

**Особливості рубок
догляду в гірських
лісах**

Гірські ліси виконують надзвичайно важливі функції: водоохоронну, ґрунтозахисну, кліматорегулюючу та рекреаційну. Вони відзначаються складними природними умовами, що значно впливають на ведення лісового господарства, зокрема на проведення рубок догляду.

Гірський ліс як вразлива екосистема



Рубки догляду в горах супроводжуються гострим протиріччям між лісоексплуатаційними вимогами та необхідністю збереження захисних (ґрунтозахисних, водоохоронних) функцій лісу. Трелювання наземним способом – головний тригер незворотної ерозії.

Специфіка гірських лісів

Рельєф

- ✓ Круті схили (часто понад 20–30°)
- ✓ Складна орографія (ущелини, гребені, тераси)
- ✓ Високий ризик ерозії та зсувів

Клімат

- ✓ Значна кількість опадів
- ✓ Різкі температурні коливання
- ✓ Вітрові навантаження (буреломи, вітровали)
- ✓ Висотна поясність (зміна умов із висотою)

Породний склад

- ✓ Переважають хвойні породи: ялина, ялиця, сосна
- ✓ Листяні: бук, граб, дуб (залежно від висоти)
- ✓ Часто - мішані та різновікові насадження

Абсолютний диктатор технології



Стрімкість схилу визначає все.
Від цього єдиного показника залежить:

- Тип допустимих механізмів
- Просторова організація лісосіки
- Рівень утилізації зрубаної деревини

Особливості технології рубок догляду в гірських умовах:

- ✓ **Обмежений доступ техніки через крутизну схилів**
- ✓ **Перевага вибіркового рубок над суцільними**
- ✓ **Застосування малих за площею лісосік**
- ✓ **Проведення робіт у зимовий період (для зменшення пошкодження ґрунту)**
- ✓ **Ручна або напівмеханізована заготівля**

Основний принцип: мінімальне втручання з максимальним збереженням екосистеми.



У гірських умовах вибір техніки - це не просто питання ефективності, а **критичний фактор екологічної безпеки.**

Неправильний вибір може призвести до:

- ✓ руйнування ґрунтового покриву
- ✓ активізації ерозії
- ✓ пошкодження підросту
- ✓ формування зсувів
- ✓ порушення водного режиму



Тому головний принцип: **максимальна ефективність при мінімальному впливі на довкілля**

Основні фактори, що визначають вибір техніки

Крутизна схилу

- ✓ до 15° → можливе застосування колісної техніки
- ✓ $15-25^\circ$ → обмежене використання тракторів
- ✓ понад $25-30^\circ$ → переважно канатні системи

Тип ґрунтів

- ✓ пухкі, вологі → тільки легка техніка або канатні установки
- ✓ кам'янисті → допустимі гусеничні машини

Вологість

- ✓ після дощів або танення снігу → техніка обмежується
- ✓ оптимально — робота взимку або в сухий період

Лісівничі вимоги

- ✓ наявність підросту → заборона важкої техніки
- ✓ охоронні ліси → мінімальне втручання

Матриця прийняття рішень: Градієнт схилу

До 12°
(Пологі схили)



Технологія: Наближена до рівнинної. Дозволено використання звичайних тракторних агрегатів.

Утилізація: Можлива повна або часткова переробка маси.

12° – 20°
(Карпатська реальність)



Технологія: Зона дії підвісних канатних установок (ОПТУ) та одноканатних лісоспусків. Наземна техніка не працює без шкоди для ґрунту.

Понад 30°
(Критична зона)



Технологія: Суворая заборона наземного трелювання.

Умова: При освітленнях, прочищеннях та перших проріджуваннях зрубана деревина залишається в лісі для запобігання ерозії.

Основні типи техніки

Канатно-підвісні установки (канатні дороги)

Це найбільш екологічно безпечний спосіб.

Переваги:

- ✓ майже не пошкоджують ґрунт
- ✓ можна працювати на крутих схилах ($>35^\circ$)
- ✓ мінімальний вплив на підріст

Недоліки:

- ✓ висока вартість
- ✓ складність монтажу
- ✓ потреба у кваліфікованому персоналі

Використання:

- ✓ Карпати, Альпи, інші гірські райони
- ✓ важкодоступні ділянки



Основні типи техніки

Трактори (колісні та гусеничні)

Колісні трактори:

- ✓ застосовуються на пологих схилах
- ✓ швидкі, маневрені

Мінус: ущільнення ґрунту

Гусеничні трактори:

- ✓ краща прохідність
- ✓ менший тиск на ґрунт

Мінус: можуть руйнувати верхній шар ґрунту



Основні типи техніки

Форвардери та скідери

Форвардер:

- ✓ перевозить деревину на платформі
- ✓ не тягне її по землі

Менше пошкоджує ґрунт

Скідер:

- ✓ тягне деревину волоком

Більше шкодить ґрунту, але дешевший



Основні типи техніки

Лебідки

- ✓ використовуються для підтягування деревини
- ✓ часто у поєднанні з тракторами

Зменшують площу пошкодження

Авіаційна техніка (вертольоти)

Застосовується рідко, але дуже ефективна.

Переваги:

- ✓ повна відсутність контакту з ґрунтом
- ✓ доступ до найскладніших ділянок

Недоліки:

- ✓ дуже дорога

Організація робіт на пологих схилах (до 12°): вузькопасічна технологія

Загальна характеристика технології

Вузькопасічна технологія передбачає:

- ✓ поділ лісосіки на вузькі смуги (пасіки)
- ✓ чітку систему трелювальних шляхів
- ✓ контрольоване переміщення деревини

Основна мета - **зменшити пошкодження ґрунту і підросту.**



Магістральні волоки

- прокладаються **вздовж схилу**
- відстань між ними: **120–160 м**
- виконують роль основних транспортних шляхів

Забезпечують вивезення деревини з ділянки

Візири (пасічні проходи)

- ✓ прокладаються **поперек схилу**
- ✓ під кутом **45–60°** до **магістральних волоків**
- ✓ відстань між ними: **10–15 м**
- ✓ ширина: приблизно **1 м**

Використовуються для:

- ✓ підведення деревини до волоків
- ✓ організації руху робітників



Технологічний процес

Етап 1: Зрізання дерев

- ✓ проводиться бензопилами або мотокущорізами
- ✓ вибірково, відповідно до рубки догляду

Етап 2: Підтрелювання

- ✓ переміщення деревини до волоків
- ✓ виконується:
 - ✓ вручну
 - ✓ кіньми
 - ✓ або за допомогою лебідок

Це дозволяє уникнути хаотичного руху техніки

Етап 3: Основне трелювання

- ✓ транспортування деревини до складу
- ✓ здійснюється тракторами (0,9–2,0 т)

Рух відбувається лише по магістральних волоках



Загальна характеристика зони

- ✓ Близько **60%** лісів Карпат розташовані саме на схилах крутизною від **12° до 20°**
- ✓ Це означає, що дана зона є **ключовою для практики рубок догляду**

Саме тут формується більшість виробничих рішень у гірському лісівництві



Проблема використання стандартної техніки

У цих умовах:

- ✓ звичайні трактори ще можуть працювати
- ✓ але їх використання стає **проблемним**

Основні недоліки:

- ✓ ущільнення ґрунту
- ✓ пошкодження підросту
- ✓ підвищення ризику ерозії
- ✓ технічна **неефективність на схилах**

Тобто техніка вже не є безпечною, хоча формально ще застосовується

Екологічний аспект

Схили 12–20° - це перехідна зона ризику:

- ✓ будь-яке порушення ґрунту швидко призводить до:
 - ✓ змиву
 - ✓ формування водних потоків
 - ✓ деградації ділянки



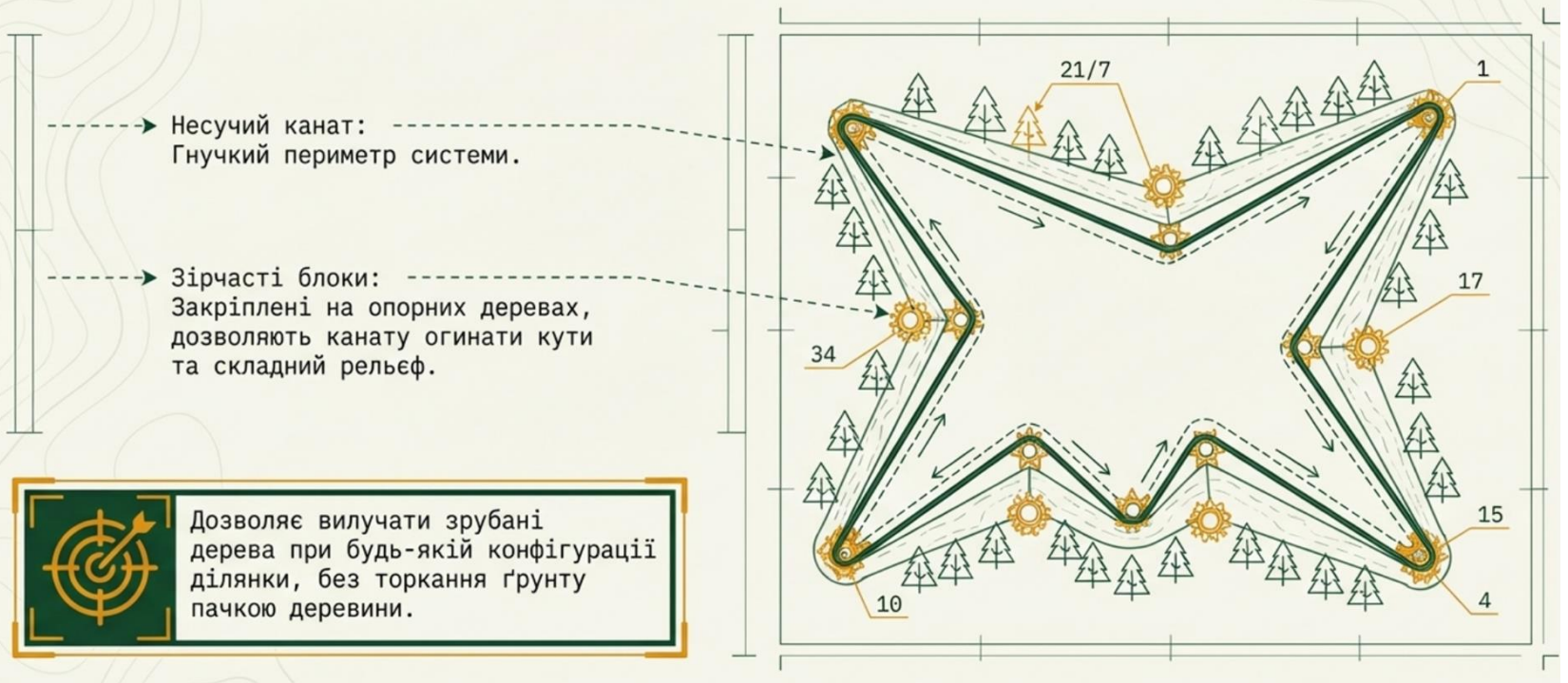
Найбільш доцільні технології

1. Підвісні канатні системи (ОПТУ)

- ✓ деревина транспортується у підвішеному стані
- ✓ мінімальний контакт із ґрунтом
- ✓ найбільш екологічний варіант

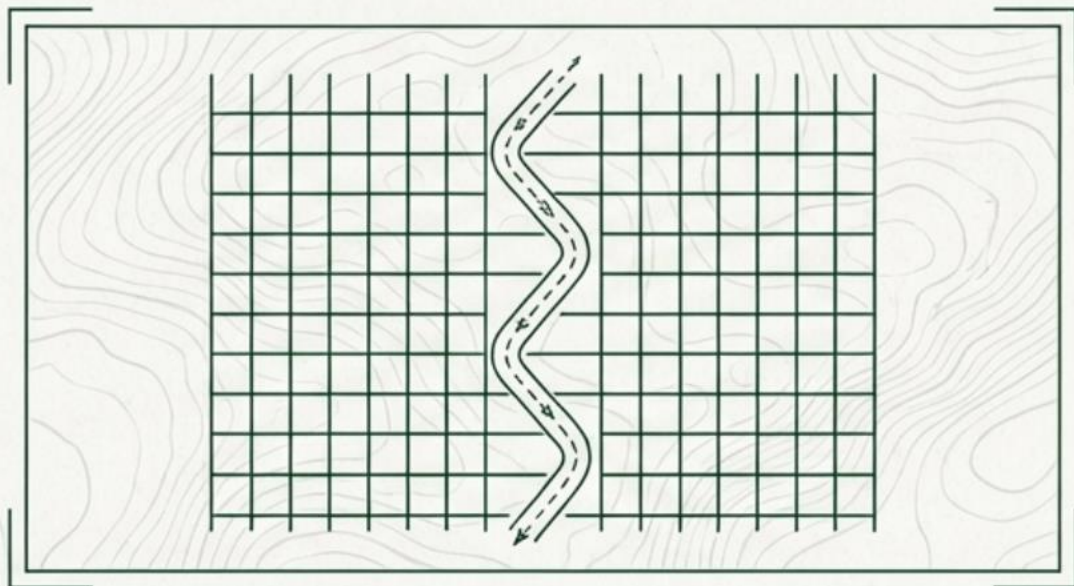
ОПТУ: Архітектура підвісної установки

Одноканатна підвісна трельовальна установка (ОПТУ) – це замкнена петля зигзагоподібної форми, розтягнута по периметру ділянки.



ОПТУ: Організація простору лісосіки

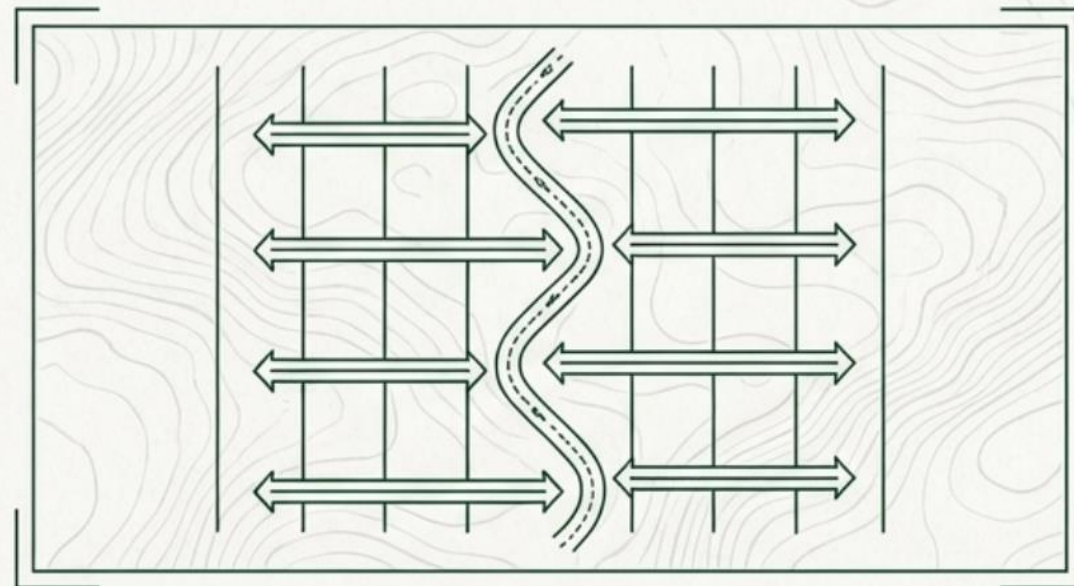
Ручне підтягування деревини



Ширина пасіки: 100–120 м

Траса: Зигзагоподібна, шириною до 2 м

Механізоване підтрелювання



Ширина пасіки: Розширюється до 200–240 м

Технологічні коридори: Прорубуються з обох боків траси через кожні 50 м (ширина 1,5–2,0 м).



Правило валки (Для обох методів): Зблизька до верхнього складу. Кут не більше 45° до траси/коридору. Звалювання обов'язково окоренком у напрямку спуску.

ОПТУ: Робочий цикл та метрики ефективності

Переміщення:
Включення лебідки та безконтактне переміщення до місця відчеплення.

Зачіплення:
Фіксація спеціальними чекерами. Одночасне зачіплення кількох пачок (на відстані 120-150 м).



Формування:
Пачки (сортименти/хлисти) формуються в коридорах.

Підтягування:
Канат ослаблюється і підтягується до пачки.

Метрики:

Команда:

**6-7
ЧОЛОВІК**
(лебідчик, відчіплювач, вальники, формувальники).

Продуктивність:

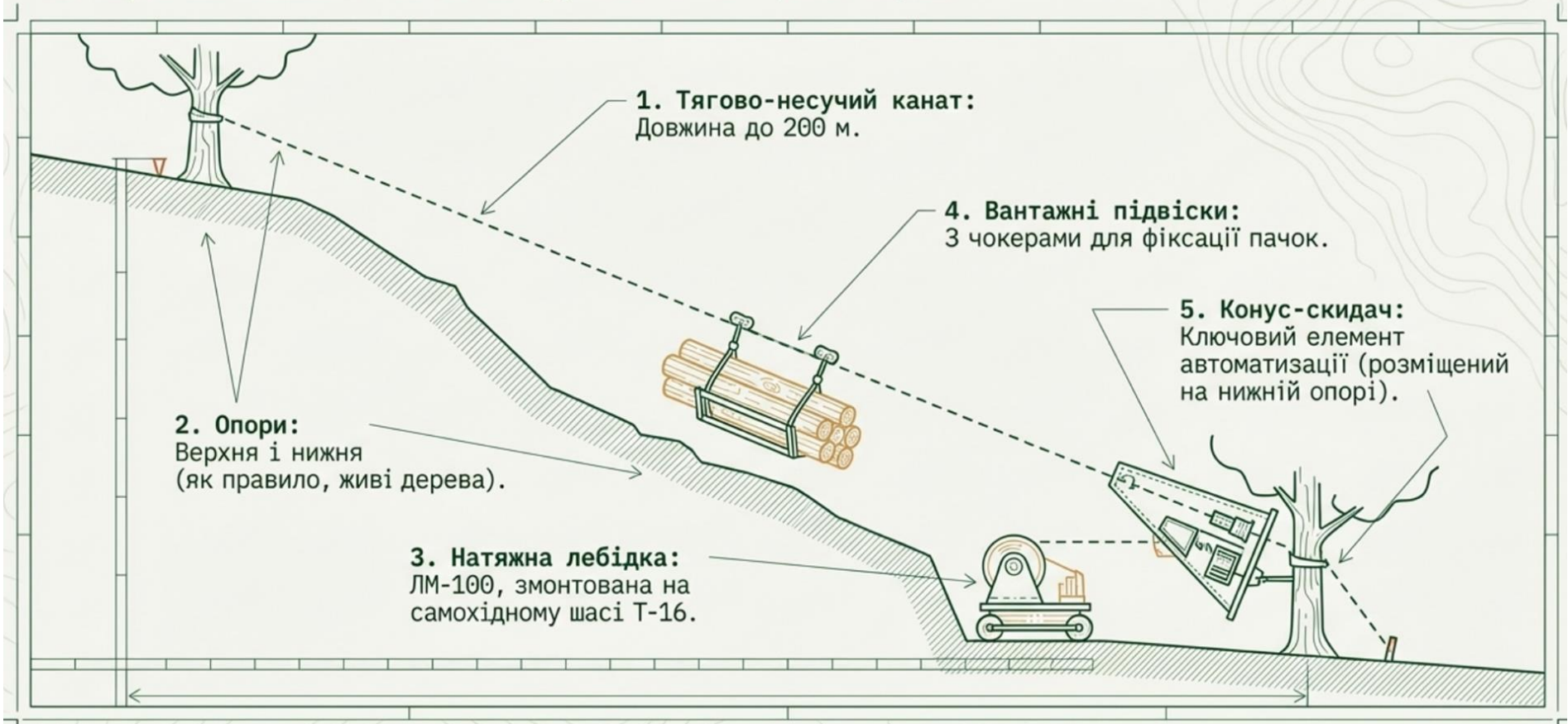
**До 100
СКЛ. М³
за зміну.**

Одноканатні підвісні трелювальні установки

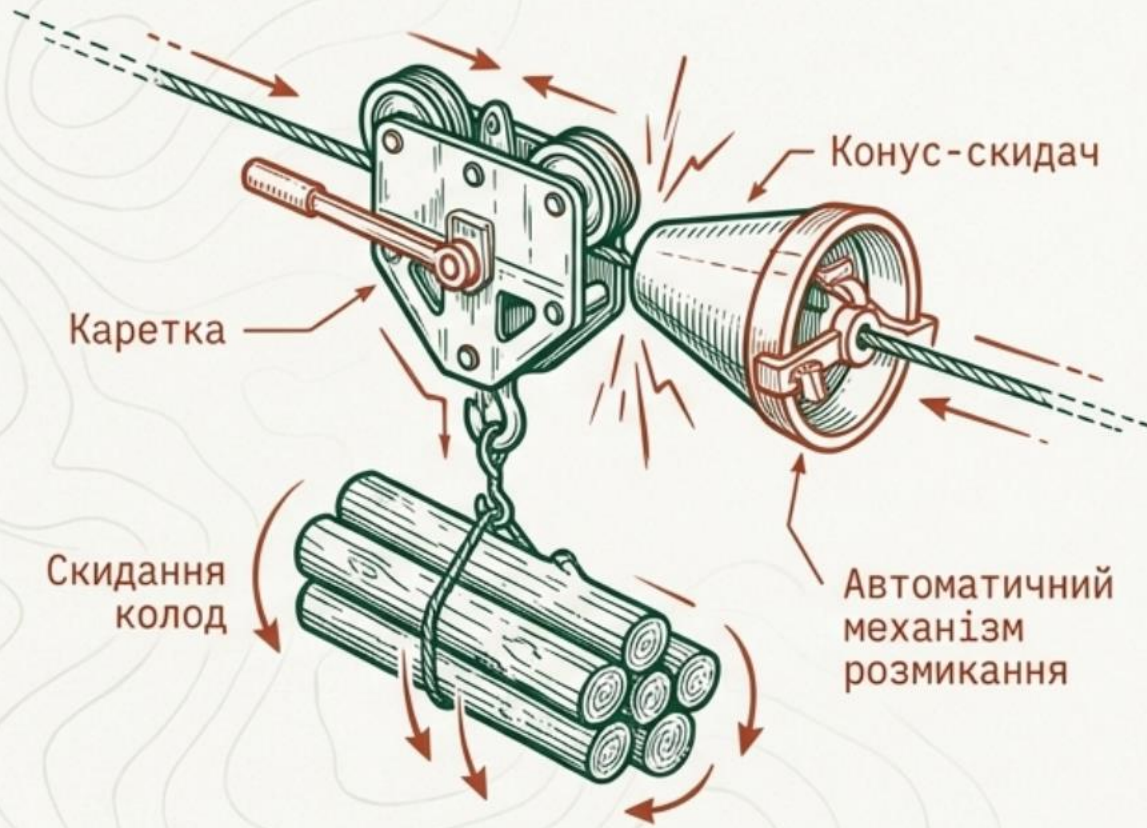
- ✓ спрощений варіант канатних систем
- ✓ ефективні на середніх відстанях

Гравітаційні системи: Одноканатні лісоспуски

На стрімких схилах головним рушієм стає гравітація.



Фізика спуску: Автоматизація через конус-скидач



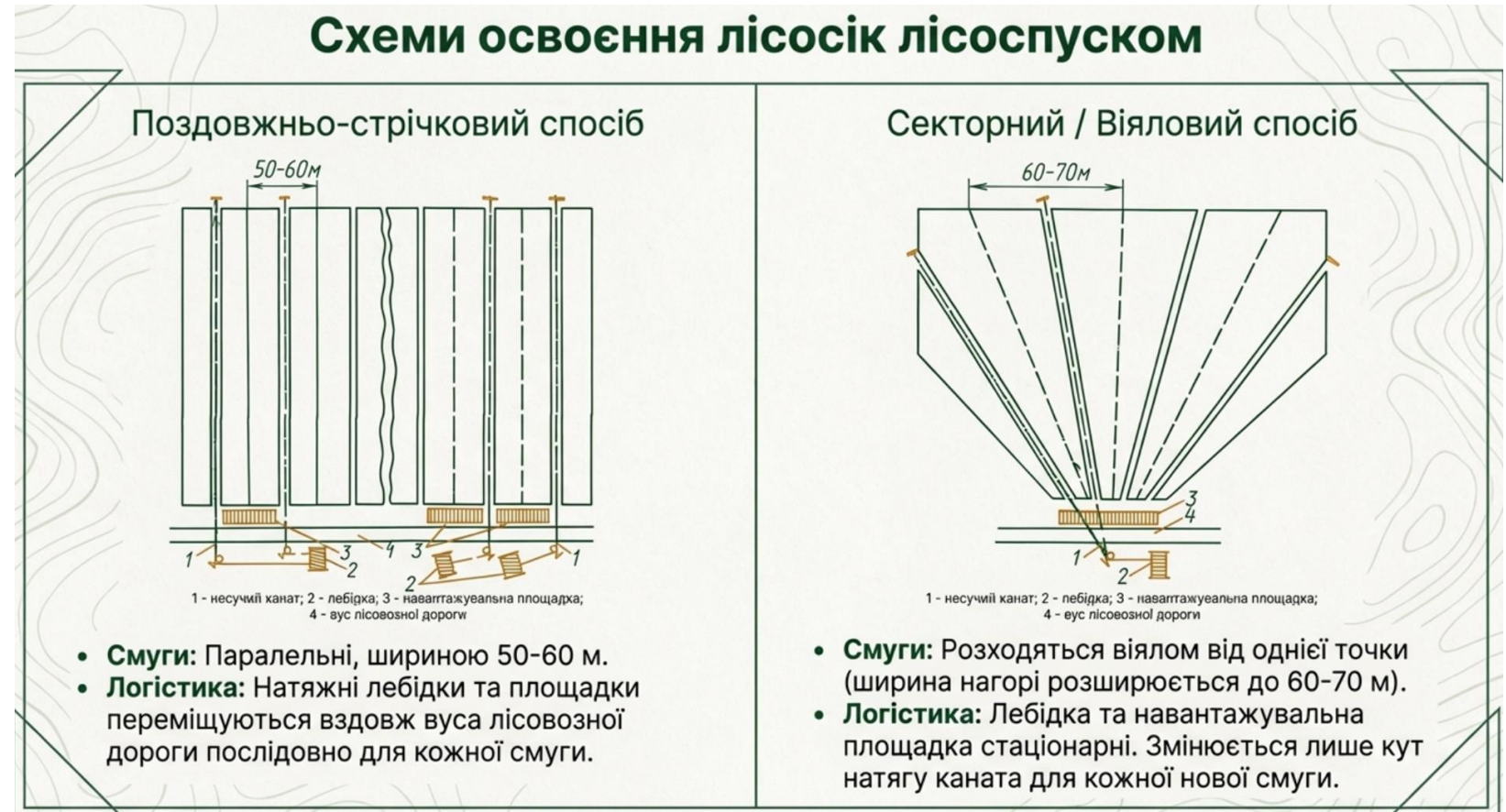
1. **Підйом:** При натягуванні каната лебідкою підвіска з пачкою піднімається в повітря.
2. **Гравітаційний рух:** Рух вниз здійснюється виключно під дією гравітаційних сил (без додаткових енерговитрат).
3. **Удар та скидання:** Підвіска набігає на конус-скидач, встановлений перед нижньою опорою.
4. **Автоматичне відчіплення:** Механізм розмикається, і деревина автоматично падає на навантажувальну площадку.

Бригада (6 осіб) = До 150 скл. м³ за зміну (Гравітація робить систему на 50% продуктивнішою за ОПТУ).

Лісоспуски (гравітаційні системи)

- ✓ використання сили тяжіння
- ✓ деревина спускається вниз по схилу

дешевий, але потребує обережності



Існує три рівні утилізації деревини: невикористання, часткове та повне. Вибір залежить від крутизни схилу, доступності техніки та розвитку інфраструктури. У гірських умовах частіше застосовується часткове використання через складність транспортування.

Три рівні утилізації деревної маси



Екологічні ТАБУ гірських рубок



ЗАБОРОНЕНО: Трелювання з кронами

Дозволяється вилучення виключно очищених сортиментів або хлестів.



ЗАБОРОНЕНО: Трелювання за окоренки (Butt-skidding)

Тягнення хлестів за нижню розширену частину стовбура (окоренок) критично руйнує ґрунтовий покрив та пошкоджує залишені дерева.



ЗАБОРОНЕНО: Напівпідвісне трелювання (>12°)

Частковий контакт деревини з ґрунтом на схилах понад 12° створює борозни, які перетворюються на канали незворотної водної ерозії.

Ключова ідея розвитку лісогосподарських робіт у гірських умовах - необхідність поєднання двох напрямків:

- ✓ **інженерної інфраструктури**
- ✓ **сучасних технологій заготівлі деревини**

Ефективне і екологічно безпечне ведення рубок у горах можливе лише при їх одночасному розвитку.



Подальше вдосконалення рубок

догляду залежить від:

- ✓ скорочення впливу на ґрунт
- ✓ оптимізації логістики
- ✓ використання безконтактних методів трелювання

На схемі в центрі зображено гірський масив із мережею маршрутів - це символ інтегрованої системи доступу і транспортування деревини.



Перший напрям - інженерія доріг

Суть підходу формування густої, правильно спланованої мережі лісових доріг.

Основні ідеї:

- ✓ дороги скорочують відстань трелювання
- ✓ забезпечують доступ до важкодоступних ділянок
- ✓ дозволяють уникати хаотичного прокладання волоків

Чим ближче дорога - тим менше:

- ✓ пошкодження ґрунту
- ✓ витрати на трелювання
- ✓ екологічний ризик

Висновок:

Розвиток дорожньої мережі - це базис сучасного гірського лісівництва.

Другий напрям – еволюція безконтактної екстракції

Суть - перехід від традиційного волочіння деревини до методів, де: ☞ **деревина не контактує з ґрунтом**

Основні технології:

- ✓ канатно-підвісні установки
- ✓ повітряні (аеротрелювальні) системи
- ✓ модернізовані лебідки

Переваги:

- ✓ відсутність руйнування ґрунту
- ✓ збереження підросту
- ✓ мінімальний екологічний вплив

Це особливо важливо для гірських екосистем

Взаємодія двох напрямків

Ці два підходи не працюють окремо.

Їх синергія полягає в тому, що:

- ✓ дороги забезпечують доступ
- ✓ канатні системи забезпечують екологічне транспортування

Разом вони:

- ✓ зменшують довжину трелювання
- ✓ підвищують ефективність
- ✓ знижують екологічні ризики



Практичне значення

- ✓ Реалізація цієї стратегії дозволяє:
- ✓ перейти до сталого лісокористування
- ✓ зменшити деградацію гірських лісів
- ✓ підвищити економічну ефективність робіт

Ключові висновки: Чек-лист лісівника-гірника



[Градієнт] Стрімкість схилу – абсолютний диктатор. Поріг у 12° вимагає переходу до підвісних систем, а $>30^\circ$ забороняє будь-яке наземне трелювання.



[Екологія] Трелювання деревини з кронами та за окоренки в гірських умовах є **абсолютно неприпустимим**.



[Геометрія] Навіть на пологих схилах необхідна сувора просторова організація (магістралі кожні 120м, візири кожні 10м).



[Технологія] На схилах $12-20^\circ$ застосовуються ОПТУ (зигзагоподібні замкнені траси) та лісоспуски, які використовують гравітацію для досягнення продуктивності $150 \text{ м}^3/\text{змiна}$.



[Базис] Без розвитку густої мережі лісовозних доріг сучасне гірське лісівництво неможливе.