

УДК 630*116(23)

В. С. ОЛІЙНИК *

**ОСНОВНІ ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ
ГІРСЬКИХ ЛІСІВ КАРПАТ**

Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, м. Івано-Франківськ

Проаналізовано вплив атмосферних і літогенних чинників на формування водного режиму гірських лісів. Показано, що на тлі складних природних умов гідрологічна роль гірських лісів не завжди чітко виражена і значно лімітується погодними і ґрунтовими чинниками.

К л ю ч о в і с л о в а : водний режим, гірські ліси, літогенні, кліматичні чинники, господарська діяльність.

Ліс формується під впливом природних чинників і водночас може позитивно впливати на навколишнє середовище. Значною мірою це стосується водного режиму, який, своєю чергою, впливає на поширення, склад і розвиток лісу. Взаємозв'язок лісу та водного режиму посилюється тим, що вони формуються під впливом спільних для них природних чинників – літогенних, кліматичних і метеорологічних.

Умови формування водного режиму і лісового покриву у різних частинах Карпат відрізняються. Тут навіть на порівняно невеликих площах змінюється вертикальна поясність клімату, ґрунтів і рослинності, що у поєднанні з різною експозицією і стрімкістю схилів, а також орієнтацією гірських хребтів до вологоносних повітряних течій суттєво відбивається на розподілі атмосферного зволоження та складниках водного балансу. Це впливає на різноманіття лісового покриву та неоднозначне виконання ним захисних функцій.

На тлі природної неоднорідності гірських умов гідрологічна роль лісу не завжди чітко виявляється. Її іноді затушовують сильніші абіотичні чинники водного режиму, зокрема атмосферне зволоження, особливості ґрунтово-геологічної будови, висота місцевості тощо. Неоднозначна гідрологічна роль лісу за різної погоди. Так, під час помірних опадів він суттєво регулює водний режим, а під час злив його вплив різко зменшується [7, 9].

При недостатньому врахуванні специфіки гірських умов гідрологічну роль лісу можна як недооцінювати, так і завищувати. Так, у засобах масової інформації та екологічній літературі катастрофічність паводків 1998, 2001 і 2008 рр. здебільшого пов'язують зі змінами у рослинному покриві й рубанням лісу без належного врахування метеоролого-синоптичної ситуації та впливу ґрунтово-геоморфологічної основи. Тому важливою передумовою об'єктивної гідрологічної оцінки лісового покриву є аналіз чинників водного режиму, які водночас впливають на функціонування лісу.

Численна гідрологічна література визначає п'ять основних чинників водного режиму – клімат, геологію, рельєф, ґрунти та рослинність. На водний режим впливає також антропогенна діяльність – сільське і лісове господарства, гідротехнічні засоби регулювання вод, траси комунікацій, селітебні площі тощо. З позицій лісової гідрології найбільший інтерес викликають чинники, які впливають на функціонування лісу та його водний режим – клімат, метеоумови, рельєф, ґрунти, літологія, структура насаджень та лісогосподарська діяльність.

Вивчення ролі зазначених чинників у формуванні гідрологічних властивостей лісу було складовою досліджень, які проводилися нами на трьох ієрархічних рівнях водного режиму гірської території Карпат, а саме: однорідних ділянках гірських схилів у межах таксаційних виділів, елементарних лісових водозборах стаціонарів «Свалява» і «Хрипелів» у букових і ялинових лісах та басейнах рік із різною лісистістю [5]. У доповнення до отриманих матеріалів аналізували також літературні джерела, дані кліматичних і гідрологічних довідників, картографічні матеріали лісовпорядкувань і ґрунтово-лісотипологічних обстежень.

* © В. С. Олійник, 2012

Клімат і метеорологічні умови – найважливіші чинники водного режиму, особливо стоку води. Карпати належать до гумідних територій із достатнім і надмірним атмосферним зволоженням, що зумовлює формування добре розвиненої гідрографічної мережі густотою $1,3\text{--}1,6 \text{ км}\cdot\text{км}^{-2}$. На клімат регіону значною мірою впливає висота гірських хребтів, у міру зростання якої збільшується кількість атмосферних опадів, зменшується температура повітря, а разом із ним випаровування вологи. Так, кількість річних опадів зростає з $650\text{--}750 \text{ мм}$ у передгір'ях до $1600\text{--}1700 \text{ мм}$ у найвищій частині гір, а випаровування, навпаки, зменшується із $550\text{--}600$ до $300\text{--}350 \text{ мм}$ відповідно [11]. Проведені нами розрахунки показали, що для атмосферних опадів зв'язок з висотою оцінюється достовірними коефіцієнтами кореляції $0,65\text{--}0,97$, а для випаровування $-0,54\text{--}0,61$.

З величиною атмосферного зволоження у Карпатах чітко зв'язана водність рік. Так, між кількістю річних опадів і сумарним стоком води існують прямі зв'язки, коефіцієнти кореляції яких по окремих басейнах коливаються від $0,60$ до $0,86$. Тіснота зв'язку зростає у міру збільшення зволоження та зменшення потужності ґрунтів на водозборах. Виявлено й територіальні залежності стоку від кількості опадів. За окремими орографічними частинами Карпат коефіцієнт кореляції цих двох параметрів становить від $0,6$ до $0,9$. Найбільшою мірою залежить від опадів стік паводків – тіснота зв'язків між цими показниками майже функціональна (кореляційні відношення сягають $0,92\text{--}0,99$).

Найбільша кількість опадів випадає протягом теплого періоду року – понад 70% річної величини. В цей час дощі можуть повторюватися раз на $2\text{--}3$ дні. Основна кількість опадів припадає на зливові дощі (понад 20 мм), $50\text{--}90 \%$ вологи яких витрачається на формування паводків [11]. Найбільшою локалізацією злив характеризується північно-східний мегасхил регіону, де у 86% випадків локалізуються осередки катастрофічних опадів його території [3]. Сильні дощі тривають $1\text{--}2$, інколи – 3 дні, за які кількість опадів може сягати $200\text{--}300 \text{ мм}$. На південно-західному мегасхилі (Закарпаття) максимальні за кількістю опадів дощі часто випадають також у холодний сезон року та супроводжуються руйнуванням снігового покриву.

За збільшення опадів схиловий стік у різних природних умовах зростає неоднаково [7]. Цей процес найбільш інтенсивний на польових угіддях. Доволі плавно зростає стік за опадами у багатих лісорослинних умовах бучин. За збільшення висоти гірських схилів та одночасної заміни букових типів лісу на ялинові паводки інтенсифікуються майже удвічі. У верхній частині ялинового поясу із мілкими сильно-щербенистими ґрунтами під час опадів величиною 150 мм показники схилового стоку можуть сягати показників стоку польових угідь.

На величину паводків суттєво впливають погодні умови (табл. 1). Випадання опадів на перезволожені ґрунти інтенсифікує схиловий стік води у $1,5\text{--}12$ разів сильніше проти їх випадання на порівняно сухі ґрунти. Аналогічне явище виявляється з переходом від помірних дощів до зливових.

Поряд із кліматом і метеоумовами як основними чинниками водного режиму важливу роль у формуванні стоку відіграють так звані «фактори підстилання поверхні» – ґрунти, геологічна будова та рельєф. У їхньому комплексі найважливіше місце належить ґрунтовому покриву. За його участю формуються майже всі складники водного балансу, за винятком інтерцепції насаджень. Найпоширеніші у гірських умовах бурі лісові ґрунти характеризуються невеликою потужністю, яка зрідка перевищує 100 см , і доволі високою щербенистістю. У міру збільшення висоти і стрімкості схилів глибина ґрунту зменшується, а його щербенистість зростає. Це зменшує вологомісткість ґрунту і сприяє посиленій віддачі схилових вод у руслову мережу [6]. Сумарне випаровування в таких умовах, навпаки, зменшується.

Негативною властивістю гірських ґрунтів є наявність у них відносного водотривкого шару із вкрай низькими фільтраційними властивостями. На ньому при зливах інтенсивно формується внутрішньогрунтовий («контактний») стік [1], швидкість якого значно більша,

ніж підземного, а за своїм режимом він подібний до поверхневого стоку. Різке підняття рівнів води у руслах під час дощів зумовлюється переважно формуванням «контактного» стоку.

Водопроникність ґрунтів різних угідь неоднакова. Вона зростає із збільшенням у ґрунті включень у вигляді щебеню й каміння, при переході від безлісних ділянок до лісових, а на останніх – із збільшенням повноти деревостанів [6].

Таблиця 1

Багаторічні показники паводків на лісових водозборах за різних погодних умов

Характеристики паводків	Опади, мм	Схиловий стік, мм	Коефіцієнт стоку
<i>Букові ліси (стаціонар «Свялява»)</i>			
Середні показники паводків у періоди без попереднього зволоження	48,3	2,24	0,05
– у т. ч. літній паводок 31.VII–5.VIII.1989 р. у меженний період	69,1	2,25	0,03
Середні показники паводків у періоди після попереднього зволоження	48,8	7,35	0,15
– у т. ч. весняний паводок 17–23.IV.1986 р. після сніготанення	73,3	27,3	0,37
<i>Ялинові ліси (стаціонар «Хрипелів»)</i>			
Середні показники паводків у періоди без попереднього зволоження	49,5	10,7	0,23
– у т. ч. паводок 11–24.VIII.1979 р. із добовим максимумом опадів 67 мм	158,1	45,1	0,29
Середні показники паводків у періоди після попереднього зволоження	63,8	23,9	0,37
– у т. ч. зливовий паводок 3–11.VI.1976 р. із добовим максимумом опадів 91 мм	105,9	72,1	0,66

З позицій виконання лісом захисної ролі суттєвий інтерес викликає питання водоаккумуляційної місткості системи «насадження-ґрунт». Що вона більша, то менша ймовірність інтенсифікації паводків та ерозійно-селевих явищ. Дослідження на стаціонарах свідчать, що потенційна водоаккумуляційна місткість цієї системи під час випадання дощів та сніготанення в ялинових лісах може становити 75–90 мм, а у букових – 140–160 мм. Вона, як правило, у 1,2–1,4 разу більша, ніж у сусідніх нелісових угідь. Однак у разі частого випадання опадів фактичний резерв водоаккумуляційної місткості лісу у 2–3 рази менший від його максимально можливих значень. Такі особливості водоутримання лісовими екосистемами мають суттєве значення для регулювання невеликих паводкоформувальних опадів (40–60 мм). У міру збільшення їх кількості водорегулювальна роль системи «насадження-ґрунт» ослаблюється і при сильних дощах величиною понад 120–150 мм майже не виявляється.

На формування поверхневих і підземних вод суттєво впливає геологічна будова, основу якої становить карпатський фліш, який є ритмічним чергуванням глинистих сланців, пісковиків і мергелів. Він не сприяє глибинній інфільтрації атмосферних опадів і акумуляції підземних вод на значних площах, а лише підсилює роль метеорологічних чинників у формуванні розгалуженої гідрографічної мережі поверхневого стоку води. Найбільше це поширене на схилах із наявністю у підґрунті водонепроникних глинистих сланців. Підземні води найчастіше поширені в алювіальних відкладах річкових долин і рідше – в елювіально-делювіальному шарі кори вивітрювання на глибинах від 1–2 до 10–15 м [10]. По суті, це ґрунтові води, часто представлені верховодкою, які виклинюються у вигляді джерел у руслах водотоків. Стабільна їх частка у живленні гірських рік становить лише 6–19 % [2]. Незначна акумуляція підземних вод зумовлює різке виснаження річкового стоку під час довготривалих сухих осінньо-зимових меженей. У цих умовах основна роль у примноженні ресурсів ґрунтових вод належить лісовому покриву.

Дослідження на стаціонарах «Свалява» і «Хрипелів» свідчать, що залежно від особливостей ґрунтів і геологічної будови відмінності у показниках стоку води на вкритих лісовою рослинністю водозборах букового поясу становлять 40–130 %, а ялинового – 10–50 % [8].

Гірський рельєф, змінюючи величину і розподіл атмосферних опадів, водночас є важливим чинником формування стоку води, передусім поверхневого, швидкості та часу його тривання. Що стрімкіші схили, то інтенсивніший стік. Крутизна схилів у регіоні мінлива. Для передгірних територій характерне домінування пологих схилів крутизною до 10°, у Зовнішніх, Полонинсько-Чорногірських Карпатах і Рахівсько-Чивчинському масиві схили переважно стрімкі (понад 20°), а на більшій частині Вододільно-Верховинських і Вулканічних Карпат – спадисті (11–20°) [9]. Загалом більшою крутизною характеризується південно-західний мегасхил і меншою – північно-східний (табл. 2).

Таблиця 2

Розподіл площі Карпат за стрімкістю схилів на висотах понад 400 м н. р. м., %			
Територія	До 10°	11–20°	Понад 20°
Південно-західний мегасхил	14,8	52,8	32,4
Північно-східний мегасхил	30,8	45,8	23,4
Для гірської системи	24,3	48,8	26,9

У міру збільшення крутизни схилів зменшується кількість усмоктаної ґрунтом вологи і зростає величина поверхневого стоку. Найбільше це притаманно спадистим та, особливо, стрімким схилам безлісних ділянок [12]. У лісі цей процес виражений значно слабше; основна частина дощової вологи тут поглинається ґрунтом. Загалом, лісовий покрив у декілька разів ослаблює негативну стокоформувальну роль гірського рельєфу. Це має неабияке гідрологічне значення, оскільки на стоконебезпечні спадисті та стрімкі схили в Карпатах припадає близько 75 % загальної площі. В цих умовах ліс виконує велику протиерозійну роль. Так, між площею еродованих земель і лісистістю існує тісний зворотній зв'язок (коефіцієнт кореляції -0,83) [4].

На гідрологічний режим впливають також площа та нахили гірських водозборів. Рельєф у різних за розміром басейнах неоднаковий. Як правило, із зменшенням площі водозборів зростає їхній середній нахил та, особливо, нахил їхніх водотоків. Кореляційний аналіз, проведений нами для 45 басейнів рік і потоків площею від 2 до 740 км² та нахилами водотоків у межах 3,3–209 %, виявив, що між цими двома параметрами існує тісний зворотній криволінійний зв'язок, емпірична формула якого має такий вигляд:

$$I = 276 / F^{0,581} \quad (\eta - 0,72 \pm 0,07), \quad (1)$$

де I – нахил головного водотоку водозбору, %; F – площа водозбору, км².

Із аналізу формули (1) випливає, що найбільшими показниками нахилів характеризуються водотоки басейнів площею менше ніж 100 км².

Зменшення площі водозборів при одночасному збільшенні нахилів їхніх водотоків призводить до посилення водовіддачі та збільшення швидкості стікання води під час злив і сніготанення навіть за високої лісистості (понад 60 %). Залежність модулів максимального стоку від площі водозборів зворотна (2):

$$M_s = 1452 / F^{0,207} \quad (\eta - 0,61 \pm 0,10), \quad (2)$$

де M_s – середні багаторічні модулі максимального стоку, л·с⁻¹ з км²; F – площа водозбору, км².

Згідно із формулою (2), при зменшенні площі водозборів від 700 до 100 км² модулі стоку зростають не дуже інтенсивно, зате при подальшому зменшенні (< 100 км²) – доволі різко. Суттєвому збільшенню максимального стоку на найменших водозборах сприяє не тільки їхня невелика площа із значними нахилами водотоків, але й те, що вона одночасно охоплюється атмосферними опадами [9].

На тлі складних природних умов Карпат ліс ослаблює роль клімато-метеорологічних і ґрунтово-літогенних чинників у формуванні водного режиму гірської території [6, 7]. Зокрема, він збільшує сумарне випаровування, зменшує запаси вологи у ґрунті та майже в

1,6 разу посилює зарегульованість річкового стоку. Гідрологічна роль лісу посилюється із збільшенням віку насаджень. Найбільш інтенсивно це виявляється у букових лісах і повільніше – в ялинових. Водночас за екстремальних метеоумов захисна роль лісу, незалежно від його віку, різко зменшується, у результаті чого інтенсифікуються паводки і ерозійно-селеві та зсувні процеси, що їх супроводжують.

Важливим чинником зміни гідрологічних умов є господарська діяльність. Дослідження на стаціонарах [8, 12] свідчать, що найбільш різко впливають на водний режим суцільні рубки, які здатні збільшувати схиловий стік паводків майже удвічі. Негативні гідрологічні наслідки поступових і вибіркового рубок менші у 2,5 і 10 разів відповідно.

В усіх лісорослинних умовах Карпат вкриті лісовою рослинністю землі та нелісові угіддя можна розглядати як дві діаметрально протилежні категорії земель за формуванням вологообміну. Зруби доцільно оцінювати як третю проміжну категорію між двома зазначеними. З одного боку, це зумовлюється відсутністю на зрубках деревостанів, унаслідок чого зменшується сумарне випаровування і зростає вологість ґрунту, як у польових угіддях, а з іншого, – ґрунти зрубів не стають польовими, а значною мірою зберігають свої фільтраційні властивості, які ближчі до ґрунтів насаджень, ніж до ґрунтів нелісових угідь [6].

Таким чином, за ступенем впливу на водний режим гірських лісів Карпат основні його чинники можна рангувати у такому порядку: атмосферні чинники (клімат, погодні умови) – чинники підстеляючої поверхні (ґрунти, геологічна будова, рельєф) – лісівничі (лісистість, таксаційні особливості насаджень) – лісогосподарська діяльність (способи і види рубок, лісовідновлення).

Загалом, абіотичні елементи чинників формування водного режиму Карпат – опади і температура повітря, потужність і щобенистість ґрунту, стрімкість схилів і русел водотоків та глибина залягання геологічного фундаменту – змінюються із висотою місцевості, внаслідок чого посилюється схиловий стік води і зменшується сумарне випаровування вологи. (Множинні коефіцієнти кореляції кількості опадів і стоку води із висотою місцевості становлять 0,66–0,98). Цим процесам протидіє лісистість території, яка також зростає з висотою (коефіцієнт кореляції сягає 0,70), що сприяє зменшенню стоку води та збільшенню випаровування.

Висновки. Формування гідрологічної ролі гірських лісів складне. Передусім вона залежить від атмосферних і літогенних чинників і меншою мірою – від біотичних особливостей лісового покриву і антропогенної діяльності. На неї впливають метеорологічні ситуації і просторова мінливість природних умов, зокрема висотна поясна комплексу фізико-географічних чинників. Тому при лісогосподарських дослідженнях першочерговим завданням є виявлення залежностей водного режиму від абіотичних чинників, а наступним – оцінювання впливу на нього лісу та лісогосподарських заходів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бефани Н. Ф. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих закономерностей / Н. Ф. Бефани. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 184 с.
2. Галущенко Н. Г. Водный баланс рек бассейна Днестра / Н. Г. Галущенко // Труды УкрНИИГМИ. – М. : Гидрометеиздат, 1977. – Вып. 153. – С. 125–139.
3. Голуб Е. В. О катастрофических осадках в Украинских Карпатах / Е. В. Голуб // Метеорология и гидрология. – 1971. – № 7. – С. 90–93.
4. Копій Л. І. Оптимізація лісистості західного регіону України : втореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво» / Л. І. Копій. – Львів, 2003. – 32 с.
5. Олійник В. С. Методичні особливості вивчення і оцінки гідрологічної ролі гірських лісів Карпат / В. С. Олійник // Науковий вісник НАУ : лісівництво. – К. : НАУ, 2000. – Вип. 25. – С. 159–166.
6. Олійник В. С. Процеси вологообміну системи «ґрунт-насадження» в різних висотних поясах Карпат / В. С. Олійник // Науковий вісник НАУ : лісівництво. – К. : НАУ, 2001. – Вип. 46. – С. 75–82.
7. Олійник В. С. Водорегулююча роль лісів Карпат під час катастрофічних паводків / В. С. Олійник // Науковий вісник : Лісівницькі дослідження в Україні. – Львів : УкрДЛТУ, 2002. – Вип. 12.4. – С. 48–52.

8. Олійник В. С. Основні результати 50-річних стаціонарних експериментальних лісогідрологічних досліджень у Карпатах / В. С. Олійник // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2010. – Вип. 8. – С. 38–45.
9. Перехрест С. М. Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними / С. М. Перехрест, С. Г. Кочубей, О. М. Печковська. – К.: Наук. думка, 1971. – 200 с.
10. Підземні води західних областей України / [ред. О. Д. Штогрин, К. С. Гавриленко]. – К. : Наук. думка, 1968. – 316 с.
11. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / [под ред. Л. И. Сакали]. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 366 с.
12. Чубатый О. В. Водоохранные леса Закарпатья / О. В. Чубатый, В. С. Олійник // Принципы выделения защитных лесных полос. – М. : Наука, 1977. – С. 42–51.

Olijnyk V. S.

MAIN FACTORS OF WATER REGIME FORMING IN THE CARPATHIAN MOUNTAINS

Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk

Influence of atmospheric and lithogenic factors on water regime of mountain forests is analyzed. It is shown that on the background of complex natural conditions hydrological role of mountain forests is not always clearly expressed and is significantly limited by weather and soil factors.

Key words: water regime, mountain forests, lithogenic factors, climatic factors, economic activity.

Олійник В. С.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ГОРНЫХ ЛЕСОВ КАРПАТ

Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника

Проанализировано влияние атмосферных и литогенных факторов на формирование водного режима горных лесов. Показано, что на фоне сложных естественных условий гидрологическая роль горных лесов не всегда четко выражена и значительно лимитируется погодными и почвенными факторами.

Ключевые слова: водный режим, горные леса, литогенные и климатические факторы, хозяйственная деятельность.

E-mail: lis@il.if.ua

Одержано редколегією 8.10.2012 р.