УДК 556.1:630*116

Олійник В.С.
Прикарпатський НУ ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ГІДРОЛОГІЧНОЇ РОЛІ ЛІСІВ КАРПАТ

Ключові слова: *гідрологічна роль лісу, водозбір, опади, паводки, річковий стік, лісистість, лісогосподарська діяльність*

Протягом 50-річних досліджень водного режиму лісів Карпат у науковій літературі нагромаджено відносно багатий фактичний матеріал, що характеризує їх гідрологічні і ґрунтозахисні властивості та зміни під впливом господарської діяльності. Проте його теоретичне узагальнення та практичне використання для оптимізації цих функцій лісу й вдосконалення ведення господарства значно ускладнюється, оскільки в одних випадках він отриманий в окремих типах лісу, насадженнях або зрубах [3, 5, 9], а інших – на водозборах різної площі із суттєвими відмінностями природних умов [2, 7, 10, 11]. Повнота вивчення лісу на складники водного балансу і стік води досліджуваних об'єктів неоднакова, іноді фрагментарна. Відсутність уніфікованих методів досліджень, підбору і опису об'єктів та критеріїв оцінки цієї ролі лісу, а також недостатня врахованість інших гідрологічних факторів зумовлює суперечливість отриманих різними авторами даних. Так, результати досліджень впливу лісистості водозборів на водні ресурси в одних випадках свідчить, що вона їх не змінює [11], а інших – суттєво збільшує [10]. Водночас спеціальні експерименти на малих водозборах показують, що загальний об'єм стоку води різко зростає і під впливом вирубок лісу [7, 10]. Найважливіша серед його гідрологічних функцій стокорегулювальна роль залишається недостатньо вивченою. При цьому в гідрологічній літературі вона, як правило, недооцінюється, а лісівничо-екологічній – якісно переоцінюється без достатньо кількісного висвітлення.

Слід зазначити, що крім суб'єктивних причин неоднозначних результатів досліджень, існують і об'єктивні. Вони викликані, як уже зазначалося, значною складністю і мінливістю формування водного режиму гірської території. Досить громіздкою є ієрархічна система формування водного режиму [8], яка включає п'ять категорій водозборів та найменшу територіальну одиницю – однорідні ділянки схилу, де стік води не завжди виклинюється на денну поверхню. Збільшення площ ієрархічних рівнів формування водного режиму, починаючи від однорідних ділянок і закінчуючи басейнами головних річок зумовлює суттєве ускладнення природних умов та структури лісів, у зв'язку з чим позитивна гідрологічна роль одних насаджень може значно нівелюватися недостатньою дією інших, негативним впливом зрубів і нелісових площ та затушовується комплексом абіотичних факторів. У загальнорегіональному плані це може навіть «маскувати» гідрологічну роль лісового покриву.

Для отримання об'єктивної інформації щодо гідрологічних властивостей лісу необхідне застосування комплексної методики їх вивчення, яка повинна містити уніфіковані методи досліджень для різних ієрархічних рівнів формування водного режиму, основні критерії оцінки стану їхнього лісового покриву та гідрологічних функцій, особливості підбору й опису репрезентативних дослідних об'єктів, врахування впливу на гідрологічний режим провідних абіотичних чинників та господарської діяльності. Вивчати водний баланс лісу на кожному із шести рівнів

надто складно, а тому виникає необхідність їх генералізації. Досвід досліджень у гірських системах Далекого Сходу [4], Українських Карпат [7, 8] та Північного Кавказу [1] свідчить, що для забезпечення репрезентативності гірських умов вивчення гідрологічної ролі лісу слід зосереджувати в основному на трьох природних рівнях, а саме: однорідних ділянках гірських схилів, елементарних водозборах гірських потоків та басейнах річок. Кожний із них характеризується певною специфікою природних умов, особливостями формування водного режиму, що визначає застосування відповідних методів досліджень та критеріїв оцінки стану лісових геосистем і їх гідрологічної ролі.

Зупинимося на аналізі цих аспектів для гірських умов Карпат із врахуванням просторової фізико-географічної і лісорослинної неоднорідності регіону, досвіду та результативності проведення тут лісогідрологічних досліджень [8, 10]. У таблиці наведено основні критерії оцінки стану лісового покриву та його гідрологічної ролі для названих трьох рівнів формування водного режиму гірської території.

Перший рівень являє собою однорідні ділянки площею від декількох до 10-30 гектарів із однаковими показниками крутизни й експозиції схилів, потужності і щебенистості ґрунту та таксаційних характеристик насаджень. Тут обліку піддаються практично всі компоненти лісу і їх зміни під впливом господарської діяльності. На них простежується перерозподіл опадів у системі «насадження – ґрунт», процеси нагромадження і танення снігу, промерзання і відтаювання ґрунту, динаміки його вологозапасів, а також вплив насаджень на такі гідрологічні ланки, як інтерцепція, транспірація, фізичне випаровування з поверхні підстилки і ґрунту.

Однорідні ділянки можуть служити основою для вивчення особливостей формування та поширення таких небезпечних явищ, як ерозія ґрунту, селі і зсуви, що, як відомо, в горах приурочені до конкретних ґрунтово-рельєфних умов. Окрім того, на ділянках, пройдених рубками, можна оцінити ступінь пошкодження лісової підстилки й ґрунту лісосічними роботами та обсяги лісоексплуатаційної ерозії. Визначення перелічених показників проводиться переважно загальноприйнятими інструментальними способами.

Основним недоліком досліджень на цьому рівні є відсутність даних про величину основного воднобалансового складнику – стоку води, який тут, як уже зазначалося, не завжди виклинюється на денну поверхню у зв’язку із незначною площею. Тому гідрологічні властивості насаджень залишаються недостатньо з’ясованими. Їх можна оцінювати опосередковано через показники сумарного випаровування (сума величин інтерцепції, транспірації і фізичного випаровування з поверхні ґрунту) та водомісткість системи «насадження – ґрунт» (вміст вологи, яку може акумулювати лісовий намет, підстилка і ґрунт у межах ризосфери). Останній показник у фаховій літературі [9] застосовується як основний критерій водорегулювальної ролі лісу та її змін під впливом рубання.

Основні методи досліджень – стаціонарні воднобалансові спостереження та маршрутні ґрунтово-гідрологічні обстеження. У якості першого методу використовується круглорічне або сезонне вивчення динаміки опадів, вологозапасів ґрунту, транспірації і фізичного випаровування вологи та інших ланок вологообміну на постійних площадках, що репрезантативно відображають об’єкти досліджень [5].

У доповнення до них можуть застосовуватися і спеціально обладнані стокові площадки, на яких обліковується поверхневий і, частково, внутрішньоґрунтовий стік води під час сніготанення і зливових дощів [3].

Таблиця. **Основні критерії оцінки стану лісового покриву та його гідрологічної ролі**

Рівень формування водного режиму	Мета досліджень	Характеристики природного стану і господарської діяльності			Основні критерії оцінки	
		кліматичні, рельєфні і ґрунтові	біолого-лісівничі і господарські	гідрологічні	стану лісового покриву	водного режиму
1	2	3	4	5	6	7
Нелісова однорідна ділянка схилу	Визначення водорегулювальної здатності ґрунту (контроль для лісових ділянок)	Мікроклімат; висота, експозиція і крутизна схилу, потужність, щебенистість і фізичні властивості ґрунту	Характер надґрунтового вкриття	Фізичне випаровування, вологозапаси ґрунту, снігозапаси, поверхневий стік	–	Водорегулювальна здатність ґрунту і фізичне випаровування
Лісопокрита однорідна ділянка схилу	Оцінка водорегулювальної ролі конкретних насаджень	Попередні характеристики, а також запаси підстилки	Тип лісу, таксаційні показники насаджень	Попередні характеристики, а також інтерцепція і транспірація насаджень	Вік, склад і повнота насаджень	Вологомісткість системи «насадження – ґрунт»
Однорідна ділянка лісового схилу, пройдена рубанням	Оцінка змін водорегулювальної і ґрунтозахисної ролей лісу під впливом рубань і трелювання	Попередні характеристики та зміни водно-фізичних властивостей ґрунту, його пошкодження і ерозія	Таксаційні показники деревостанів після несуцільних рубань; тип зрубу після суцільних	При несуцільних рубаннях аналогічні лісопокритим ділянкам; при суцільних – такі як на безлісних схилах	Склад і повнота деревостанів після несуцільних рубань, тип зрубу після суцільних	Попередні критерії, а також обсяги ерозії та пошкоджень ґрунту

Продовження табл.

Рівень формування водного режиму	Мета досліджень	Характеристики природного стану і господарської діяльності			Основні критерії оцінки	
		кліматичні, рельєфні і ґрунтові	біолого-лісівничі і господарські	гідрологічні	стану лісового покриву	водного режиму
1	2	3	4	5	6	7
Безлісний басейн гірського потоку	Оцінка гідрологічної ролі нелісових чинників (контроль для лісових об'єктів)	Клімат і метеоумови; площа, експозиція, крутизна схилів і водотоків. потужність і щебенистість ґрунту	Характеристика угідь	Всі складники водного балансу, їх динаміка по сезонах і роках, режим стоку води	-	Схиловий і ґрунтовий стік води та їх режим
Лісовий басейн гірського потоку без господарської діяльності	Комплексна оцінка гідрологічної ролі лісу	Аналогічні попереднім басейнам	Типи лісу, його вікова і породна структура, процент лісистості	Деталізовані попередні, що викликано наявністю лісового покриву	Групи віку лісу, процент загальної і ефективної лісистості	Аналогічні попереднім
Лісовий басейн гірського потоку із рубаннями	Вивчення змін гідрологічної ролі лісу під впливом рубань	Попередні характеристики, а також ступінь пошкодження ґрунту і обсяги ерозії	Попередні показники, а також площа та способи рубань	Аналогічні попереднім	Процент зрубів, лісистості, показники залишених насаджень	Аналогічні попереднім та показники мутності води
Басейн гірської річки	Оцінка водоохоронної і стокорегулювальної ролей лісу	Опади, площа, середня висота, мегасхил гірської системи, нахил водозбору і річки	Висотна поясність, структура угідь, процент лісистості	Загальна водність, схиловий і підземний складники стоку, його внутрішньорічний режим	Процент загальної і ефективної лісистості	Ґрунтовий стік води і внутрішньо річний режим річок

Маршрутні обстеження передбачають вивчення фізичних і інфільтраційних властивостей ґрунтів у насадженнях і зрубах, ступінь їх пошкодження під час лісоексплуатаційних робіт та наступний розвиток ерозійних процесів [8].

Другий ієрархічний рівень формування водного режиму – водозбори гірських потоків, які характеризуються певною мінливістю природних умов і структури лісового покриву. Для них властиві різні експозиції і стрімкість схилів, ґрунтові й мікрокліматичні відміни, а іноді й різний вік і склад насаджень, у зв'язку з чим зменшується можливість деталізації природного стану їх геосистем. Основні його характеристики зводяться до загальної експозиції і крутизни схилів, висотного розміщення і площі водозборів, величини атмосферного зволоження та домінантних типів лісу і проценту лісистості. Таксаційні показники деревостанів тут можуть інтегруватися у вікові групи чистих або мішаних насаджень. На цьому рівні є можливість оцінити головний воднобалансовий складник – величину стоку води, його динаміку і генезис. Відносно однорідними у фізико-географічному і лісівничому відношеннях є елементарні водозбори. Їх площі в Карпатах переважно коливаються від 4-5 до 100-120 га, а відносний діапазон висот нижнього і верхнього гіпсометричних рівнів складає 100-400 м. Вони репрезентативно представляють лісорослинні умови і водний режим окремих та споріднених типів лісу і деревостанів висотної смуги рослинності (наприклад, грабових бучин або буково-ялицевих раменей), а іноді навіть цілих висотних поясів (наприклад, ялицево-букових або чистих ялинових лісів).

У якості основного критерію гідрологічної ролі лісу для таких водозборів служать величини ґрунтового і схилового стоку води в загальному його об'ємі та їх співвідношення [1, 7, 10]. Доповнюючи дані про генезис і динаміку стоку води вивченням процесів вологообміну системи «насадження – ґрунт», на цьому рівні формування водного режиму можна виявити комплексну гідрологічну роль лісу різних висотних смуг і поясів та її зміни під впливом господарської діяльності. Оцінка останніх проводиться двома шляхами:

1) порівнянням стоку й інших складових водного балансу, що формуються на водозборах із значним контрастом лісистості, які розміщені по сусідству в однакових геоморфологічних і лісорослинних умовах [11];

2) постановкою довготривалого активного гідрологічного експерименту, суть якого зводиться до того, що спочатку протягом декількох років досліджується водний режим однорідних за ґрунтово-геоморфологічними умовами і лісівничо-таксаційними характеристиками насаджень елементарних водозборів (період калібрування), згодом його зміни під впливом проведення різних способів та обсягів рубань і наступного формування нового покоління лісу [7, 10]. На його основі можна визначити оптимальні в захисному відношенні вікові групи насаджень, процент лісистості, екологічно ефективні способи рубань та гранично допустиме зниження ними лісопокритої площі.

Слід відмітити, що стаціонарні дослідження на водозборах гірських потоків вимагають будівництва гідрологічних постів, належного їх оснащення приладами та довготривалих щоденних гідрометеорологічних спостережень. Тому при їх організації необхідний вдалий підбір об'єктів, які б репрезентативно представляли конкретні лісорослинні умови, а також чітко сформульована довготермінова програма досліджень та проведення експериментів.

Поєднання методичних принципів досліджень формування водного режиму на першому і другому їх рівнях дає можливість визначити водорегулювальну здатність різних насаджень під час екстремальних злив, які в Карпатах часто формують паводки, ерозію ґрунту, селі та зсуви. У цьому відношенні межу водорегулювання (MB) насаджень можна виразити через сумарний ефект максимального можливого

утримання атмосферних опадів лісовим наметом, підстилкою і ґрунтом, переведення їх надлишку в підземні води та формування в ґрунтово-підґрунтовій товщі уповільненого зарегульованого стоку за наступною формулою:

$$MB = E_{нам.} + (B_1 - B_o) + I + S_{зар.}, \quad (1)$$

де $E_{нам.}$ – затримання опадів лісовим наметом, мм; B_1 – повна вологоємність підстилки і ґрунту, мм; B_o – вологозапаси підстилки і ґрунту перед випаданням опадів, мм; I – фільтрація вологи під час опадів у підстеляючі породи, мм; $S_{зар.}$ – зарегульований лісом внутрішньоґрунтовий стік, що не виклинюється на денну поверхню, мм.

Оскільки під час зливових опадів генетично важко вичленити із загального стоку води його складник $S_{зар.}$ і не завжди відома величина B_o, межу водорегулювання можна визначити спрощеним шляхом через ув'язку появи шкідливих процесів із величиною атмосферних опадів. Для цього необхідні дані про хід зливових дощів і час формування в руслах і на гірських схилах негативних явищ, розміри встановлюються після закінчення стихії.

Третій ієрархічний рівень формування водного режиму – басейни річок. Для них характерне суттєве різноманіття природних умов: експозиції і крутизни схилів, діапазонів гіпсометричних рівнів, площ, геоморфологічної будови, ґрунтів, опадів, типів лісу, віку і складу насаджень, структури сільськогосподарських угідь та ряду інших. Тому при оцінці гідрологічної ролі лісу на цьому рівні слід передусім враховувати провідні фактори водного режиму гірської території: атмосферні опади, висотне розміщення, розмір площі і середні нахили водозборів та їх річок. Значне різноманіття лісового покриву зумовлює приймати в якості його інтегрального показнику процент лісистості.

На тлі просторової неоднорідності природних умов виявити вплив лісового покриву на складники сумарного випаровування, водоутримувальну місткість системи «насадження – ґрунт» і схиловий стік для цих басейнів досить проблемно. Однак тут чітко виражений вплив лісистості водозборів на зменшення максимального стоку води в паводки та збільшення меженного стоку в сухі сезони року, а також зростання річного об'єму глибинного ґрунтового живлення річок [7]. Показник збільшення останнього виду стоку вважається основним критерієм гідрологічної ролі лісу для річкових басейнів [1, 6]. Отже, на цьому рівні можна кількісно оцінити стокорегулювальну і водоохоронну (в значенні примноження підземних ресурсів вод) роль лісового покриву. У системі заходів по оптимізації водного режиму гірських лісів басейнам річок повинно відводитися першочергове значення як об'єктам збереження і підвищення лісистості.

Для вияснення стокорегулювального і водоохоронного впливу лісу на цьому рівні найбільш придатні багаторічні характеристики водності і режиму річок – приток першого і другого порядків головних водних артерій регіону. Площа їх басейнів коливається переважно в межах 30-250 км^2 і, як правило, розміщена в межах однієї лісової формації. Характеристики лісового покриву і процент лісистості таких басейнів визначаються за лісовпорядними матеріалами, а показники стоку їх річок та атмосферних опадів – за даними гідрометеослужби.

Аналіз залежності стоку води від проценту лісистості водозборів проводиться на основі порівняння показників стоку річок басейнів-аналогів, тобто водозборів, що розміщені в безпосередньому сусідстві один з одним у подібних ґрунтово-кліматичних, лісорослинних і геоморфологічних умовах із однаковими величинами опадів і площ, нахилами річок, але з різним процентом лісистості. Досить результативним є кореляційний метод аналізу, з допомогою якого для великої

сукупності водозборів, розміщених у межах гірського мегасхилу або фізико-географічної області, визначається тіснота зв'язків та емпіричні залежності між опадами, висотою, площею, лісистістю, нахилом водозборів та гідрологічними показниками їх річок [8].

Із наведеного випливає, що проведення досліджень гідрологічної ролі лісу на трьох ієрархічних рівнях формування водного режиму може забезпечити:

1) з'ясування механізму регулювання лісом вологи залежно від кліматичних, метеорологічних, ґрунтово-геоморфологічних і лісорослинних умов, а також віку, складу й інших таксаційних показників насаджень, проценту лісистості водозборів та лісогосподарської діяльності;

2) кількісну оцінку багатогранних захисних функцій лісу: водорегулювальних, ґрунтозахисних, стокорегулювальних і водоохоронних, їх зміни під впливом лісокористування і лісовідновлення;

3) опрацювання екологічно виважених, найбільш придатних для гірських умов способів і режимів ведення господарства, починаючи від таксаційних виділів і закінчуючи екосистемами басейнів річок;

4) визначення критичної та оптимальної лісистості для різних водозборів;

5) моделювання і прогнозування гідрологічних процесів та їх змін у зв'язку із господарською діяльністю.

Список літератури

1. *Битюков Н.А.* Гидрологическая роль горных лесов Северо-Западного Кавказа: автореф. дис. д-ра биолог. наук: 03.00.16 / Ин-т лесоведения. – М.: 1996. – 53 с. **2.** *Горшенин Н.М.* Влияние сплошных рубок леса на режим речного стока в горных условиях Карпат / Н.М. Горшенин // Вестник сельськохозяйственной науки. – 1959. – № 11. – С. 90-97. **3.** *Дьяков В.Н.* Влияние состава насаждений на водный режим горных почв Карпат / В.Н. Дьяков //Лесоведение. – 1976. – № 1. – С. 11-17. **4.** *Ефремов Д.Ф.* Итоги и задачи лесогидрологических исследований на Дальнем Востоке / Д.Ф. Ефремов, В.И. Таранков // Всесоюзное совещание по водоохранно-защитной роли горных лесов: Тезисы докл. – Красноярск, 1975. – Ч. I. – С. 22-25. **5.** *Киселевский-Бабинин Р.Г.* Гидрологические особенности бурых лесных почв под насаждениями разного возраста в зоне дубово-буковых лесов Карпат/ Р.Г. Киселевский-Бабинин //Лесоводство и агролесомелиорация. – К.: Урожай, 1965. – Вып. 3. – С. 151-160. **6.** *Михович А.И.* Методика количественной оценки водорегулирующей роли леса/ А.И. Михович. – К.: Урожай, 1969. – 24 с. **7.** *Олийник В.С.* Водоохранная и водорегулирующая роль горных лесов Карпат / В.С. Олийник // Гидрологическая роль лесных геосистем. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – С. 73-79. **8.** *Олійник В.С.* Гідрологічна роль лісів Українських Карпат / В.С. Олійник. – Івано-Франківськ: НАІР, 2013. – 232 с. **9.** *Поляков А.Ф.* Водорегулирующая роль горных лесов Карпат и Крыма и пути оптимизации при антропогенном воздействии / А.Ф. Поляков. – Симферополь, 2003. – 220 с. **10.** *Чубатий О.В.* Гірські ліси – регулятори водного режиму / О.В.Чубатий. – Ужгород: Карпати, 1984. – 104 с. **11.** *Шпак И.С.* Влияние леса на водный баланс водосборов / И.С. Шпак. – К.: Наукова думка, 1968. – 284 с.

Критерії оцінки гідрологічної ролі лісів Карпат

Олійник В.С.

Охарактеризовано фізико-географічні умови трьох рівнів формування водного режиму в гірських лісах – однорідних ділянках схилів, водозборів потоків і басейнів річок. Розглянуто методичні особливості проведення на них воднобалансових досліджень. Визначено критерії оцінки гідрологічних функцій лісу і його змін під впливом господарської діяльності.

Ключові слова: *гідрологічна роль лісу, водозбір, опади, паводки, річковий стік, лісистість, лісогосподарська діяльність*

Критерии оценки гидрологической роли лесов Карпат
Олийник В.С.
Охарактеризованы физико-географические условия трех уровней формирования водного режима в горных лесах – однородных участков склонов, водосборов ручьев и бассейнов рек. Рассмотрены методические особенности проведения на них воднобалансовых исследований. Определены критерии оценки гидрологических функций леса и его изменения под влиянием хозяйственной деятельности.
Ключевые слова: *гидрологическая роль леса, водосбор, осадки, паводки, речной сток, лесистость, лесохозяйственная деятельность*

Criteria for the hydrological role of forests evaluating in the Carpathians
Olijnyk V.S.
The characteristic of physico-geographic conditions for the water regime formation on three levels (homogeneous slopes, streams and watershed basins) in the mountain forests are presented. Methodical specialties for the water-balance research are noted. The criteria of the forest hydrological functions evaluation and its changes under the influence of a human activity are defined.
Keywords: *hydrological role of forests, watershed, precipitation, floods, river runoff, forest cover, forestry activities*

Надійшла до редколегії 08.10.2014

УДК 556.06+551.5

Бойко В.М.[1], Петренко Л.В.[1], Щербак А.В.[2]
[1]Український гідрометеорологічний центр Державної служби України з надзвичайних ситуацій, м. Київ
[2] Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Присвячується світлій пам'яті відомого гідролога
Анатолія Васильовича Щербака

КОРОТКОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЬОДОВОГО РЕЖИМУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ УКРАЇНИ ЗА ФІЗИКО-СТАТИСТИЧНОЮ МОДЕЛЛЮ ICE_1_5

Ключові слова: *льодовий режим, короткостроковий прогноз, фізико-статистичний метод, прогностична система*

Актуальність питання. Успішне функціонування багатьох галузей економіки, залежних від водного фактору, значною мірою визначається рівнем їх інформованості щодо фактичних і очікуваних характеристик гідрологічного режиму водних об'єктів як у довгостроковій, так і короткостроковій перспективі. Серед усього обсягу оперативних гідрологічних прогнозів, які складаються і надаються споживачам, особливе місце займають прогнози строків настання фаз льодового режиму, насамперед тому, що методологія їх підготовки тісно пов'язана з аналізом синоптичних процесів над значними територіями і метеорологічними прогнозами параметрів погоди (температури повітря, швидкості вітру, хмарності).

Прогнози характеристик льодового режиму необхідні при плануванні режимів роботи і експлуатації водогосподарських комплексів, гідроенергетичних систем, гідротехнічних споруд, об'єктів комунального господарства, при будівництві доріг, мостових переходів тощо. Одним із головних споживачів таких прогнозів є також річковий транспорт та організації, що планують строки навігації та забезпечують її проведення [1].