

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА FORESTRY TECHNOLOGIES AND MACHINES

Научная статья

УДК 630*3

<https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.3.71>

EDN: GYFJVE

Устройства для кольцевания деревьев при рубках ухода в молодняках

Е. М. Царёв, К. П. Рукомойников[✉], И. С. Анисимов, Н. С. Анисимов, В. Е. Макаров

Поволжский государственный технологический университет,

Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

RukomojnikovKP@volgatech.net [✉]

Аннотация. *Введение.* Уход за молодняком – важнейший этап лесовыращивания, обеспечивающий продуктивность древостоев. В период от осветления до прочистки необходимо обеспечить достаточное пространство для роста деревьев и учитывать конкуренцию между различными видами в лиственно-хвойном лесу. При использовании одного вида и метода рубки можно ослабить или устранить конкуренцию с помощью различных методов воздействия на нежелательные породы: оставление пней нужной высоты, обезвершинивание, кольцевание стволов, химическое уничтожение и обрезка кроны деревьев. Особое внимание уделено кольцеванию деревьев, подлежащих удалению. Рассмотрены устройства для кольцевания деревьев с указанием их недостатков. *Актуальность темы.* Большой интерес представляют направления по совершенствованию и модернизации устройств для кольцевания деревьев, предусматривающие простоту конструкций и высокую производительность работы за счёт увеличения диапазона диаметров окольцовываемых деревьев. *Целью* исследования является конструктивная проработка вариантов механизмов для кольцевания деревьев и усыхания их на корню. *Объекты и методы исследования.* Исследуемые объекты – конструкции устройств для кольцевания деревьев. Использовался метод поиска с проведением обзора существующих конструкций кольцевания деревьев, их анализа, сравнения, обобщения и конкретизации с выявлением аналогов и прототипов. *Результаты.* Предложено несколько конструкций для кольцевания деревьев, подлежащих удалению. Среди них пружинное, передвижное и цепное устройства для кольцевания. Подробно описаны конструкции устройств и принципы их использования. *Выводы.* Разработанные механизмы позволяют расширить выбор конструктивных вариантов устройств для кольцевания. Новизна представленных в статье механизмов подтверждена патентами РФ. Все разработанные варианты характеризуются возможностью широкого варьирования диапазонов диаметров обрабатываемых деревьев, мобильностью и простотой конструкции. Использование предложенных механизмов обеспечивает низкую утомляемость рабочих при кольцевании и перемещении между обрабатываемыми деревьями.

Ключевые слова: древостой; нежелательные древесные породы; простота конструкции; усыхание; патент

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Для цитирования: Царёв Е. М., Рукомойников К. П., Анисимов И. С., Анисимов Н. С., Макаров В. Е. Устройства для кольцевания деревьев при рубках ухода в молодняках // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер: Лес. Экология. Природопользование. 2024. № 3 (63). С. 71–81. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.3.71>; EDN: GYFJVE

Введение

Уход за молодняком – важнейший этап лесовыращивания, обеспечивающий продуктивность выращиваемых древостоев. Во время периода от осветления до прочистки, когда хвойные деревья находятся в конкуренции с лиственными деревьями, условия роста выращиваемых деревьев ухудшаются. Все лесохозяйственные операции, осуществляемые на протяжении этого периода, направлены на развитие и рост молодых деревьев [1–4].

Необходимо обеспечить достаточное пространство для роста деревьев и учитывать последствия конкуренции между различными их видами в смешанном древостое [5–9].

При использовании выборочного метода ухода в молодых насаждениях можно использовать [10–12]:

- 1) традиционную рубку;
- 2) обезвершинивание деревьев;
- 3) кольцевание стволов деревьев;
- 4) химический метод.

С коридорным подходом к уходу, в дополнение к химическому и традиционному методам, используется метод крокошения [13].

Умерщвление отдельных деревьев можно проводить и механическим путём, например кольцеванием. Кольцевание представляет собой нанесение кольцевых надрезов камбиального слоя на растущих стволах деревьев. В результате деревья засыхают. Кольцевание деревьев проводится в любое время года [14].

Впервые кольцевание упоминалось в XIX веке [15, с. 795]:

1) по наставлениям графа Канкрина, в 1830 году кора срезалась в форме колец вокруг ствола дерева. Целью являлось усыхание или умерщвление деревьев на корню;

2) в приусадебных хозяйствах, и, в частности, на виноградных плантациях, используются различные методы, замедляющие рост самих растений и в особенности их веток. Это помогает формировать цветочные почки и обеспечивать

скорое развитие и созревание плодов, которые уже успели завязаться;

3) в борьбе с некоторыми насекомыми, вредными для леса и сада;

4) кольцевание деревьев дятлами – это способ продавливания коры и повреждения молодой древесины деревьев птицами.

Предложенный в 1929 году лесничим Б. П. Гаврисем способ кольцевания стволов стал одним из первых, использующий ручной кольцеватель с целью уничтожения мелколиственных пород деревьев. Поворотом рукоятки на 180 градусов четырьмя резами срезаются две полосы коры с древесиной [16].

Позднее создавались новые конструкции устройств для кольцевания деревьев.

В 1971 году И. С. Марченко разработал кольцеватели с поворотным механизмом. При работе с ними необходимо их повернуть на 30–45 градусов относительно горизонтали [17].

Кольцеватель БТИ-1Б предназначен для нанесения кольцевых порезов на стволах удаляемых деревьев. Его конструкция состоит из шарнирно соединённых двух частей, включает стойку, регулировочный паз, рукоятку и стопорный винт. Зубья кольцевателя проникают в кору и древесину с минимальными усилиями. Поворачиваясь в горизонтальной плоскости, зубья снимают тонкую полоску коры шириной 8...30 мм. Это позволяет кольцевателю БТИ-2 обрабатывать деревья диаметром до 8 см.

Недостаток данного устройства – низкая производительность из-за необходимости фиксации рабочих органов на стволе растущего дерева после внедрения их зубцами в кору на определённую глубину при помощи стопорного винта. При этом незначительная часть деревьев погибает уже в первый же вегетационный период, но большинство деревьев выживают и до второго, а в некоторых случаях и до третьего вегетационного периода.

Существуют механизмы для обработки деревьев, оснащённые бензопилой с ограничителем глубины пропила на шине

и шкалой с делениями, определяющими глубину пропила для каждого конкретного дерева [18, 19]. Такие конструкции включают в себя режущий инструмент, устройство для ограничения глубины реза, упор и механизм привода режущего инструмента. Ограничитель глубины реза имеет полу форму полуцилиндра, внутри которой находится режущий инструмент [20].

Основным недостатком этих устройств является громоздкость конструкции.

Для кольцевания деревьев было разработано техническое решение, которое включает в себя стойку с подвижными рычагами трубчатого сечения. В передней их части закреплены режущие органы, приводные в работу от гибких валов за счёт редуктора [21].

Существует техническое решение для кольцевания деревьев, оснащённое рамой, на которой установлены трубчатые раздвижные рычаги. В передней части каждого рычага находится режущий инструмент, приводимый в действие гибким валом и системой зубчатых передач (редуктором) для приведения вала в движение. Однако устройство обладает низкой производительностью, поскольку диаметр деревьев для кольцевания ограничен размером рычагов, охватывающих ствол деревьев.

Актуальность темы обусловлена тем, что подсушка деревьев механическим кольцеванием перед рубкой в настоящее время не получила широкого распространения в первую очередь из-за трудоёмкости ведения работ существующими устройствами. В связи с этим большой интерес представляют направления по совершенствованию и модернизации устройств для кольцевания деревьев, предусматривающие простоту конструкций и высокую производительность работы за счёт увеличения диапазона диаметров окольцовываемых деревьев.

Целью исследований является конструктивная проработка вариантов механизмов для кольцевания деревьев и усыхания их на корню.

Объекты и методы исследования

Исследуемые объекты – это конструкции устройств для кольцевания деревьев. Использовался метод поиска с проведением обзора существующих конструкций кольцевания деревьев, их анализа, сравнения, обобщения и конкретизации с выявлением аналогов и прототипов.

На основе этого было определено несколько перспективных вариантов модернизации устройств для кольцевания для упрощения обработки древесных насаждений, подлежащих удалению.

Результаты и их обсуждение

Разработан ряд модернизированных устройств для кольцевания стволов деревьев, подлежащих удалению.

Одно из таких устройств представлено на рис. 1 [22].

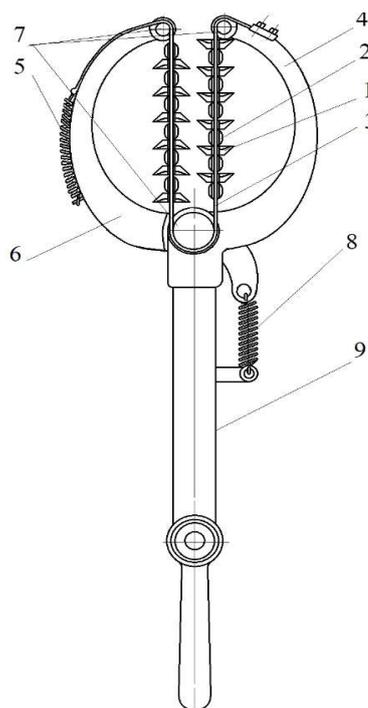


Рис. 1. Пружинящее устройство для кольцевания деревьев: 1 – режущий орган, 2 – цилиндрические вставки, 3 – гибкий канат, 4 – неподвижный зажимной рычаг, 5 – натяжная пружина, 6 – подвижный зажимной рычаг, 7 – блок, 8 – прижимная пружина, 9 – рукоятка
Fig. 1. Spring-loaded device for tree ring-barking: 1 – cutting body, 2 – cylindrical inserts, 3 – flexible rope, 4 – fixed clamping lever, 5 – tension spring, 6 – movable clamping lever, 7 – block, 8 – clamping spring, 9 – handle

Данное ручное устройство имеет режущий орган, состоящий из дискообразных фрез 1 с цилиндрическими вставками 2 между ними. Все эти фрезы 1 закреплены на эластичном канате 3. Один конец каната 3 плотно прикреплен к неподвижному зажимному рычагу 4, а другой конец соединен с пружинящим натяжным устройством 5. Это пружинящее устройство 5 прикреплено к подвижному зажимному рычагу 6.

Канат 3, огибающий блоки 7, закреплен одним концом на подвижном рычаге 6, а другим – на неподвижном рычаге 4. Данные рычаги 4 и 6 шарнирно соединены между собой. Пружина 8 прикреплена одним концом к подвижному рычагу 6, а другим концом соединена с рукояткой 9 неподвижного рычага 4.

Устройство работает следующим образом (рис. 2). Режущий орган подносят к дереву 10. Преодолевая усилия пружин 5 и 8, происходит внедрение дерева во внутреннее пространство между зажимными рычагами 4 и 6.

При этом режущий орган охватывает дерево, прижимая тарельчатые резцы 1. При повороте устройства на 180 градусов против часовой стрелки происходит срезание коры. Если срезание произошло неполное, то устройство необходимо вернуть в исходное положение и повторить срезание. Таким образом производят полное кольцевание деревьев для подсушки их на корню.

Другое предлагаемое авторами устройство для кольцевания стволов деревьев показано на рис. 3 [23]. Это устройство имеет раму 1, поддерживаемую ходовыми колёсами 2. В задней части рамы 2 жёстко закреплена П-образная направляющая 3. Перед направляющей рейкой 3 при помощи шарнирных соединений 4 закреплены зажимные рычаги с режущими органами в количестве двух штук. Они представлены пильными цепями 5, огибающими звёздочки 6, выполняющие роль

направляющих. Звёздочки 6 установлены в передней части стержней 7.

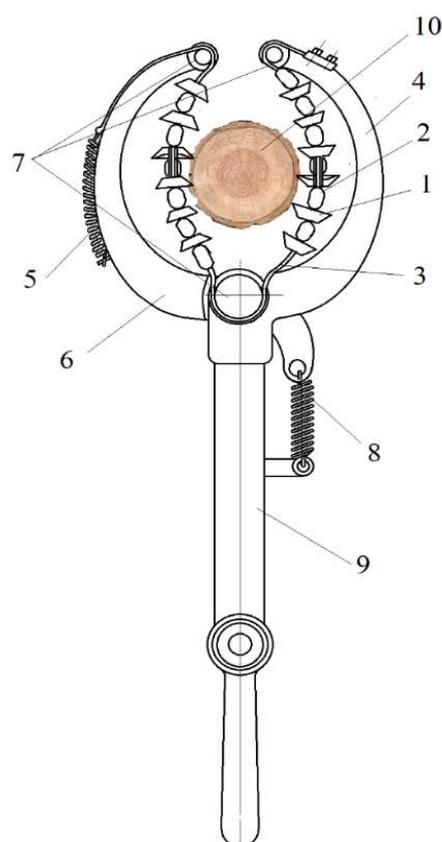


Рис. 2. Взаимодействие пружинящего устройства для кольцевания с деревом, подлежащим удалению: 1 – режущий орган, 2 – цилиндрические вставки, 3 – гибкий канат, 4 – неподвижный зажимной рычаг, 5 – натяжная пружина, 6 – подвижный зажимной рычаг, 7 – блок, 8 – прижимная пружина, 9 – корпус, 10 – дерево
Fig. 2. Interaction of the spring-loaded device for tree ringing with the tree to be removed: 1 – cutting body, 2 – cylindrical inserts, 3 – flexible rope, 4 – fixed clamping lever, 5 – tension spring, 6 – movable clamping lever, 7 – block, 8 – clamping spring, 9 – housing, 10 – tree

Одним концом режущие органы в виде пильных цепей 5 жёстко зафиксированы на центральной планке 8 рамы 1. Другие концы зафиксированы с помощью пружин 10 на боковых планках 9 стержней 7. В то же время боковые 9 и центральная 8 планки соединены между собой пружинами 11.

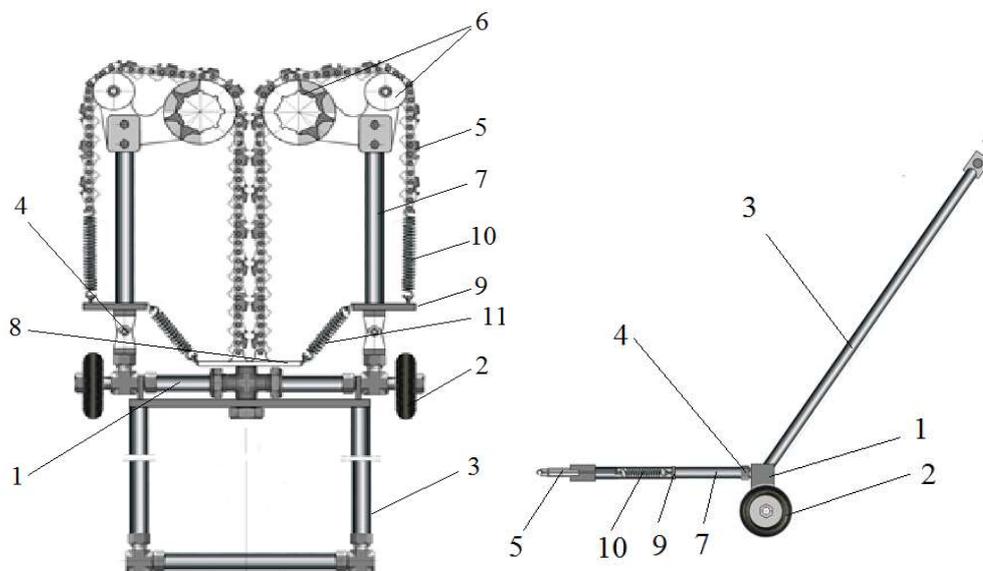


Рис. 3. Передвижное устройство для кольцевания деревьев: 1 – рама, 2 – ходовые колёса, 3 – направляющая П-образной формы, 4 – шарниры, 5 – пильные цепи, 6 – звёздочки, 7 – стяжки, 8 – центральная планка, 9 – боковые планки, 10, 11 – пружины

Fig. 3. Mobile device for tree ringing: 1 – frame, 2 – running wheels, 3 – U-shaped guide, 4 – hinges, 5 – saw chains, 6 – sprockets, 7 – ties, 8 – central bar, 9 – side bars, 10, 11 – springs

Устройство работает следующим образом (рис 4). Режущий орган подводят к растущему дереву 12. Далее, преодолевая усилия пружин 10 и 11, происходит внедрение дерева во внутреннее пространство между пильными цепями 5. При этом режущие органы охватывают дерево 12. При повороте устройства на 180 градусов происходит срезание коры. Если срезание произошло неполное, то устройство необходимо вернуть в исходное положение и повторить срезание. Таким образом производят полное кольцевание деревьев для подсушки их на корню.

Цепное устройство для кольцевания деревьев (рис. 5) создано на основе использования пильной цепи 1 для поперечной распиловки (например, пильные цепи марок ПЦП или ПЦУ) и имеет две ручки 2, которые прочно прикреплены к свободным концам цепной пилы [24].

Пильная цепь 1 огибает ствол дерева 3, подлежащего удалению, как показано на рис. 6. Экспериментальный образец данного устройства представлен на рис. 7.

После чего оператор перемещает рукоятки 2 вперёд и назад, что приводит в дви-

жение пильную цепь 1. Зубья пильной цепи врезаются в ствол дерева, делая надрез.

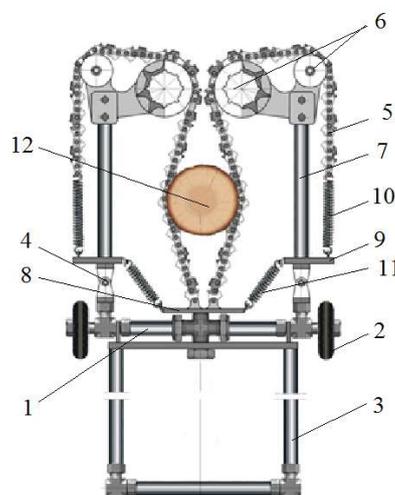


Рис. 4. Взаимодействие передвижного устройства для кольцевания с деревом, подлежащим удалению: 1 – рама, 2 – ходовые колёса, 3 – направляющая П-образной формы, 4 – шарниры, 5 – пильные цепи, 6 – звёздочки, 7 – стяжки, 8 – центральная планка, 9 – боковые планки, 10, 11 – пружины, 12 – дерево

Fig. 4. Interaction of the mobile device for tree ringing with a tree to be removed: 1 – frame, 2 – running wheels, 3 – U-shaped guide, 4 – hinges, 5 – saw chains, 6 – sprockets, 7 – ties, 8 – central bar, 9 – side bars, 10, 11 – springs, 12 – tree



Рис. 5. Цепное устройство для кольцевания деревьев: 1 – режущий орган, 2 – рукоятки
Fig. 5. Chain device for tree ringing: 1 – cutting body, 2 – handles

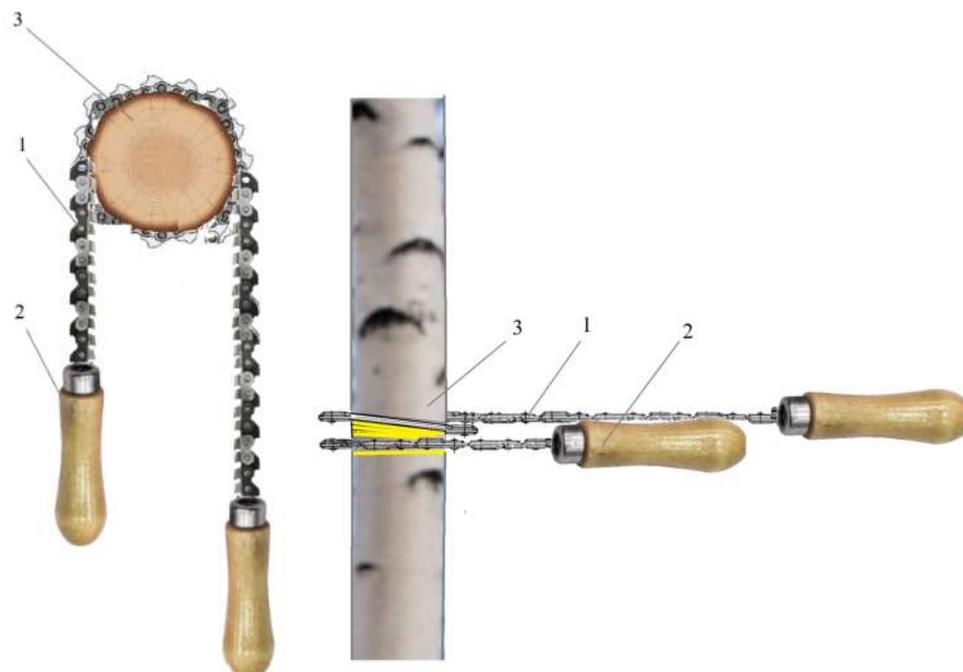


Рис. 6. Взаимодействие цепного устройства для кольцевания с деревом, подлежащим удалению:
1 – режущий орган, 2 – рукоятки, 3 – растущее дерево
Fig. 6. Interaction of the chain device for tree ringing with the tree to be removed:
1 – cutting body, 2 – handles, 3 – growing tree



Рис. 7. Экспериментальный образец цепного устройства для кольцевания деревьев на основе пильной цепи ПЦУ-10,26
Fig. 7. An experimental sample of the chain device for tree ringing based on a saw chain PCU-10.26

Выводы

В ходе работы над поставленной задачей вниманию специалистов, исследователей научных и производственных организаций предложен ряд новых конструктивных решений для кольцевания растущих деревьев, подлежащих удалению. Разработанные механизмы позволяют расширить выбор конструктивных вариантов устройств для кольцевания. Новизна

представленных в статье механизмов подтверждена патентами РФ. Все разработанные варианты характеризуются возможностью широкого варьирования диапазонов диаметров обрабатываемых деревьев, мобильностью и простотой конструкции. Использование предложенных механизмов обеспечивает низкую утомляемость рабочих при кольцевании и перемещении между обрабатываемыми деревьями.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сакса Т., Мийна Я., Уотила К. Уход за молодняками: цели, технологии и затраты / пер. Л. Лейнонен. Хельсинки, Финляндия: Метяккустаннус, Институт природных ресурсов Финляндии (Luke), 2020, 128 с.
2. Ackzell L. Natural regeneration on planted clear-cuts in boreal Sweden // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1994. Vol. 9, iss. 1–4. Pp. 245–250. DOI: 10.1080/02827589409382837
3. Ulvcróna K. A. Effects of silvicultural treatments in young Scots pine-dominated stands on the potential for early biofuel harvests. Doctoral thesis // *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*. 2011. No. 79. 64 p.
4. The effects of timing of pre-commercial thinning and stand density on stem form and branch characteristics of *Pinus sylvestris* / K. A. Ulvcróna, S. Claesson, K. Sahlén et al. // *Forestry*. 2007. Vol. 80, iss. 3. Pp. 323–335. DOI: 10.1093/forestry/cpm011
5. Рубки ухода в производных мягколиственных молодняках как способ формирования сосняков на Южном Урале / С. В. Залесов, Н. А. Луганский, В. А. Бережнов и др. // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2013. № 4 (28). С. 118–121. EDN: RUVOBV
6. Дебков Н. М. Нужны ли рубки ухода в сосновых молодняках в типичных для них условиях местопроизрастания? // *Сибирский лесной журнал*. 2020. № 1. С. 28–37. DOI: 10.15372/SJFS20200103; EDN: NCIDDS
7. Проблемы воспроизводства сосновых лесов Среднего Поволжья / С. А. Денисов, К. К. Калинин, В. П. Бессчетнов и др. // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2012. № 1 (14). С. 12–23. EDN: OXAXKJ
8. Коротков В. Концепция восстановления разновозрастных полидоминантных хвойно-широколиственных лесов восточной Европы // *Устойчивое лесопользование*. 2016. № 3 (47). С. 2–7. EDN: XOGQSL
9. Денисов С. А., Домрачев А. А., Елсуков А. С. Опыт применения квадрокоптера для мониторинга возобновления леса // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 4 (32). С. 34–46. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.4.34; EDN: UZTND
10. Цытилев С. В., Дружинин Ф. Н. Апробация различных способов рубок ухода в молодняках // *Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XVIII Международной научно-технической конференции, Вологда, 01 декабря 2020*. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. 262 с. С. 109–111. EDN: IHOXWX
11. Данилов Д. А., Ицук Т. А. Оценка конкурентных взаимоотношений сосны и ели в смешанных древостоях черничного типа леса, пройденных рубками ухода и комплексным уходом за лесом // *Системы. Методы. Технологии*. 2013. № 1 (17). С. 176–181. EDN: RTJGXZ
12. Совершенствование технологии химического ухода в лесонасаждениях / Е. М. Царев, К. П. Рукомойников, С. Е. Анисимов и др. // *Известия вузов. Лесной журнал*. 2023. № 4 (394). С. 190–201. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-4-190-201; EDN: HPPFBLN
13. Сахроиён З, Камонгар С., Мувахид А. Оценка и рациональное использование почвенно-растительных ресурсов мегаполисов с помощью географической информационной системы (ГИС) (на примере города Джахрум, Иран) // *Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук*. 2013. № 1/3 (110). С. 233–244. EDN: VXXKWAN
14. Совершенствование химического метода подсушки нежелательных деревьев при уходе за лесом / Б. Е. Чижов, В. А. Штоль, М. В. Герасимова и др. // *Лесохозяйственная информация*. 2015. № 1. С. 42–49. EDN: TXKXGN
15. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: Том XVA (30). Коала – Конкордия / под ред. К. К. Арсеньева, Е. Е. Петрушевского. СПб: Семеновская Типолитография (И. А. Ефрона), 1895. 500 с.
16. Костин П. И. Виды рубок ухода за лесом // *Вестник науки и образования*. 2021. № 11-1 (114). С. 33–35. EDN: DVUPVY

17. Авторское свидетельство № 419202 СССР, МПК А01G 7.06. Приспособление для кольцевания деревьев / Марченко И. С., заявитель и патентообладатель Брянский технологический институт, заявл. 16.12.1971, опубл. 15.03.1974. Бюл. № 10.

18. Авторское свидетельство № 156798 СССР, МПК В27b; 38a, 11. Механическая цепная пила для кольцевания древесины / Сарайкин Ю. Д., Комордин В. Ф., заявитель и патентообладатель Сарайкин Ю. Д., Комордин В. Ф., заявл. 22.12.1961, опубл. 1963. Бюл. № 16.

19. Авторское свидетельство № 159349 СССР, МПК А01G, В27В. Механическая пила для кольцевания древесины / Сарайкин Ю. Д., заявитель и патентообладатель ВСНИПИЛЕСДРЕВ, заявл. 14.03.1963, опубл. 07.12.1963. Бюл. № 24.

20. Авторское свидетельство № 545303 СССР, МПК А01G 23/12, В27В 17/00. Устройство для кольцевания древесины / Шахов Е. Н., Амурцев А. Ф., заявитель и патентообладатель Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заявл. 14.10.1975, опубл. 05.02.1977. Бюл. № 5.

21. Авторское свидетельство № 310631 СССР, МПК А01G 23/12. Устройство для кольцевания древесины / Гнездовский Э. В., Ларичев Л. Д., за-

явитель и патентообладатель Брянский завод «Лесхозмаш», заявл. 30.03.1970, опубл. 09.08.1971. Бюл. № 24.

22. Патент № 2685193 Российская Федерация, А01G 23/12, Устройство для кольцевания деревьев / Царев Е. М., Анисимов С. Е., Конохова Т. А., Мамаева А. А., Коновалова Ю. А., заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет, заявл. 21.05.2018, опубл. 16.04.2019. Бюл. № 11. EDN: ZDTBPN

23. Патент № 2728664 Российская Федерация, А01G 23/12, В27В 17/00 Устройство для кольцевания деревьев / Царев Е. М., Анисимов С. Е., Рукомойников К. П., Конохова Т. А., Коновалова Ю. А., Анисимов Н. С., Анисимов И. С., заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет, заявл. 26.12.2019, опубл. 30.07.2020. Бюл. № 22. EDN: EKLWKA

24. Патент № 2696109 Российская Федерация, А01G 23/00, А01G 23/12 Устройства для кольцевания деревьев / Царев Е. М., Анисимов С. Е., Шаропов Е. С., Заболотский В. М., Конохова Т. А., Коновалова Ю. А., Анисимов Н. С., Анисимов И. С., заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет, заявл. 19.11.2018, опубл. 31.07.2019. Бюл. № 22. EDN: IEFNPA

Статья поступила в редакцию 17.05.2024; одобрена после рецензирования 10.09.2024; принята к публикации 24.09.2024

Информация об авторах

ЦАРЁВ Евгений Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры лесопромышленных и химических технологий, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – новые приборы и интеллектуальные производственные технологии, направленные на поиск путей развития химического ухода за лесом, лесопиления, манипуляторного оборудования и рабочих органов лесозаготовительных машин. Автор 400 научных публикаций, в том числе одной монографии, 148 патентов РФ на изобретения. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5695-3028>; SPIN-код: 3117-8576

РУКОМОЙНИКОВ Константин Павлович – доктор технических наук, профессор кафедры лесопромышленных и химических технологий, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – технология и оборудование лесопромышленных производств. Автор 287 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9956-5081>; SPIN-код: 9119-8261

АНИСИМОВ Илья Сергеевич – студент направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» кафедры эксплуатации машин и оборудования, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – новые приборы и интеллектуальные производственные технологии, направленные на поиск путей развития химического ухода за лесом, агроинженерия. Автор 53 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9528-8988>; SPIN-код: 7951-9072

АНИСИМОВ Никита Сергеевич – студент направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» кафедры эксплуатации машин и оборудования, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – новые приборы и интеллектуальные производственные технологии, направленные на поиск путей развития химического ухода за лесом, агроинженерия. Автор 57 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8465-261X>; SPIN-код: 8848-6902

МАКАРОВ Владимир Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – механика технологических процессов. Автор 51 научной публикации. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2564-0832>; SPIN-код: 5076-2600

Вклад авторов:

Царёв Е.М. – идея и её разработка, патентный поиск.

Рукомойников К.П. – идея и её разработка, патентный поиск.

Анисимов И.С. – разработка конструкции, патентный поиск.

Анисимов Н.С. – разработка конструкции, патентный поиск.

Макаров В.Е. – патентный поиск, подготовка рукописи статьи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Scientific article

UDC 630*3

<https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.3.71>

EDN: GYFJVE

Devices for Tree Ringing during Thinning in Young Forests

E. M. Tsarev, K. P. Rukomojnikov[✉], I. S. Anisimov, N. S. Anisimov, V. E. Makarov

Volga State University of Technology,

3, Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

RukomojnikovKP@volgatech.net ✉

Abstract. *Introduction.* Caring for young growth is the most important stage in forest cultivation, which ensures the productivity of forest stands. During the period from thinning to clearing, it is necessary to provide sufficient space for tree growth and take into account the competition between different species in the deciduous-coniferous forest. When using one kind and method of felling, it is possible to weaken or eliminate competition by means of various methods of influencing undesirable species, such as leaving stumps of the required height, de-topping, ring-barking of trunks, chemical destruction and pruning of tree crowns. Particular attention is paid to the ringing of trees subject to removal. Devices for tree ringing are considered, with their limitations indicated. Of great interest are the directions for improving and modernizing devices for tree ringing, providing for simple designs and high productivity by increasing the range of diameters of trees being ringed. *The purpose of the research* is the engineering study of variants of mechanisms for tree ringing with consequent tree drying in the standing state. *Objects and methods.* The objects of the study are designs of devices for ringbarking trees. The search method was used that involved conducting a review of existing tree ringing designs, their analysis, comparison, synthesis and specification with the identification of analogues and prototypes. *Results and discussion.* Several designs for ringing trees to be removed have been proposed. Among them are spring, mobile and chain ringing devices. The designs of the devices and the principles of their use have been described in detail. *Conclusion.* The developed mechanisms make it possible to expand the choice of design options for tree ringing devices. The novelty of the mechanisms presented in the article was confirmed by Russian patents. All the developed variants are characterized by the possibility of a wide variation of the diameter ranges of trees to be ringed, as well as by the mobility and simplicity of their designs. The use of the proposed mechanisms ensures lower fatigue of workers when ringing trees and moving between trees to be treated.

Keywords: forest stand; undesirable tree species; simplicity of design; drying out; patent

Funding: this study was not supported by any external sources of funding.

For citation: Tsarev E. M., Rukomojnikov K. P., Anisimov I. S., Anisimov N.S., Makarov V. E. Devices for Tree Ringing during Thinning in Young Forests. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.* 2024;(3):71–81. (In Russ.). <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2024.3.71>; EDN: GYFJVE

REFERENCES

1. Saksa T., Miina J., Uotila K. Caring for young forests: goals, technologies and costs. Transl. from Finnish by L. Leinonen. Helsinki: Metsäkustannus, Natural Resources Institute Finland (Luke); 2020. 128 p. (In Russ.).
2. Ackzell L. Natural regeneration on planted clear-cuts in boreal Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1994;9(1-4):245–250. DOI: 10.1080/02827589409382837
3. Ulvcróna K. A. Effects of silvicultural treatments in young Scots pine-dominated stands on the potential for early biofuel harvests. Doctoral thesis. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*. 2011;(79). 64 p.
4. Ulvcróna K. A., Claesson S., Sahlén K. et al. The effects of timing of pre-commercial thinning and stand density on stem form and branch characteristics of *Pinus sylvestris*. *Forestry*. 2007;80(3): 323–335. DOI: 10.1093/forestry/cpm011
5. Zalesov S. V., Luganskiy N. A., Berezhnov V. A. et al. Improvement cuttings in secondary softwooded young growth as a method of pine stockings formation in the Southern Urals. *Vestnik of Bashkir State Agrarian University*. 2013;(4(28)):118–121. EDN: RUV0BB (In Russ.).
6. Debkov N. M. Do we need care thinning in young pine stands in their typical habitats? *Siberian Journal of Forest Science*. 2020;(1):28–37. DOI: 10.15372/SJFS20200103; EDN: NCIDDS (In Russ.).
7. Denisov S. A., Kalinin K. K., Besschetnov V. P. et al. Problem of pine forests regeneration in the Middle Volga region. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2012;(1(14)):12–23. EDN: OXAXKJ (In Russ.).
8. Korotkov V. Concept of restoration of multi-aged polydominant coniferous-broad-leaved forests of Eastern Europe. *Sustainable Forest Management*. 2016;(3(47)):2–7. EDN: XOGQSL (In Russ.).
9. Denisov S. A., Domrachev A. A., Elsukov A. S. Quadcopter practical application for forest regeneration monitoring. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2016;(4(32)):32–46. DOI:10.15350/2306-2827.2016.4.34; EDN: UZTNDD (In Russ.).
10. Tsypilev S. V., Druzhinin F. N. Testing of various methods of thinning in young forests. In: *Current Issues of Forest Complex Development. Proceedings of the 18th International Scientific and Technical Conference* (Vologda, December 1, 2020). Vologda: Vologda State University; 2020. 262 p. Pp. 109–111. EDN: IHOXWX (In Russ.).
11. Danilov D. A., Ishchuk T. A. Competitive relationships in the pine-spruce stands undergone improvement thinning and complex forest care. *Systems. Methods. Technologies*. 2013;(1(17)):176–181. EDN: RTJGXZ (In Russ.).
12. Tsarev E. M., Rukomoinikov K. P., Anisimov S. E. et al. Improving chemical maintenance techniques in forest plantations. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*. 2023;(4(394)):190–201. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-4-190-201; EDN: HPFBLN (In Russ.).
13. Sahraeian Z., Kamangar S., Movahed A. Spatial analysis and urban green space site selection by using Geographic Information System (GIS) (case study: Jahrom City). *Bulletin of the Tajik National University. Series of Natural Sciences*. 2013;(1/3(110)):233–244. EDN: VXKWAN (In Tajik).
14. Chizov B. E., Shtol V. A., Gerasimova M. V. et al. Improvement of undesirable tree pre-drying chemical procedure in thinnings. *Forestry information*. 2015;(1):42–49. EDN: TXKXGN (In Russ.).
15. Encyclopedic dictionary of Brockhaus and Efron. Volume XVA (30). Koala – Concordia. K. K. Arsenyev, E. E. Petrushevsky (Eds.). Saint Petersburg: Semenovskaya Typolitography (I. A. Efron); 1895. 500 p. (In Russ.).
16. Kostin P. I. Types of logging of forest care. *Herald of Science and Education*. 2021;(11-1(114)): 33–35. EDN: DVUPVY (In Russ.).
17. Marchenko I. S. Device for ringing trees. USSR Inventor's Certificate No. 419202; 1974 (In Russ.).
18. Saraikin Yu. D., Komordin V. F. Mechanical chain saw for ringing trees. USSR Inventor's Certificate No. 156798; 1963 (In Russ.).
19. Saraikin Yu. D. Mechanical saw for ringing trees. USSR Inventor's Certificate No. 159349; 1963 (In Russ.).
20. Shakhov E. N., Amurtsev A. F. Device for ringing trees. USSR Inventor's Certificate No. 545303; 1977 (In Russ.).
21. Gnezdovsky E. V., Larichev L. D. Device for ringing trees. USSR Inventor's Certificate No. 310631; 1971 (In Russ.).
22. Tsarev E. M., Anisimov S. E., Konyukhova T. A. et al. Device for tree ringing. Patent RF, no. 2685193; 2019. EDN: ZDTBPN (In Russ.).
23. Tsarev E. M., Anisimov S. E., Rukomoinikov K. P. et al. Device for tree bark ringing. Patent RF, no. 2728664; 2020. EDN: EKLWKA (In Russ.).
24. Tsarev E. M., Anisimov S. E., Sharapov E. S. et al. Devices for tree ringing. Patent RF, no. 2696109; 2019. EDN: IEFNPA (In Russ.).

The article was submitted 17.05.2024; approved after reviewing 10.09.2024;
accepted for publication 24.09.2024

Information about the authors

Evgeny M. Tsarev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Forestry and Chemical Technologies, Volga State University of Technology. Research interests – new devices and intelligent manufacturing technologies aimed at finding ways to develop chemical forest care, sawmilling and manipulator equipment and working bodies of logging machines. Author of 400 scientific publications including one monograph and 148 RF patents for inventions. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5695-3028>; SPIN: 3117-8576

Konstantin P. Rukomojnikov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Forestry and Chemical Technologies, Volga State University of Technology. Research interests – technology and equipment of timber industry. Author of 287 scientific publications. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9956-5081>; SPIN: 9119-8261

Ilya S. Anisimov – student of the training direction 35.03.06 Agroengineering, Department of Operation of Machines and Equipment, Volga State University of Technology. Research interests – new devices and intelligent production technologies aimed at finding ways to develop chemical forest care, agroengineering. Author of 53 scientific papers. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9528-8988>; SPIN: 7951-9072

Nikita S. Anisimov – student of the training direction 35.03.06 Agroengineering, Department of Operation of Machines and Equipment, Volga State University of Technology. Research interests – new devices and intelligent production technologies aimed at finding ways to develop chemical forest care and agroengineering. Author of 57 scientific publications. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8465-261X>; SPIN: 8848-6902

Vladimir E. Makarov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport and Technological Machines, Volga State University of Technology. Research interests – mechanics of technological processes. Author of 51 scientific publications. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2564-0832>; SPIN: 5076-2600

Contribution of authors:

Tsarev E. M. – research idea and its development, patent search.

Rukomojnikov K. P. – research idea and its development, patent search.

Anisimov I. S. – design development, patent search.

Anisimov N. S. – design development, patent search.

Makarov V. E. – patent search, manuscript preparation.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

All authors read and approved the final manuscript.