанное дополнительное оборудование позволяет повысить производительность базовой машины и обеспечить сохранение и передачу данных о заготовленной древесине и эксплуатационных характеристиках ВСРМ.

Выводы и рекомендации по результатам исследований

1. Применение специализированной техники и технологии для рубок ухода (малогабаритная ВСРМ «харвестер» и колесный сортиментоподборщик «форвардер»). Маневренные малогабаритные ВСРМ малого класса позволят изменить практику проведения рубок ухода благодаря равномерной интенсивной выборке с учетом лесоводственных требований за счет непрямолинейных грузовых волоков и технологических проходов (коридоров) в пасеке.

2. Исключение применения ручного моторного инструмента на рубках ухода для повышения производительности фазы лесозаготовки.

3. Внедрение интенсивной модели лесопользования для повышения производительности лесных насаждений, в том числе с применением научных разработок и

перспективных направлений развития фазы лесозаготовок [15; 16].

4. Возможность осуществления рубок в спелых лесах (ДВР): средний объем хлыста до 0,20 м³, деревья диаметром до 30 см. Срок службы ХГ значительно снижается при увеличении среднего объема до 0,25 м³ и выше.

Достигнутые результаты и темы дальнейших исследований сгруппированы (см. табл. 4).

Опыт применения техники на ДВР показал возможность внедрения основных результатов для рубок главного пользования в условиях Северо-Западного федерального округа за счет наличия лесного фонда с показателем «средний объем хлыста», приемлемым для заготовки ВСРМ малого класса (до 0,20 м³).

Литература

1. Свойкин Ф.В., Фролов И.С., Бачериков И.В., Симоненков М.В. Результаты тест-драйва по проведению рубок ухода в СЗФО РФ. Вологда: ВоГУ, 2014. С. 32-34.
2. Руководство для оператора Роттне Н8. Швеция. 2012. 50 с.
3. Руководство для оператора EGS405. Швеция. 2012. 42 с.
4. Мясичев Д.Г. Особенности малой механизации лесозаготовок за рубежом // Изв. высш. уч. заведений. Лесной журнал. 2005. № 6. С. 63–68.
5. Макуев В.А. Критерии формирования парка лесосечных машин // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2010. № 1. С. 82–84.
6. Макуев В.А. Новые экономические подходы к формированию парка лесосечных машин // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2010. № 2. С. 123–124.
7. Свойкин Ф.В., Бачериков И.В., Бирман А.Р., Соколова В.А. Стохастическая модель оптимизации затрат при планировании технологических процессов лесозаготовок // Системы Методы Технологии. 2017. № 4 (36). С. 182-186. DOI: 10.18324/2077-5415-2017-4-182-186.
8. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М., 1973. 870 с.
9. Свойкин Ф.В., Коваленко Т.В., Вохмянин Н.А. Вопросы учета влияния климатических факторов на организацию транспортно-технологических процессов лесозаготовительного производства. Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. С. 15-16.

10. Рекомендации по проведению рубок промежуточного пользования на Северо-Западе России // Развитие системы устойчивого управления лесными ресурсами на Северо-Западе России: проект НИИ леса / Исслед центр Финляндии. Йоэнсуу, 2004.

11. Макуев В.А., Дац Ф.А., Клубничкин В.Е. Обучение человека–оператора как основная задача управления зарубежной лесозаготовительной техники // Надёжность и качество: тр. междунар. симпозиума. 2010. Т. 2. С. 36–38.

12. Руководство для оператора Роттне Н8. Система управления и измерения. Швеция. 2012. 84 с.

13. Руководство пользователя измерительной и калибровочной вилкой Haglof Digitech, Швеция. 2011. 24 с.

14. Свойкин Ф.В. Обоснование оптимальных технологических процессов лесозаготовок в условиях СЗФО РФ // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка: материалы междунар. науч.-технической конф. молодых ученых и специалистов / СПбЛТУ. СПб., 2012. С. 116–118.

15. Svoykin F. Wälder und Klimawandel – Zusammenlegbare, mobile Holzückanlage // Sprungbrett- Internationale Studierendenkonferenz. Oktober 2012, Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Biel, Switzerland. 2012. P. 144–153.

16. Свойкин Ф.В., Акишин В.С., Григорьев И.В., Комяков А.Н., Макаренко А.В. Беспилотные воздушные комплексы как средство сбора информации для географических информационных систем. Мытищи, 2012. С. 18 21.

References

1. Svoykin F.V. Results test-drive to commercial thinning in the northwestern Federal district of the Russian Federation / Svoykin, F.V., Frolov I.S., Bacherikov, I.V., Simonenko, M.V. Vologda: VoSTU, 2014. P. 32-34.

2. Operator's manual Rottne H8. Sweden, 2012, 50 p.

3. Operator's manual EGS405, Sweden, 2012, 42 p.

4. Myasishchev D.G. Features of mechanization of logging abroad / D.G. Myasishchev // IVUZ, Forest magazine. 2005. № 6. P. 63-68.

5. Makeev V. Criteria of formation of Park of harvesting machines / Makeev V. A. // Bulletin of Moscow state forest University – Forest Herald. 2010. № 1. P. 82-84.

6. Makeev V.A. New economic approaches to the formation of the Park of harvesting machines / Makeev V.A. // Bulletin of

Moscow state forest University – Forest Herald. 2010. № 2. P. 123-124.

7. Svoykin F.V. Stochastic model of cost optimization in planning of technological processes of logging / F.V. Svoykin, I.V. Bacherikov, A.R., Birman, V.A. Sokolova // the System Methods Technologies. № 4 (36), 2017. P. 182-186 DOI: 10.18324/2077-5415-2017-4-182-186.

8. Vygotsky M.J. The Handbook on higher mathematics. M. 1973. 870 s.

9. Svoykyn F.V. The accounting impact of climatic factors on the organization of transport-technological process of timber production / F.V. Svoykin, T.V. Kovalenko, N.A. Vokhmyanin. Petrozavodsk: PetrSU, 2011. P. 15-16.

10. Rekomendacii po provedeniyu rubok promezhutochnogo pol'zovaniya na Severo-Zapade Rossii. Proekt «Razvitie sistemy ustojchivogo upravleniya lesnymi resursami na Severo-Zapade Rossii». NII lesa Finlyandii. Issledovatel'skij centr Joehnsuu, 2004 g.

11. Makeev V.A. Training of the human operator as the main task of the control of foreign logging machinery / VA Makeev, F.A. Dats, V.E. Klubnichkin // Proceedings of the international Symposium. Reliability and quality. 2010. Vol. 2. P. 36-38.

12. Operator's manual Rottne H8. Control and measurement system, Sweden, 2012, 84 p.

13. Haglof Digitech User Manual, Sweden, 2011, 24 p.

14. Svoykin F.V. Substantiation of optimum technological processes of logging in terms of the NWFD of the Russian Federation. Modern problems and prospects of sustainable forest management in market conditions: materials of International scientific-technical conference of young scientists and specialists Under the editorship of authors Spbgltu / F.V. Svoykin SPb: SPbFTU, 2012. P. 116–118.

15. Svoykin F. Wälder und Klimawandel – Zusammenlegbare, mobile Holzückanlage // Sprungbrett- Internationale Studierendenkonferenz. Oktober 2012, Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Biel, Switzerland. 2012. P. 144–153.

16. Svoykin F.V. Unmanned aerial systems as a means of collecting information for a geographic information systems / F.V. Svoykin, V.V. Akishin, I.V. Grigoriev, A.N. Komyakov, V.A. Makarenko. Mytishchi: Mytishchi printing house, 2012. P. 18-21.