

## 6. ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНА СПРАВА



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/412013>

Article received 2019.11.15

Article accepted 2020.06.04

ISSN 1991-606X print

ISSN 2616-5015 online

@ ✉ Correspondence author

Volodymyr Korzhov

[vl.korzhov@ukr.net](mailto:vl.korzhov@ukr.net)

Grushevsky st., 31, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine

УДК 630\*116.2;630\*116.3

### Особливості техногенного впливу лісокористування на чистоту води у гірських лісових водотоках

В.Л. Коржов<sup>1</sup>, В.С. Кудра<sup>2</sup>

*Під час здійснення лісозаготівель у гірських умовах із застосуванням наземного транспортування деревини відбувається трансформація лісового ґрунту як у межах лісосіки, так і на трелювальних волоках. Трелювальні волоки, по яких заготовлена деревини доставляється до навантажувальних майданчиків, прокладаються на схилах різної стрімкості, що спричиняє порушення монолітної структури ґрунту та утворення значних обсягів експлуатаційної ерозії. Внаслідок багаторазового проїзду лісових машин по волоках формуються глибокі колії, по яких відбувається поверхневий стік води до підніжжя схилу, яка потрапляє у водотоки. Тому волоки одночасно є і руслами стоку води, яка концентрується на них у разі виникнення інтенсивних опадів та внаслідок сніготанення. При цьому разом із водою виносяться і частинки лісового ґрунту, що призводить до забруднення води.*

*Дослідженнями зарубіжних і вітчизняних науковців встановлено, що основним потенційним впливом на чистоту води внаслідок лісогосподарської діяльності є потрапляння у річки частинок землі з доріг і трелювальних волоків. Тому одним із важливих завдань є встановлення ступеня впливу техногенних чинників, які виникають під час лісокористування, на ступінь забруднення води в лісових водотоках. З огляду на це, були здійснені чотирирічні дослідження на двох лісових водозборах з метою вивчення ступеня каламутності води в руслах рік. У результаті дослідження встановлено чітку тенденцію щодо збільшення каламутності води в робочі дні (понеділок-п'ятниця) та її суттєве зменшення під час не робочих днів (субота, неділя). При цьому характерним є зростання забруднення води, починаючи з ранішніх годин з поступовим його зменшенням наприкінці робочого дня.*

**Ключові слова:** гірські умови; лісозаготівлі; трелювальні волоки; ерозія ґрунтів; лісові водотоки; каламутність.

<sup>1</sup> Коржов Володимир Леонідович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, перший заступник директора. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, вул. Грушевського, 31, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: 03422-53-02-36, +38-067-380-25-08. E-mail: [vl.korzhov@ukr.net](mailto:vl.korzhov@ukr.net) ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3201-1199>

<sup>2</sup> Кудра Василь Степанович – старший науковий співробітник лабораторії лісових природозберігаючих технологій і транспорту. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, вул. Грушевського, 31, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: 03422-53-02-36, +38-096-694-20-22. E-mail: [vs.kudra@ukr.net](mailto:vs.kudra@ukr.net) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2205-0861>

**Вступ.** Здійснення лісозаготівлі в гірських умовах, особливо під час переважаючого застосування наземного трелювання, призводить до часткового переміщення лісового ґрунту як у межах лісо-сіки, так і по первинних шляхах транспортування деревини до підніжжя схилу, з виносом його безпосередньо до водотоків. У Карпатському регіоні цей процес поглиблюється недостатнім розвитком транспортної інфраструктури, що призводить до переважного застосування суцільних способів рубок. Це, своєю чергою, зумовлює необхідність будівництва густої мережі трелювальних волоків, по яких деревина доставляється до навантажувальних майданчиків не лише гусеничними та колісними тракторами, але й часто гужовим транспортом. Зазвичай, їх влаштовують на схилах різної стрімкості, що спричиняє до порушення монолітної структури ґрунту та формування відчутних обсягів експлуатаційної ерозії. Особливо вразливими в ерозійному відношенні є магістральні трелювальні волоки, які за низької густоти лісових автодоріг експлуатуються тривалий час, набираючи згодом форм лінійних виїмок чи ярів (Bybluk, Styranivsky, Korzhov, & Kudra, 2010; Korzhov, 2011, 2015).

Одним із негативних проявів механічного впливу на ґрунтову поверхню трелювальних волоків є процес колієутворення, який відбувається внаслідок багаторазового проїзду по них лісових машин. Саме по утворених коліях проходять основні обсяги поверхневого стоку води, яка потім потрапляє у водотоки. Науковці НЛТУ України (Bybluk et al., 2016) стверджують, що інтенсивність колієутворення істотно залежить від утримуючої здатності ґрунту, яка значною мірою зумовлена його геоморфологічною структурою. Суттєвий вплив на формування глибини колії волоку здійснює також величина його позовжнього ухилу. Експерименти, здійснені в провінції Квебек (Канада) показали, що середня глибина колії на різних ухилах перебувала в діапазоні 5,1-15,8 см. Після 14-ти проїздів найменше значення глибини колії було зафіксоване на волоку з ухилом 0-10<sup>0</sup>, а найбільше – за його ухилу більше 20<sup>0</sup> (Brais, & Camire, 1998).

Американські вчені (Fulton, & West, 2002) на основі аналізу низки літературних джерел стверджують, що основним потенційним впливом на чистоту води внаслідок лісогосподарської діяльності, є потрапляння у річки частинок землі з доріг і трелювальних волоків. До інших негативних, але незначних, на їхній погляд, наслідків відносяться: короткострокові збільшення піку паводків у лісових потоках під час зливових дощів; короткочасне підвищення концентрацій поживних речовин (насамперед азоту та фосфору); короткочасне збільшення кількості гербіцидів, добрив та похідних речовин; термічне забруднення у вигляді підвищеної температури потоку.

Процес трансформації ґрунту на волоках особливо посилюється в період сніготанення та під час встановлення періоду інтенсивних і затяжних дощів, внаслідок чого відбувається підйом води у рус-

лах лісових потоків та зростає їхнє забруднення. Змив лісового ґрунту з гірських схилів та шляхів, зазвичай, супроводжується утворенням наносів, частина з яких безпосередньо потрапляє у гірські річки і потоки та суттєво змінює в них як фізичний, так і хімічний склад води. Дослідження, виконані в лісах Північного Кавказу показують, що здійснення гірської лісозаготівлі, особливо з використанням технологічних процесів на базі наземних засобів трелювання деревини, суттєво впливає не лише на лісове середовище, але й на гідрологічний режим лісових потоків та якість води в них. При цьому суцільні рубки, порівняно з групово-вибірковими, спричинюють збільшення негативних проявів у цьому напрямі, які до того ж спостерігаються тривалий час. Для прикладу, показники каламутності води перевищують допустимі значення навіть після 14 років по завершенню рубки (Drobikov, 1973; Konokova, 2001, 2012).

Проведені в Росії дослідження (Mayorova, & Ryabukhin, 2012) підтверджують, що основним негативним проявом водної ерозії є твердий стік, який є постійним забруднювачем річкових вод. Наноси ґрунту, що потрапляють у водотоки, погіршують якість води біологічно та екологічно, як фізично, так і хімічно. Вони можуть викликати незворотні зміни у структурі біоценозів, їхній різноманітності і темпах відтворення популяцій водних організмів (Henley, Patterson, Neves, & Lemly, 2000). Дослідники із США (Hedrick, Anderson, Welsh, & Lin, 2013) підготували комплексний огляд методології і пристроїв, а також методів обробки та аналізу зібраних зразків, які можуть бути використані для вимірювання нагромадження відкладень у гірських потоках.

Запобігання проникненню намулу та твердого стоку у лісові потоки і струмки є одним із способів протидіяти вище названим процесам. Це можна здійснити завдяки оптимальному плануванню розташування первинних шляхів транспортування деревини, дотримання лісівничих вимог під час проведення лісозаготівель, відновлення рослинного покриву, використання буферних зон, а також інших ефективних заходів (Wood, 1997). Fulton & West (2002) особливо підкреслюють, що планування дорожньої інфраструктури є визначальною складовою підготовчих робіт під час лісозаготівель. За умови раціонального планування мережі доріг і трелювальних волоків можна значно зменшити обсяги утворення і переміщення твердого стоку. Дорожня інфраструктура має бути сформована з урахуванням необхідності оптимізації густоти лісових автодоріг, мінімізації розмірів і кількості лісових складів, довжини трелювальних волоків, кількості переходів через водотоки, особливо у вразливих водозборах. Також доцільно використовувати сприятливі сезони чи умови, не здійснювати лісозаготівлі в умовах перезволоження ґрунтів або періодів нересту, чим досягається зменшення негативного впливу на чистоту води та водні організми.

Необхідно відмітити наявність особливих підходів до забезпечення якості води у лісових водо-

зборах США, де вже майже десятиліття ефективно функціонує система класифікації їх стану та здійснення заходів комплексного відновлення пріоритетних водозборів (Watershed Condition Framework, 2011; Watershed Condition Classification, 2011). Також широко запроваджуються, розроблені з урахуванням регіональних особливостей та сучасних вимог з природозбереження, кращі практики ведення лісозаготівлі, які спрямовані на забезпечення якості води. Зазвичай, вони включають наступні елементи: раціональне розташування доріг, волоків та навантажувальних пунктів чи лісових складів відносно водних потоків, місць їх перетину; будівництво водопропускних споруд та мостів; влаштування укріплюючих елементів на укосах та проїзній частині; обмеження величини поздовжніх ухилів; здійснення заходів для відведення і розпорошення поверхневих вод з елементів лісової інфраструктури; укріплення і дернування порушених земель тощо. При цьому, наведені вище заходи повинні бути завершені до часу закінчення лісозаготівлі (West Virginia Silvicultural, 2014; New Hampshire Best, 2016; National Best Management, 2012).

З огляду на вищенаведене, *актуальним* є питання вивчення особливостей впливу лісокористування на чистоту води, що дасть змогу в подальшому опрацювати заходи із запобігання потрапляння продуктів ерозії ґрунту у лісові водотоки.

**Об'єкти та методи досліджень.** *Об'єкт дослідження* – малі водозбори гірських лісових територій. *Предмет досліджень* – процес забруднення водотоків під впливом техногенних чинників. *Мета роботи* – встановити ступінь впливу лісогосподарської діяльності на чистоту води.

Польові дослідження зосередили на території лісового фонду ДП «Осмолодське лісове господарство», який, згідно з лісорослинним районуванням, відноситься до поясу Зовнішніх Карпат з глибокими поперечними долинами. Це найбільш піднятий над рівнем моря гірський район, який простягається від Сколівських Карпат на північному заході, до Покутських Карпат на південному сході. Середня висота гірських лісництв, в т.ч. Піскавського, де проводилися дослідження, знаходиться в межах 1100-1300 м над рівнем моря. Територія підприємства в орографічному відношенні розташована переважно в гірській частині Бескид, що порізана системою хребтів. Головну роль у розчленуванні території відіграє річка Лімниця та її притоки. Рельєф району середньовисотний, де середньорічна температура повітря становить  $+4,5^{\circ}$ , сума атмосферних опадів за рік – 838 мм, а відносна вологість повітря – 74,5%.

Основною особливістю кліматичних і гідрологічних чинників території підприємства є яскраво виражена висотна диференціація. Тут кліматичні умови залежать не лише від абсолютної висоти території, але й від форми рельєфу та експозиції схилу. За кількістю опадів та умов випаровування територія належить до зони стійкого зволоження, а найбільш високі ділянки – до зони надмірного зволо-

ження. Для даної місцевості переважаючими типами є бурі гірсько-лісові, інколи – гірсько-підзолисті різного ступеня скелетності та еродованості ґрунти. Характерною рисою є невелика потужність ґрунтового профілю із значним включенням уламків піщаників. Найінтенсивніші ерозійні процеси розвиваються на суцільних зрубках, коли на 60-70% їхньої поверхні відсутня лісова підстилка і гумусовий горизонт. За ступенем вологості більша частина ґрунтів відноситься до вологих, вони займають 85,6% площі. Рівень ґрунтових вод залежить від рельєфу: найглибше вони залягають на схилах гірських хребтів. На гірських схилах мають місце прояви всіх видів водної ерозії. Ступінь активності цих процесів, насамперед, пов'язаний зі стрімкістю та експозицією схилів.

Безпосереднім об'єктом дослідження слугували два суміжні малі лісові водозбори річок Чорна та Болотняк, які зливаються і утворюють річку Молода. Вони складають основну частину площі Піскавського лісництва, контора якого знаходиться на відстані близько 45 км від контори лісгоспу (сmt Перегінське). Середні річні обсяги лісозаготівлі на території лісництва складають близько 20 тис. м<sup>3</sup>. Площа водозбору річки Чорна становить орієнтовно 2890, а річки Болотняк – 2560 га. Ці водозбори розташовані на значній віддаленості від населених пунктів і оточені тільки лісовими територіями. Значна частина їх меж проходить по головному Карпатському хребту. На цих водозборах розташовані тільки лісові землі та відсутні будь-які житлові чи господарські будівлі, що виключає місцевий вплив антропогенного чинника.

Встановлення впливу техногенних чинників, притаманних лісогосподарській діяльності та лісозаготівлі, на чистоту води, здійснювалось шляхом проведення польових і аналітичних досліджень з визначення каламутності води в головних річках малих лісових водозборів. З цією метою застосовували метод кількісного визначення каламутності, який регламентується державним стандартом та часто використовується в практиці (DSTUISO 7027:2003, 2004, Turbidity of the water, 2014). Його суть полягає у встановленні висоти стовпчика забрудненої води, за якого можна візуально прочитати чорний шрифт, нанесений на білому фоні. У процесі досліджень використовували ламінований зразок шрифту висотою 3,5 мм і шириною ліній 0,35 мм, спеціальний скляний циліндр з міліметровими поділками та чорний екран для циліндра. Визначення показника кількісної каламутності води здійснювали у наступній послідовності:

- посудину з набраною в руслі річки пробою води збовтували до отримання однорідної маси і заливали в циліндр;
- обгорнутий для захисту від бокового світла чорним екраном циліндр поміщали на ламінований зразок шрифту;
- каламутність проби води визначали шляхом спостереження зверху через відкритий отвір циліндра при достатньому освітленні зверху;

– поступово понижували рівень води, відкриваючи отвір циліндра до тих пір, поки не стане помітним зразок шрифту;

– за поділками на скляному циліндрі визначали висоту стовпчика залишеної у циліндрі води, за якої видно шрифт.

Забирання води з русла згаданих вище річок здійснювали на глибині 10-15 см від дна на відстані 1-2 м від берега в місцях, розташованих на 15-20 м вище злиття річок, тобто у найнижчій точці водозборів (рис. 1).



Рис. 1. Схема розташування місць забирання води. О – місця забирання води на річках Чорна та Болотняк

Проби води у триразовій повторності відбирали п’ять разів на день через кожні три години, починаючи з 8-ої і закінчуючи 20-ою годиною. Перед відбором проб поліетиленові посудини 2-3 рази промивали чистою водою. Під час забирання води з русла річки посудину заповнювали вщерть, щоб не залишалось повітря, і закривали корком. За відбра-

ними пробами води одразу ж у приміщенні лісництва здійснювали визначення показника каламутності. Чим менші його значення, тим вища ступінь каламутності води. Польові дослідження проводили один раз в рік, починаючи з 2016 р. і закінчуючи 2019 р., впродовж усіх семи днів одного тижня у безсніжний період. Загальний вигляд місця злиття двох згаданих річок, вище якого забирались проби води, а також візуальне забруднення води у річках показано на рис. 2.



Рис. 2. Загальний вид місць забирання проб води в річках

**Результати та обговорення.** Отримані в польових умовах впродовж тижневих періодів вказаних вище чотирьох років значення показників каламутності проб води опрацьовані методами статистики. Їхні середні значення для двох малих лісових водозборів у розрізі днів тижня (понеділок–неділя) та в розрізі годин доби (8-20 година) наведені в табл.

Таблиця

**Усереднені показники каламутності води на модельних водозборах**

Дні забирання проб води	Висота стовпчика води, при якій видно шрифт (в см) в момент забирання проб					Середнє значення за день, см
	8.00-8.20	11.00-11.20	14.00-14.20	17.00-17.20	20.00-20.20	
1	2	3	4	5	6	7
Річка Чорна						
понеділок	29,6	28,4	22,4	21,6	20,2	24,5
вівторок	29,4	22,5	21,7	18,2	22,5	22,9
серeda	27,6	21,4	17,2	13,0	15,0	18,9
четвер	21,8	18,7	14,4	15,0	21,0	18,2
п’ятниця	27,1	17,5	18,1	22,7	28,8	22,8
субота	28,7	27,7	29,6	28,3	29,2	28,7
неділя	28,6	29,6	29,6	30,0	30,0	29,4
середнє значення по годинах	27,1	21,7	18,8	18,1	21,5	

1	2	3	4	5	6	7
Річка Болотняк						
понеділок	29,8	17,8	8,9	10,5	13,5	16,1
вівторок	30,0	16,2	14,2	13,7	18,8	18,6
серeda	26,5	14,6	8,0	8,2	13,8	14,2
четвер	18,7	11,0	5,9	9,0	15,4	12,0
п'ятниця	24,8	14,0	13,7	20,1	25,8	19,7
субота	25,7	27,7	28,3	24,5	28,8	27,0
неділя	28,8	28,3	30,0	30,0	30,0	29,3
середнє значення по годинах	26,0	14,7	10,1	12,3	17,5	

Примітка. Показник середнього значення по годинах встановлено для робочих днів (понеділок–п'ятниця).

На основі отриманих результатів побудовані графіки, які показують особливості змін каламутності води в руслах річок впродовж тижня та робочого дня (рис. 3, 4).

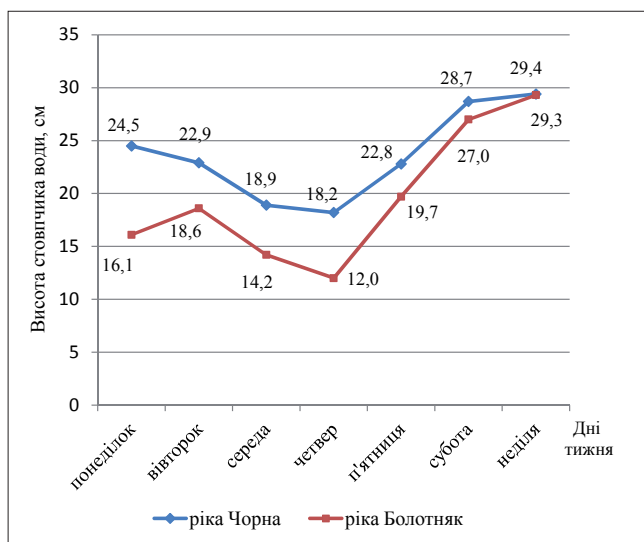


Рис. 3. Динаміка показників каламутності води у розрізі днів тижня

Отримані дані забруднення води у водотоках дають підставу стверджувати про наявність чіткої тенденції збільшення каламутності за період з понеділка по п'ятницю та її суттєве зменшення під час неробочих днів (субота, неділя). Для обох рік характерним є зростання каламутності води, починаючи із вранішніх годин до середини другої половини дня, та поступове її зменшення наприкінці робочого дня. При цьому до 20-ої години не спостерігається відновлення її чистоти до ранішнього рівня, що пояснюється терміном поступлення води до нижнього пункту водозбору. Певне збільшення каламутності води в річці Болотняк зумовлено, передусім, інтенсивністю ведення лісосічних робіт, що здійснювалися на цьому водозборі, а також меншою довжиною водозбору.

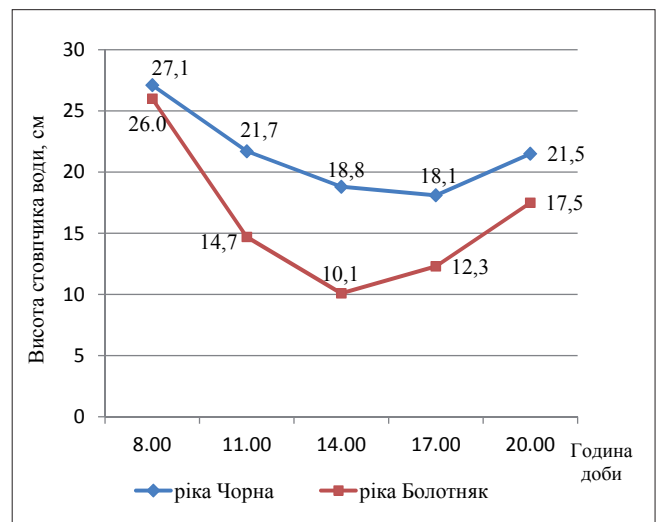


Рис. 4. Динаміка показників каламутності води впродовж робочого дня

**Висновки.** Основним потенційним впливовим чинником на чистоту води, що виникає внаслідок лісгосподарської діяльності та лісозаготівлі, є винос водяними потоками ґрунтових частинок з до-ріг і трельовальних волоків, під час влаштування чи експлуатації яких відбувається трансформація лісового ґрунту з наступним проявом ерозійних процесів. Внаслідок багаторазового проїзду лісових машин по волоках формуються глибокі колії, в яких концентрується поверхневий стік води до підніжжя схилу, після чого вона потрапляє у водотоки. Тому волоки одночасно є й антропогенно сформованими руслами стоку води, який утворюється під час інтенсивних опадів та внаслідок сніготанення.

На лісових водозборах, де здійснюють лісгосподарську діяльність, в т.ч. й інтенсивну лісозаготівлю, спостерігається чітка тенденція зростання каламутності води в лісових потоках впродовж робочих днів – з понеділка по п'ятницю, тоді як під час неробочих днів (субота, неділя) забруднення води суттєво зменшується. Характерним є зростан-

ня каламутності води, починаючи з ранішніх годин до середини другої половини дня, та поступове її зменшення наприкінці робочого дня.

Актуальним аспектом є розширення досліджень щодо встановлення різних видів і ступеня забруднення води внаслідок лісокористування, а також дії чинників, які його зумовлюють. Використання отриманих результатів дасть змогу створити умови для розробки та запровадження дієвої системи оцінки чистоти води у лісових водозборах і підготовки відповідних заходів, спрямованих на забезпечення якості води в експлуатованих лісових ділянках. Пріоритетними повинні бути технічні рішення, які забезпечують зниження ерозії ґрунтів, попереджують поступлення поверхневих вод з елементів лісової інфраструктури у водотоки. Цю умову можна здійснювати шляхом належного дотримання вимог з природозбереження під час лісозаготівлі, раціонального розташування доріг, волоків та навантажувальних пунктів чи лісових складів відносно водних потоків, будівництва водопропускних споруд у місцях їх перетину, влаштування укріплюючих елементів на укосах та проїзній частині шляхів лісотранспорту, обмеження величини поздовжніх ухилів, здійснення заходів для відведення і розпошення поверхневих вод з елементів лісової інфраструктури, укріплення і дернування порушених земель, влаштування буферних зон вздовж водотоків тощо.

## References

- Bybluk, N., Styranivsky, O., Korzhov, V. & Kudra, V. (2010). Timber harvesting in the Carpathians: ecological problems and methods to solve them. *Journal of forest science*, 56 (7), 333-340. <https://doi.org/10.17221/111/2009-JFS>
- Byblyuk, N.I., Styranivsky, O.A., Herys, M. I., Boyko, M.M., Oliynyk, M.I. & Shchupak, A.L. (2016). The Research of the Influence of Tracked and Wheeled Skidders on the Forest Environment in the Conditions of Skole Beskids. Some research results of the influence of different types of skidders. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 26 (1), 196-203. Retrieved from [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2016/26\\_1/32.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2016/26_1/32.pdf) (in Ukrainian).
- Brais, S., & Camire, C. (1998). Soil compaction induced by careful logging in the clay belt region of north western Quebec (Canada). *Can. J. Sol. Science*, 78, 197-206. <https://doi.org/10.4141/S97-032>
- Drobikov, A.A. (1973). Change in the physic-chemical composition of water under the influence of logging. *Silviculture*, 3, 3-9 (in Russian).
- DSTU ISO 7027:2003 (2004). Water quality. Determination of turbidity. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine (in Ukrainian).
- Fulton, S. & West, B. (2002). Forestry Impacts on Water Quality. In Wear, D.N. & Greis, J.G. *Southern forest resource assessment*. (pp. 501-518). Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 635 p. Retrieved from [https://www.srs.fs.usda.gov/sustain/report/pdf/chapter\\_21e.pdf](https://www.srs.fs.usda.gov/sustain/report/pdf/chapter_21e.pdf)
- Hedrick, L. B., Anderson, J. T., Welsh, S. A. & Lin, L. S. (2013). Sedimentation in Mountain Streams: A Review of Methods of Measurement. *Natural Resources*, 4, 92-104. <https://dx.doi.org/10.4236/nr.2013.41011>
- Henley, W.F., Patterson, M.A., Neves, R.J., & Lemly, A.D. (2000). Effects of sedimentation and turbidity on lotic food webs: a concise review for natural resource managers. *Reviews in Fisheries Science*, 8 (2). 125-139. Retrieved from <https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/1617>
- Konokova, B.A. (2001). *The influence of logging on the change in the quality of the brook runoff in beech-fir stands* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://www.dissertat.com/content/vliyanie-rubok-na-izmenenie-kachestva-ruchevogo-stoka-v-bukovo-pikhtovykh-nasazhdeniyakh>. (in Russian).
- Konokova, B.A. (2012). The problem of preservation of fresh water quality in the mountains. *New technologies*, 2, 26-31 Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-sohraneniya-kachestva-presnyh-vod-v-gornyh-usloviyah> (in Russian).
- Korzhov, V.L. (2011). Improvement of forest resource management as factor of climate change mitigation. *Scientific works of the Forestry Academy of Science of Ukraine: collection of scientific works*, 9, 189-193. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/393/309> (in Ukrainian).
- Korzhov, V.L. (2015). Some Peculiarities of Hydrological Role of Mountain Forest Areas during Floods Formation. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 25.3, 9-16 Retrieved from <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1115> (in Ukrainian).
- Maierova, L.P., & Ryabukhin P.B. (2012). Logging influence on environment. *Scientific bulletin of the Krasnodar State Agrarian University*, 8, 73-77. Retrieved from <https://readera.org/vozdjstvieleozagotovok-na-okruzhajushhuju-sredu-14082598> (in Russian).
- National Best Management Practices for Water Quality Management on National Forest System Lands*. (2012). USDA Forest Service publication FS-990a. Retrieved from [https://www.fs.fed.us/naturalresources/watershed/pubs/FS\\_National\\_Core\\_BMPs\\_April2012.pdf](https://www.fs.fed.us/naturalresources/watershed/pubs/FS_National_Core_BMPs_April2012.pdf)
- New Hampshire Best Management Practices for Erosion Control on Timber Harvesting Operations*. (2016). New Hampshire, USA: New Hampshire Division of Forests and Lands. Retrieved from [https://extension.unh.edu/resources/files/Resource000247\\_Rep266.pdf](https://extension.unh.edu/resources/files/Resource000247_Rep266.pdf)
- Turbidity of the water. Instruments for determining turbidity* (2007). Retrieved from [http://www.eurolab.ru/mutnost\\_i\\_prozrachnost](http://www.eurolab.ru/mutnost_i_prozrachnost). (in Russian).

*Watershed Condition Framework. A Framework for Assessing and Tracking Changes to Watershed Condition* (2011). USDA Forest Service publication FS-977. Retrieved from [https://www.fs.usda.gov/sites/default/files/Watershed\\_Condition\\_Framework.pdf](https://www.fs.usda.gov/sites/default/files/Watershed_Condition_Framework.pdf)

*Watershed Condition Classification Technical Guide*. (2011). USDA Forest Service publication FS-978. Retrieved from [https://www.fs.fed.us/biology/resources/pubs/watershed/maps/watershed\\_classification\\_guide2011FS978.pdf](https://www.fs.fed.us/biology/resources/pubs/watershed/maps/watershed_classification_guide2011FS978.pdf)

*West Virginia Silvicultural Best Management Practices for Controlling Soil Erosion and Sedimentation from Logging Operations*. (2014). Charleston, USA: West Virginia Division of Forestry. Retrieved from <https://www.wvforestry.com/pdf/DOFbmpManual2014.pdf>

Wood, P. J. (1997). Biological effects of fine sediment in the lotic environment. *Environmental Management*, 21 (2), 203-217. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s002679900019>

## Особенности техногенного влияния лесопользования на чистоту воды горных лесных водотоков

В. Л. Коржов<sup>1</sup>, В. С. Кудра<sup>2</sup>

Лесозаготовки в горных условиях оказывают значительное влияние на лесную среду. Особенно это проявляется при наземной трелевке древесины вследствие трансформации лесной почвы как непосредственно в пределах лесосеки, так и на трелевочных волоках. В процессе прокладки трелевочных волоков нарушается монолитность грунта и с возрастанием крутизны склона значительно увеличиваются объемы эксплуатационной эрозии. При многократных проездах трелевочных тракторов по волокам образуются глубокие колеи, по которым во время интенсивных осадков или в процессе снеготаяния проходит усиленный поверхностный сток воды к подножью склона. Вместе с ним одновременно выносятся частицы лесного грунта, которые, попадая в близлежащие

лесные водотоки, приводят к их загрязнению. Многие как зарубежные, так и отечественные исследователи пришли к выводу, что основным фактором, который влияет на качество воды, являются твердые частицы грунта, которые в процессе лесохозяйственной деятельности попадают в водотоки с лесных дорог и трелевочных волоков.

С учетом сказанного, актуальным является вопрос изучения особенностей влияния лесопользования на чистоту воды. В связи с этим, на двух лесных водосборах в ГП «Осмолодское лесное хозяйство» проведены четырехлетние исследования, целью которых было установление влияния лесопользования на загрязнение воды. Это позволит в дальнейшем разработать разноплановые мероприятия по предупреждению или уменьшению попадания продуктов грунтовой эрозии в лесные водотоки.

Установление влияния техногенных факторов, присущих лесохозяйственной деятельности, в том числе лесозаготовкам, на чистоту воды осуществляли путем проведения полевых и аналитических исследований по определению мутности воды в реках малых лесных водосборов. При этом использовали метод количественного определения мутности, суть которого заключается в установлении высоты столбика загрязненной воды. Применение этого метода регламентируется государственным стандартом и часто используется на практике. На основании полученных результатов построены графики, показывающие изменение мутности воды в руслах рек на протяжении недели и отдельно – рабочего дня. Следует отметить наличие тенденции увеличения мутности воды в рабочий период (с понедельника по пятницу) и существенное ее уменьшение в нерабочие дни (суббота, воскресенье). Также, для обеих рек характерно увеличение мутности воды, начиная с утренних часов к середине второй половины дня, и постепенное ее уменьшение к концу рабочего дня. При этом, к 20 часам восстановление прозрачности воды до ее утреннего уровня не наблюдается, что объясняется временем ее поступления к месту забора проб воды.

Актуальным является расширение исследований, направленных на установление различных видов и степени загрязнения воды в результате лесопользования и факторов, что их вызывают. Это позволит создать условия для разработки и внедрения системы оценки качества воды в лесных водосборах и выработки соответствующих решений, направленных на ее улучшение. Главными из них должны быть технические мероприятия, которые должны обеспечивать снижение эрозии грунтов и предупреждать или существенно уменьшить вынос твердых частиц грунта поверхностными водами с элементов лесной инфраструктуры в водотоки.

**Ключевые слова:** горные условия; лесозаготовки; трелевочные волоки; эрозия почв; лесные водотоки; мутность воды.

<sup>1</sup> Коржов Владимир Леонидович – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, первый заместитель директора Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П. С. Пастернака, ул. Грушевского, 31, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. Тел.: 03422-53-02-36, +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3201-1199>

<sup>2</sup> Кудра Василий Степанович – старший научный сотрудник лаборатории лесных природосберегающих технологий и транспорта. Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П. С. Пастернака, ул. Грушевского, 31, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. Тел.: 03422-53-02-36, +38-096-694-20-22. E-mail: vs.kudra@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2205-0861>

## Features of anthropogenic impact of forest management on water purity in mountain forest watercourses

V. Korzhov<sup>1</sup>, V. Kudra<sup>2</sup>

Harvesting in the mountains has a significant impact on the forest environment. This is especially evident during ground skidding due to forest soil transformation both directly within the harvesting area and at skid trails. In the process of construction, the skid trails, the solidity of the soil is broken and with an increase in the steepness of the slope, the volumes of operational erosion are considerably increased.

In the case of multiple passages of skidding tractors on the trails, deep tracks are formed, through which during intense precipitation or during snowmelt occurs surface run-off leading to the foot of the slope. It is accompanied by the simultaneous removal of forest soil particles which, when they enter nearby forest streams, lead to their pollution. Many researchers have come to the conclusion, that the main factor that affects the water quality is the sediment, which in the process of forestry activities enters to watercourses from forest roads and skid trails.

In view of the foregoing, the issue of studying the features of the forest management impact on water

quality is relevant. Therefore, four-year studies were conducted at two forest catchments in the state enterprise «Osmoloda Forestry». Its purpose was to define the effect of forest management on water pollution. This will allow further development of measures to prevent the entry of soil erosion products into forest streams. The influence of technogenic factors inherent in forestry activities, including logging, on water quality was determined by conducting field and analytical studies to determine the turbidity of water in rivers of small forest catchment.

The method of quantitative determination of turbidity, essence of that consists in establishment of height of column of muddy water, was thus used. Its application is regulated by the State standard and is often used in practice. On the basis of the results, graphs showing the changes in turbidity in the riverbeds during the week and separately during the working day have been constructed. There is a clear trend of water turbidity increasing of during the working period (Monday to Friday) and a significant decrease on weekend (Saturday, Sunday). Both rivers are also characterized by increased turbidity from morning hours to mid-afternoon and its gradual reduction towards the end of the working day. At the same time, the restoration of water transparency by 20 hours to its morning level is not observed. This is due to the time it takes to reach the water sampling site.

More studies are needed to fulfil to identify the different types and levels of water pollution caused by forest management and the factors that cause them. It will allow to create the conditions for establishing a system for assessing the water quality in forest catchments and developing appropriate decisions for its improvement. The main ones should be technical measures that reduce soil erosion and prevent the entry of surface water from forest infrastructure elements in to watercourses.

**Key words:** mountain conditions; logging; skid trails; soil erosion; forest streams; turbidity.

<sup>1</sup> *Volodymyr Korzhov* – corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Technical Sciences, Senior researcher, first deputy director for Science of the Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. Pasternak, Grushevsky st., 31, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. Tel.: 03422-53-02-36, +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3201-1199>

<sup>2</sup> *Vasyl Kudra* – senior researcher of the laboratory of forest environmental technology and transport, Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. Pasternak, Grushevsky st., 31, Ivano-Frankivsk, 76018 Ukraine. Tel.: 03422-53-02-36, +38-096-694-20-22. E-mail: vs.kudra@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2205-0861>