



**АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (АГАТУ)**

**Современные системы машин для заготовки древесины и
лесовосстановления на склонах гор и сопок**

д.т.н., профессор Григорьев Игорь Владиславович

**Факультет лесного комплекса и землеустройства
кафедра «Технология и оборудования лесного комплекса»**

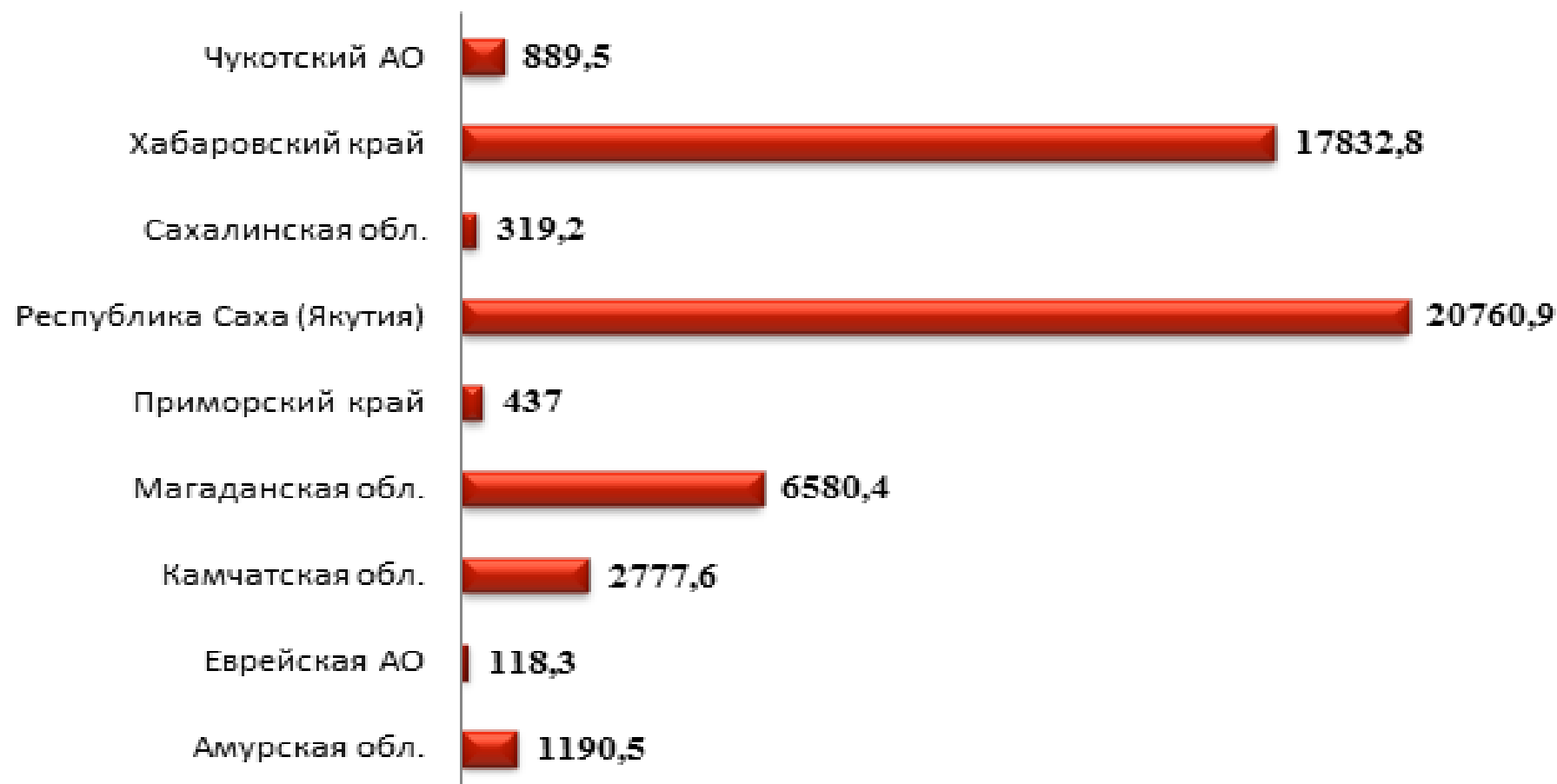
Леса на горных склонах очень ранимы



Поэтому рубить надо грамотно



Наличие в лесном фонде ДФО лесозэксплуатационных территорий с сильно переувлажненными и заболоченными участками, тыс.га.



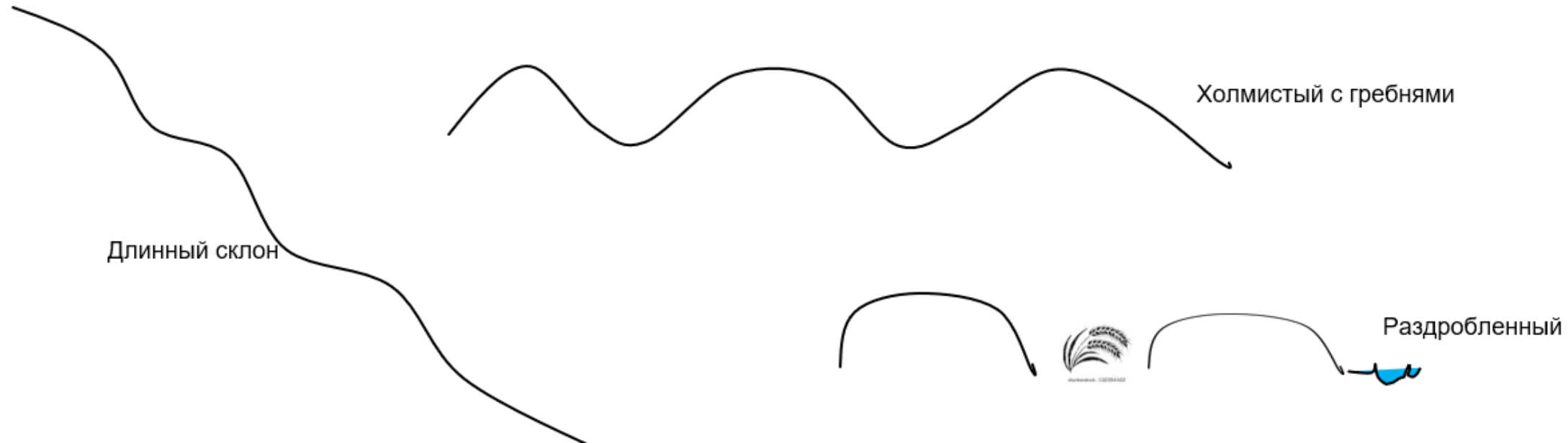
Рельефные условия арендной базы

- **Рельефные условия арендной базы** в зависимости от крутизны склоны подразделяются на четыре категории: пологие - до 10 градусов; покатые - от 11 до 20 градусов; крутые - от 21 до 30 градусов; очень крутые - свыше 30 градусов.
- На пологих склонах работа обычных лесных машин возможна без ограничений.
- На покатых – с ограничениями.
- На крутых и очень крутых склонах работа обычных лесных машин не возможна.

Распределение площадей покрытых лесной растительностью по крутизне склона по субъектам ДФО, тыс.га/%

Субъекты ДФО	Показатель	Всего	до 20°	21° - 30°	31° и более
Хабаровский край	Площадь, тыс.га	50924,2	36105,25	10694,08	4124,86
	%	100	70,9	21	8,1
Приморский край	Площадь, тыс.га	11373,2	7824,76	2843,3	705,14
	%	100	68,8	25	6,2
Амурская область	Площадь, тыс.га	2654	15676,57	5504,92	1472,51
	%	100	69,2	24,3	6,5
Камчатский край	Площадь, тыс.га	9004,5	4952,48	3115,56	936,47
	%	100	55,0	34,6	10,4
Сахалинская область	Площадь, тыс.га	5519,5	3366,90	1545,46	607,14
	%	100	61,0	28	11
Республика Саха (Якутия)	Площадь, тыс.га	143061,8	92990,17	37053,0	13018,62
	%	100	65,0	25,9	9,1
Еврейская АО	Площадь, тыс.га	1563,1	1067,60	359,51	136,0
	%	100	68,3	23	8,7
Всего	Площадь, тыс.га	244100,3	159641,59	61115,83	21000,74
	Σ _{ср} , %	100	65,4	26,0	8,6

Формы рельефа



Формы рельефа



Длинный склон



Холмистый склон с гребнями

Формы рельефа



Раздробленный склон



Горный лес



Типичный лесной массив на склоне сопки Хабаровского края



Типичный лесной массив на горном склоне в Социалистической Республике Вьетнам

Приложение __ к Правилам заготовки древесины и особенностям заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации, утвержденным приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 года N 993

**Предельные (максимальные) значения ширины и площади, сроков примыкания лесосек по
Забайкальскому горному лесному району**

Таблица 1 - Сплошные рубки спелых, перестойных лесных насаждений в эксплуатационных лесах (в знаменателе предельная ширина и предельная площадь лесосеки приводятся для крутизны склонов свыше 20 градусов)

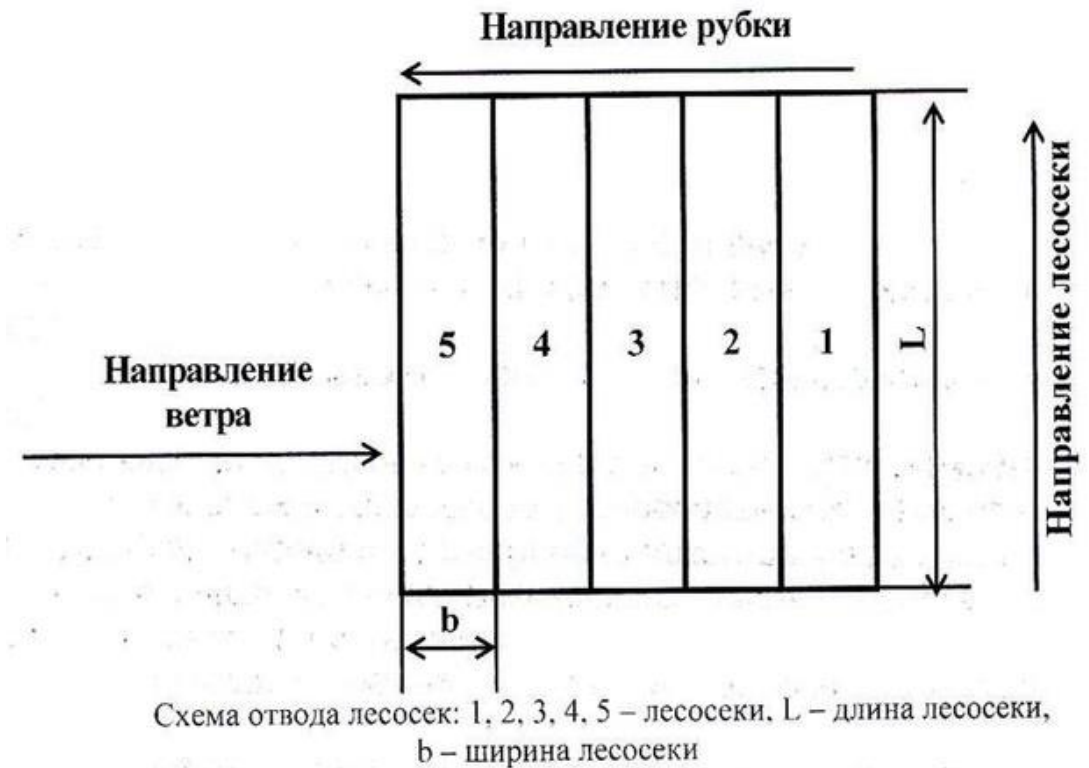
Состав лесных насаждений по преобладающим породам	Предельная ширина лесосек, м	Предельная площадь лесосек, га	Срок примыкания, лет
сосна, лиственница	400/300	40/30	5
ель, пихта	250/200	25/20	6
мягколиственные	350/250	35/25	2

Таблица 2 - Выборочные рубки спелых, перестойных лесных насаждений

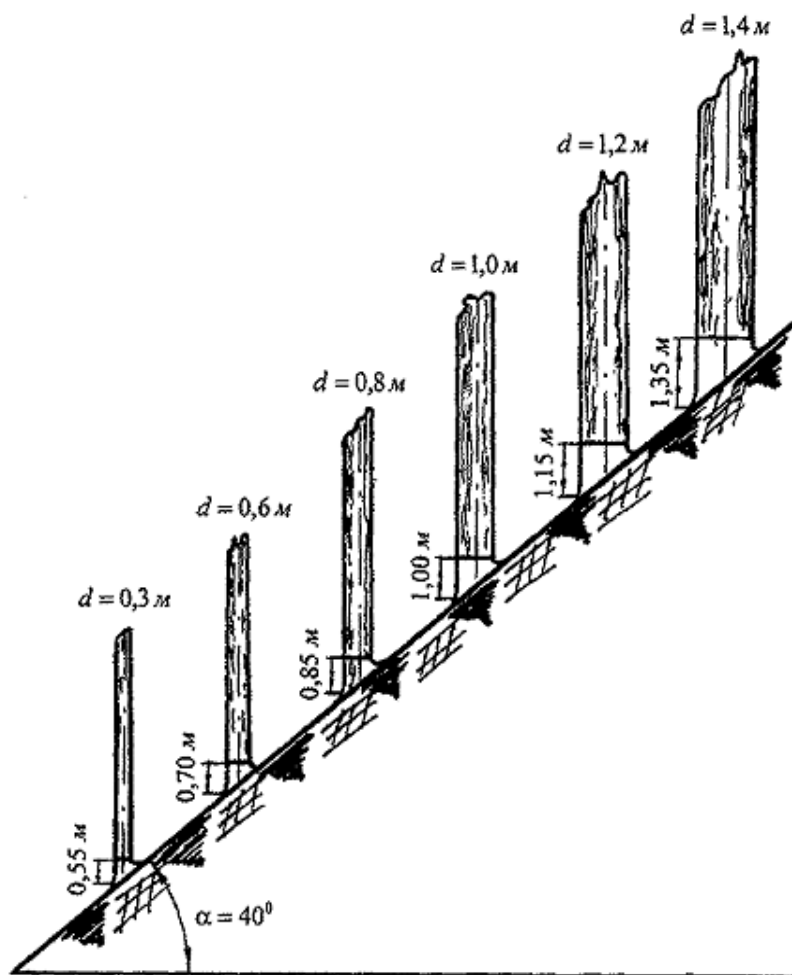
Виды рубок	Предельная площадь лесосек, га	
	защитные леса	эксплуатационные леса
Добровольно-выборочные рубки, группово-выборочные рубки	15	30
Равномерно-постепенные рубки, группово-постепенные рубки	10	25

Нормативные требования. Правила заготовки древесины

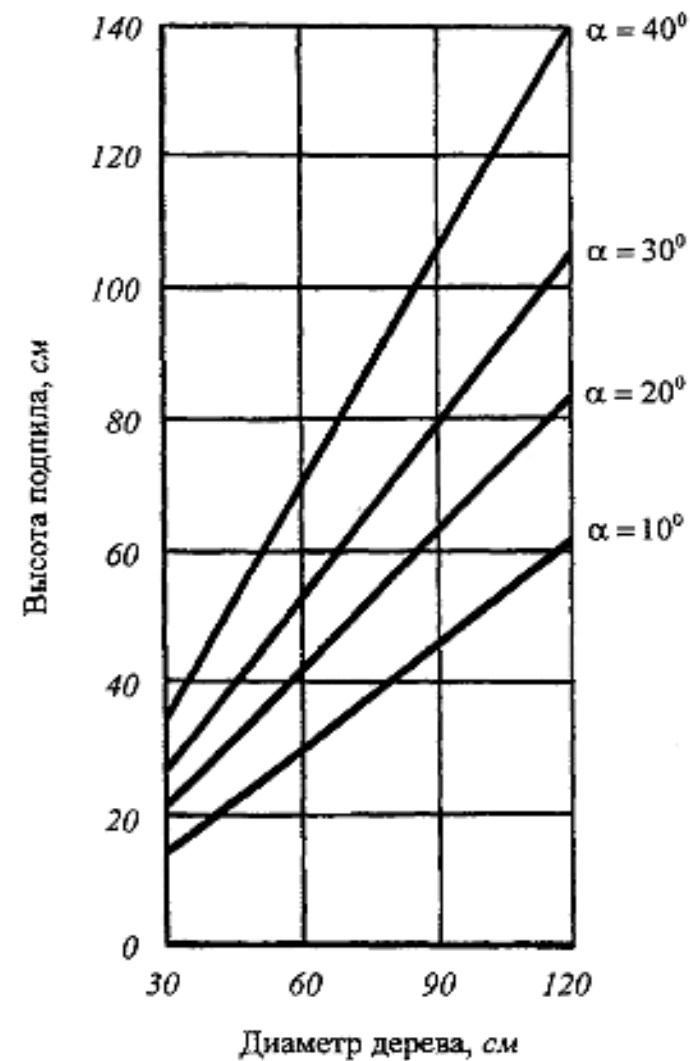
- В горных лесах направление рубки устанавливается вниз по склону, а рубка в пределах лесосеки ведется вверх по склону.
- При трелевке (транспортировке) древесины канатными установками и летательными аппаратами допускается размещение лесосек длинной стороной вдоль склона с направлением рубки против преобладающих ветров.



Механизированная валка деревьев



Необходимая высота подпила на горном склоне



Ограничение валки деревьев на склоне по подпилу (спиливанию) в зависимости от крутизны склона и диаметра дерева

Трелевка. Варианты

- Обычной техникой по нарезанным бульдозером террасам
- Летательными аппаратами (легче воздуха / тяжелее воздуха)
- Канатными установками
- Машинами с интегрированными лебедками
- Машинами, в паре со специальными самоходными лебедками

Террасы

При террасировании склонов необходимо устроить безопасные подъезды к террасам, разворотным площадкам. Ширина полотна принимается такой, чтобы при прямолинейном движении машины или ее повороте, включая площадки заездов и разворотов, гусеницы каждой стороны не приблизились ближе 1 м к бровкам насыпного откоса полотна террасы.

Двери кабины машины во время работы должны быть открыты. Нахождение в кабине двух и более человек запрещается.

При валке деревьев и срезке кустарника, встречающихся на террасе, движение машины должно быть плавное, без рывков.

При одновременной работе двух и более машин, идущих одна за другой на строительстве террасы, впереди идущая должна подавать сигнал при поворотах, остановках и трогании с места.

Для преодоления уклонов микрорельефа, превышающих общую допустимую крутизну склона для бульдозера, следует срезать этот микрорельеф другой машиной, которая может работать на уклонах с большими величинами, либо воспользоваться дополнительным тяговым усилием лебедки, установленной в нагорной части участка. В этом случае первый проход по трассе выполняется в направлении от вершины к подошве и страхуется лебедкой.

При переездах на крутых поворотах необходимо следить, чтобы отвал не касался грунта.

Движение машин при холостых переездах на подъеме и спуске должно осуществляться на первой передаче.

При устройстве террас на крутых и сильно эрозированных склонах перед засыпкой промоин при террасировании необходимо устанавливать в промоинах плетни, исключающие осыпание грунта вниз по склону.

Не допускаются резкие повороты машин на засыпанных промоинах.

Устройство террас на сильно каменистых грунтах необходимо выполнять методом возвратно-поступательных движений машины.

При нарезке террас запрещается: вставать или находиться на отвале или раме во время работы; при сбросе грунта под откос выдвигать отвал за край откоса работать на мокром глинистом грунте; съезжать с насыпной части грунта подгорной гусеницей; крупные пни и валуны сдвигать за пределы террасы; использовать колесные тракторы для нарезки террас.

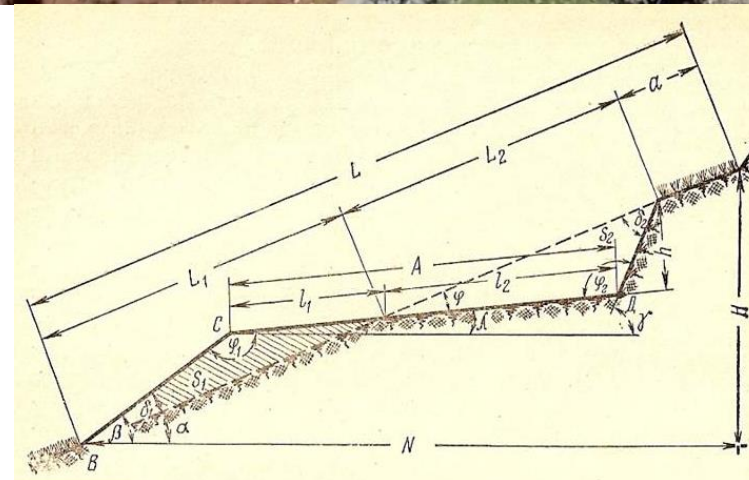
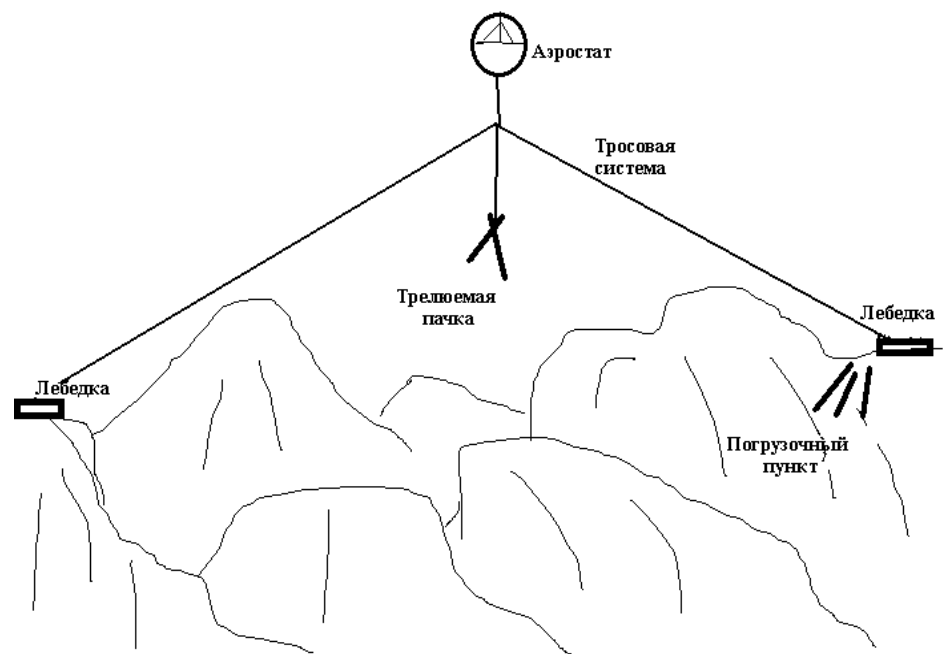
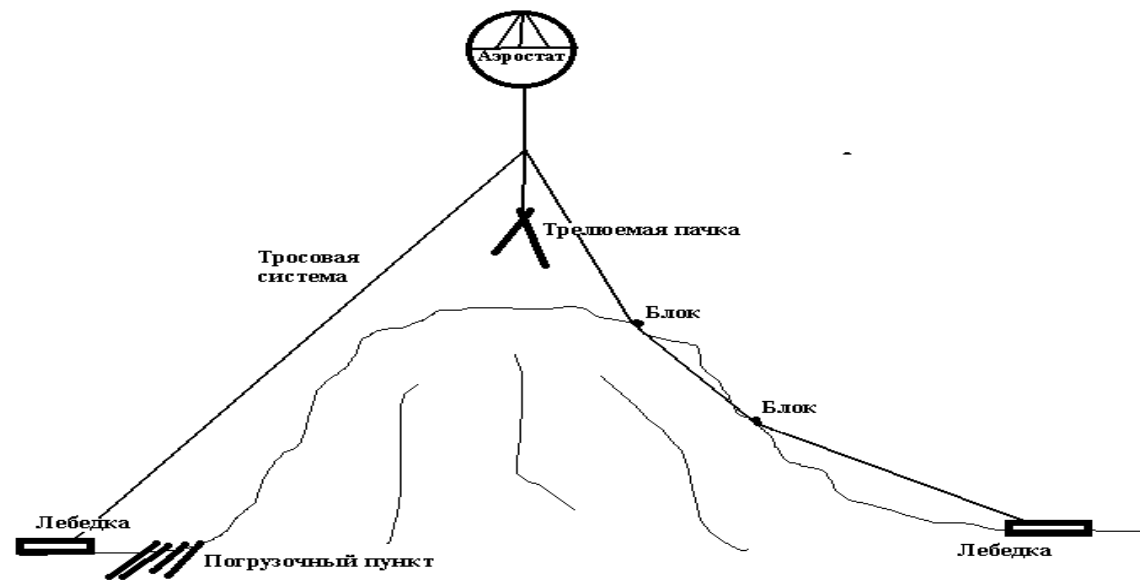


Схема профиля террасы с прямым поперечным уклоном.

Аэростаты

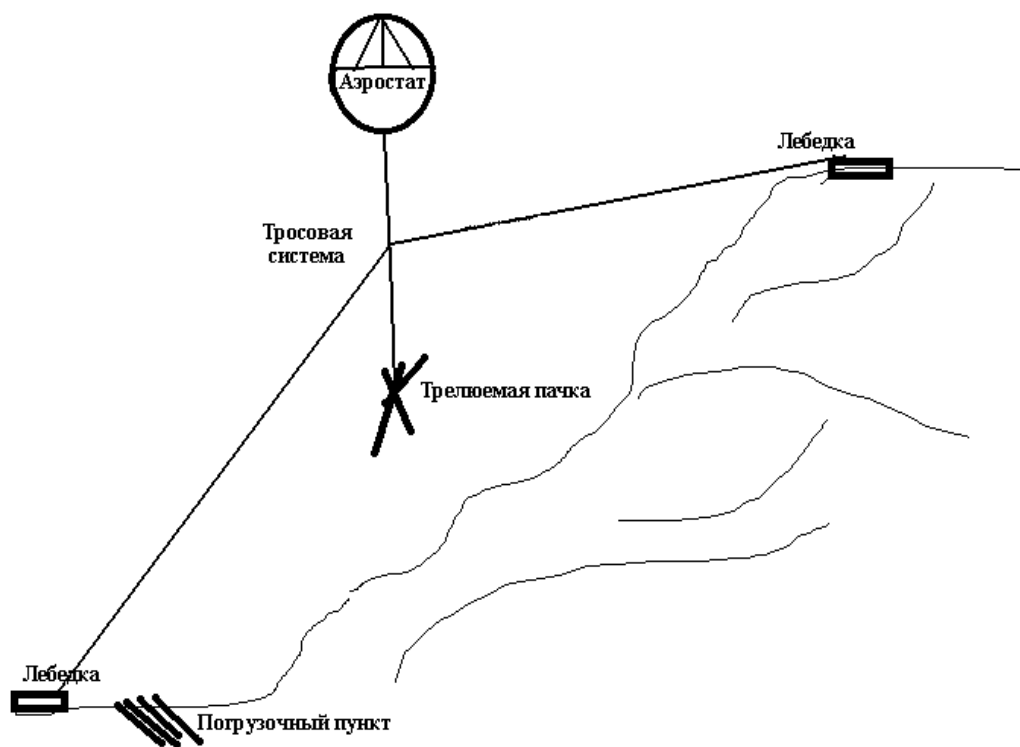


Трелевка в сильно пересеченной местности одним аэростатом

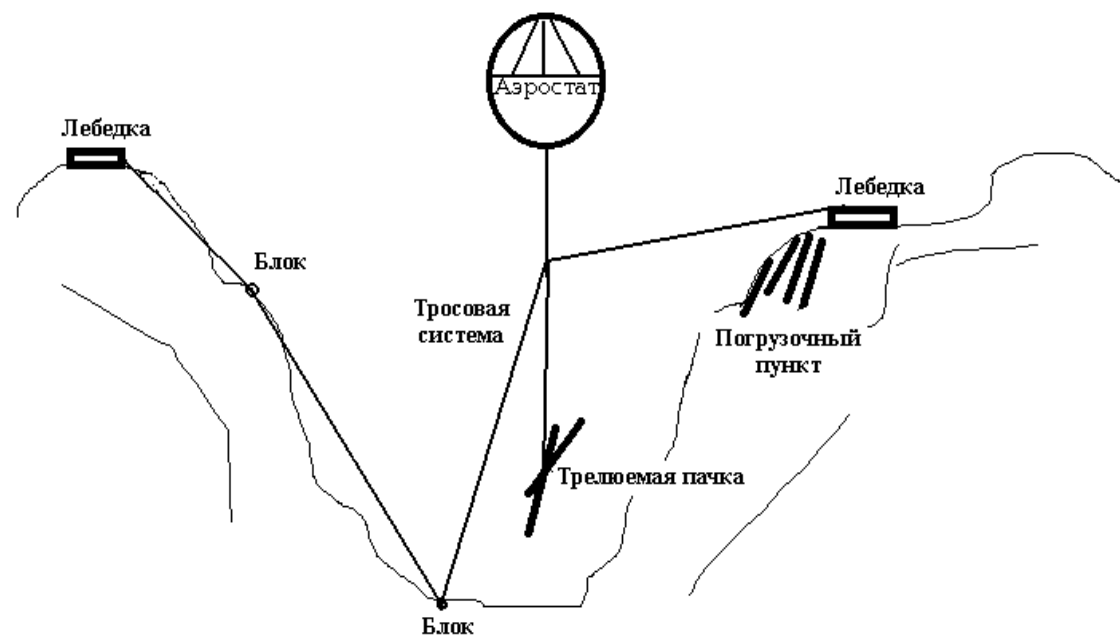


Трелевка с вершины с расположением лебедок по обе стороны горы

Аэростаты

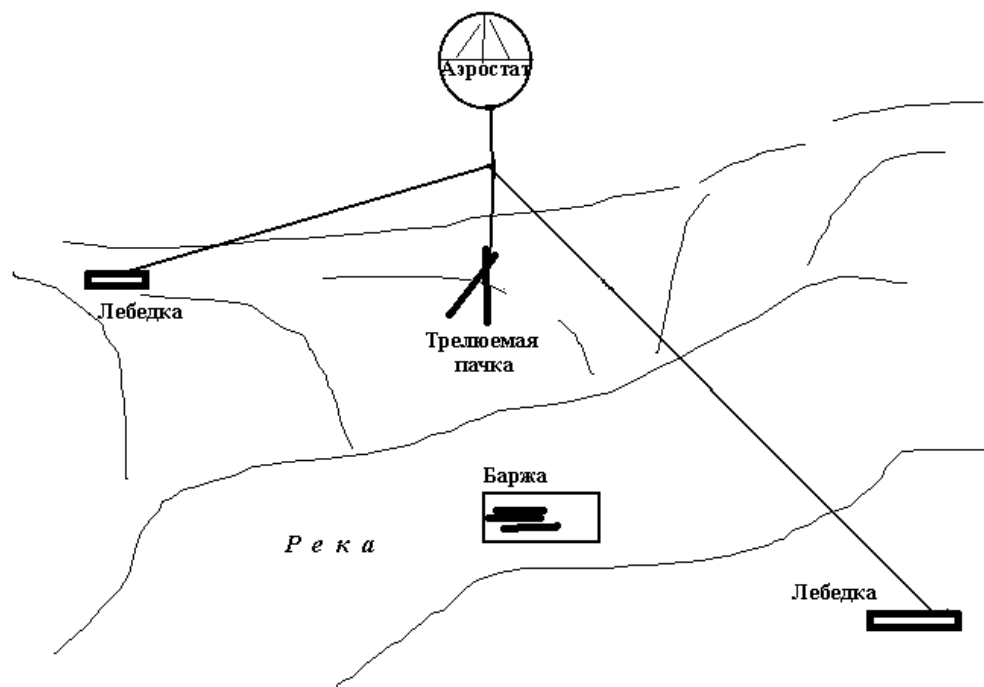


Трелевка со склона при верхнем и нижнем расположении лебедок

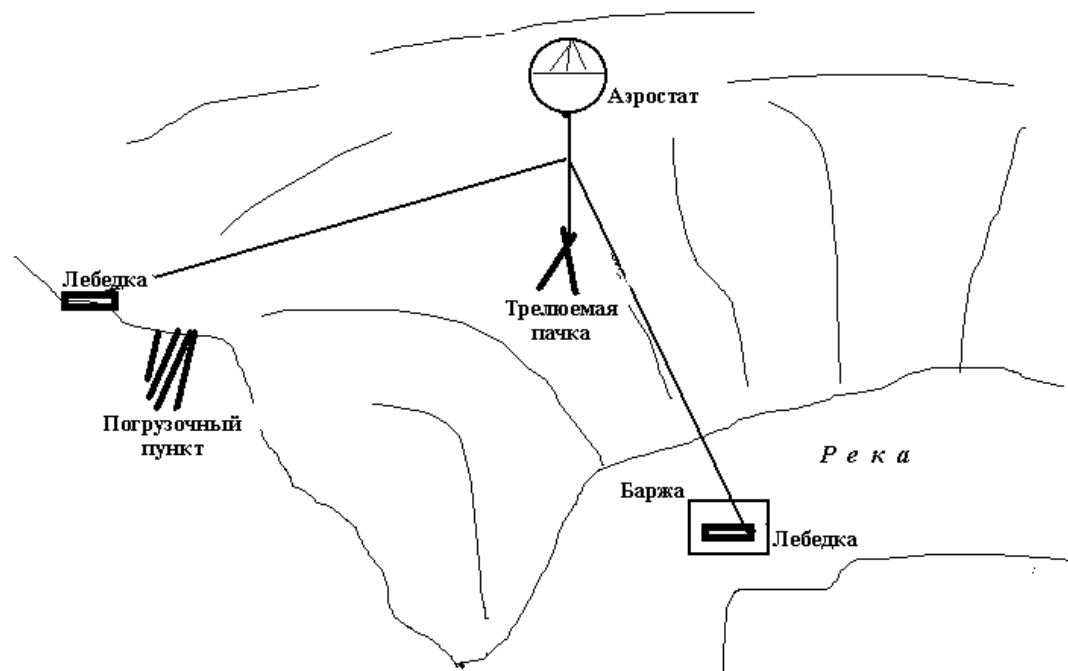


Трелевка из впадины при верхнем расположении лебедок

Аэростаты



Трелевка вдоль водоема с одновременной погрузкой на водный транспорт



Трелевка вверх по склону вдоль реки с использованием баржи

Вертолеты

Судя по данным на настоящее время, в Российской Федерации, в настоящее время, вертолеты на лесозаготовках не используются.

При расходе топлива вертолетом Ми-8 0,68-1,5 т/час, в зависимости от режима работы, высоты над уровнем моря, и стоимости топлива (авиационного керосина) 58000 руб./т (на конец 2021 г.), эксплуатационные затраты на трелевку таким вертолетом, только по топливу, составят 39440-87000 руб./час.

При этом необходимо учитывать еще заработную плату пилотов этих вертолетов — мастеров экстракласса, расходы на амортизацию.

Все это делает вариант с трелевкой вертолетом крайне экономически невыгодным, хотя с большими преимуществами, с точки зрения нанесения минимального вреда лесной экосистеме на горном склоне.



Канатные трелевочные установки (КТУ)

КТУ подразделяются:

По числу мачт: безмачтовые, одномачтовые, многомачтовые

По наличию привода: приводные, не приводные (лесоспуски)

По наличию несущего каната: с несущим канатом, без несущего каната

По мобильности: стационарные, передвижные (самоходные, прицепные)

По замкнутости трасы: замкнутые, незамкнутые

По характеру движения грузовых кареток: с маятниковым движением, с кольцевым движением

КТУ

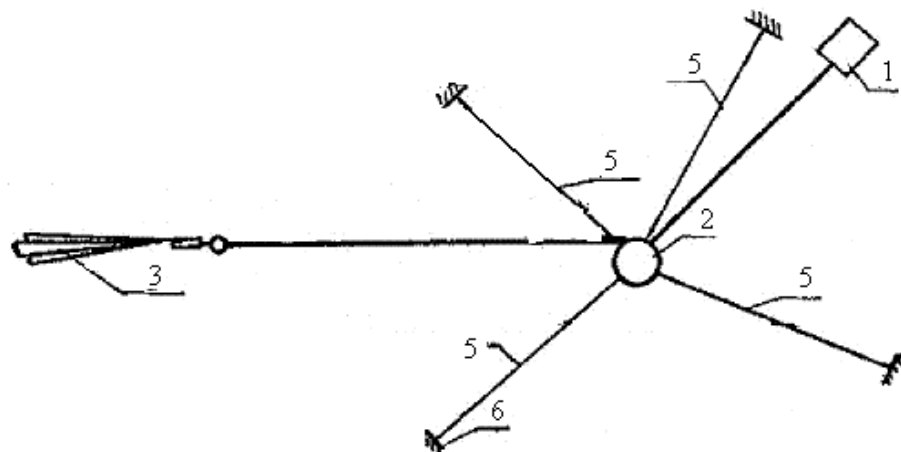
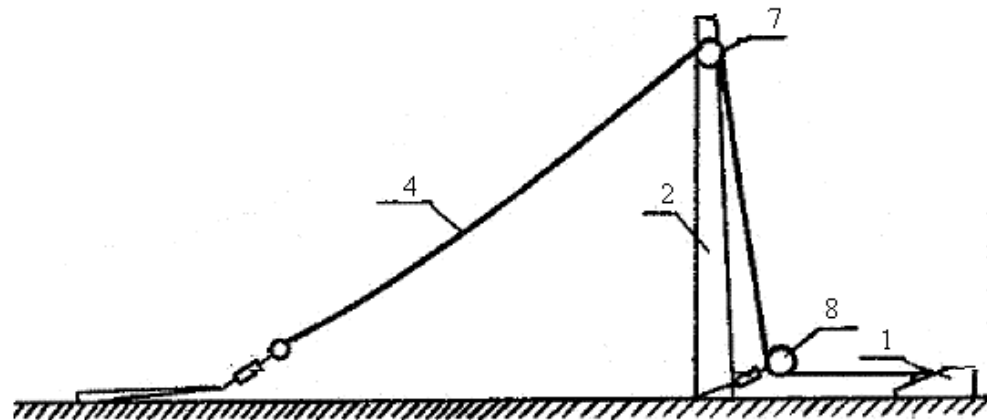


Схема неподвесной, одномачтовой КТУ без несущего каната:

1 — лебедка; 2 — мачта; 3 — пачка хлыстов; 4 — тяговый канат; 5 — растяжки; 6 — якоря; 7, 8 — блоки

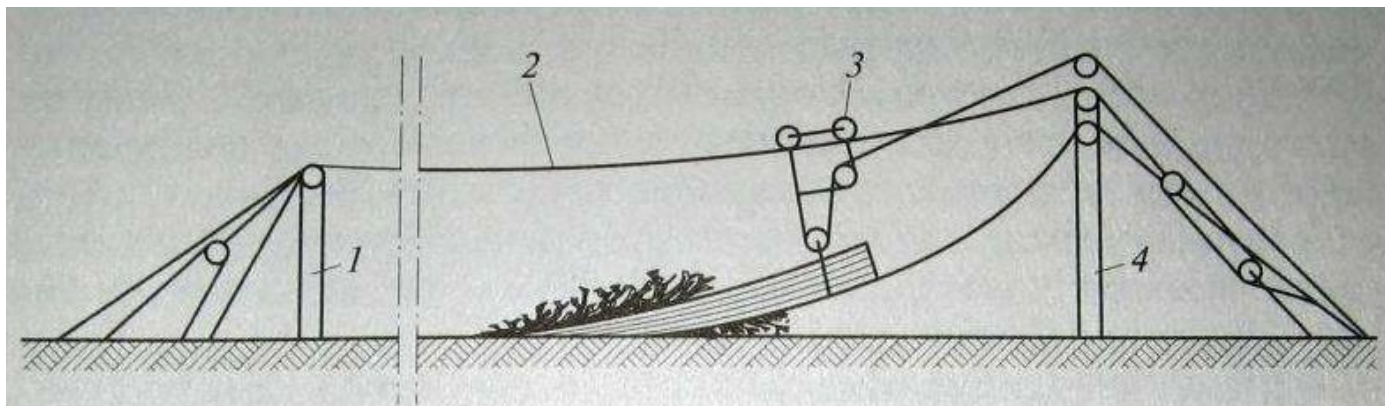
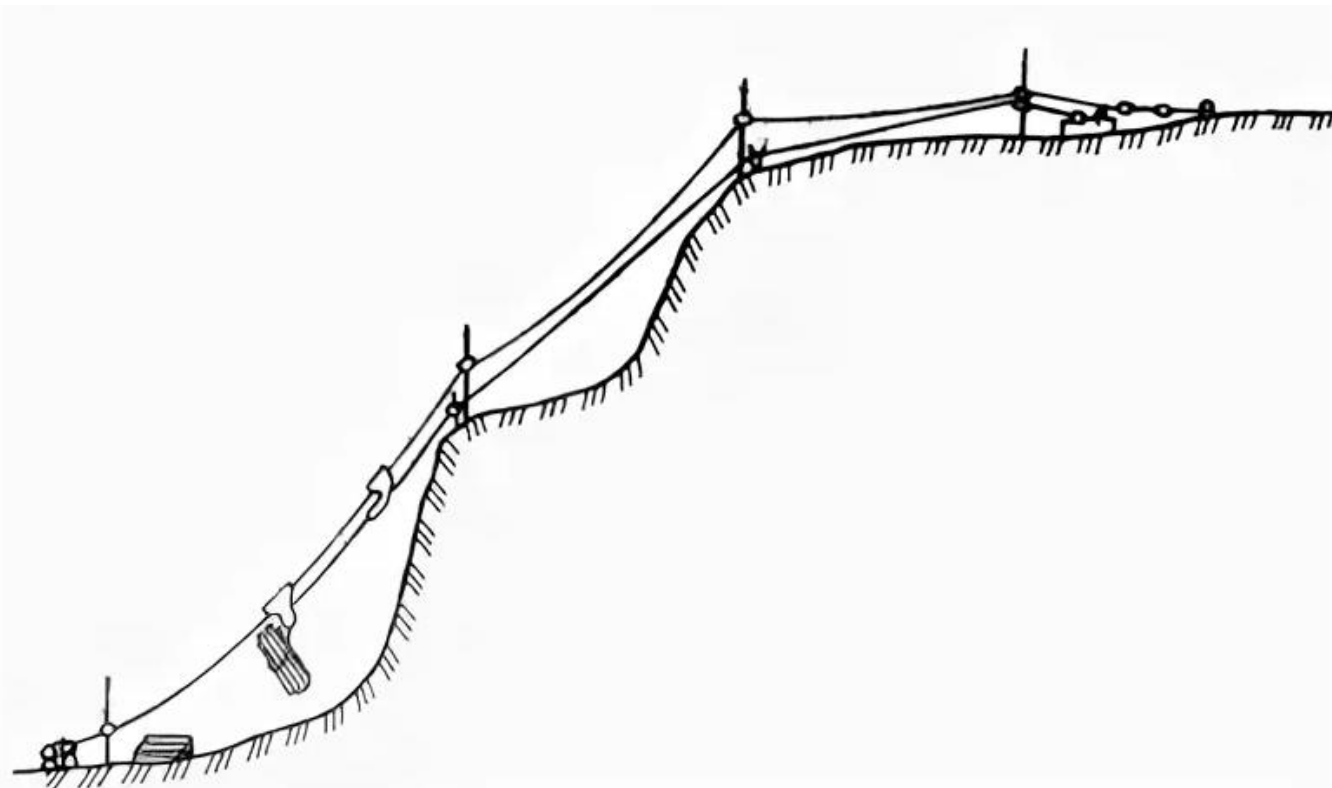
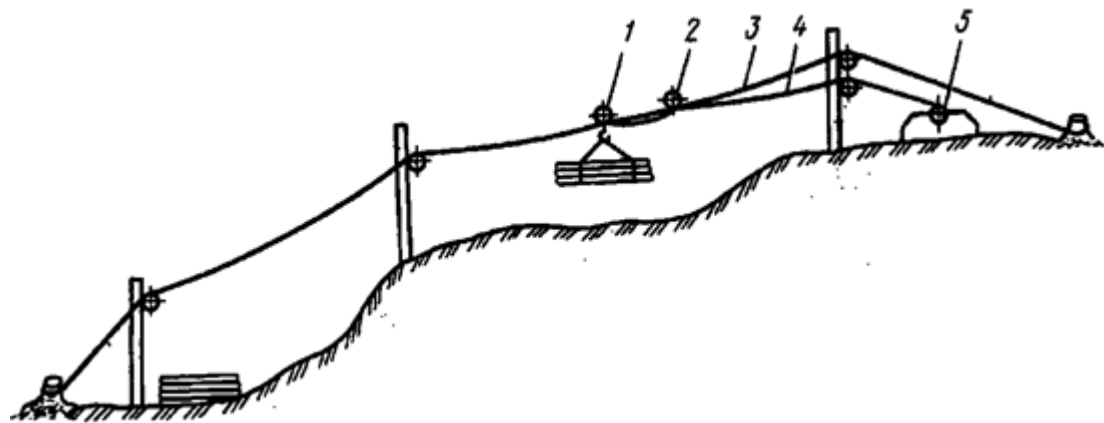


Схема полуподвесной канатной трелевочной установки с несущим канатом:

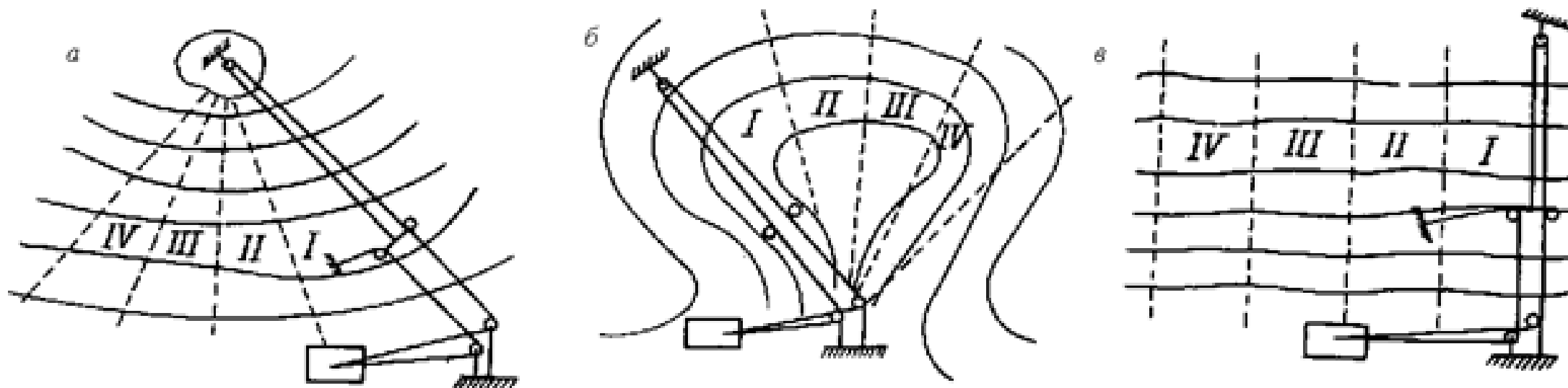
1 — тыловая мачта; 2 — несущий канат; 3 — грузовая каретка; 4 — головная мачта



KTY



Схемы разработки лесосек на склонах с использованием мобильных КТУ



а – на конусообразных склонах; *б* – на чашеобразных склонах; *в* – на прямых склонах

Работа самоходных КТУ

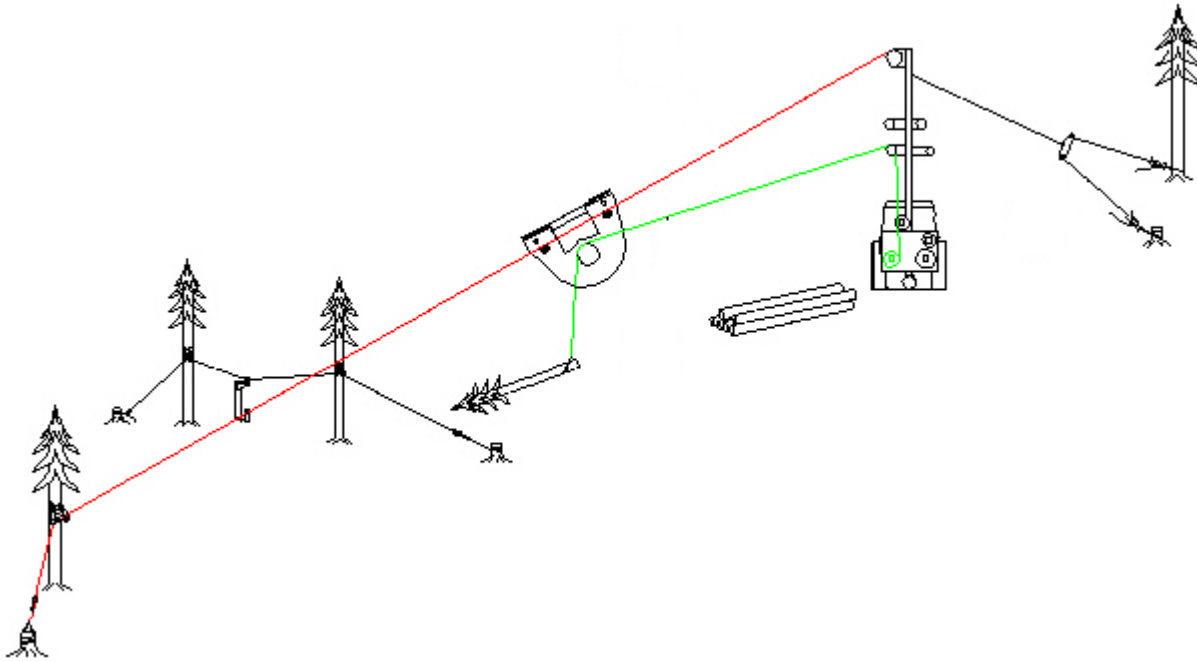


Схема работы самоходной КТУ при трелевке лесоматериалов из узкой пасеки в гору

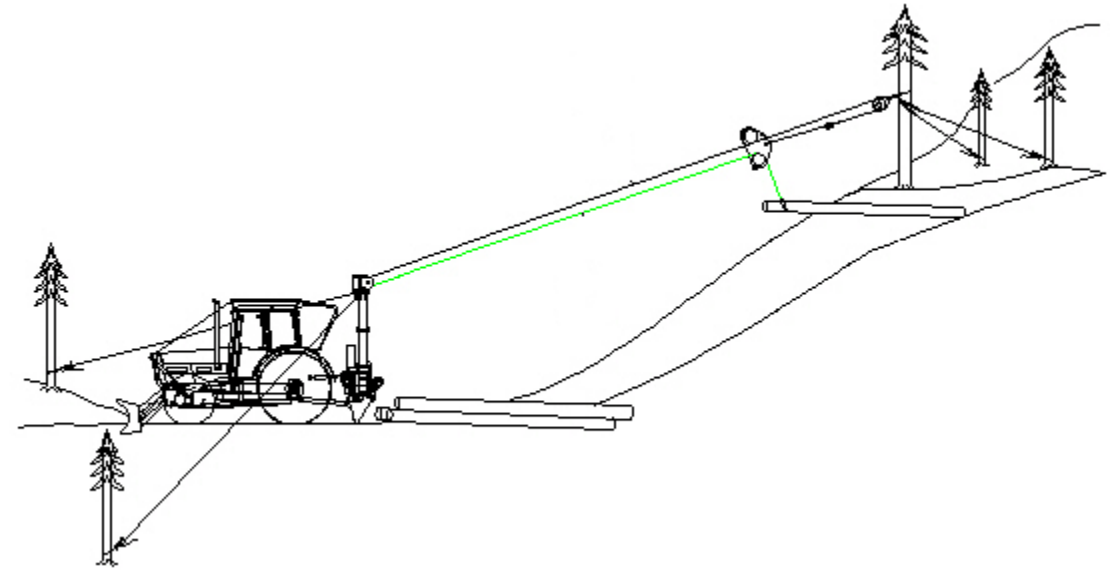


Схема работы самоходной КТУ при трелевке лесоматериалов из узкой пасеки с горы

Работа самоходных КТУ

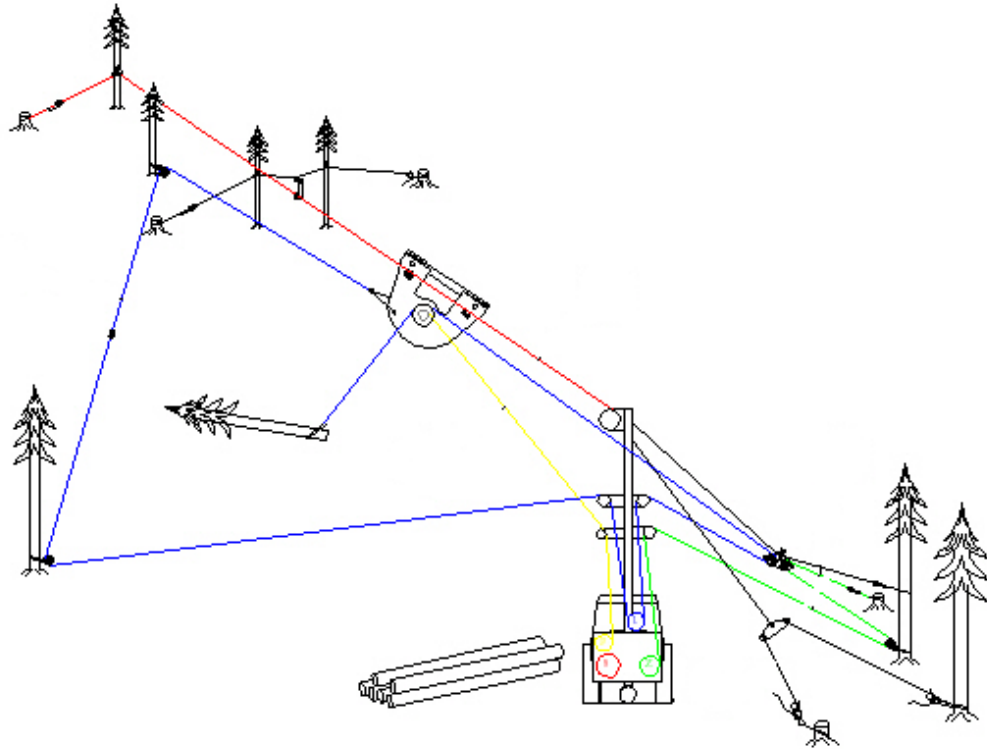
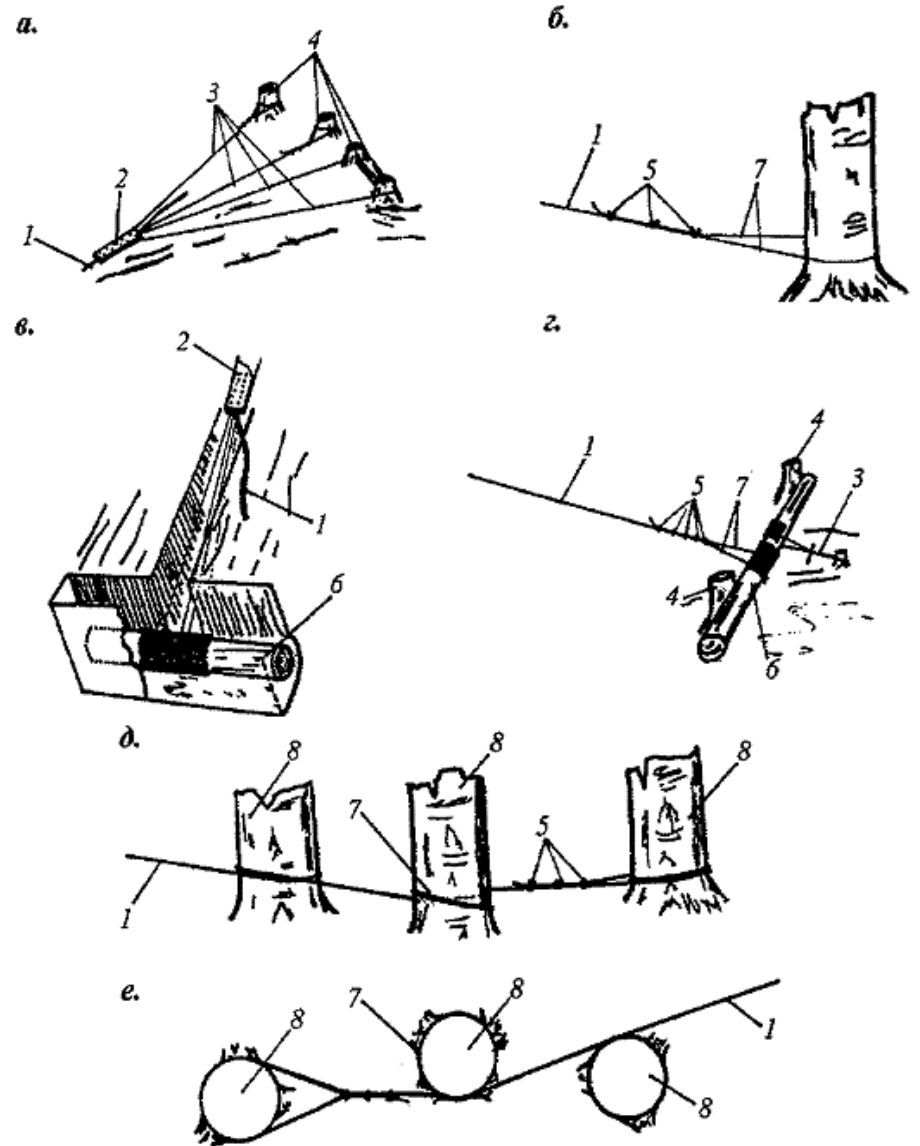


Схема работы самоходной КТУ при трелевке лесоматериалов из широкой пасаки



Варианты крепления тыловой опоры канта лебедки:

а - с замком и растяжками, закрепленными за пни; *б* - с петлей, закрепленной за дерево; *в* - с перекладиной в траншее; *г* - с перекладиной у пней; *д* - с петлями у деревьев; *е* - с огибанием деревьев петлей. 1 – несущий канат; 2 – замок; 3 – растяжки; 4 – пни; 5 – канатные зажимы; 6 – перекладина; 7 – петля несущего каната; 8 – дерево

Горные процессоры



Общий вид компоновки горного процессора компании Konrad Forsttechnik GmbH

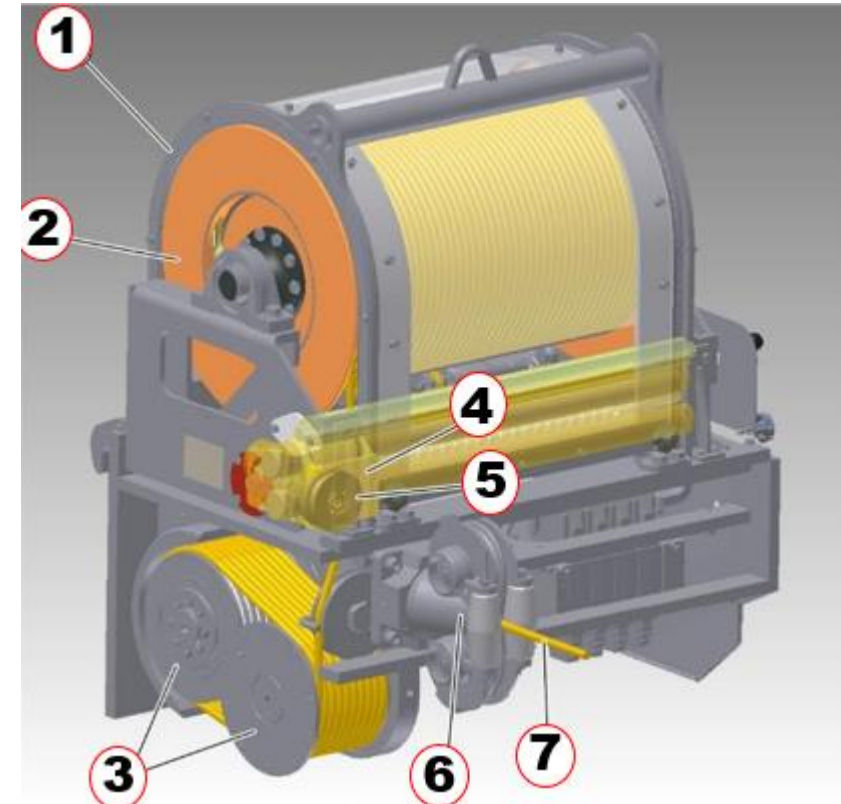


Схема работы горного процессора компании Konrad Forsttechnik GmbH

Горный процессор



Машины с интегрированными лебедками



Конструкция лебедки для лесной машины компании :
1 – лебедка; 2 - барабан с тросом; 3 - тяговые ролики; 4 -
поддержка ролика намотки троса; 5 - наматывающий ролик;
6 - шкив подачи троса; 7 - трос

SWOT-анализ

Преимущества:

Лебёдка: КПД приблизительно 80% (меньше расход топлива), никакого скольжения, прямая передача силы тяги к движению

Движение с гусеницами: КПД меньше 50% из-за скольжения и потерях в трансмиссии, значительно уменьшается в условиях влажности и льда

Недостатки:

Большая стоимость (около 100 тыс. евро)

Помимо лебедки требуется: манипулятор с наклонной базой

сиденье с функцией выравнивания и пятиточечным ремнем безопасности

Вес около 1 т.

Ставят только на заводе (придется ждать)

Невозможно снять у пользователя

Работа машин с лебедкой

- Машина привязана к надежному «якорю» на вершине (деревья, пни или другие машины)
- Если машина не сохраняет неподвижное положение без поддержки лебедки, работать или осуществлять движение по такому склону запрещается. Трение между землей и колесами, а также тормозная система должны сохранять машину в неподвижном состоянии.



Максимальный уклон

Максимальный средний склон
30 - 35 градусов при
нормальных условиях (в
некоторых моделях
максимальный наклон для
смазки двигателя 55 градусов)



Ограничения по почвогрунтам

Качество верхнего слоя почвы:
твердая или сыпучая?

более твердая почва позволяет
работать при большом наклоне

Камни: большие камни на
поверхности могут стать
препятствием

Другие характеристики верхнего
слоя почвогрунта

Склонность к эрозии

Глубина верхнего слоя



Сезон

Влажный сезон: Тип почвы может ограничить максимальный наклон (предотвращение эрозии)

Внизу склона влажность всегда больше!

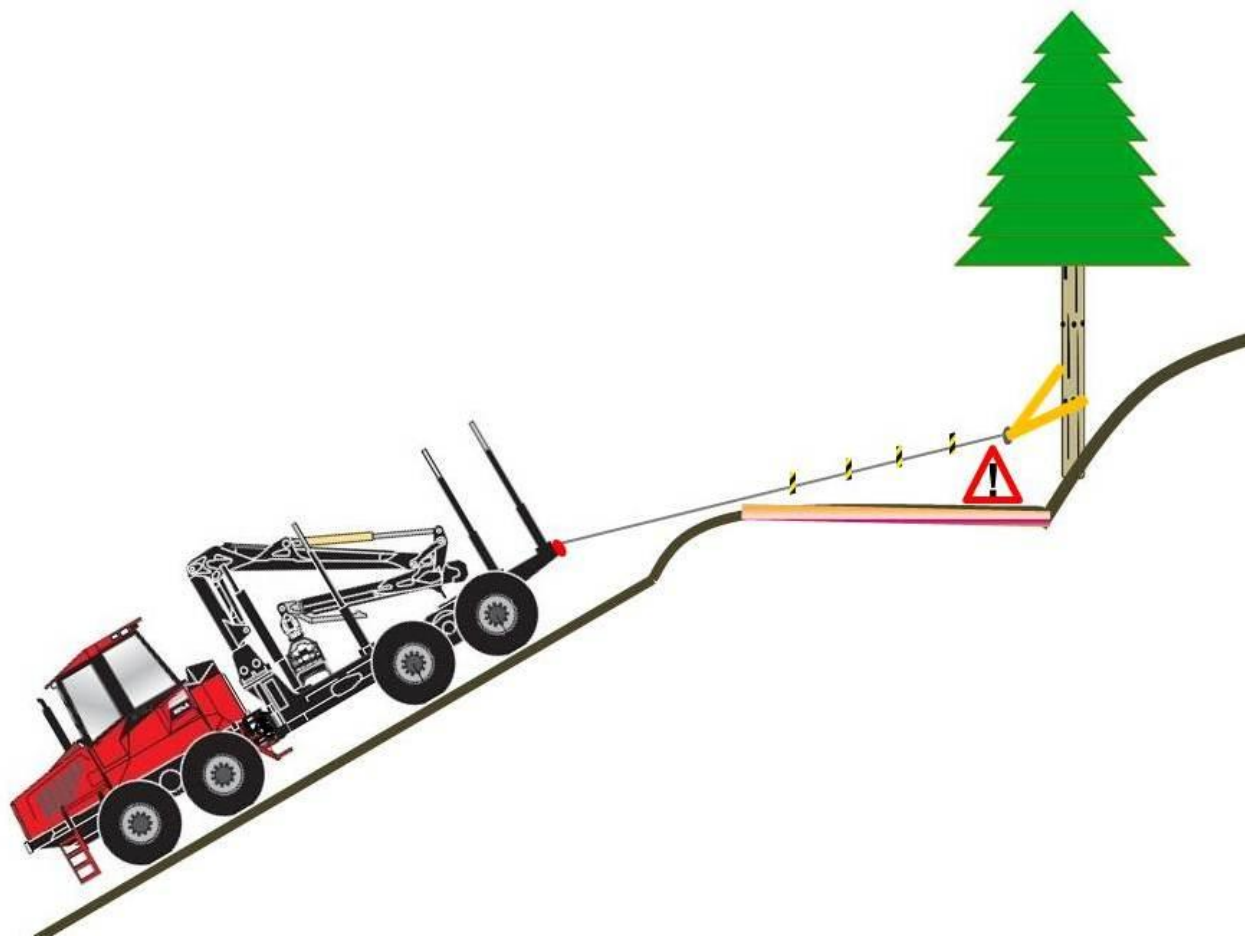
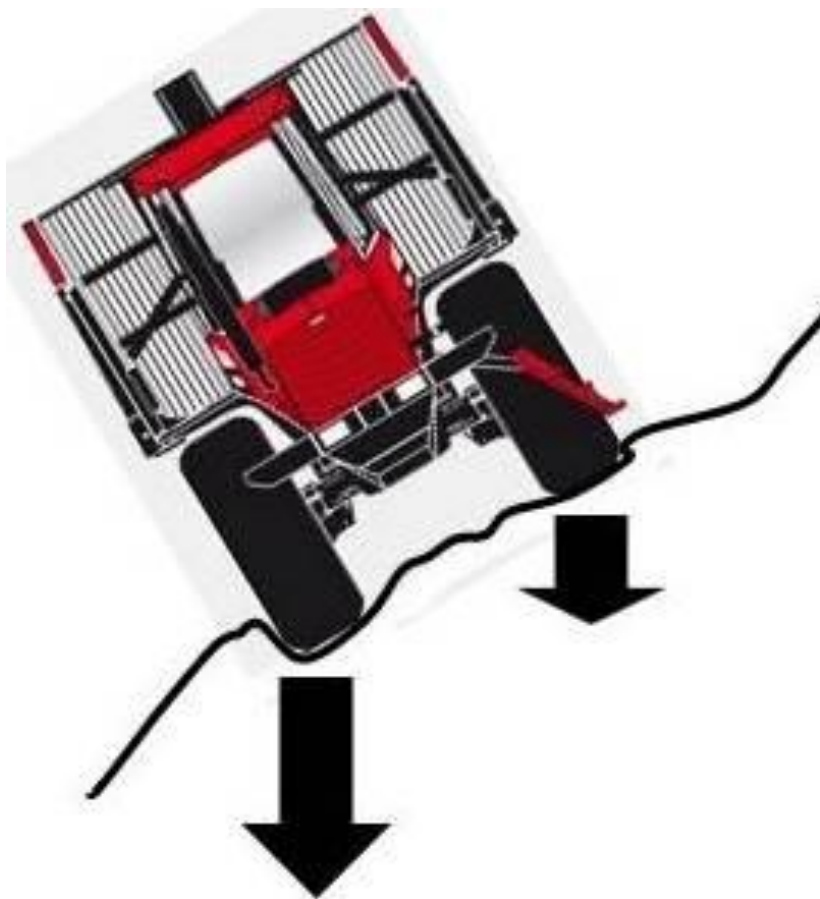
Снег: количество снега может ограничить максимальный наклон

Обязательно использование гусениц (или цепей) с шипами

Применяется то же правило: машина должна быть устойчива без поддержки с помощью лебедки.



Безопасность. Необходим опытный оператор



Самоходные лебедки

выполнены как специальных самоходных шасси, так и на базе стандартных шасси (бульдозерном, экскаваторном).

Наиболее популярными и распространенными, в настоящее время, в мире системами самоходных лебедок для перемещения лесных машин по склонам являются системы T-winch (США), созданные на специальной гусеничной базе, управляемой дистанционно



Самоходные лебедки



Самоходная лебедка на экскаваторной базе Summit Winch Assist

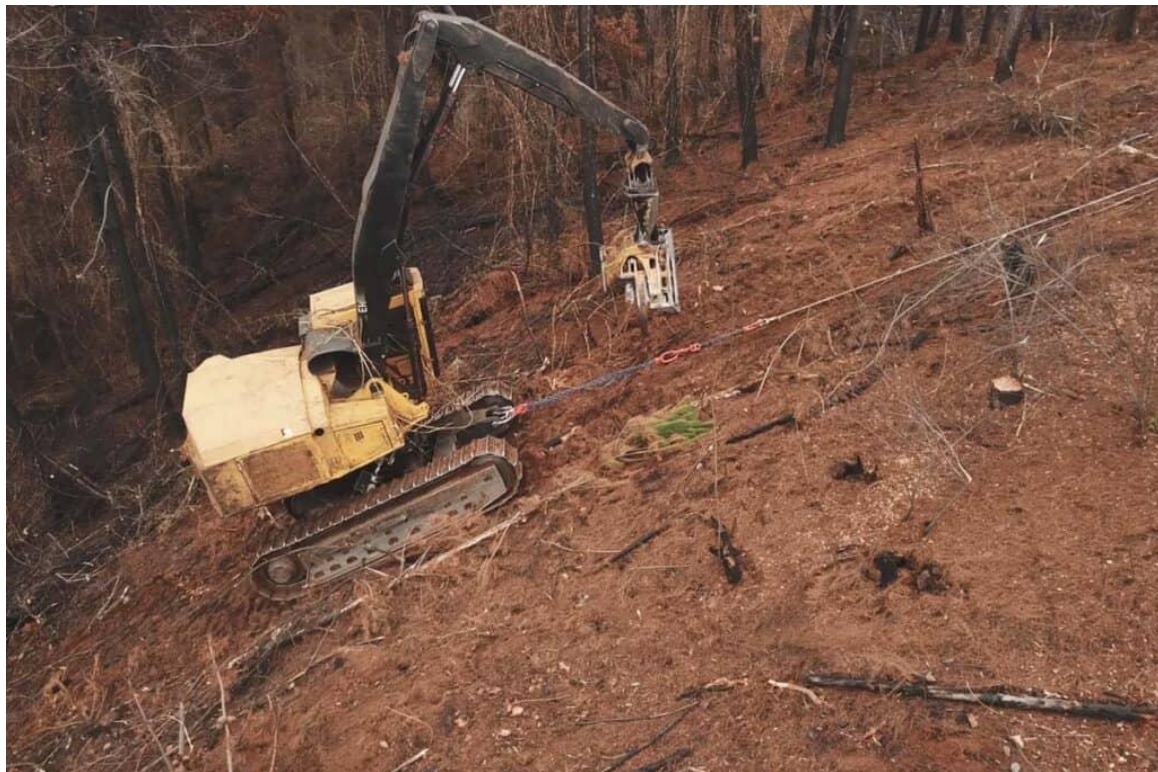


Самоходная лебедка на бульдозерной базе ROB

КТУ на базе Summit Winch Assist



Работа лесных машин с самоходными лебедками



Работа валочно-пакетирующей машины на горном склоне в сцепке с самоходной лебедкой



Работа скиддера на горном склоне в сцепке с самоходной лебедкой

ВТПМ «Highlander» компании Konrad Forsttechnik GmbH



Превосходная проходимость
за счет сочетания колесного
двигателя и выдвижного привода



Интегрированная лебедка для
движения на крутых склонах



Безопасная и комфортная
кабина



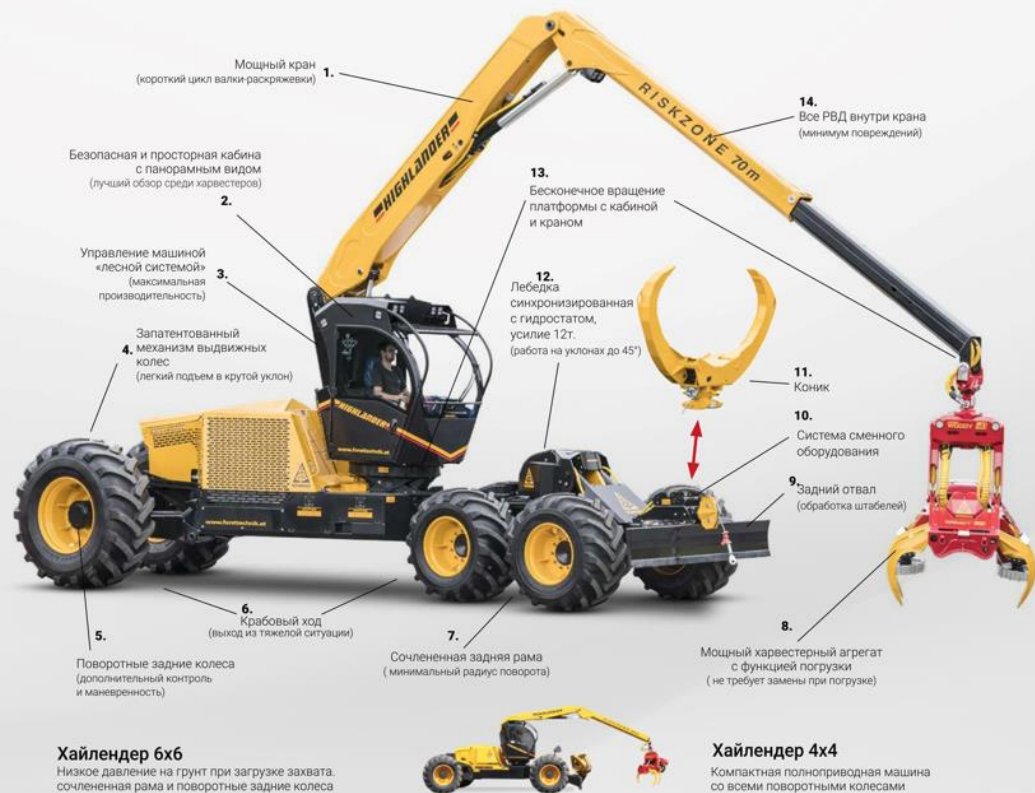
Эффективная лесозаготовка
с гибкой комбинацией технологий



Бесконечное вращение кабины
и крана в обе стороны



Оптимальная маневренность за
счет 4 или 6 полноприводных и
поворотных колес

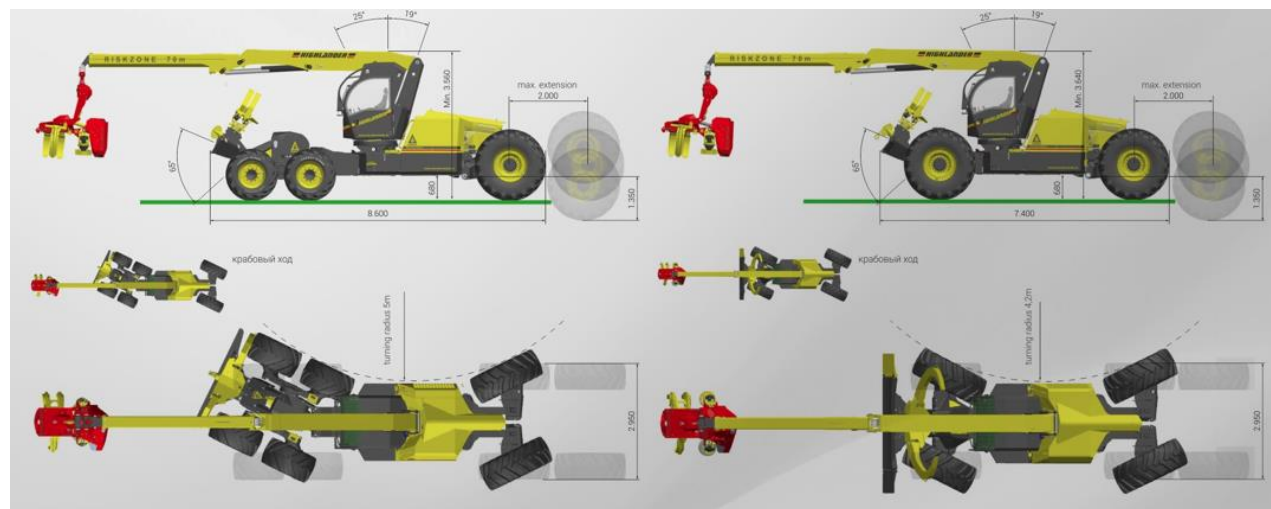


Хайлендер 6х6

Низкое давление на грунт при загрузке захвата.
сочлененная рама и поворотные задние колеса

Хайлендер 4х4

Компактная полноприводная машина
со всеми поворотными колесами



Горный харвардер на базе ВТПМ «Highlander» компании Konrad Forsttechnik GmbH



Трелевочные тележки



Преимущества работы с лебедками

Использование лебёдки для крепления помогает уменьшить воздействие на почвогрунт и сокращает риск эрозии, за счет снижения образования колеи

Воздействие эрозии на лесосеке: долгосрочное негативное воздействие на производительность почвы из-за потери насыщенного питательными веществами верхних слоев.

Воздействие эрозии за пределами лесосеки: оседание водных путей, этерификация водоемов



Преимущества работы с лебедками

- Контролируемое безопасное вождение и погрузка и в крутых местах
- Низкий уровень стресса у оператора
- Лучше эргономичность
- Больше производительность
- Меньше расход топлива
- Меньше нагрузки в трансмиссии



Пожалуйста вопросы

Спасибо за внимание!

Григорьев Игорь Владиславович

Д.т.н., профессор

silver73@inbox.ru