

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 4. С. 82–xx  
*Forests of Russia and economy in them. 2022. № 4. P. 82–xx*

Научная статья

УДК 630.323

DOI: 10.51318/FRET.2022.48.88.010

## РАЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РУБОК УХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕНЗОМОТОРНОЙ ПИЛЫ И МИНИ-ТРАКТОРА

Алина Флоритовна Уразова<sup>1</sup>, Эдуард Федорович Герц<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2771-2334>

<sup>2</sup> gertsef@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0434-7282>

**Аннотация.** Рассмотрены различные варианты организации рубок ухода при разрубке лент, недосягаемых для манипулятора харвестера с пасечных волоков, при широкопасечной технологии слабой интенсивности с применением бензомоторной пилы и мини-трактора. Предложены три альтернативных варианта организации работ. Первый, при котором один рабочий выполняет все необходимые операции бензомоторной пилой, а второй, управляя мини-трактором, осуществляет подбор лесоматериалов, их погрузку и подтрелевку к пасечному волоку. Второй, предполагающий выполнение одним рабочим всего комплекса работ с использованием бензомоторной пилы и мини-трактора поочередно в необходимой последовательности при работе с каждым вырубаемым деревом. Третий, при котором рабочие выполняют операции совместно, помогая друг другу. В качестве оценочных критериев рассмотрены комплексная выработка, риски повреждения компонентов формируемого древостоя и снижение нагрузки на отдельные группы мышц рабочего за счет исключения однообразных и монотонных движений. Установлено, что снижение комплексной выработки в результате снижения коэффициента использования оборудования при выполнении всего комплекса операций с применением бензомоторной пилы и мини-трактора одним рабочим частично компенсируется за счет сокращения затрат времени на переходы между деревьями. Рекомендованы варианты организации работ для рубок очень слабой и слабой интенсивности, также для вырубki семенных деревьев, выполнивших свои функции.

**Ключевые слова:** рубки ухода, санитарные рубки, мини-трактор, организация рубок, повреждения деревьев

Scientific article

DOI: 10.51318/FRET.2022.48.88.010

## RATIONAL ORGANIZATION OF THINNING WITH A GASOLINE-POWERED SAW AND A MINI TRACTOR

Alina F. Urazova<sup>1</sup>, Edward F. Gertz<sup>2</sup><sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia<sup>1</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2771-2334><sup>2</sup> gertsef@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0434-7282>

**Abstract.** Various options for organizing thinning cuttings when cutting strips inaccessible to the harvester manipulator from apiary trails with wide apiary technology of low intensity using a gasoline-powered saw and a mini tractor are considered. Three alternative options for the organization of work are proposed. The first, in which one worker performs all the necessary operations with a gasoline-powered saw, and the second, driving a mini-tractor, selects timber, loads them and skids to the apiary portage. The second one involves the execution of the entire complex of works by one worker using a gasoline-powered saw and a mini tractor in turn in the required sequence when working with each cut down tree. The third is in which workers perform operations jointly, helping each other. As evaluation criteria, complex development, risks of damage to the components of the formed forest stand and reduction of the load on individual muscle groups of the worker due to the exclusion of monotonous and monotonous movements are considered. It has been established that the decrease in integrated output, as a result of a decrease in the equipment utilization rate, when performing the entire range of operations using a gasoline-powered saw and a mini tractor by one worker, is partially compensated by reducing the time spent on transitions between trees. Options for organizing work for felling of very low and low intensity, as well as for cutting down seed trees that have fulfilled their functions, are recommended.

**Keywords:** maintenance felling, sanitary felling, mini tractor, felling organization, tree damage

### Введение

Принципы устойчивого (неистощительного) лесопользования предполагают переход от сплошных рубок к выборочным, что в полной мере соответствует требованиям интенсификации лесопользования. Наряду с рубками в спелых и перестойных насаждениях интенсивное лесопользование предусматривает неукоснительное проведение комплекса рубок ухода. Рубки, проводимые в целях ухода за лесными насаждениями, подразделяются по интенсивности: очень слабая – до 10 %; слабая –

11–20 %; умеренная – 21–30 %; умеренно высокая – 31–40 %; высокая – 41–50 %; очень высокая – 51–70 %; исключительно высокая – 71–90 % с уходом за целевыми деревьями под пологом (доля деревьев целевых пород в насаждении может быть менее 10 % при достаточном количестве жизнеспособных растений) (Приказ № 534..., 2020).

Вместе с тем традиционные технологии и существующие нормативы проведения рубок ухода предполагают разработку пасек шириной 30–40 м и трелевку древесины тракторами с канатно-чокерной оснасткой.

Такие технологии радикально снижают эффективность проведения рубок ухода очень слабой и слабой интенсивности, поскольку трелевка хлыстов зачастую приводит к обдиру комлевой части стволов деревьев, оставляемых на дорастивание (Поврежденность, 2014; Шумак, Колодий, 2019).

Другим примером отсутствия рационального технологического решения является уборка семенных деревьев, количество которых в соответствии с Правилами заготовки древесины должно составлять не менее 20 шт./га (Приказ № 993...,

2020). Вырубка таких деревьев должна выполняться в зимний период после появления достаточного количества подроста хозяйственно ценных пород. Вместе с тем в научной литературе практически нет работ этой направленности, хотя вопросы ветроустойчивости семенников изучались неоднократно (Смирнов, Сканцев, 2011; Беляева и др., 2022).

Рубки слабой и очень слабой интенсивности при этих технологиях и при прочих равных условиях характеризуются не только большими расстояниями между вырубными деревьями и, соответственно, расстояниями перехода рабочих, что в результате определяет снижение производительности, но и сопровождается повреждением деревьев и подростов (Ивашкова, 2014).

#### **Цель, задача, методика и объекты исследования**

Целью работы является повышение эффективности рубок ухода. Одним из путей достижения поставленной цели является включение в систему машин мини-трактора. При рубках ухода очень слабой и слабой интенсивности это позволит разрабатывать пазы шириной до 100 м с подтрелевкой заготовленной древесины к пазным волокам, максимально сохраняя оставшиеся на доращивание компоненты леса от повреждений мини-трактором, работающим под пологом древостоя. При вырубке семенных деревьев габариты мини-трактора в сочетании с маневренностью и трелевкой

сортиментов позволят минимизировать ущерб (Какое шасси..., 2014; Условия..., 2016; К вопросу о целесообразности..., 2002).

Организация совместной работы рабочих с бензопилой и мини-трактора в этих условиях требует отдельного рассмотрения.

#### **Результаты**

В условиях значительного удаления вырубных деревьев друг от друга необходима надежная координация выполнения всех операций с деревом, исключая не только оставление древесины у пня, но и дополнительные затраты времени рабочим, управляющим мини-трактором, при поиске и подборе сортиментов.

Технологический процесс разработки боковых лент с применением бензомоторной пилы и мини-трактора может быть организован по разным вариантам.

1. Рабочие на лесосеке специализируются, работая разными инструментами: одни выполняют все операции бензопилой: валка, обрезка сучьев, раскряжевка, а другие – с помощью мини-трактора: подбор и подтрелевка заготовленных сортиментов к пазному волоку или другим местам складирования.

2. Каждый рабочий, используя бензомоторную пилу и мини-трактор, выполняет на лесосеке весь комплекс работ, включая отбор очередного дерева, валку, обрезку сучьев, раскряжевку, погрузку сортиментов на грузовую платформу мини-трактора с дальнейшей их трелевкой и разгрузкой.

3. Два рабочих работают совместно, при валке выполняя функции вальщика и помощника, при обрезке крупных сучьев один из рабочих отпиливает, а второй убирает мешающие дальнейшей работе ветви. Погрузку и разгрузку сортиментов рабочие осуществляют вдвоем.

Предпочтительность тому или иному варианту организации труда может быть определена с учетом экономических (технологических), экологических (лесоводственных) и социальных (эргономических) критериев (Азаренок и др., 2012, Выбор технологии..., 2015). В качестве оценочных критериев могут использоваться комплексная выработка, риски повреждения компонентов формируемого древостоя и снижение нагрузки на отдельные группы мышц рабочего за счет исключения однообразных и монотонных движений.

Вариант 1 целесообразен при условии возможной визуализации заготовленной древесины, что позволит каждому из рабочих рационально распределять рабочее время, избегая вынужденных простоев. Выполнение при этом одним рабочим всех операций (валка, обрезка сучьев и раскряжевка) в отличие от традиционной организации, где каждый рабочий выполняет одну операцию, позволит уменьшить суммарные затраты времени за счет сокращения цикловых затрат времени на переходы между вырубными деревьями. Кроме того, такая организация работы обеспечивает наиболее полное

использование машинного времени как бензопилы, так и мини-трактора и предполагает максимальный уровень специализации рабочих. Мини-трактор в процессе подбора заготовленных сортиментов может перемещаться челночными ходами, минимизируя тем самым холостой и грузовой ход (рис. 1).

Вариант реализации рубок 2 при очень низкой интенсивности позволит каждому рабочему самостоятельно организовать рабочий процесс, поочередно используя оба инструмента: бензодвигательную пилу и мини-трактор. Это приводит к неполному использованию машинного времени, однако дополнительно сокращает время перехода рабочих, отнесенное к одному дереву, повышая тем самым их комплексную выработку. Оценивая эргономический аспект, необходимо отметить большее разнообразие операций, а значит, и более разнообразную нагрузку для разных групп мышц. Кроме того, при работе с деревом (обрезка сучьев и раскряжевка) грузовая платформа мини-трактора может использоваться в качестве опоры для дерева, что улучшает условия работы с ним (рис. 2).

Вариант организации работы 3 может быть целесообразным при работе с крупными деревьями, в частности при вырубке семенных деревьев. Совместная работа с крупным деревом не только обеспечивает должный уровень безопасности при его валке и обрезке сучьев, но и возможность погрузки крупных сортиментов.

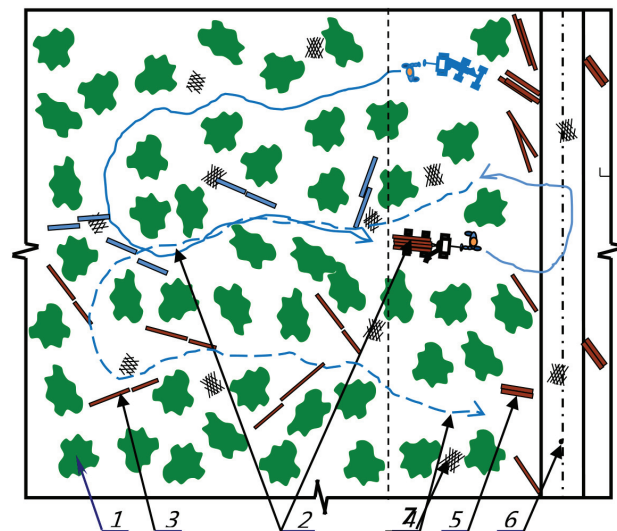


Рис. 1. Подборка мини-трактором древесины с полупасек предварительно заготовленных сортиментов:

- 1 – растущие деревья; 2 – мини-трактор и маршрут его перемещения;
- 3 – заготовленные сортименты; 4 – порубочные остатки;
- 5 – пакеты сортиментов; 6 – пасечный волок;
- 7 – граница зоны работы харвестера

Fig. 1. A selection of wood from semi-apiries of pre-harvested assortments with a mini tractor:

- 1 – growing trees; 2 – mini-tractor and the route of its movement;
- 3 – harvested assortments; 4 – felling residues; 5 – assortment packages;
- 6 – bee portage; 7 – harvester work area border

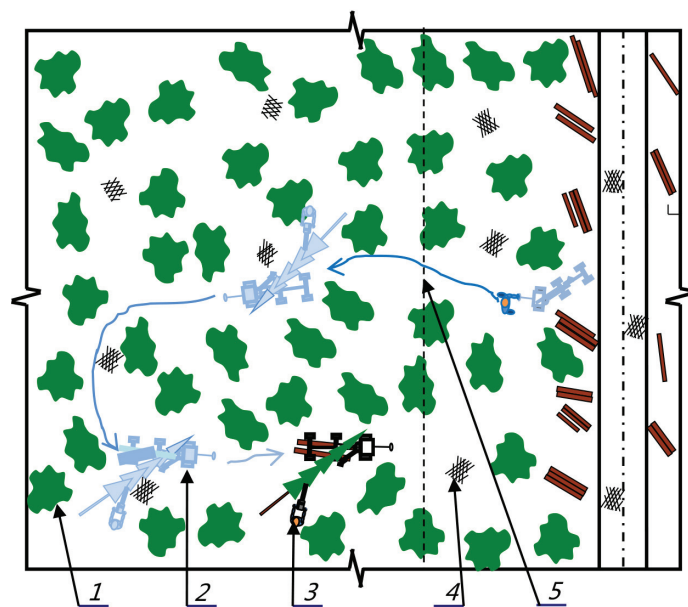


Рис. 2. Разработка недосягаемой для манипулятора части полупасеки рабочим с бензодвигательной пилой и мини-трактором:

- 1 – растущие деревья; 2 – мини-трактор и маршрут его перемещения;
- 3 – работа с поваленным деревом и мини-трактором; 4 – порубочные остатки;
- 5 – граница зоны работы харвестера;

Fig. 2. Development of a semi-apirary inaccessible to the manipulator by a worker with a gasoline-powered saw and a mini-tractor:

- 1 – growing trees; 2 – mini-tractor and route of its movement;
- 3 – work with a fallen tree and a mini-tractor; 4 – felling residues;
- 5 – the border of the harvester work zone

**Выводы**

Переход на широкопосечные технологии рубок ухода с применением мини-тракторов для работы под пологом древостоя позволит в большей мере выполнять лесоводственные требования.

Рассмотренные варианты организации рубок могут быть рекомендованы для выполнения

рубок слабой интенсивности (вариант 1), очень слабой интенсивности (вариант 2) и вырубки семенных деревьев (вариант 3).

Очевидно, что выполнение всего комплекса операций одним рабочим (вариант 2) приведет к снижению коэффициента использования мини-трактора и бензомоторной пилы. Один из

двух механизмов будет постоянно простаивать, что приведет к снижению производительности. Вместе с тем по мере сокращения удельных затрат времени на переходы между деревьями, при меньших интенсивностях изреживания древостоя возрастает комплексная выработка рабочих в сравнении с таковой при организации работ по варианту 1.

**Список источников**

- Азаренок В. А., Герц Э. Ф., Силуков Ю. Д. Алгоритм выбора технологии и систем машин для выполнения рубок // Аграрн. вестник Урала. 2012. № 1 (93). С 35–36.
- Беляева Н. В., Сорокина Н. С., Данилов Д. А. Оценка эффективности оставления семенных деревьев на вырубках в различных типах леса // Актуальн. проблемы лесн. комплекса. 2022. № 61. С. 6–12.
- Васякин Е. А., Добрынин Ю. А. Повреждаемость деревьев при выборочных рубках // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2017. № 219. С. 120–130.
- Выбор технологии лесосечных работ в условиях устойчивого лесопользования / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов, Т. А. Перепечина, Н. Н. Теринов, А. Ф. Уразова // Леса России и хоз-во в них. 2015. Т. 55. № 4. С. 12–22.
- Ивашкова В. А. Моделирование рубок ухода и оценка их качества на примере пробных площадей ПетрГУ // Актуальн. направления науч. исслед. XXI века : теория и практика. 2014. Т. 2. № 2–3 (7–3). С. 54–58.
- Какое шасси нужно машине, работающей под пологом древостоя / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов, Т. А. Перепечина, А. Ф. Уразова, Н. Н. Теринов // Леса России и хоз-во в них. 2014. № 2. С. 30–32.
- К вопросу о целесообразности применения операции подтрелевка при несплошных рубках / Э. Ф. Герц, В. А. Азаренок, Н. В. Лившиц, А. В. Мехренцев // Изв. высш. учеб. завед. Лесн. журн. 2002. № 3. С. 44–48.
- Повреждаемость стволов оставляемых деревьев в процессе подтрелевки хлыстов на несплошных рубках / А. С. Черных, А. С. Бондаренко, В. В. Абрамов, А. И. Серебрянский // Актуальн. направления науч. исследований XXI века : теория и практика. 2014. Т. 2. № 5–4 (10–4). С. 379–382.
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 1 декабря 2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации». URL: <http://www.consultant.ru>
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июля 2020 г. № 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами». URL: <http://docs.cntd.ru>
- Смирнов А. П., Сканцев А. В. Оценка ветроустойчивости семенных деревьев сосны на вырубках // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2011. № 195. С. 39–49.
- Условия и возможность работы лесотранспортных систем под пологом древостоя / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов, Т. А. Перепечина, Н. Н. Теринов, А. Ф. Уразова // Resources and Technology. 2016. Т. 13. № 2. С. 20–33.
- Шумак С. В., Колодий П. В. Повреждаемость оставляемой части деревьев при проведении проходных рубок // Актуальн. проблемы лесн. комплекса. 2019. № 54. С. 240–243.



### References

- Azarenok V. A., Hertz E. F., Silukov Yu. D. Algorithm of choice of technology and systems of machines for logging // Agrarny vestnik Urala. 2012. № 1 (93). P. 35–36.
- Belyaeva N. V., Sorokina N. S., Danilov D. A. Evaluation of the effectiveness of leaving seed trees on clearcuts in different types of forests // Actual problems of the forest complex. 2022. № 61. P. 6–12.
- Conditions and possibility of forest transport systems operation under the forest stand canopy / Y. N. Bezgina, E. F. Hertz, V. V. Ivanov, T. A. Perepechina, N. N. Terinov, A. F. Urazova // Resources and Technology. 2016. T. 13. № 2. P. 20–33.
- Damageability of trunks of trees left in the process of undercutting at non-dense felling / A. S. Chernykh, A. S. Bondarenko, V. V. Abramov, A. I. Serebryansky // Actual directions of scientific research of the XXI century : theory and practice. 2014. T. 2. № 5–4 (10–4). P. 379–382.
- Ivashkova V. A. Modeling of thinning and assessment of its quality by the example of sample areas of PetrSU // Actual directions of scientific research of the XXI century : theory and practice. 2014. T. 2. № 2–3 (7–3). P. 54–58.
- On the expediency of applying the operation of undercutting during nonplanar cuttings / E. F. Herz, V. A. Azarenok, N. V. Livshits, A. V. Mekhrentsev // Izvestia vysshee uchebnykh obrazovatel'nykh obrazov. Forest journal. 2002. № 3. P. 44–48.
- Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation from July 30, 2020 № 534 «On Approval of the Rules of Forest Care». URL: <http://docs.cntd.ru>
- Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation from December 1, 2020 № 993 «On approval of the Rules of wood harvesting and peculiarities of wood harvesting in forest districts specified in article 23 of the Forest Code of the Russian Federation». URL: <http://www.consultant.ru>
- Shumak S. V., Kolodiy P. V. Damageability of the leftover part of de-trees during cuttings // Actual problems of the forest complex. 2019. № 54. P. 240–243.
- Smirnov A. P., Skantsev A. V. Assessment of wind resistance of seed pine trees in clearcuts // Proceedings of the St. Petersburg Forest Engineering Academy. 2011. № 195. P. 39–49.
- The choice of cutting technology in the conditions of sustainable forest management / Y. N. Bezgina, E. F. Hertz, V. V. Ivanov, T. A. Perepechina, N. N. Terinov, A. F. Urazova // Russian forests and management in them. 2015. T. 55. № 4. P. 12–22.
- Vasyakin E. A., Dobrynin Yu. A. Damageability of trees during harvesting logging // Izvestiya St. Petersburg Forestry Engineering Academy. 2017. № 219. P. 120–130.
- What chassis does a machine that works under the forest stand? / Y. N. Bezgina, E. F. Hertz, V. V. Ivanov, T. A. Perepechina, A. F. Urazova, N. N. Terinov // Forests of Russia and management in them. 2014. № 2. P. 30–32.

### Информация об авторах

*А. Ф. Уразова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;  
Э. Ф. Герц – доктор технических наук, профессор.*

### Information about the authors

*A. F. Urazova – candidate of agricultural sciences, associate professor;  
E. F. Hertz – Doctor of Technical Sciences, Professor.*

*Статья поступила в редакцию 01.12.2022; принята к публикации 14.12.2022.  
The article was submitted 01.12.2022; accepted for publication 14.12.2022.*