

УДК 630*372

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.200

**МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ СТВОЛОВ
ДЕРЕВЬЕВ ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ И САНИТАРНЫХ РУБКАХ ЛЕСА****А.Н. Заикин, д-р техн. наук, проф.; ORCID: [0000-0002-1831-6893](https://orcid.org/0000-0002-1831-6893)**В.В. Сиваков, канд. техн. наук, доц.; ResearcherID: [R-7264-2019](https://orcid.org/R-7264-2019),**ORCID: [0000-0002-0175-9030](https://orcid.org/0000-0002-0175-9030)**Е.В. Шевелева, канд. техн. наук, доц.; ResearcherID: [H-2080-2019](https://orcid.org/H-2080-2019),**ORCID: [0000-0002-1763-6932](https://orcid.org/0000-0002-1763-6932)*

Брянский государственный инженерно-технологический университет, просп. Станке Димитрова, д. 3, г. Брянск, Россия, 241037;

e-mail: zaikin.anatolij@yandex.ru, sv@bgitu.ru, elshev78@yandex.ru

Комплексное совершенствование пользования лесом с позиций производственно-экономической и лесоводственно-экологической эффективности является важной задачей совершенствования транспортно-технологического процесса освоения территорий лесных массивов с истощенной сырьевой базой. В условиях несплошных рубок основной операцией, оказывающей вредные экологические воздействия в виде повреждения оставляемых для выращивания деревьев на транспортных путях лесосеки, является трелевка. Для снижения повреждений компонентов древостоя при трелевке целесообразно осуществлять движение трелевочных тракторов по криволинейному маршруту в целях максимального сохранения куртин подроста и оставленных молодых деревьев, целевых деревьев при рубках ухода. Чтобы снизить вредное воздействие на почвенный покров и корневую систему деревьев, можно применять технические и технологические методы. Технические методы связаны с большими затратами, технологические решения для сохранения от повреждения стволов деревьев требуют меньших капиталовложений (например, использования различных ограждающих устройств). В основном предлагаются технические методы, направленные главным образом на снижение удельного давления на почву. Одним из технических методов, направленных на сохранение почвенного покрова и корневой системы от разрушения, может быть укрепление волока порубочными остатками. Такой способ позволяет значительно снизить повреждаемость корневой системы, особенно в летний период. Однако при трелевке вблизи деревьев происходит повреждение не только почвенного покрова и корневой системы, но и коры стволов. Особенно страдают деревья, расположенные вблизи поворота волока. Поэтому в данной работе для снижения повреждаемости стволов деревьев, расположенных вдоль трелевочных волоков, предложено запатентованное в Российской Федерации универсальное, съемное, разборно-сборное защитное устройство, позволяющее уберечь от повреждения – обдира коры и стволочной части древесины – оставляемые для выращивания дерева при трелевке хлыстов или сортиментов и движении техники рядом. Защитное приспособление для ствола дерева представляет собой конструкцию, состоящую из ограждающих элементов – отрезков от 1,5 до 2,0 м длиной стволочной части тонкомерной, некондиционной древесины с ввернутыми в них шурупами с кольцами, через которые продета гибкая отожженная проволока, и ее концы соединены в кольцо при помощи зажима.

Для цитирования: Заикин А.Н., Сиваков В.В., Шевелева Е.В. Методы снижения повреждаемости стволов деревьев при выборочных и санитарных рубках леса // Лесн.

*Статья опубликована в рамках реализации программы развития научных журналов в 2019 г.

журн. 2019. № 4. С. 200–211. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.200

Ключевые слова: лесосечные работы, трелевка древесины, повреждаемость деревьев, защита деревьев, выборочные рубки, санитарные рубки, постепенные рубки.

Введение

Основной целью предприятий-лесозаготовителей с точки зрения экологически обоснованного лесопользования должно быть использование передовых технических и технологических решений, обеспечивающих максимальное повышение производительности труда и создание условий для рационального использования всей биомассы дерева при минимальном воздействии машин на лесную среду.

Заготовка леса лесозаготовительными предприятиями проводится по разным технологическим схемам с использованием различных типов и составов машин.

Практикой и наукой доказаны преимущества выборочных и постепенных рубок, которые обеспечивают непрерывность и неистощительность лесопользования, позволяют брать почти в 2 раза больший урожай древесины ценных пород с единицы площади, резко сокращают объемы искусственного лесовосстановления. Но их внедрение сдерживается отсутствием специальной техники, для создания которой нет научно обоснованных данных по параметрам рабочих органов и конструкциям машин в целом. Кроме того, отсутствуют научно обоснованные эколого-лесоводственные требования к лесозаготовительным машинам и экологосберегающим технологиям лесосечных работ [1, 2, 4].

Объекты и методы исследования

Комплексное совершенствование пользования лесом с позиций производственно-экономической и лесоводственно-экологической эффективности – важная задача развития лесопромышленных предприятий, особенно на территориях с истощенной сырьевой базой. Его реализация должна осуществляться с проектирования лесосечных работ при обоснованном выборе системы машин, начиная с выбора техники, задействованной на ведущей операции. В условиях несплошных рубок такой операцией является трелевка, которая в основном определяет стоимость и трудоемкость всех основных и подготовительных работ, а также негативные экологические последствия в виде повреждений оставляемых для выращивания деревьев на лесосеке [3, 5, 6, 12, 14].

Большинство насаждений, в которых ведутся лесосечные работы, имеют случайный тип распределения деревьев, что осложняет движение лесозаготовительной техники и операцию трелевки; повышается вероятность повреждения деревьев, оставленных для выращивания. В целях минимизации повреждений компонентов леса при трелевке целесообразно осуществлять движения трелевочных тракторов по криволинейному маршруту. Такой способ применяется при необходимости максимального сохранения куртин подроста и оставленных молодых деревьев, целевых деревьев при рубках ухода и основан на максимальном использовании свободного пространства между стоящими деревьями при их объезде [9, 11, 18].

Тяжелая техника лесного комплекса, особенно на гусеничном типе подвески, наносит серьезный ущерб не только почве, но и деревьям при трелевке. Это впоследствии приводит к большим затратам времени и средств на рекультивацию. После сплошной рубке территория лесозаготовок представляет собой сильно изрытую трелевочными волоками почву с поврежденными корнями деревьев, подростом и сильным уплотнением. Снижение отрицательного воздействия машин на лесную среду может идти по нескольким направлениям. На рис. 1 приведена схема наиболее актуальных направлений и методов снижения вредного воздействия машин лесного комплекса на лесные экосистемы, в данном случае рассматриваются почвенный покров и корневая система, древостой. На схеме приведены технологические и технические методы, решения по снижению отрицательного воздействия машин на почву и оставленные молодые деревья [8].

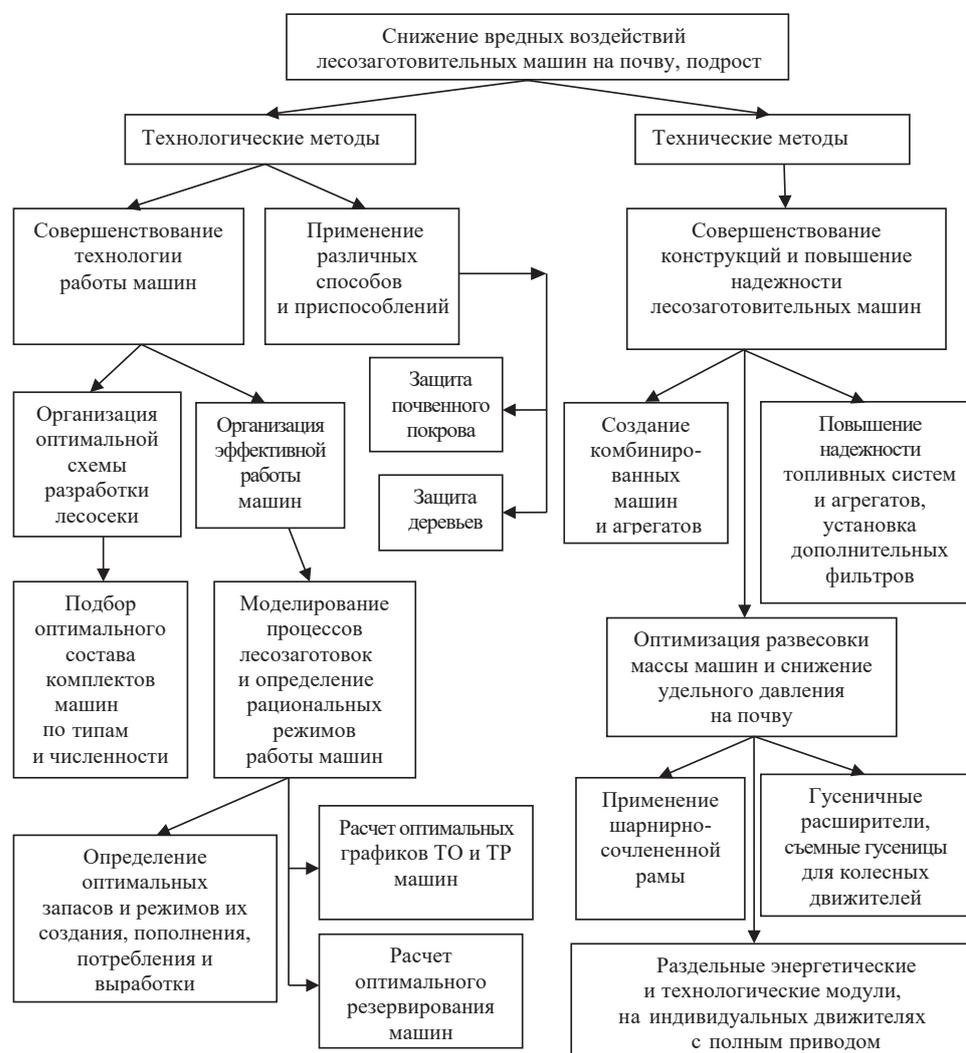


Рис. 1. Возможные направления методов и способов снижения отрицательного влияния лесозаготовительных машин на компоненты леса

Fig. 1. Possible methods and techniques of reducing of negative impact of logging machines on the forest components

Технические методы направлены главным образом на снижение удельного давления на почву, они являются в данном случае управляемым параметром, так как при избыточном давлении уплотняется и минерализуется почва примерно на 65...70 % территории вырубki. Допустимое удельное давление на почву составляет 50 кПа, для его достижения применяются такие решения, как применение широкопрофильных шин (600...700 мм) сверхнизкого давления (15...20 кПа), установка колес одинакового размера попарно по схеме «тандем» с приводом на каждое из них, быстросъемных эластичных гусеничных лент. Системы полного привода на каждое колесо позволяют увеличить силу тяги техники до 40 %. На гусеничной технике снижение давления на почву достигается применением расширителей и увеличением количества опорных катков, схем их расположения. Нанесение вреда можно уменьшить за счет использования металлических обрешиненных гусениц; пневматические гусеницы целесообразны и могут хорошо проявить себя только на болотистых и топких грунтах [3].

Во время несплошных рубок, санитарных рубок или рубок ухода обрезка сучьев деревьев производится на месте валки, хлысты разделяются на сортаменты и трелюются с лесосеки, при этом наилучшим способом трелевки считается трелевка в полностью подвешенном состоянии, но она высокоэнергозатратна [10].

Одним из технологических методов, направленных на сохранение почвенного покрова и корневой системы от разрушения, может быть укрепление волока порубочными остатками – пункт 1.12 [15]. Такой способ позволит значительно снизить повреждаемость корневой системы, особенно в летний период. При неоднократном прохождении трелевочных средств по такому волоку будет происходить измельчение подстилающего слоя, а следовательно, ускорение процесса его перегнивания.

При трелевке вблизи деревьев происходит повреждение не только почвенного покрова и корневой системы, но и коры стволов [7, 8, 19–25]. Особенно страдают деревья, расположенные вблизи поворота волока (рис. 2).



Рис. 2. Повреждение дерева при механической трелевке во время выборочной санитарной рубки

Fig. 2. Damaged trees following mechanical skidding during selective sanitary cutting

Согласно пункту 4.4 [15] в целях сохранения подроста среди подлежащих рубке деревьев по обеим сторонам волоков оставляются отбойные деревья, которые отбирают из числа назначенных в рубку и вырубает при завершении лесосечных работ. При постепенных рубках с периодом повторения приемов 4...6 лет отбойные деревья могут вырубаться по завершении очередного приема рубки. Согласно пункту 4.5 этого же документа на участках постепенных и выборочных рубок в технологических полосах (пасеках без волоков) должны сохраняться все деревья, подлежащие оставлению на выращивание. Количество деревьев с повреждениями, существенно влияющими на их жизнеспособность и продуктивность, не должно превышать: 5 % – для равномерно-постепенных рубок; 3 % – для выборочных, группово-постепенных, котловинных и длительно-постепенных рубок; 1 % – для чересполосных постепенных рубок. Деревья, поврежденные до степени прекращения роста, могут составлять не более 30 % от общего количества учитываемых поврежденных деревьев (по нормативу). Они подлежат вырубке при завершении лесосечных работ. Однако на месте отбойных деревьев могут оказаться и перспективные деревья, что приведет к увеличению процента повреждаемости.

Согласно пункту 103 действующих в настоящее время Правил ухода за лесами [16] «...технология проведения ухода за лесами должна обеспечивать проведение работ с минимальным повреждением деревьев, оставляемых для выращивания. Не допускается повреждение деревьев более чем 2...3 %. К поврежденным деревьям относятся: деревья с обломом вершины; с наклоном ствола на 10° и больше; повреждением кроны на 1/3 и больше ее поверхности; обдиром коры на стволе, составляющим 10 % и более окружности ствола; с обдиром и обрывом скелетных корней».

Результаты исследования и их обсуждения

Результаты проведенных исследований [13] показали, что основным видом повреждения является обдир коры ствола. При хлыстовой технологии в зимний и летний период было повреждено соответственно 9,0 и 14,2 % деревьев ели, при сортиментной – 6,2 и 10,3 %, т. е. заметно меньше. Эти повреждения можно снизить до минимума.

В целях минимизации повреждаемости оставленных для выращивания деревьев авторами предложено защищенное патентом на полезную модель [17], универсальное, съемное, разборно-сборное защитное устройство, которое позволяет уберечь от обдира кору и стволую часть древесины оставляемых для выращивания деревьев при трелевке хлыстов или сортиментов и движении техники рядом.

Защитное приспособление (рис. 3) для ствола дерева (1) представляет собой конструкцию, состоящую из ограждающих элементов (2) – отрезков от 1,5 до 2,0 м длиной стволую часть тонкомерной, некондиционной древесины с ввернутыми в них шурупами с кольцами (3), через которые продета гибкая отожженная проволока (4), а ее концы соединяются в кольцо при помощи зажима (5).

Работает устройство следующим образом: выбираются деревья, которые нужно защитить от повреждений, измеряются их диаметры, далее вокруг стволов (1) этих деревьев устанавливаются ограждающие элементы (2), в верхний

торец которых предварительно ввернуты шурупы с кольцами (3). В кольца шурупов (3) продевается отожженная проволока (4) диаметром 3...4 мм и длиной больше диаметра ствола дерева, на одном конце которой установлен винтовой зажим (5), а второй конец свободен. С его помощью можно регулировать необходимую длину. Эту проволоку с замком можно использовать для стволов с разным диаметром. После закрепления верхней части и фиксации зажимом (5) для надежности и жесткости конструкции нижняя ее часть обвязывается такой же отожженной проволокой (4) и фиксируется зажимом (5), что позволяет впоследствии при задевании трелоемыми деревьями и техникой сохранять жесткость конструкции и защищать кору ствола дерева от повреждений.

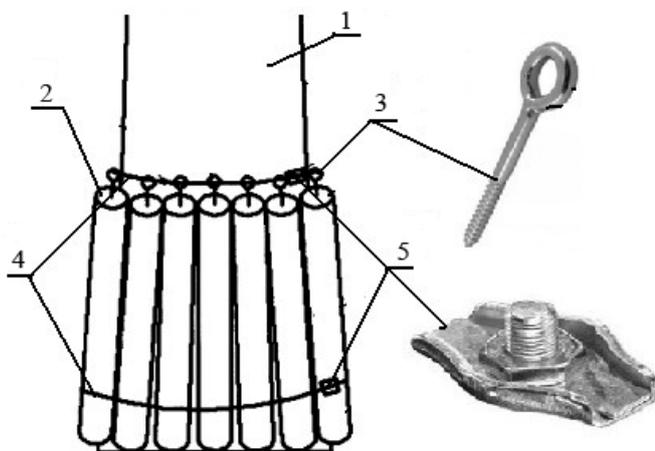


Рис. 3. Схема установки ограждающего приспособления на стволе дерева: 1 – ствол защищаемого дерева; 2 – ограждающие элементы; 3 – шурупы с кольцом; 4 – проволока, 5 – винтовые зажимы

Fig. 3. Chart of the protective device installation on a tree stem: 1 – protected tree stem; 2 – protective elements; 3 – screw nails with rings; 4 – wire; 5 – screw clams.

Данное устройство из подручных материалов предназначено для защиты деревьев, не назначенных в рубку и оставляемых для выращивания при несплошных рубках. Оно является универсальным, его можно настраивать под любой диаметр дерева, изменяя длину проволоки и количество порубочных остатков. При необходимости можно изменять высоту устройства, подготовив более высокие ограждающие элементы, и использовать для ограждения стволов деревьев на поворотах веток, так как повреждение коры и стволовой части древесины имеется и на таких деревьях (рис. 4).

Применение данного защитного устройства позволит снизить вероятность повреждения стволов деревьев, оставленных для выращивания, что будет способствовать повышению продуктивности леса.

В устройство входят следующие элементы:

ограждающие элементы (длина $L_{\text{пор.}} = 150...200$ см, диаметр в вершине $d_{\text{пор.}} = 5...8$ см);

винты с кольцами, ввинчиваемые в один из торцов порубочных остатков;

отожженная проволока (диаметром $d_{\text{пр}} = 3...4$ мм), расчетная длина которой должна иметь запас, чтобы ее можно было применять для разных диаметров ствола деревьев;

крепежный элемент для зажима концов проволоки фиксирующий устройство на стволе дерева, представляющий собой винтовой зажим.



Рис. 4. Примеры (а – в) повреждения деревьев на поворотах веток
Fig. 4. Patterns (a – в) of damage to the trees at the skidding routes curves

Ограждающие элементы изготавливаются непосредственно на месте разработки лесосеки из тонкомерных стволов различных пород древесины.

Необходимую длину устройства в верхней части можно рассчитать по следующей формуле:

$$L_1 = \pi(d_{\text{в}} + d_{\text{пор}}) = 3,14(0,3 + 0,08) = 1,19, \quad (1)$$

где π – математическая постоянная, $\pi = 3,14$; $d_{\text{в}}$ – диаметр ствола дерева в верхней точке крепления устройства, $d_{\text{в}} = 0,3$ м.

Длина устройства в нижней части:

$$L_2 = \pi \cdot d_{\text{н}} = 3,14(0,5 + 0,1) = 1,88, \quad (2)$$

где $d_{\text{н}}$ – диаметр ствола дерева в нижней точке крепления устройства, м.

Усредненный расчет необходимого количества ограждающих элементов производится по формуле:

$$N = \frac{L_1}{d_{\text{пор}}} = \frac{1,19}{0,05...0,08} = 24-15. \quad (3)$$

Тогда с учетом необходимого запаса, примерно равного 0,5 м, длина требуемого отрезка проволоки в верхней части составит около 1,7 м, а в нижней – около 2,4...2,5 м.

Заключение

В ходе исследования установлено, что в условиях несплошных рубок основной операцией, оказывающей вредное экологическое воздействие в виде повреждения оставляемых для выращивания деревьев на транспортных путях лесосеки, является трелевка. Одним из технологических методов, направленных на сохранение почвенного покрова и корневой системы от разрушения, может быть укрепление волока порубочными остатками. В целях сохранения подроста и оставленных для выращивания деревьев, а также для уменьшения процента их повреждения по обеим сторонам волоков рекомендуется оставлять отбойные деревья, которые после окончания рубки подлежат уборке. Однако на месте отбойных деревьев могут оказаться перспективные деревья, что приведет к увеличению допускаемого процента поврежденных деревьев. В связи с этим для минимизации повреждаемости оставленных на выращивание деревьев авторами предложено защищенное патентом на полезную модель, универсальное, съемное, разборно-сборное защитное устройство, которое при трелевке хлыстов или сортиментов и движении техники рядом позволяет уберечь от обдира коры и стволовой части древесины оставляемых для выращивания деревьев.

По расчетам основных параметров и описанию изобретения можно сделать вывод, что необходимо небольшое количество материалов (два отрезка проволоки длиной примерно 1,7 и 2,5 м, 15–24 шт. ограждающих элементов средним диаметром в верхнем отрубе 0,05...0,08 м для ограждения дерева диаметром 0,3 м на уровне груди) и трудозатрат для его изготовления. Состоит оно в основном из подручных материалов, что является его большим плюсом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаренок В.А., Залесов С.В. Экологизированные рубки леса: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 97 с.
2. Азаренок В.А., Герц Э.Ф., Залесов С.В., Мехренцев А.В. Сортиментная заготовка древесины учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 140 с.
3. Бартенев И.М., Родин С.А. Экологизация технологий и машин лесного комплекса. Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. 88 с.
4. Бартенев И.М., Драпалюк М.В. Снижение вредного воздействия лесных тракторов и лесосечных машин на почву и насаждения // Лесотехн. журн. 2012. № 1. С. 61–66.
5. Безгина Ю.Н., Герц Э.Ф., Иванов В.В., Перепечина Т.А., Теринов Н.Н., Уразова А.Ф. Выбор технологии лесосечных работ в условиях устойчивого лесопользования // Леса России и хозяйство в них. 2015. № 4(55). С. 12–22.
6. Бестужев А.Н., Валяжонков В.Д., Добрынин Ю.А., Иванов В.А., Иващенко В.Н., Коваленко А.А. Воздействие процесса трелевки древесины от рубок ухода на лесную среду // Системы. Методы. Технологии. 2012. № 1(13). С. 167–172.
7. Вадбольская Ю.Е., Азаренок В.А. Влияние параметров машин для рубок ухода на уровень повреждения леса // Леса России и хозяйство в них. 2014. № 2(49). С. 32–34.
8. Васякин Е.А., Добрынин Ю.А. Повреждаемость деревьев при выборочных рубках // Изв. СПбЛТА. 2017. № 219. С. 120–132. DOI: 10.21266/2079-4304
9. Герасимов Ю.Ю., Сюнев В.С. Экологическая оптимизация технологических процессов и машин для лесозаготовок. Йёнсуу: Изд-во ун-та Йёнсуу, 1998. 178 с.

10. Герц Э.Ф. Вероятность повреждения деревьев в процессе трелевки при несплошных рубках // Лесн. пром-сть. 2004. № 2. С.13–14.
11. Герц Э.Ф., Азаренок В.А., Лившиц Н.В. К вопросу о целесообразности применения операции подтрелевки при несплошных рубках // Лесн. журн. 2002. № 3. С. 44–48. (Изв. высш. учеб. заведений).
12. Герц Э.Ф., Залесов С.В. Повышение лесоводственной эффективности несплошных рубок путем оптимизации валки назначенных в рубку деревьев // Лесн. хоз-во. 2003. № 5. С. 18–20.
13. Григорьев А.А. Лесоводственная оценка технологий двух приемных равномерно-постепенных рубок в ельниках: дис. ... канд. с.-х. наук. Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/lesovodstvennaya-otsenka-tekhnologii-dvukhpriemnykh-ravnomernopostepennykh-rubok-v-elnikakh#ixzz5ertyWSTu> (дата обращения: 07.02.2019 г.).
14. Заикин А.Н. Теория, методы и модели интенсификации лесосечных работ: моногр. Брянск: БГИТА, 2009. 212 с.
15. Лековская М.В., Сарнацкий В.В. Некоторые особенности механизированных рубок ухода в сосняках Беларуси // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. № 34. С. 12–15.
16. Лесоводственные требования к технологическим процессам лесосечных работ: утв. приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 29 ноября 1993 года № 314. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9013832> (дата обращения: 15.04.2019 г.)
17. Об утверждении Правил ухода за лесами: утв. приказом Минприроды РФ от 22 ноября 2017 года № 626. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/542612622> (дата обращения: 15.04.2019 г.)
18. Пат. на полезную модель 181336 Российская Федерация. МПК А 01 G 13/00; А 01 G 23/00. Защитное приспособление для стволов деревьев / А.Н. Заикин, В.В. Сиваков, В.С. Полеготченков; № 2018101818; заявл. 17.01.2018; опубл. 11.07.2018, Бюл. № 20.
19. Tavankar F., Majnounian B., Bonyad A.E. Felling and Skidding Damage to Residual Trees Following Selection Cutting in Caspian Forests of Iran. *Journal of Forest Science*, 2013, no. 59 (5), pp. 196–203.
20. Bettinger P., Kellogg L.D. Residual Stand Damage From Cut-to-Length Thinning of Second Growth Timber in the Cascade Range of Western Oregon. *Forest Products Journal*, 1993, vol. 43, pp. 59–64.
21. Camp A. Damage to Residual Trees by Four Mechanized Harvest Systems Operating in Small Diameter, Mixed Conifer Forests and Steep Slopes in Northeastern Washington: A Case Study. *Western Journal of Applied Forestry*, 2002, no. 17, pp. 14–22.
22. Ficklin R.L., Dwyer J.P., Cutter B.E., Draper T. Residual Tree Damage During Selection Cuts Using Two Skidding Systems in the Missouri Ozarks. In: Pallardy S.G., Cecich R.A., Garret H.H., Johnson P.S. (eds). *Proceedings of 11 th Central Hardwood Forest Conference. Columbia*, 23–26. March 1997. St. Paul, USDA Forest Service, pp. 36–46.
23. Iskandar H., Snook L.K., Toma T., MacDicken K., Kanninen M. A Comparison of Damage Due to Logging Under Different Forms of Resource Access in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 2006, vol. 237, pp. 83–93.
24. Majnounian B., Jourgholami M., Zobeiri M., Fegghi J. Assessment of Forest Harvesting Damage to Residual Stands and Regenerations – a Case Study of Namkhaneh District in Kheyrod Forest. *Journal of Environmental Sciences*, 2009, vol. 7, pp. 33–44.
25. Meadows J.S. Logging Damage to Residual Trees Following Partial Cutting in a Green Ash-Sugarberry Stand in the Mississippi Delta. In: Gillespie A.R., Parker G.R., Pope P.E., Rink G.(eds). *Proceedings of the 9th Central Hardwood Forest Conference. West Lafayette*, 1993, St. Paul, USDA Forest Service, pp. 248–260.

UDC 630*372

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.200

Methods to Reduce Damage of the Tree Trunks During Selective and Sanitary Forest Felling Operations**A.N. Zaikin, Doctor of Engineering, Prof.; ORCID: [0000-0002-1831-6893](https://orcid.org/0000-0002-1831-6893)**V.V. Sivakov, Candidate of Engineering, Assoc. Prof.; ResearcherID: [R-7264-2019](https://orcid.org/R-7264-2019),
ORCID: [0000-0002-0175-9030](https://orcid.org/0000-0002-0175-9030)**E.V. Sheveleva, Candidate of Engineering, Assoc. Prof.; ResearcherID: [H-2080-2019](https://orcid.org/H-2080-2019),
ORCID: [0000-0002-1763-6932](https://orcid.org/0000-0002-1763-6932)*

Bryansk State Engineering and Technological University, 3 Stanke Dimitrov Av., Bryansk, 241037, Russian Federation;

e-mail: zaikin.anatolij@yandex.ru, sv@bgitu.ru, elshev78@yandex.ru

Comprehensive improvement of forest usage from the standpoint of production, economic and forestry-ecological efficiency is an important task of improving the transport and technological process of developing the depleted forest areas. Skidding is the main operation, which causes harmful environmental impact on the reserved trees at the transport routes of the selective cutting area. In order to reduce damage to the components of the forest stand during skidding, it is advisable to move the skidders along a curvilinear route, that maximizes preservation of the undergrowth, young trees and target trees during thinning. Technical and technological methods are usable to reduce the harmful effects on the soil cover and the root system of trees. The usable technical methods are expensive. Technological solutions to save tree stems from damage require less investment. For example, various protective fences are applied. In general, technical methods, aimed mainly at reducing the specific pressure on the soil are proposed. One of the technical methods aimed at preserving the soil cover and the root system from destruction can be the strengthening of the skidding trail with the logging residues. This method enables reduction of the damage to the root system significantly, especially in summer. When skidding near trees there occurs damage not only to the soil cover and root system, but also to the bark of the stems. The trees located closely to the turn of the skidding trail are particularly affected. Therefore, in order to reduce the damage of tree stems located along the skidding trails, a multi-operated, removable, dismountable protective device patented in the Russian Federation is proposed in this paper. It will assist to protect against damage – peeling of the bark and trunk of the reserved trees during skidding and traffic of machinery nearby. A protective device for a tree stem is a structure consisting of protective elements – short non-standard logs from 1.5 to 2 meters long having screw nails with rings for a flexible annealed wire to be reeved into. The ends of the wire form a loop by the mean of a clip.

For citation: Regulation of Cardboard Wet Strength by Biomodified Gluten Treatment. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2019, no. 4, pp. 200–211. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.200

Keywords: logging, skidding, tree damage, tree protection, selective logging, sanitary logging.

REFERENCES

1. Azarenok V.A., Zalesov S.V. *Ecologization of Logging*. Ekaterinburg, URLU Publ., 2015. 97 p.

*The article was published in the framework of implementation the development program of scientific journals in 2019.

2. Azarenok V.A., Gerc Je.F., Zalesov S.V., Mehrencev A.V. *Cut-to-length Logging: Study Guide*. Ekaterinburg, Ural SFEU Publ., 2015, 140 p.
3. Bartenev I.M., Rodin S.A. *Ecologization of Technology and Machinery of the Forest Complex*. Pushkino, VNIILM Publ., 2001. 88 p.
4. Bartenev I.M., Drapaljuk M.V. Reduction of Harmful Impact of the Forest Tractors and Felling Machines on a Soil. *Lesotekhnicheskij Zhurnal*, 2012, no. 1, pp. 61–66.
5. Bezgina Ju.N., Gerc Je.F., Ivanov V.V., Perepechina T.A., Terinov N.N., Urazova A.F. Choice of Logging Technology in the Condition of Substantial Forestry. *Lesa Rossii i Khozjaystvo v Nikh*. 2015, no. 4 (55), pp. 12–22.
6. Bestuzhev A.N., Valjazhonkov V.D., Dobrynin Ju.A., Ivanov V.A., Ivashhenko V.N., Kovalenko A.A. Impact of the Thinning Cutting on the Forest Medium. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*, 2012, no.1 (13), pp. 167–172.
7. Vadbol'skaja Ju.E., Azarenok V.A. Influence of the Thinning Machinery Parameters on the Level of Forest Impairment. *Lesa Rossii i Khozjaystvo v Nikh*, 2014, no. 2 (49), pp. 32–34.
8. Vasjakin E.A., Dobrynin Ju.A. Failure rate of the trees during selective cutting. *Izvestija S.-Peterburgskoy Lesnoy Akademiji*. 2017, no. 219. pp. 120–132. DOI: 10.21266/2079-4304.
9. Gerasimov Ju.Ju., Sjunev V.S. *Ecological Optimization Of The Technology And Machinery for Logging*. Joensuu, Joensuu University Publ., 1998, 178 p.
10. Gerc Je.F. Expectancy of Impairment of the Trees In the Course of Selective Cutting. *Lesnaja Promyshlennost*, 2004, no. 2, pp. 13–14.
11. Gerc Je.F., Azarenok V.A., Livshits N.V. On the Question of Practicability of the Transitional Skidding Under Selective Cutting Conditions. *Lesnoy Zhurnal*. 2002, no. 3, pp. 44–48.
12. Gerc Je.F., Zalesov S.V. Upgrading of Silvicultural Efficiency of Partial Cutting by Optimization of Felling of the Appointed Trees. *Lesnoe Khozjaystvo*, 2003, no.5, pp.18–20.
13. Grigor'ev A.A. *Silvicultural Assessment of the Technologies of Two-stage Regular Gradual Felling in the Spruce Stands*: Cand. Agric. Sci. Available at: <http://www.dissertat.com/content/lesovodstvennaya-otsenka-tekhnologii-dvukhpriemnykh-ravnomerno-postepennykh-rubok-v-elnikakh#ixzz5ertyWSTu> (accessed February 7, 2019).
14. Zaikin A.N. *Theory, Methods and Models of Intensification of the Cutting Area Work*: Monography, Brjansk, BGITA Publ., 2009, 212 p.
15. Lekovskaja M.V., Sarnackij V.V. Certain Specialties of the Mechanized Cleaning Cuttings in the Pine Stands of Bielorrussia // *Aktual'nye Problemy Lesnogo Kompleksa*. 2012, no. 34, pp.12–15.
16. Silvicultural Regulations to the Technological Processes of the Cutting Area Work. Federal Forestry Agency of Russian Federation. Adopted on November 29, 1993. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/9013832> (accessed April 15, 2019).
17. Order by the Russian Federation Ministry of Nature, No. 626, Dated November 22, 2017. Re.: Authorization of the Rules of Forests Tending. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/542612622> (accessed April 15, 2019).
18. Zaikin A.N., Sivakov V.V., Polegotchenkov V.S. *Zaschitnoe Prispobleniye Dlja Stvolov Derev'ev* [Protective Device for the Stems of the Trees] Pat. RF, no. 2018101818, 2018.
19. Tavankar F., Majnounian B., Bonyad A.E. Felling and Skidding Damage to Residual Trees Following Selection Cutting in Caspian Forests of Iran. *Journal of Forest Science*, 2013, no. 59 (5), pp. 196–203.
20. Bettinger P., Kellogg L.D. Residual Stand Damage From Cut-to-Length Thinning of Second Growth Timber in the Cascade Range of Western Oregon. *Forest Products Journal*, 1993, vol. 43, pp. 59–64.

21. Camp A. Damage to Residual Trees by Four Mechanized Harvest Systems Operating in Small Diameter, Mixed Conifer Forests and Steep Slopes in Northeastern Washington: A Case Study. *Western Journal of Applied Forestry*, 2002, no. 17, pp. 14–22.

22. Ficklin R.L., Dwyer J.P., Cutter B.E., Draper T. Residual Tree Damage During Selection Cuts Using Two Skidding Systems in the Missouri Ozarks. In: Pallardy S.G., Cecich R.A., Garret H.H., Johnson P.S. (eds). *Proceedings of 11 th Central Hardwood Forest Conference. Columbia*, 23–26. March 1997. St. Paul, USDA Forest Service, pp. 36–46.

23. Iskandar H., Snook L.K., Toma T., MacDicken K., Kanninen M. A Comparison of Damage Due to Logging Under Different Forms of Resource Access in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 2006, vol. 237, pp. 83–93.

24. Majnounian B., Jourgholami M., Zobeiri M., Feghhi J. Assessment of Forest Harvesting Damage to Residual Stands and Regenerations – a Case Study of Namkhaneh District in Kheyrod Forest. *Journal of Environmental Sciences*, 2009, vol. 7, pp. 33–44.

25. Meadows J.S. Logging Damage to Residual Trees Following Partial Cutting in a Green Ash-Sugarberry Stand in the Mississippi Delta. In: Gillespie A.R., Parker G.R., Pope P.E., Rink G.(eds). *Proceedings of the 9th Central Hardwood Forest Conference. West Lafayette*, 1993, St. Paul, USDA Forest Service, pp. 248–260.

Received on March 15, 2019
