

**ПРОХОДНЫЕ РУБКИ В ГОРНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСАХ****Григорьева Ольга Ивановна**

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Санкт-Петербургский  
государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: grigoreva\_o@list.ru

**Егорова Ангелина Викторовна**

Студентка, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: egorovaangelina.v@yandex.ru

**Швецов Александр Сергеевич**

Соискатель, Арктический государственный агротехнологический университет  
г. Якутск, Россия  
e-mail: shans23@mail.ru

**Должиков Илья Сергеевич**

Кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: idolzhikov222@mail.ru

**Григорьев Игорь Владиславович**

Доктор технических наук, профессор, Арктический государственный  
агротехнологический университет, г. Якутск, Россия  
e-mail: silver73@inbox.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены технология и система машин, используемые при проходных рубках, а также лесоводственные последствия их проведения в природно-производственных условиях горных сосновых лесов Северного Кавказа. Кроме этого, выполнен анализ литературных источников по вопросу оптимизации программ рубок ухода за лесом. Представлены программа и методика натурных исследований. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Часть

материалов работы получена при выполнении исследований по гранту Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

**Ключевые слова:** рубки ухода за лесом, проходные рубки в сосняках, повреждения деревьев при механизированной заготовке, горные сосновые леса.

## LOGGING PASSES IN MOUNTAIN PINE FORESTS

### **Grigoreva Olga Ivanovna**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia  
e-mail: grigoreva\_o@list.ru

### **Egorova Angelina Viktorovna**

Student, St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia  
e-mail: egorovaangelina.v@yandex.ru

### **Shvetsov Alexander Sergeevich**

Applicant, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia  
e-mail: shans23@mail.ru

### **Dolzhikov Ilya Sergeevich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia  
e-mail: idolzhikov222@mail.ru

### **Grigorev Igor Vladislavovich**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia  
e-mail: silver73@inbox.ru

**Abstract.** The article discusses the technology and system of machines used in logging, as well as the forestry consequences of their implementation in the natural and industrial conditions of the mountain pine forests of the North Caucasus. In addition, the analysis of literary sources on the optimization of logging programs for forest care has been carried out. The program and methodology of field research are presented. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University.

Some of the materials of the work were obtained during research under the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

**Keywords:** logging operations, logging operations in pine forests, damage to trees during mechanized harvesting, mountain pine forests.

**ВВЕДЕНИЕ.** Рубками ухода называется уход за лесом, осуществляемый путем уничтожения или ослабления нежелательных в насаждении растений и создания благоприятных условий для роста лучших деревьев главных пород, направленный на формирование и сохранение высокопродуктивных качественных насаждений и своевременное использование древесины деревьев, подлежащих удалению из насаждения.

Задачи рубок ухода заключаются в следующем:

- улучшение состава древостоев, предотвращение нежелательной смены породы;
- улучшение товарной структуры древостоев за счет увеличения доли крупной древесины в итоговом запасе и большей однородности этого запаса по размеру деревьев;
- уменьшение времени лесовыращивания или возраста технической спелости за счет улучшения товарной структуры;
- увеличение размера пользования древесиной с единицы площади;
- улучшение санитарного состояния древостоя;
- повышение устойчивости насаждений против их повреждения ветром и снегом;
- улучшение качества древесины;
- усиление биосферных функций и социальной роли леса;
- селекционный эффект.

К рубкам ухода относятся осветления, прочистки, прореживания, проходные рубки, а также обновительные, рубки переформирования и ландшафтные рубки.

Прежде в руководствах по уходу за лесом господствовали правила, по которым режим рубок устанавливается следующим образом: уход начинают рано, проводят часто, но с малой интенсивностью. С изменением экономической и технологической ситуации эти правила постепенно трансформировались: уход начинают позднее, проводят реже и сильнее, заканчивают раньше [1].

Большинство исследователей утверждает, что рубки ухода, проведенные на стадии жердняка, дают большой эффект [2-7]. Многие придают важное значение прореживаниям, т.к. в этом случае уход осуществляется в период оптимального роста и усиленного отпада [8]. Максимальный рост допускает увеличение интенсивности рубки, уменьшение повторяемости и малой степени повреждения

древостоя машинами [9, 10]. В это время отчётливо проявляются конкурентоспособные деревья, что важно для безошибочного отбора. Также отмечается, что наиболее интенсивное изреживание должно осуществляться в возрасте 25-30 лет и составлять 30–40 % от первоначального запаса. В молодом возрасте возможно изреживание насаждений без потерь, о чём свидетельствуют опыты, отмечающие высокую пластичность молодых древостоев и как следствие, более высокую эффективность рубок ухода [11, 12].

С увеличением возраста возможность и вероятность повышения текущего прироста изреженных древостоев резко снижаются. По мнению ряда авторов, сильную рубку с отбором конкурентоспособных деревьев лучшего качества нужно провести в тот период, когда текущий прирост после рубки восстанавливается до прироста на контрольной пробной площади и, если деревья в рубку отобраны правильно и практически нет отпада, восстанавливается и запас. Начало этого периода совпадает с усилением роста в высоту, с началом отмирания нижних ветвей, дифференциации и отпада. Время его окончания совпадает с возрастом максимального прироста по запасу [13, 14].

По мнению многих авторов максимальный лесоводственный и экономический эффект достигается в том случае, когда уход начинается с раннего возраста, например, в 10-летнем сосняке, и производится систематически, до достижения насаждением 60-70 –летнего возраста. В старшем возрасте энергия роста уменьшается, и рубки не в состоянии её повысить. В связи с этим необходимо осторожно проводить проходные рубки, такой интенсивности, чтобы не уменьшать размера заготовки при рубках спелых и перестойных насаждений [15, 16].

Влияние рубок ухода на общую производительность и продуктивность древостоев – крупная проблема лесоводства, вызывавшая когда-то множество споров. Общая производительность – это количество накопленной древесины на 1 га за определённый период, независимо от того получил человек эту древесину или нет. Под продуктивностью понимают количество древесины, взятой человеком с 1 га рубками ухода или рубками спелых и перестойных насаждений за определённый период. Таким образом, производительность и продуктивность неравны. Продуктивность всегда равна разнице между производительностью и отпадом.

На возможность изменения общей производительности древостоев рубками ухода имеются две точки зрения. Одна из них представлена учёными, стоящими на позиции количественной неизменности запасов древостоев после рубок ухода, например, [17]. В [17] отмечено, что рубки ухода существенно не влияют на общую производительность разреженных древостоев, так как неразрезанный древостой лучше всего использует способность почвы выращивать древесину. По мнению

некоторых учёных, рубки ухода, в лучшем случае могут повысить общую производительность, но незначительно (не более чем на 5-8%).

Другие учёные и практики придерживаются мнения, что рубками ухода можно заметно повысить общую производительность. Они считают, что с помощью рубок ухода можно создать более благоприятные условия для роста оставшихся деревьев.

В последнее время взгляд на изменение общей производительности уточняется. Обобщая данные, полученные на постоянных пробных площадях ЛенНИИЛХа за полувековой период наблюдений, С.Н. Сеннов [18] пришёл к выводу о том, что рубки ухода несут существенное влияние на общую производительность чистых одновозрастных древостоев, которая определяется, главным образом, условиями произрастания. Однако рубки ухода могут заметно повысить производительность смешанных насаждений на 20% и более по сравнению с древостоями, где не проводился уход.

По вопросу о влиянии рубок ухода на продуктивность древостоя, мнения едины. По данным [19], продуктивность разреженных древостоев увеличивается рубками ухода до 40-50% за счёт промежуточного пользования и до 5-10% за счёт повышения прироста. По С.Н. Сеннову [18], с помощью рубок ухода можно повысить продуктивность насаждения на 30-40% не уменьшая размера главного пользования.

Много работ посвящено вопросу о влиянии рубок ухода на текущий прирост по запасу в сосновых древостоях. Большинство из них направлено на выяснение связи между полнотой и текущим приростом. Многие исследователи считают, что в молодняках и средневозрастных насаждениях существует оптимальная полнота, при которой продуктивность древостоев больше, чем при повышенной. Например, по данным [20], в каждом возрасте имеется своя нормальная полнота, при которой наблюдается максимальный текущий прирост: в 10 лет она равна 1,0; в 20 – 0,9; в 30 – 0,8; в 40 – 0,9; в 50 и более – 1,0.

Результаты исследований [20] сводятся к тому, что с увеличением густоты уменьшаются: текущий прирост по запасу, средний диаметр и высота, а видовое число, коэффициент формы, сумма площадей сечений и общая продуктивность возрастают.

По некоторым наблюдениям, в редких древостоях в возрасте 30 – 120 лет наблюдаются более высокие показатели средних высот и диаметра по сравнению с густыми, а также несколько больший запас, несмотря на равенство абсолютной полноты. В густых насаждениях формируются более полнодревесные стволы.

До сих пор нет единого взгляда на характер изменения текущего прироста при снижении полноты. Различие данных, полученных исследователями можно объяснить неоднородностью опытного материала, разными методиками обработки.

Процент текущего прироста тесно связан с интенсивностью рубок ухода. Было установлено, что процент текущего прироста увеличивается с увеличением интенсивности рубки. Полученные данные свидетельствуют о существовании связи между запасом насаждения до рубки ухода и процентом последующего текущего прироста. Как правило, насаждения с меньшим запасом растут более интенсивно, вследствие чего и происходит сближение и выравнивание производительности сравниваемых участков.

При проведении рубок ухода важную роль играют почвенно-грунтовые условия. К сожалению, исследований по этому вопросу до сих пор недостаточно. По данным С.Н. Сеннова [18], можно проводить рубки в насаждениях I, II классов бонитета. Сомкнутость или полнота имеют большое значение при проведении рубок ухода. Многие учёные придерживаются мнения, что чем насаждение более сомкнуто, тем больше напряженность во взаимоотношениях между видами, тем больший эффект даёт разреживание.

Естественный отпад является следствием конкуренции между деревьями в процессе роста. По мнению С.Н. Сеннова [18], доля отпада с возрастом уменьшается: в сосняках среднегодовой запас изменяется от 3% (от запаса) в жердняке, до 1% в возрасте приспевания. По абсолютной величине отпад достигает максимума примерно в период наибольшего прироста, но затем, с возрастом, он изменяется меньше.

Считается, что конкурентные взаимоотношения между деревьями, являющиеся главной причиной их отпада, наиболее интенсивны в условиях густых древостоев. В этом состоянии насаждения отличаются наименьшей устойчивостью и в первую очередь нуждаются в мерах ухода.

Вопросам оптимизации густоты в последние годы уделяется повышенное внимание.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время мало исследований, посвященных влиянию рубок ухода, проведенных неоднократно с разной интенсивностью, на возможность восстановления запасов древостоев, особенно в среднем и старшем возрастах.

Важнейшей характеристикой строения древостоя является ряд распределения деревьев по ступеням толщины. Он используется при составлении товарных таблиц для таксации лесного фонда, учитывается при назначении деревьев в рубку, при выборе лучших экземпляров на дорастивание.

По мнению многих учёных, рубки ухода оказывают больше влияния на рост средних и мелких деревьев и меньше на рост крупных деревьев, которые прирастают почти одинаково, как в разреженных, так и неразреженных древостоях [18, 21, 22].

После рубок ухода относительный прирост деревьев всех классов роста в прореженном древостое всегда выше, чем в непрореженном насаждении, в том числе прирост деревьев низших классов роста достигает более высокой величины. Однако по массе самый большой прирост, по-прежнему, у самых больших деревьев. По этому вопросу имеются и другие сведения. Так С.Н. Сеннов [18] показывает, что максимальный относительный прирост наблюдается на деревьях средних ступеней толщины. А для тонких деревьев их процент прироста был наибольшим в первое десятилетие, а затем произошло уменьшение.

Рядом распределения деревьев по ступеням толщины главным образом определяется товарная структура древостоя. Исследований в данной области ещё недостаточно.

При прореживаниях, по данным исследований [19], 92% стволов и 65% запаса приходится на деревья тоньше 8 см, а общий выход балансов составляет 13%. При проходных рубках из сосновой древесины можно получить 25% пиловочника и 40% балансов. Остальная древесина не пригодна в неокорённом виде.

Исследователи считают, что рубки ухода улучшают товарную структуру древостоя в сторону повышения удельного веса более крупной древесины. [23]. Исследования показывают, что в прореженных древостоях за сравнительно небольшой период увеличился средний диаметр, вырос выход деловой древесины, снизилось количество дров. С.Н. Сеннов [18] указывает, что разница в товарной структуре между разреженными и нетронутыми древостоями проявляется только при систематическом проведении рубок ухода. Кроме того, имеет немаловажное значение срок начала ухода. Вовремя начатые рубки, даже сильные, не приводят к ухудшению товарной структуры древостоя.

Таким образом, очевидно, что на сегодняшний день не существует обоснованных рекомендаций по применению того или иного метода рубок ухода в древостоях разного состава. Также не существует единого мнения относительно сроков проведения рубок: одни считают, что надо начинать рубить рано, проводить рубки часто, но с небольшой интенсивностью, другие – начинать позднее, проводить уходы реже, но с большей интенсивностью выборки. Под влиянием разреживаний увеличивается средний диаметр, улучшается товарная структура древостоя.

Проходная рубка – рубка ухода, проводимая в средневозрастных древостоях с целью создания благоприятных условий для роста лучших деревьев.

Основными задачами проходных рубок являются создание благоприятных условий для увеличения прироста лучших деревьев и улучшение качества древостоя.

Технология рубок ухода – тема многочисленных исследований и предмет обсуждения на международных конференциях лесоводов. Обсуждаются

преимущества и недостатки того или иного способа трелевки, широких и узких пасек, колесных и гусеничных машин и т.д.

Варианты технологии различаются по способу трелевки, по размерам пасек и волоков, по применяемым машинам.

Имеются три основных способа трелевки: деревьями, хлыстами или сортиментами.

На относительно бедных и бедных почвах трелевка деревьев с кроной допускается лишь при последующем внесении удобрений, также имеют место технологические трудности с транспортировкой деревьев и складскими работами.

Трелевка хлыстов отличается возможностью рациональной раскряжевки дерева. Валка вершиной на волок позволяет укрепить его порубочными остатками. Большая площадь отводится под склады.

Основной недостаток способа заключается в том, что он сопровождается максимальным повреждением оставленного древостоя в результате протаскивания и разворота хлыстов. Для уменьшения повреждений деревьев при хлыстовой трелевке надо стволы высотой 10 м, упавшие под углом к волоку более 40 градусов, раскряжевать на полухлысты или сортименты.

Трелевка сортиментов при аккуратном выполнении работ почти не приводит к повреждению древостоя, позволят обходиться без складских работ в лесу. Здесь требуются машины меньшей мощности, меньшего веса и меньших габаритов. По всем эти причинам трелевка сортиментов считается наиболее перспективной. По ширине пасеки различают варианты с узкой пасекой до 25-30 м, с пасекой среднего размера 30-50 м, с широкой пасекой более 50 м.

Стремление уменьшить ширину волока приводит к увеличению степени повреждения корней. Если колея проходит в 2 м от дерева, то повреждается 30% корней.

В технологии рубок ухода наблюдается постепенный переход от частичной механизации к полной, от применения тяжелой лесозаготовительной техники к использованию сельскохозяйственных тракторов и, наконец, к применению специальных лесохозяйственных колесных машин.

При механизированных рубках лесных насаждений преобладает трелевка хлыстов лесозаготовительными гусеничными тракторами с валкой под острым углом к волоку, с укреплением волока порубочными остатками.

В горных лесах рубки, проводимые в целях ухода за лесными насаждениями, направлены на усиление их противоэрозионной функции и водоохранной роли, на улучшение качественного состояния насаждений. На склонах крутизной до 10 градусов рубки, проводимые в целях ухода за лесными насаждениями, должны вестись так же, как в аналогичных насаждениях равнинных лесов. На склонах крутизной более 30 градусов рубки лесных насаждений не проводятся.



Полнота лесных насаждений (а в молодняках - сомкнутость крон) после рубки на склонах крутизной до 20 градусов северных экспозиций не должна быть ниже 0,6, на склонах южных экспозиций - 0,7, на склонах крутизной более 20 градусов - соответственно 0,7 и 0,8. В смешанных молодняках при заглушении целевых древесных пород второстепенными допустимо снижение сомкнутости крон до 0,5-0,4.

Проходные рубки в чистых древостоях на склонах крутизной более 20 градусов не проводятся.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Материалы данной статьи получены путем анализа литературных источников и анализа производственного опыта в области проведения проходных рубок.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Как известно, проходные рубки относятся к системе рубок ухода за лесом, проводятся в средневозрастных древостоях, за один-два класса возраста до достижения древостоем возраста спелости. По сути их можно отнести к рубкам ухода за качеством, поскольку при их проведении могут вырубаться неперспективные (фаутные) деревья главных пород с целью ослабления конкуренции перспективным деревьям за свет и почвенное питание.

Когда действовал старый Лесной кодекс РФ, и рубки ухода проводились лесхозами, неофициально проходные рубки называли рубками дохода, поскольку получаемая при их проведении древесина, в основном, товарная, и может быть реализована, например, на лесопильно-деревообрабатывающие предприятия (комлевая и срединная части), а также на плитные и целлюлозно-бумажные комбинаты (балансы – вершинная часть). Это делает проведение таких рубок коммерчески привлекательным мероприятием, в отличии, например, от рубок осветления и прочистки.

В большинстве субъектов Северо-Кавказского федерального округа рубки спелых и перестойных насаждений практически не ведутся.

Были проведены натурные осмотры участков лесного фонда, пройденных проходными рубками. Изучены используемые при их проведении технологии и системы машин.

Преобладающей, и главной древесной породой на территории данных участков лесного фонда является сосна, часто образующая чистые насаждения. Также встречаются береза, осина, и ольха серая.

#### **Программа, методика и объем работы**

Программа работ заключалась в следующем:

1. Изучить природные и экономические условия района проектирования.
2. Изучить повреждаемость древостоя при проведении проходных рубок с применением отечественной техники и хлыстовой трелевки.

3. Разработать проект мероприятий по совершенствованию технологии проходных рубок.

4. Дать лесоводственную оценку предлагаемых мероприятий.

Методика работ включала:

Изучение природных и экономических условий проводилось на основе изучения пояснительной записки последнего лесоустройства, таксационным описаниям, финансовой документации.

Состояние рубок ухода определялось на основе изучения актов проверок качества рубок ухода и личных наблюдений при закладке пробных площадей.

Подбор деленок для закладки пробных площадей производился на основании материалов по отводу лесосек, книги рубок ухода и плана лесонасаждений.

На выбранных выделах заложены пробные площади для проведения глазомерно-измерительной таксации.

Пробной площадью называют часть лесного участка, подвергнутого детальной перечислительной таксации и используемого в качестве эталона, характеризующего насаждение определенной категории.

На каждой пробной площади был произведен сплошной пересчет по четырехсантиметровым ступеням толщины мерной вилки. Для определения высоты деревьев применялся маятниковый высотомер, измерялась высота трех деревьев каждой ступени толщины.

Для восстановления запаса до рубки были заложены контрольные пробные площади в тех же выделах.

Учет повреждений на пробных площадях проводился отдельно по видам повреждений. Основные повреждения – обдиры коры до камбия и с повреждением древесины, облом вершины. Степень поражения устанавливалась в зависимости от его доли по окружности ствола: слабая – до 1/8 окружности, средняя – до 1/4, сильная – более 1/4.

Отмечалось также количество неоднократно поврежденных деревьев определением общей степени поранения.

В процессе исследований было заложено шесть пробных площадей размером 0,25 га. В общей сложности был проведен сплошной пересчет 7815 деревьев. На каждой пробной площади было сделано по три замера глубины волока: в начале, в середине и в конце пасечного волока.

**Системы машин и технологии проведения выборочных рубок.** По технологии проведения вся классическая система рубок ухода за лесом – осветления, прочистки, прореживания, и проходные, относятся к выборочным рубкам. Выборочные рубки могут назначаться разной интенсивности. Если ориентироваться на пункт 36 Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.07.2020 г. № 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами» -

рубки, проводимые в целях ухода за лесными насаждениями, подразделяются по интенсивности от очень слабой - до 10%, до исключительно высокой - 71-90% - практически близких уже к сплошным рубкам, с сохранением семенных деревьев. Этот вариант сплошных рубок спелых и перестойных насаждений как раз часто практикуется именно в сосновых насаждениях (рисунок 1).

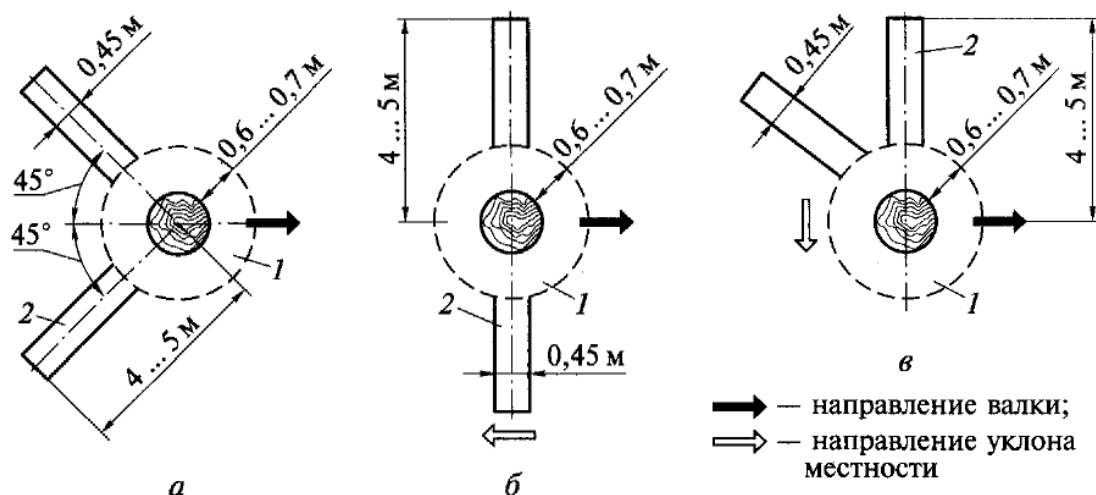


**Рис. 1.** Вырубка после проведения сплошной рубки спелых и перестойных насаждений в сосновом насаждении с оставлением семенных деревьев

При проведении рубок ухода лесных насаждений обычно не используются лесозаготовительные машины, такие как, например, харвестеры и валочно-пакетирующие.

Почти 100% рубок ухода за качеством проводится при помощи универсальных бензиномоторных пил, т.е. механизированным способом – вальщиками леса [24, 25].

Как известно из Технологии и машин рубок лесных насаждений [26], при механизированной валке деревьев вальщик леса сначала выполняет подготовку к валке, которая заключается в осмотре дерева, подготовке кольцевого коридора обхода вокруг дерева, и двух коридоров отхода от дерева. Принципиальное отличие технологии выполнения данного этапа механизированной валки деревьев в условиях Северного Кавказа, от, например, субъектов Северо-Западного, или Центрального федеральных округов, связано с горным рельефом. Если на равнине вальщик леса делает два коридора отхода от дерева под углом  $45^\circ$  в сторону, противоположную направлению валки дерева (рисунок 2, а), то на склоне, согласно требованиям Правил техники безопасности, коридоры отхода делаются по-другому, в зависимости от направления валки дерева – вдоль склона, или поперек склона (рисунок 2, б, в) [27].



**Рис. 2.** Направления коридоров отхода [27]:

а — при валке в равнинной местности; б — на склоне, при валке дерева на возвышение; в — на склоне, при валке поперек склона; 1 — кольцевой коридор обхода вокруг дерева; 2 — коридор отхода от дерева

Согласно требованиям Правил техники безопасности в кольцевом коридоре обхода вокруг дерева, как на трассах коридоров отхода от дерева срезаются низко нависшие сучья и ветви, все мешающие кустарники, и подрост, даже главных древесных пород, поскольку безопасность человека превыше всего. Зимой утаптывается снег, а при его глубине более 50 см, снег должен быть отброшен лопатой, и в этом случае, обычно, вальщику придается помощник [28].

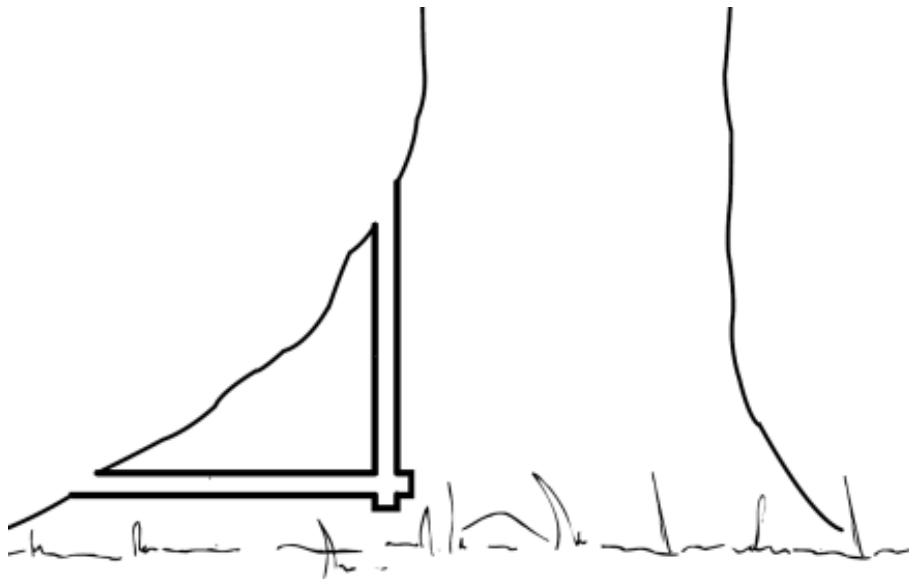
Нельзя не признать, что в сосновом лесу летом в создании коридоров обхода вокруг дерева и отхода от дерева, обычно, нет необходимости, поскольку нет низко нависших сучьев и ветвей, за счет самоочищения стволов сосны, нет кустов или подроста.

После выполнения необходимы операций, связанных с подготовкой дерева к валке, вальщик должен сделать направляющий подпил, со стороны направления валки дерева. При этом, у сильно закомелистых деревьев, приходится предварительно срезать прикорневые наплывы (рисунок 3).

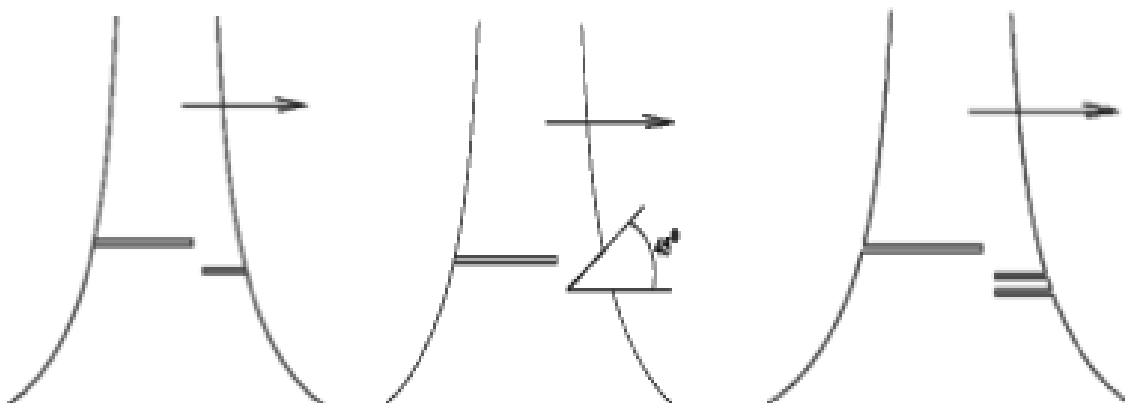
Направляющий подпил может выполнять тремя основными вариантами, в зависимости, прежде всего, от диаметра дерева (рисунок 4).

Глубина подпила зависит от наклона ствола, особенностей развития кроны и размещения на ней снега (зимой), силы и направления ветра, состояния древесины. Если наклон ствола, ветер, крона способствуют падению дерева в заданном направлении, а также при валке сухостойных деревьев и деревьев с признаками наличия стволовой гнили (дупла, трещины, плодовые тела грибов) — подпил делается, примерно, на 1/5 диаметра. Если качественное дерево стоит прямо, ветер

и крона не влияют на центр масс ствола, то подпил делают, примерно, на  $1/3$  диаметра.



**Рис. 3.** Схема срезания прикорневых наплывов у закомелистых деревьев [27]

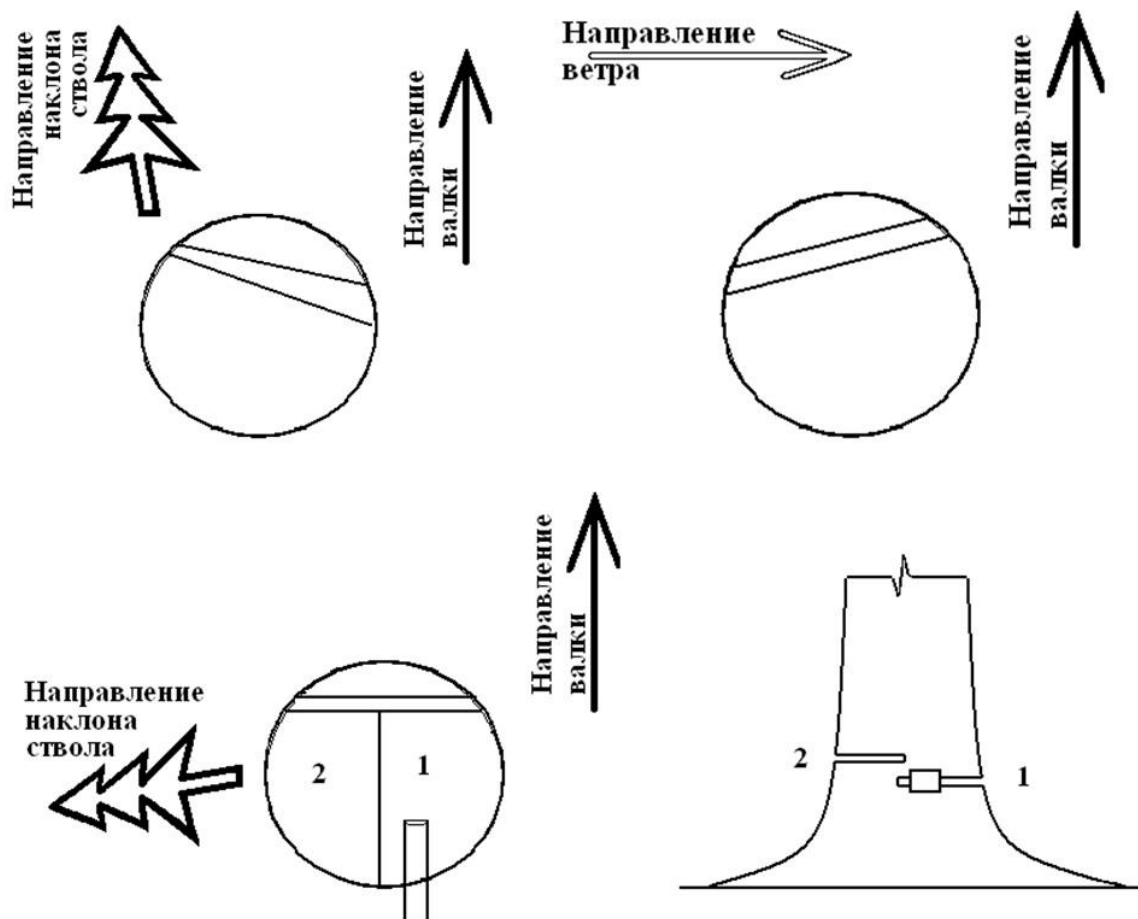


**Рис. 4.** Варианты выполнения направляющих подпилов, слева на право [27]: подпил одним резом (рекомендуется при диаметре до 0,4 м); подпил клином (рекомендуется при диаметре от 0,4 до 0,6 м); подпил двумя параллельными резами (рекомендуется при диаметре более 0,6 м)

Конечно, вальщики леса часто не придерживаются рекомендаций, приведенных на рисунке 4, и работают с подпилем клином при любых диаметрах ствола. И подпил могут выполнять «поднятым клином», как на рисунке 4, «опущенным клином», или «равномерным клином». Это не запрещено. Зато категорически запрещено выполнять валку деревьев без создания направляющего

подпила, поскольку это чрезвычайно травмоопасно, во-первых, и может приводить к значительным сколам в комлевой части ствола, во-вторых [29].

После выполнения направляющего подпила вальщик переходит на противоположную сторону дерева и выполняет пропил, обязательно выше плоскости подпила, с обязательным оставлением недопиленной перемычки (недопила) (рисунок 5), величина и форма которой зависит от наклона ствола дерева, силы и направления ветра, особенностей строения кроны и размещения на ней снега (обстоятельств, учтенных при осмотре дерева). Если в процесс пиления, по цвету опилок, выяснилось, что ствол имеет внутреннюю гниль, то величина недопила увеличивается. Расположение и форма недопила позволяют свалить дерево с отклонением от направления равнодействующих сил – ветра, центра тяжести. Недопил, по сути, служит предохранителем, гарантирующим падение дерева в тот момент, когда это будет нужно. У тонких деревьев ширина недопила составляет до 2 см, у толстых – до 4 см.

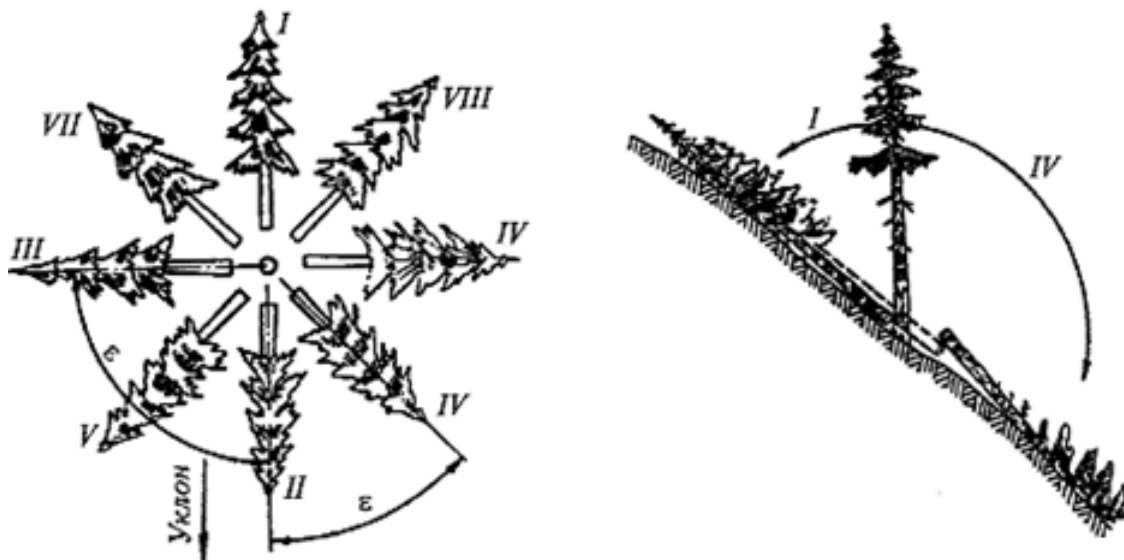


**Рис.5.** Величина и форма недопила, в зависимости от условий валки дерева [27]

При выборочной рубке лесных насаждений, включая рубки ухода, вальщику надо быть особенно внимательным, чтобы при падении дерево не повредило кроны или стволы оставляемых на доращивание деревьев, и также чтобы оно было

доступно для трелевочной техники, и когда поваленно дерево, или хлыст, или сортименты, вытаскивают с полупасеки, они также не повредили оставляемые деревья.

При валке на склоне есть большое количество вариантов направлений падения дерева (рисунок 6).



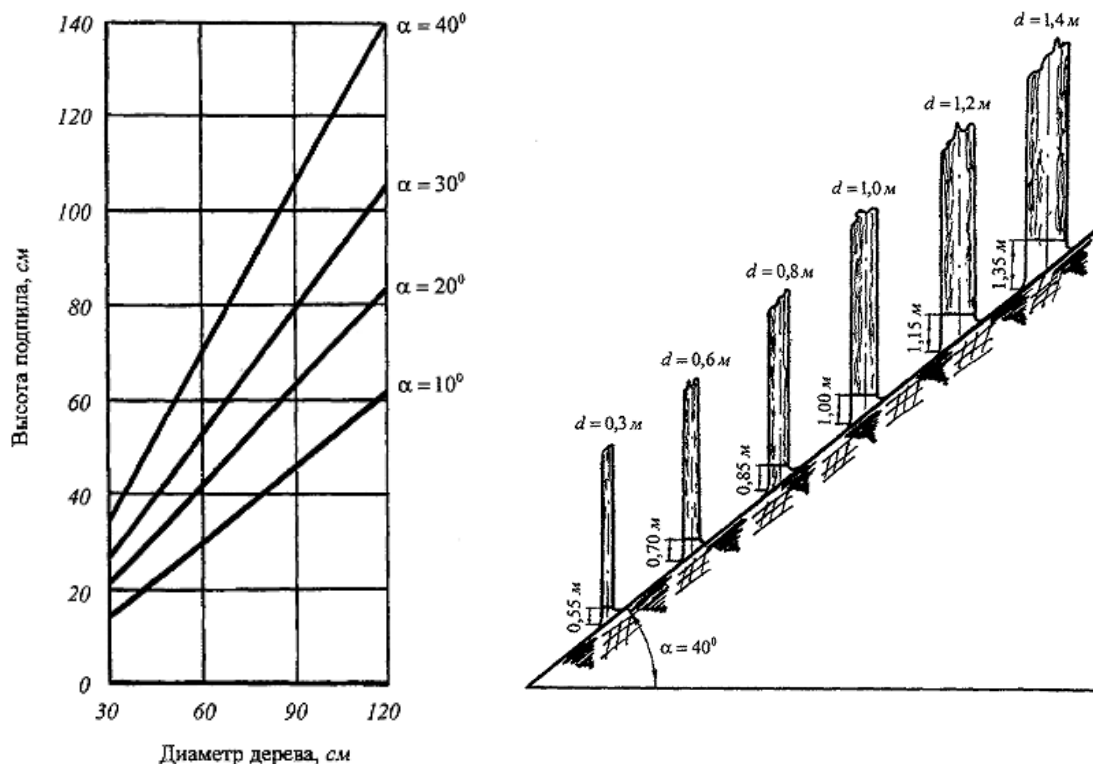
**Рис. 6.** Варианты направлений падения дерева при валке на склоне [26]

У каждого из представленных на рисунке 6 направлений падения дерева есть свои преимущества, и есть недостатки.

Наилучшим вариантом, по технике безопасности и для уменьшения потерь древесины, является валка поперек склона, положения III, IV;  $\varepsilon=90^\circ$ . Но такой вариант требует от вальщика больших навыков. Кроме того, валка крупных деревьев поперек склона опасна. Наилучшим вариантом при работе на склонах более  $15^\circ$  является валка вниз по склону, под некоторым углом, рисунок 6, положения V, VI;  $0^\circ < \varepsilon < 90^\circ$ . Причем угол  $\varepsilon$  между направлением склона и направлением падения дерева должен меняться в зависимости от его размеров и его наклона ствола к подошве склона. Общее правило следующее - чем меньше наклон ствола и размеры дерева, тем больше должен быть угол  $\varepsilon$ .

У валки деревьев на склоне есть еще одна существенная особенность, заключающаяся в том, что чем больше диаметр ствола и чем круче уклон склона, тем выше приходится делать как направляющий подпил, так и пропил, оставляя достаточно высокие пни (рисунок 7).

После выполнения пропила вальщик переходит к финальной стадии валки – сталкиванию дерева с пня. Для этого могут использоваться различные валочные приспособления, основными из которых являются валочный клин и валочная лопатка (рисунок 8). Они могут быть различных типоразмеров.



**Рис. 7.** Высоты спиливания деревьев на склоне, в зависимости от их диаметра и крутизны склона [26]:

слева – номограмма для определения требуемой высоты направляющего подпила;  
справа – схема оставляемой высоты пней склоне с уклоном  $40^\circ$



**Рис. 8.** Валочные приспособления [27]:

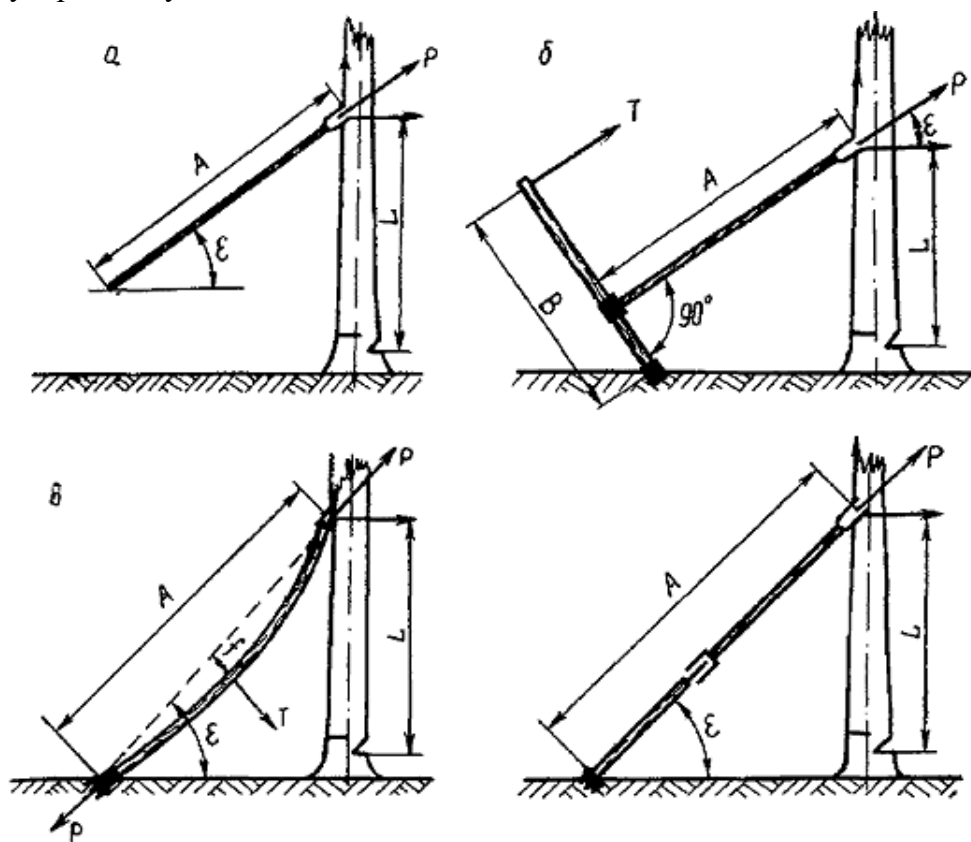
слева – валочный клин, справа – валочная лопатка

Валочные приспособления вальщик леса носит на поясе. Поэтому важно, чтобы, по возможности, у них был малый вес [30]. Валочные клинья, обычно, делаются из твердого, легкого пластика, или могут быть составными – наконечник – из легкого металла, например, алюминия, основная часть – из высушенной твердолиственной древесины, или березы. Валочный клин весит значительно меньше металлической валочной лопатки, но для того, чтобы вбивать его в пропил



вальщику приходится носить с собой еще и топорик. Поэтому большой разницы по весу между валочной лопаткой, и валочным клином вкупе с топориком нет.

Если вальщик леса работает с помощником, то, обычно, для сталкивания деревьев с пня используют валочную рогатину, которая может быть разных конструктивных исполнений (рисунок 9). Обычно используют составные рогатины (рисунок 9, б), они легче и безопаснее в работе. Валочные рогатины серийно не производятся, их делают кустарно, используя в качестве наконечника обычные вилы, у которых срезают два внутренних зуба, а два крайних оставляют, и немного разводят в стороны. Работники лесозаготовительных бригад часто называют валочную рогатину «толкач», и «пехло».



**Рис. 9.** Валочные рогатины [26]:

а — одноупорная; б — составная; в — гибкая; г — раздвижная;  $P$  — толкающая сила рогатины;  $T$  — сила, прилагаемая к рогатине;  $L$  — расстояние от нижней плоскости подпила до плоскости касания ствола рогатиной;  $A, B$  — линейные размеры рогатин;  $\varepsilon$  — угол наклона рогатины относительно поверхности почвогрунта

В подавляющем большинстве случаев, при механизированной валке рубке лесных насаждений, вальщик леса после валки дерева выполняет его очистку от сучьев [24, 26-30]. Это связано с тем, что если трелевать на верхний склад дерева,

то выполнять обрезку сучьев деревьев из штабеля при помощи бензиномоторной пилы крайне сложно и травмоопасно. Кроме того, при трелевке хлыстов за вершины трелевочный трактор может взять большую по объему пачку, нежели при трелевке деревьев за комли, значит повышается производительность трактора. Обрезанную кроновую часть деревьев можно и нужно укладывать на трелевочный волок. Это не только укрепляет его, но значительно снижает повреждения почвогрунта, и корневых систем, оставляемых на дорасчивание деревьев [25, 31-34]. Переломанные движителем трелевочного трактора части кроны на волоке, вдавленные в почвогрунт ездовой поверхности волока, пожаробезопасны, быстрее перегнивают, и удобряют лесную почву.

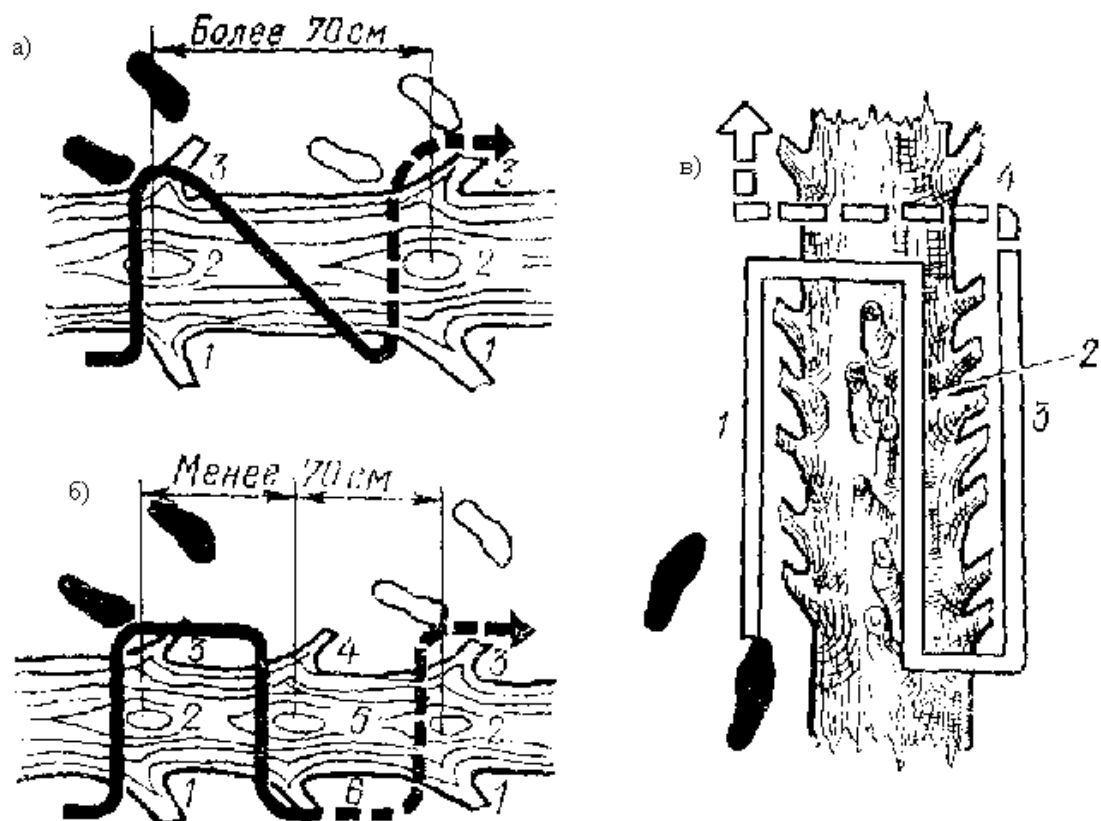
Благодаря тому, что в настоящее время в лесозаготовительных бригадах используются только универсальные бензиномоторные пилы (с низким расположением рукоятей), одной пилой вальщик может валить деревья, очищать их от сучьев, и при необходимости раскряжевывать.

При выполнении обрезки сучьев с дерева, лежащего на склоне вальщику надо быть особенно осторожным и находиться только сверху по склону, чтобы внезапное перемещение дерева под действием силы тяжести вниз по склону, не привели к травмированию, или гибели вальщика [35].

В зависимости от размеров и расстояния между сучьями (у хвойных деревьев - мутовками) при обрезке сучьев при помощи бензиномоторной пилы рекомендуются к применению три основных приема работы, проиллюстрированные на рисунке 10.

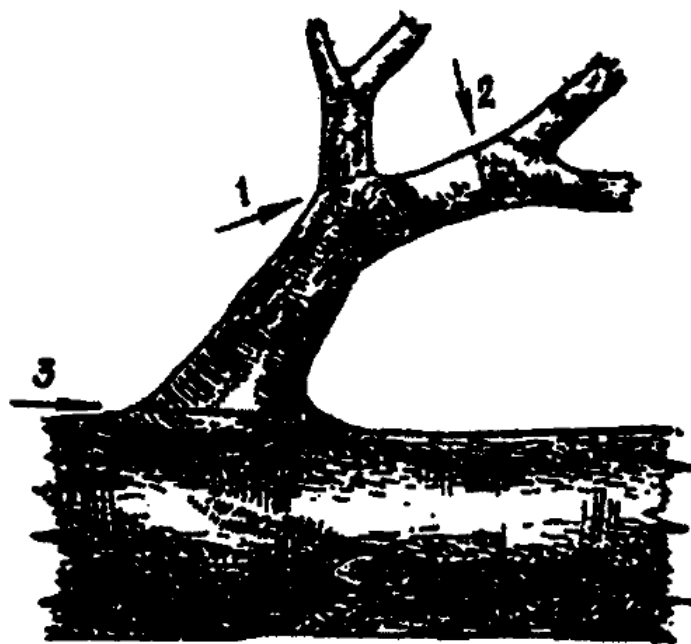
Крупные сучья срезаются за несколько приемов (рисунок 11), поскольку если спиливать их сразу у основания пильную гарнитуру может зажать в пропиале.

В результате обрезки сучьев и вершин с поваленных деревьев получают хлысты. Которые в дальнейшем раскряжевывают также при помощи бензиномоторных пил. Местом выполнения операции раскряжки может быть пасека (при работе вальщика под форвардер, по скандинавской технологии), или верхний склад. Как показывает практика, раскряжке на верхнем складе может получить больший процент выхода деловой древесины, за счет более оптимального раскроя. Кроме того, раскряжка на верхнем складе выполняется более производительнее. Но правда тогда на верхнем складе потребуется создать разделочно-раскаточную эстакаду (при обустройстве обслуживающих производств, во выполнения подготовительных работ), кроме того, раскряжевщику понадобится помощник – разметчик. Который будет размечать схему раскроя хлыста и помогать раскатывать полученные сортименты в штабели соответствующих сортиментных групп [36]. Эстакаду обычно делают из двух-трех древесных стволов, служащих направляющими при откатывании сортиментов в соответствующие штабели (рисунок 12).



**Рис. 10.** Приемы работы при обрезке сучьев с поваленного дерева при помощи бензиномоторной пилы:

а) – трехсекционный; б) – шестисекционный; в) - маятниковый



**Рис. 11.** Последовательность действий при спиливании крупного суча бензиномоторной пилой

Если раскряжевка выполняется на верхнем складе, то трелевку древесины выполняют в виде хлыстов. В связи с тем, что объемы рубок очень небольшие, специальных трелевочные тракторы не закупают, для трелевки используют колесные тракторы МТЗ, оснащенные специальным технологическим оборудованием, установленным на задней навеске трактора. В зависимости от вида технологического оборудования трелевка хлыстов трактором МТЗ может выполняться в полупогруженном положении (рисунок 13), или в полуподвешенном положении (рисунок 14).

Если же бригада работает по скандинавской технологии, то используют форвардер (сортиментоподборщик), оснащенный гидроманипулятором и тележкой для сортиментов, также на базе трактора МТЗ (рисунок 15) [37]. Форвардер трелюет сортименты в полностью погруженном положении. Это предотвращает их загрязнение частицами почвогрунта, что происходит при волочении стволов в полупогруженном положении, или в полуподвешенном положении.



**Рис.12.** Раскряжевка бензиномоторной пилой на верхнем складе

Заготовленная при проведении проходных рубок деловая пиловочная древесина, в основном, распиливается на пиломатериалы в ближайших населенных пунктах. Но при помощи мобильного лесопильного станка, с приводом от вала отбора мощности (ВОМ) того-же трактора МТЗ это можно сделать и на верхнем складе [38, 39] (рисунок 16).

Собираемые при проведении доочистки лесосеки порубочные остатки, при необходимости, могут быть измельчены при помощи мобильной рубительной машины, которая также может получать энергию от ВОМ трактора МТЗ (рисунок 17). Эта же рубительная машина, при необходимости, может быть использована



для измельчения кусковых отходов лесопиления, образующихся при работе мобильного лесопильного станка на верхнем складе.

Полученная при работе мобильной рубительной машины щепа может быть использована в качестве топлива для получения энергии непосредственно на месте выполнения обрабатывающих операций [40-43], или в котельной ближайшего населенного пункта [44], или ее можно разбросать по территории лесосеки, где она перегниет и удобрит лесную почву.



**Рис. 13.** Трелевочный трактор МТЗ на трелевке хлыстов полупогруженном положении, оснащенный чокерным захватом «Горыныч»



**Рис.14.** Трелевочный трактор МТЗ на трелевке хлыстов полуподвешенном положении, оснащенный грейферным захватом



**Рис.15.** Форвардер на базе трактора МТЗ



**Рис.16.** Мобильный лесопильный станок с приводом от ВОМ трактора МТЗ

Иными словами, при небольших объемах заготовки, трактор МТЗ является достаточно универсальным, и оптимальным по соотношению цена/качество, вариантом оснащения лесозаготовительной бригады.

Но надо учитывать, что у тракторов МТЗ, в случае их применения на рубках лесных насаждений, есть один очень существенный недостаток – они не являются лесными машинами, прежде всего не имеют специальных конструкций защит,



могущих предотвратить травмирование и гибель тракториста при падении дерева на кабину [45] (рисунок 18).



**Рис.17.** Мобильная рубительная машина с приводом от ВОМ трактора МТЗ



**Рис.18.** Последствия падения дерева на кабину трактора МТЗ

В связи с этим обстоятельством при использовании тракторов МТЗ на рубках лесных насаждений необходимо особенно тщательно выполнять подготовительные работы в плане уборки опасных деревьев, на этапе подготовки территории лесосеки.

**Исследования повреждаемости оставляемых на доращивание деревьев при проведении проходных рубок.** Натурное исследование проводилось осенью 2024 г. Было проведено обследование вырубок, разработанных двумя разными бригадами, по разным технологическим схемам, с различной интенсивностью рубки.

Обе бригады выполняли механизированную заготовку древесины, при помощи бензиномоторных пил и тракторов МТЗ на трелевке. Вывозка заготовленной древесины во всех случаях осуществлялась в сортиментах.

Первая бригада работала по технологической схеме: валка деревьев вершинами к волоку – обрезка сучьев – трелевка хлыстов – раскряжевка хлыстов на верхнем складе – штабелевка – самопогрузка автолесовозом с гидроманипулятором и последующая вывозка. Или в условных обозначениях: В-Ос-Тр-Р-П.

Для трелевки хлыстов за вершины в полупогруженном положении использовался трактор МТЗ с чокерным технологическим оборудованием (рисунок 13).

Вторая бригада работала по технологической схеме: валка деревьев вершинами к волоку – обрезка сучьев – раскряжевка хлыстов – сбор и трелевка сортиментов – штабелевка – самопогрузка автолесовозом с гидроманипулятором и последующая вывозка. Или в условных обозначениях: В-Ос-Р-Тр-П.

Для сбора и трелевки сортиментов в полностью погруженном положении использовался форвардер на базе трактора МТЗ (рисунок 15).

Все вырубки располагались на пологих склонах. Трелевка во всех случаях осуществлялась вниз по склону, к асфальтированной дороге общего пользования. Пример схемы разработки лесосеки первой бригадой представлен на рисунке 20.

При обследовании вырубок выявлялись и фиксировались повреждения, нанесенный стволам оставленных на доращивание деревьев. Фиксировались диаметры деревьев, размеры и местонахождение повреждений на стволе, а также местонахождение деревьев на вырубке, относительно схемы расположения трелевочных волоков.

Примеры выявленных повреждений на стволах, оставленных на доращивание деревьев представлены на фотографиях рисунка 19.

При проведении натурного осмотра вырубок использовались следующие инструменты: Рулетка измерительная металлическая, СИ-2МО 488ю Свидетельство о прохождении метрологического контроля рег № 75296-19, Высотомер «Suunto»; Мерная вилка «Suunto».

В таблице 1 приведен пример фиксации (измерений) повреждений на стволах, оставленных на доращивание деревьев. В таблице 2 приведены характеристики



повреждений деревьев и напочвенного покрова. В таблице 3 приведено распределение деревьев по категориям крупности.



**Рис.19.** Примеры зафиксированных повреждений на стволах, оставленных на доращивание деревьев

Таблица 1

**Результаты фиксации (измерений) повреждений на стволах, оставленных на доращивание деревьев**

№	Порода	Диаметр d1,3, см	Размеры обдира, см	Высота обдира от корневой шейки, см	Место расположения дерева
1	С	48	55*16	42	На пасеке
2	С	22	20*25	90	На пасеке

3	С	18	15*65	5	На пасеке
4	С	20	12*18 6*32	36 7	У волока
5	С	26	12*25 20*47 67*12	7 110 135	У волока
6	С	10	46*6 3*10	8 130	У волока
7	С	15	8*3,5	62	На пасеке
8	С	22	12*8	44	На пасеке
9	С	14	18*13 5*7 10*11 4*24 5*12	11 147 16 112 169	У волока
10	С	28	20*20 9*8	156 19	У волока
11	С	29	14*8 6*19	66 39	У волока
12	С	38	4*14	51	На пасеке
13	С	33	120*9	49	На пасеке
14	С	15	35*5	59	На пасеке
15	С	35	12*9	44	На пасеке

Статистическая обработка полученных результатов измерений повреждений на стволах, оставленных на доращивание деревьев после проведения выборочных рубок по двум технологическим схемам показала следующие результаты:

Количество деревьев, имеющих повреждения во всех случаях увеличивается от границы пасеки к границе пасечного трелевочного волока.

Количество деревьев, имеющих повреждения во всех случаях увеличивается при снижении интенсивности рубки.

Значимого различия в количестве поврежденных деревьев на пасеке в зависимости от их расстояния от магистрального трелевочного волока не выявлено.

При разработке лесосеки по технологической схеме В-Ос-Тр-Р-П, т.е. при трелевке хлыстами за вершины, количество поврежденных деревьев меньше, чем при технологической схеме В-Ос-Р-Тр-П, т.е. при трелевке сортиментами.

При разработке лесосеки по технологической схеме В-Ос-Тр-Р-П большая часть повреждений на стволах, оставленных на доращивание деревьев находится у поверхности почвогрунта. По всей видимости они происходят в момент вытаскивания трактором хлыстов из полупасек.

При разработке лесосеки по технологической схеме В-Ос-Р-Тр-П большая часть повреждений на стволах, оставленных на доращивание деревьев находится

на уровне метра и более. По всей видимости они происходят в момент сбора сортиментов и их выемки гидроманипулятором из полупасек.

Рубки ухода за лесом - важнейшее лесохозяйственное мероприятие, направленное на формирование устойчивых высокопродуктивных лесов, сохранение и усиление их полезных функций, и своевременное использование древесины.

Таблица 2

### Характеристика повреждений деревьев и напочвенного покрова

№ пробной площади	Повреждения деревьев, шт.				Всего поврежденных деревьев, %	Поврежден о напочвенного покрова, %
	Ошмыг крон	Слом вершин	Обдир коры	Повреждение корней		
1	-	1	3	4	12	22
2	1	-	7	2	12	25
3	1	1	3	2	11	25
4	1	1	6	5	8	19
5	-	1	9	3	6	20
6	-	-	5	4	7	20

Обдиры коры наблюдаются в основном вдоль волоков. Слабые обдиры вдоль волоков, средние и сильные – на поворотах волоков и выездах на погрузочную площадку. То же наблюдается и с повреждением корней. Ошмыг крон и слом вершин наблюдаются равномерно по площади делянки.

Повреждение напочвенного покрова наблюдается на волоках, погрузочной площадке и при заездах трактора в пасеки.

Таблица 3

### Распределение числа деревьев по категориям крупности

№ объекта	Состав	Порода	Количество деревьев по категориям, шт/%		
			Деловая	Дровяная	Итого
1	7СЗБ	С	60/34	117/66	177/100
		Б		74/100	74/100
2	10С	С	121/34	235/66	356/100
3	7С2Б	С	64/9	664/91	728/100
		Е	14/5	263/95	277/100
4	10С+Б	С	278/29	663/71	941/100
		Б	14/33	43/67	57/100
5	10С	С	16/99	1/1	17/100
6	10С	С	305/62	185/38	490/100

При проведении проходных рубок имеется много недостатков. Выход ликвидной древесины составляет около 80%, деловой от 29 до 62%, а по



материалам лесоустройства выход ликвидной древесины планировался 50%, деловой 30%. Превышение фактического выхода ликвидной и деловой древесины над плановым объясняется тем, что отбор деревьев в рубку происходил неправильно. Выбирались в основном хорошие деревья диаметром от 16 до 32 см без признаков болезней и повреждений. Это объясняется недостаточным финансированием из бюджета. Лесхозу приходится выживать за счет средств, полученных от реализации ликвидной древесины.

В ходе натурных исследований выявлены и другие недостатки, такие как:

- проведение ухода на площадях, не требующих ухода;
- снижение полноты ниже допустимой;
- захламление лесосеки порубочными остатками (рисунок 20);
- проведение ухода не на всей площади лесосеки;
- не вырублены лиственные и повреждённые деревья.

К общему недостатку следует отнести недостаточное проведение проходных рубок. Снижение эффективности лесохозяйственной деятельности объясняется реорганизацией лесного хозяйства страны, экономическим кризисом, недостатком рабочей силы и трудоемкостью этих видов работ, отсутствием достаточного финансирования со стороны федеральных органов власти.



**Рис.20.** Захламление вырубki порубочными остатками после проведения проходной рубки

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Анализ результатов работы показывает, что в настоящее время наиболее актуальными являются вопросы, связанные с применением техники и технологии, наименьше повреждающих лесную среду.

Практика проходных рубок в горных сосновых лесах Северного Кавказа показывает, что они ведутся с некоторыми нарушениями.

Проведенные исследования показали, что при существующей технологии повреждается до 12% деревьев.

Применение колесных тракторов, укладка порубочных остатков на волок до минимума снижает повреждение корней и уплотнение почвы.

В результате исследования установлено, что для достижения более благоприятного эффекта внедряемой технологии необходимо:

- ☐ интенсивность проходных рубок не должна превышать 30%;
- ☐ правильно осуществлять подбор насаждений в рубку;
- ☐ правильно выбрать сезон рубки.

Лесничеству необходимо проводить в оптимальных объемах и высококачественно все виды рубок ухода; особенно ухода за молодняками, повышать качество лесных культур. Сбережение лесов, охрана их от пожаров, защита от вредителей и болезней, антропогенных воздействий должны стоять наравне с другими лесохозяйственными мероприятиями. Осуществление этих направлений в лесохозяйственной деятельности позволит в наибольшей степени усилить целевые функции лесопарковой части лесов зеленой зоны.

Постоянное стремление человека к облегчению труда, увеличению производительности является движущей силой научно-технического прогресса, а механизация и автоматизация рабочих процессов - его важнейшей стороной. Практически любая деятельность работника лесного хозяйства основана на применении различных машин и орудий. В лесном хозяйстве применяют более ста наименований специальных лесных машин и орудий и не менее трехсот наименований машин и орудий общего и специального назначения. Чтобы правильно ориентироваться в этом парке машин и разрабатываются новые более экономичные виды техники для различных технологических процессов.

Горные леса Северного Кавказа имеют исключительно важное социальное и экономическое значение. Как и во всех других районах страны, они являются незаменимым фактором окружающей среды, обеспечивают стабилизацию биосферы, сохранение и улучшение других природных компонентов; создают благоприятные условия для жизни людей, удовлетворяют многообразные потребности населения и народного хозяйства в древесине и недревесной лесной продукции.

### Литература

1. Гамсахурдия О.В. Экономическая эффективность рубок ухода в системе воспроизводства лесов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2022. № 12-2. С. 31-35.
2. Пронина В.Д., Ямщиков В.М., Митрофанова Н.А. Анализ эффективности рубок ухода в разновозрастных древостоях в Сурском лесничестве Ульяновской области // Интенсификация использования и воспроизводства лесов. материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. Ульяновск, 2024. С. 161-163.
3. Гвоздев В.К. Рост и структура надземной фитомассы сосновых молодняков в связи с рубками ухода // Лесоведение и лесное хозяйство. Сер. "Республиканские межведомственные сборники" главный редактор А. Д. Янушко. Минск, 1981. С. 57-61.
4. Маленко А.А. Влияние интенсивности рубок ухода на состояние культур сосны // Рациональные способы формирования насаждений и рубок главного пользования в лесах Казахстана. Алма-Ата, 1983. С. 31-41.
5. Журихин А.И. Оптимизация формирования культур сосны рубками ухода // Проблемы лесной биогеоценологии и методические основы их решения. Тезисы докладов международной конференции молодых ученых. 1992. С. 129.
6. Попов В.К., Журихин А.И. Формирование культур сосны рубками ухода // Лесное хозяйство. 1992. № 12. С. 35-36.
7. Беспаленко О.Н., Варенов А.Ю. Рубки ухода в сосновых молодняках Россошанского мехлесхоза Воронежской области // Всероссийская научно-техническая конференция "Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов". 1994. С. 96-97.
8. Ильинцев А.С., Третьяков С.В., Ершов Р.А., Федотов И.В. Качество древесины сосны в насаждениях, пройденных рубками ухода (прореживание) в северо-таежном лесотаксационном районе // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. № 213. С. 40-48.
9. Матвейко А.П., Поплавская Л.Ф., Яковлев М.К. Малоотходные технологические процессы на прореживаниях и проходных рубках // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. республиканский межведомственный сборник. Министерство высшего и среднего специального образования БССР, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова. Минск, 1987. С. 16-21.
10. Матвейко А.П., Поплавская Л.Ф., Романовская Н.Л. Эффективность малоотходных технологических процессов рубок ухода в молодняках // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.

- республиканский межведомственный сборник научных трудов. Министерство народного образования Белорусской ССР, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова. Минск, 1988. С. 3-9.
11. Теринов Н.Н., Тойбич В.Я., Герц Э.Ф. Перспективные технологии на рубках ухода за лесом // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики. материалы XII Международной научно-технической конференции. Министерство науки и высшего образования РФ, Уральский государственный лесотехнический университет. 2019. С. 32-35.
  12. Григорьева О.И., Григорьев М.Ф. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований рубок ухода в сосновых насаждениях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5. № 10 (36). С. 148-152.
  13. Дубровин И.Н. Изучение лесоводственной эффективности проходных рубок в ЧОБУ "Миасское лесничество" // Научное творчество молодежи - лесному комплексу России. Материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург, 2021. С. 252-254.
  14. Жижин С.М., Мельникова К.В. Обоснование необходимости проведения проходных рубок в еловых насаждениях // Научное творчество молодежи - лесному комплексу России. Материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции. Екатеринбург, 2021. С. 260-262.
  15. Ушатин И.П. Несплошные рубки в сосняках центральной лесостепи // Комплексное и рациональное использование лесных ресурсов. тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. Белорусский технологический институт. 1985. С. 75-76.
  16. Селиверстов А.А., Лукашевич В.М., Суханов Ю.В., Пеккоев А.Н. Оценка воздействия проходных рубок ухода на древостои пробных площадей технопарка ПетрГУ // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-1 (13-1). С. 108-112.
  17. Давыдов А.В. Рубки ухода за лесом. М: Лесная промышленность 1971 г. – 180 с.
  18. Сеннов С.Н. Лесоводство - Учебное пособие для студентов лесных вузов. СПб: ЛТА 2002 г. – 56 с.
  19. Григорьев Г.А., Григорьева О.И., Должиков И.С., Новгородов Д.В. Результаты исследования контроля качества и эффективности проходных рубок и рубок прореживания по нормативам интенсивной модели лесного хозяйства в Ленинградской области // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2024. № 5 (17). С. 4-13.

20. Бычкова О.А., Однодушнова Ю.В. Использование рубок ухода для повышения эффективности выращивания лесных культур сосны обыкновенной // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. Материалы III международной научно-практической конференции. 2019. С. 55-59.
21. Малышев В.В. Влияние рубок ухода на молодые насаждения сосны обыкновенной // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления. межвузовский сборник научных трудов. под редакцией В. С. Петровского; Федеральное агентство по образованию, Воронежская государственная лесотехническая академия. Воронеж, 2010. С. 84-87.
22. Малышев В.В. Лесоводственное и техногенное значение рубок ухода в лесных культурах сосны обыкновенной // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления. межвузовский сборник научных трудов. под редакцией В. С. Петровского; Федеральное агентство по образованию, Воронежская государственная лесотехническая академия. Воронеж, 2010. С. 10-14.
23. Лебедев А.С., Черных В.Л. Усовершенствование методики оценки эффективности проведения проходных рубок при государственной инвентаризации лесов // Научному прогрессу - творчество молодых. материалы X международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. Поволжский государственный технологический университет. 2015. С. 169-170.
24. Швецова В.В. Особенности механизированной заготовки древесины в современных условиях // Вестник АГАТУ. 2021. № 2 (2). С. 59-66.
25. Куницкая О.А., Никитина Е.И. Экологические аспекты выборочных рубок леса // Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Российской Федерации. сборник статей III Международной научно-технической конференции "Минские научные чтения-2020": в 3 томах. Белорусский государственный технологический университет, Представительство федерального агентства по делам СНГ, соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному гуманитарному сотрудничеству (Россотрудничество) в Республике Беларусь. Минск, 2021. С. 286-291.
26. Технология и машины лесосечных работ: учебник / В.И. Пятакин [и др.]; под ред. В.И. Пятакина. - СПб.: СПбГЛТУ, 2012. - 362 с. - Учебник - СПб.: СПбГЛТА. 2009. - 362 с.
27. Галактионов О.Н., Гаспарян Г.Д., Григорьев И.В., Григорьева О.И., Куницкая О.А., Лапшин С.О., Перский С.Н., Суханов Ю.В., Сыромаха С.М., Шегельман



- И.Р. Бензиномоторные пилы. Устройство и эксплуатация. СПб.: Изд. "Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений". 2017. - 206 с.
28. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Технические аспекты безопасного использования бензиномоторных пил // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 1. С. 43-50.
29. Гончаров А.В., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф. Основные ошибки вальщиков, приводящие к выходу из строя бензиномоторных пил // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2018. № 10. С. 17-21.
30. Куницкая О.А., Никитина Е.И., Николаева Ф.В. Особенности лесозаготовки в Республике Саха Якутия // Управление земельными ресурсами, землеустройство, кадастр, геодезия и картография. Проблемы и перспективы развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 255-летию Землеустройству Якутии и Году науки и технологий. Якутск, 2021. С. 308-313.
31. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Куницкая О.А., Лунева Е.Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 3 (381). С. 101-116.
32. Куницкая О.А., Просужих А.А., Каляшов В.А. Эколого-экономическая эффективность эксплуатации форвардеров // Вестник АГАТУ. 2021. № 2 (2). С. 44-53.
33. Рудов С.Е., Куницкая О.А. Теоретические исследования экологической совместимости колесных лесных машин и мерзлотных почвогрунтов лесов криолитозоны // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 323-326.
34. Рудов С.Е., Просужих А.А., Куницкая О.А. Новые пути повышения проходимости лесных машин на слабонесущих почвогрунтах // Повышение эффективности управления устойчивым развитием лесопромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г. Ф. Морозова. Редколлегия: Е.А. Яковлева [и др.]. 2020. С. 449-454.
35. Каляшов В.А., До Т.А., Григорьева О.И., Гурьев А.Ю., Новгородов Д.В. Технологические аспекты безопасной работы вальщиков леса на горных склонах // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 2. С. 4-10.

- 
36. Kunickaya O., Pomiguyev A., Kruchinin I., Storodubtseva T., Voronova A., Levushkin D., Borisov V., Ivanov V. Analysis of modern wood processing techniques in timber terminals // Central European Forestry Journal. 2022. Т. 68. № 1. С. 51-59.
  37. Куницкая О.А., Давтян А.Б., Просужих А.А., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. Обоснование конструкции форвардера на базе сельскохозяйственного трактора // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Материалы международной научно-практической конференции. 2020. С. 309-313.
  38. Куницкая О.А., Помигуев А.В. Повышение эффективности лесопользования за счет использования непостоянных лесных складов // Управление земельными ресурсами, землеустройство, кадастр, геодезия и картография. Проблемы и перспективы развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 255-летию Землеустройству Якутии и Году науки и технологий. Якутск, 2021. С. 314-320.
  39. Куницкая О.А., Помигуев А.В. Переработка древесины на мобильных линиях лесных терминалов // Вестник АГАТУ. 2021. № 3 (3). С. 82-99.
  40. Куницкая О.А., Помигуев А.В. Анализ систем газификации древесины // Комплексные вопросы аграрной науки и образования. Сборник научных статей по материалам Внутривузовской научно-практической конференции, посвященной 65-летию Высшего аграрного образования Республики Саха (Якутия) и Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием в рамках «Северного форума – 2021». 2021. С. 291-296.
  41. Куницкая О.А., Помигуев А.В. Получение электроэнергии из отходов лесозаготовок и деревообработки // Управление земельными ресурсами, землеустройство, кадастр, геодезия и картография. Проблемы и перспективы развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 255-летию Землеустройству Якутии и Году науки и технологий. Якутск, 2021. С. 320-327.
  42. Куницкая О.А., Помигуев А.В., Бурмистрова Д.Д., Отмахов Д.В., Тихонов Е.А., Дмитриева И.Н. Электрохимические энергоустановки для обслуживания лесных терминалов // Деревообрабатывающая промышленность. 2021. № 2. С. 36-46.
  43. Куницкая О.А., Помигуев А.В., Калита Е.Г., Швецова В.В., Тихонов Е.А. Анализ газогенерирующих систем для автономного энергоснабжения лесных терминалов // Resources and Technology. 2021. Т. 18. № 3. С. 53-76.

- 
44. Куницкая О.А., Григорьев И.В., Давтян А.Б., Григорьев В.И., Нгуен Т.Н. Техничко-экономический анализ производства биотоплива из древесины // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 12. С. 29-35.
45. Должиков И.С., Дмитриев А.С., Григорьев И.В., Михайлова Л.М., Курочкин П.А. Проблемы безопасного использования мини-тракторов и сельскохозяйственных тракторов на малообъемных лесозаготовках // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2024. № 7. С. 25-34.

© Григорьева О.И., Егорова А.В., Швецов А.С., Должиков И.С., Григорьев И.В., 2025