

Changes in forest ecosystems of the northern megaslope of the Carpathians under the influence of transformation processes

Impact of transformation processes on current state of forest ecosystems have been researched within model zones of forest areas of northern megaslope of Carpathians. Changes on forests resulting from natural and anthropogenic factors are analyzed. Impact of forest economy activities on age and spatial structure of fir-beech, spruce-beech, fir-spruce-beech and spruce-beech-fir forests and productivity of their native and derivative forest stands are reflected. The structure of those forests, specifics of their natural recovery and processes of re-afforestation of cropland and hays dropped out of economic use are characterized.

Keywords: forests, transformation processes in forests, forest economy activities, forestry taxation structure of forests, recovery of forests.

UDK 630*116.25

*Aspir. H.I. Kozii, doц. I.Є. Кульчицький-Жигайло,
канд. с.-г. наук – НЛТУ України*

ФОРМУВАННЯ СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ З МАЛОГО КАРПАТСЬКОГО ВОДОЗБОРУ ТА ЙОГО РІЗНОЗАЛІСНЕНИХ ЧАСТИН

У зоні буково-ялицевих лісів Українських Карпат вивчався процес формування дощового стоку з малого гірського водозбору площею 29,47 га та з розташованих на ньому елементарних водозборів, які відрізнялися характеристиками лісів. При опадах до 17 мм різниця між максимальними модулями стоку з елементарного водозбору, який на 95% вкритий високоповнотними насадженнями, та водозбором, де таких насаджень нема зовсім, а 27% займають непокриті лісом площі, становить 0,11 л/(с*га). Для цих же опадів існує різниця між формуванням тимчасового стоку з покритого високоповнотними лісами елементарного водозбору та елементарними водозборами, де такі насадження займають не більше 40% площі.

Ключові слова: дощовий стік, дощові паводки, водозбір, насадження.

Генезис впливу лісу на схиловий стік у гірських умовах експериментально можна визначати лише на малих водозборах площею до кількох десятків гектарів [1, 2, 3]. При вивченні стокорегулювальної функції лісів на басейнах гірських річок користуються переважно матеріалами постійних водомірних постів державної гідрометслужби [8, 4]. Лісогідрологічні дослідження на малих водозборах потрібні як для оцінки формування паводків і селевих потоків з такого водозбору, так і для моделювання загального стоку з річкового басейну.

Зменшення в лісах величини схилового паводкового стоку відбувається власне на заліснених гірських схилах, а вплив лісу на русловий стік навіть первинних тимчасових водостоків на порядок менший. Тому актуальним питанням лісової гідрології є вивчення процесів переходу схилового стоку у русловий шляхом викинування у тимчасові водостоки.

Об'єкти і методика. Дослідження проводилися на експериментальному водозборі, що розташований у верхів'ї басейну річки Тисмениця. У межах водозбору розташовані ліси 15 кварталу Бориславського лісництва ДП Дрогобицьке ЛГ та м. Борислава. На водозборі виділено 6 елементарних водозборів з різною характеристикою лісів на них і прируслові ділянки, стік з яких відбувається безпосе-

редньо у головне русло. Два елементарні водозбори мають постійний стік, а чотири – тимчасовий (рис. 1).

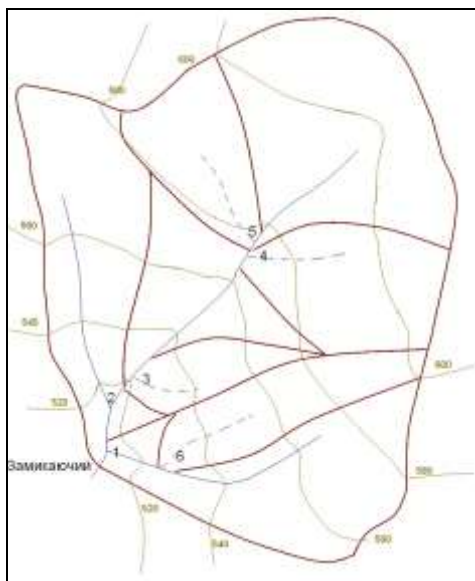


Рис. 1. Схема розташування дослідних водозборів

Всі дослідні елементарні водозбори мають невелику площу (до 8,5 га) та ухил схилів від 278‰ (табл. 1). Різняться водозбори відсотком лісистості, та характеристиками самих лісів.

Табл. 1. Характеристики дослідних водозборів

Водозбір	Водостік	Площа, га	Довжина русла, м	Ухил русла, ‰	Ухил схилів ‰	Лісистість, %	Частка лісів з повнотою > 0,5, %
1	Постійний	8,5	343	174	287	100	95
2	Постійний	5,1	385	117	306	73	0
3	Тимчасовий	1,0	96	219	364	100	36
4	Тимчасовий	3,2	143	107	325	43	30
5	Тимчасовий	2,1	159	82	384	11	11
6	Тимчасовий	2,53	171	118	325	100	100
Замикаючий	Постійний	29,47	533	160	344	71	49

Впродовж останніх 10-ти років на водозборі ведуться рубки головного користування та рубки, пов'язані з веденням лісового господарства. Іноді створені на вирубках лісові культури вчасно не переводяться у лісовкрити площу і заростають малоцінними породами, є на водозборі також нелісові площі. Значну частку займають розладнані насадження з повнотою 0,3 – 0,45, гідрологічний вплив яких у кількісному вираженні мало відрізняється від невикритих лісом територій [6]. Матеріали таблиці 2 характеризують ліси на дослідних водозборах. У ній наведено відсотки від загальної площі кожного водозбору, зайняті насадженнями виділів 15 кварталу Бориславського лісництва та м. Борислава (інші користувачі).

Перший та другий елементарні водозбори значно відрізняються характеристиками деревостанів і порівняння стоку з них дає змогу оцінити стокорегулювальний вплив лісів. Тимчасовий водостік залісненого 6 водозбору служить для порівняння з таким же тимчасовим стоком з 3, 4 та 5 водозборів. Дослідні створи водозборів обладнані водозливами з тонкою стінкою. На елементарних водозбо-

рах встановлено радіальні водозливи з радіусом 45 см, а у замикаючому створі – комбінований (трикутний водозлив з кутом 90° , який для замірювання великих витрат переходить у прямокутний) (рис. 2, 3). Рівень води у замикаючому створі вимірювався за допомогою самописця рівнів води ISCO 3220 [5], у створах елементарних водозборів – візуально з різною періодичністю (для дощових періодів щоденно). Для фіксації найбільшого між спостереженнями рівня на елементарних водозборах встановлено максимальні рейки з крейдовим розчином [7].

Табл. 2. Частки площі водозборів, зайнятих відповідними насадженнями, %

№ виділу	Характеристика насадження	Водозбори						
		Зам.	1	2	3	4	5	6
3	100с Вік 35 р., P=0,4	2,1	–	12,3	–	–	–	–
4	Пустир	2,7	–	5,8	–	–	23,5	–
5	6Мд3Бк1Ял Вік 59 р., P= 0,7	6,4	–	0,0	–	–	0,0	–
7	Нез. к-ри 9Ял1Бк Вік 9 р.	3,7	–	21,4	–	–	0,0	–
10	8Бк1Ял1Яв Вік 41 р., P=0,45	11,9	–	60,4	–	–	0,0	–
11	Нез. к-ри 9Ял1Яв Вік 8 р. Густий самосів берези h=2 м	9,5	–	–	–	–	37,6	–
12	7Ял3Бк Вік 51 р., P=0,7	2,0	–	–	–	–	0,0	–
13	Нез к-ри вік 8Яц2Бк Вік 2 р.	7,1	–	–	–	53,8	0,0	–
14	6 Бк4Ял Вік 45 р., P=0,3	4,8	–	–	28,6	12,7	0,0	–
18	Біополяна	0,3	–	–	–	–	–	–
19	6Ял4Бк Вік 80 р., P=0,4	3,1	4,7	–	35,7	–	0,0	–
20	8С2Ял Вік 58 р., P=0,8	20,4	64,7	–	35,7	–	0,0	90,9
25	Пустир	1,4	–	–	–	–	0,0	0,0
36	Пустир	2,0	–	–	–	–	28,2	0,0
38	Пустир	0,3	–	–	–	–	0,0	0,0
Інші	6Ял3Бк1Яв Вік 70 р., P=0,8	19,8	30,6	–	–	30,4	10,8	9,1
Інші	Пустир	2,4	–	–	–	3,2	0,0	0,0
Всього		100	100	100	100	100	100	100



Рис. 2. Водозлив у замикаючому створі



Рис. 3. Радіальний водозлив

Перед кожним водозливом є невеликий верхній б'єф. На постійних водостоків він постійно заповнений, а на тимчасових для його заповнення потрібна певна кількість першої порції стоку. Іноді за паводок об'єм стоку з елементарних водозборів 3 – 6 був дуже малий і вода не переливалася через водозлив, або текла

прилиплюю струминою, що не дозволяло розрахувати витрату води. Проте і у цьому випадку на максимальних рейках фіксувався факт тимчасового стоку, про що робився запис «зафіксовано стік» (ЗС).

Хід опадів вимірювався півніографом. Гідрографи паводків розчленовувалися на схиловий і базисний стік за допомогою програми «HYDRO».

Результати і обговорення. До аналізу задіяно 37 одноразових дощів, що випадали з квітня по листопад 2012 року. В окремих випадках між дощами рівень води зменшувався мало і був значно вищим меженних значень. Тоді опади додавалися як паводкоформування кумулята для одного паводку (рис. 4).

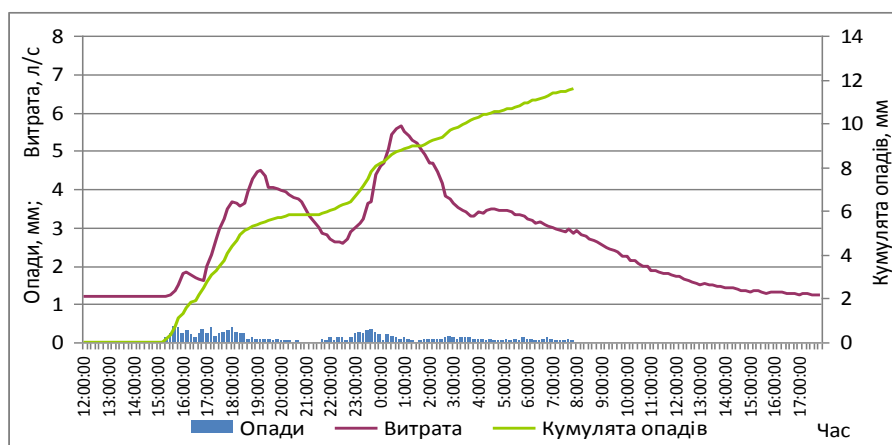


Рис. 4. Паводок 2-3.06.12 р.

У роботі термін «паводок» вживається для означення навіть невеликих збільшень витрати води з водозбору. Не всі зафіксовані дощі викликали відчутне зростання стоку у замикаючому створі, після невеликих та малої інтенсивності опадів зростання витрати води не перевищувало 0,1 л/с. З 15 таких дощів величиною від 0,28 до 1,8 мм 7 дощів (47%) випадали одноразово без перерви тривалістю до 100 хвилин, а решта – кількома хвилями тривалістю від 130 до 230 хвилин.

З 153 десятихвилинних періодів для цих дощів одноразово зафіксована інтенсивність дощу 0,056 мм/хв., у 14 випадках (9,2%) інтенсивність дощу становила 0,03 – 0,04 мм/хв., у 40 (26,1%) випадках 0,01 – 0,02 мм/хв., для решти десятихвилинних періодів інтенсивність дощу не перевищувала 0,01 мм/хв. При менших початкових витратах води у створі, характерних для низьких меженних періодів, потрібно було більше опадів, щоб збільшити русловий стік. До аналізу включено 22 паводки, при яких самописцем було зафіксовано зростання витрати води більш, ніж на 0,7 л/с.. Їх характеристики наведені у табл. 3.

Частка схилового у загальному стоці та коефіцієнт схилового стоку є показниками характеру стікання паводкових вод. Найбільші їх значення зафіксовано для паводків, спричинених опадами ≥ 50 мм. Більшість опадів до 8 мм не спричинили відчутного збільшення схилового стоку. На гідрографах паводків, у залежності від тривалості та характеру випадання дощів, спостерігається один чи більше виражених паводкових піків. Для багатопікових паводків характерні менші значення максимальних витрат та частки схилового у загальному стоці. Під час кожного паводку були зафіксовані максимальні витрати у постійних водостоках першого та другого елементарних водозборів, стік у тимчасових водостоках відбувався лише у частини паводків. Характер стікання води з водозборів при різно-

му їх вологонасиченні має свої особливості. Серед 22 паводків, що аналізуються, є шість, які спричинені дощами від 39 мм та більшими. Тому порівняння стоку з першого та другого водозборів здійснено окремо для дощів величиною від 2,9 мм (більших за величину промочування намету) до 17 мм і дощів ≥ 39 мм. Паводків, сформованих дощами величиною від 17 до 39 мм не зафіксовано.

Табл. 3. Характеристики дощових паводків з експериментального водозбору у замикаючому створі.

№ з/п	Дата паводку, дд.мм	Опади, мм	Q макс, л/с	V заг, м ³	V схил, м ³	H сх, мм	K сх	V схил / V заг
1	7-11. 05	56,90	14,930	2769,03	2128,46	7,222	0,127	0,769
2	26-28. 05	44,66	9,010	1371,23	961,70	3,26	0,073	0,701
3	01. 06	7,76	3,890	61,96	28,73	0,098	0,013	0,464
4	02-03. 06	11,56	5,630	268,33	152,42	0,517	0,045	0,568
5	03-08. 06	52,58	16,550	2818,16	2184,61	7,413	0,141	0,775
6	09. 06	10,01	6,850	88,98	51,89	0,176	0,018	0,583
7	10. 06	16,90	7,010	297,77	187,76	0,637	0,038	0,631
8	11. 06	5,34	4,290	76,34	40,86	0,139	0,026	0,535
9	13. 06	13,79	8,750	535,57	351,30	1,192	0,086	0,656
10	19-20. 07	16,40	8,800	98,45	54,89	0,186	0,011	0,558
11	21-25. 07	39,22	9,740	889,22	510,08	1,731	0,044	0,574
12	25-26. 07	8,76	3,410	25,85	10,01	0,034	0,004	0,387
13	29. 07	2,46	1,540	5,83	0,75	0,003	0,001	0,129
14	30. 07	13,02	6,140	21,15	14,79	0,050	0,004	0,699
15	31. 07	3,44	1,360	21,21	2,95	0,010	0,003	0,139
16	05-06. 08	15,30	10,800	132,12	72,72	0,247	0,016	0,550
17	12-22. 08	53,04	16,670	2842,01	2307,96	7,832	0,148	0,812
18	27-28. 08	10,48	5,980	137,40	77,46	0,263	0,025	0,564
19	19-21. 09	49,38	19,660	1632,96	1281,48	4,348	0,088	0,785
20	28-29. 09	3,45	2,400	30,01	11,14	0,038	0,011	0,371
21	05. 10	2,86	0,900	8,28	2,58	0,009	0,003	0,312
22	04-10. 11	15,49	5,590	506,04	344,76	1,170	0,076	0,681

Максимальні за паводок модулі стоку з другого водозбору завжди були вищі, ніж з першого, змінювалася лише величина різниці. Їх зв'язок з опадами апроксимується лінійними рівняннями з $r = 0,73$ для першого і $r = 0,85$ для другого водозбору. На рис. 5 зображено межі зон регресії на рівні ймовірності 80%, які незначно перетинаються. З такою ймовірністю можна стверджувати про наявність у цьому діапазоні опадів різниці у 0,11 л/(с*га) між стоком з цих водозборів.

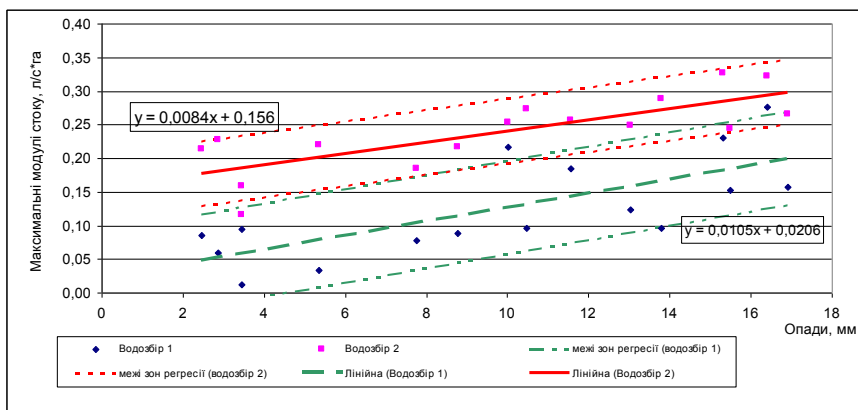


Рис. 5. Максимальний стік з 1-го та 2-го водозборів при опадах до 18 мм

Для водозбору № 1 двічі зафіксовано факт перевищення верхньої межі зони регресії показника максимального модуля стоку. В обох випадках максимальний стік був спричинений зливовими дощами з інтенсивністю 0,09 та 0,11 мм/хв.

Для великих дощів достовірної різниці не встановлено (рис. 6) навіть на нижчих рівнях ймовірності, нижчі тут і показники зв'язку стоку з опадами (з $r = 0,68$ для першого і $r = 0,6$ для другого водозбору).

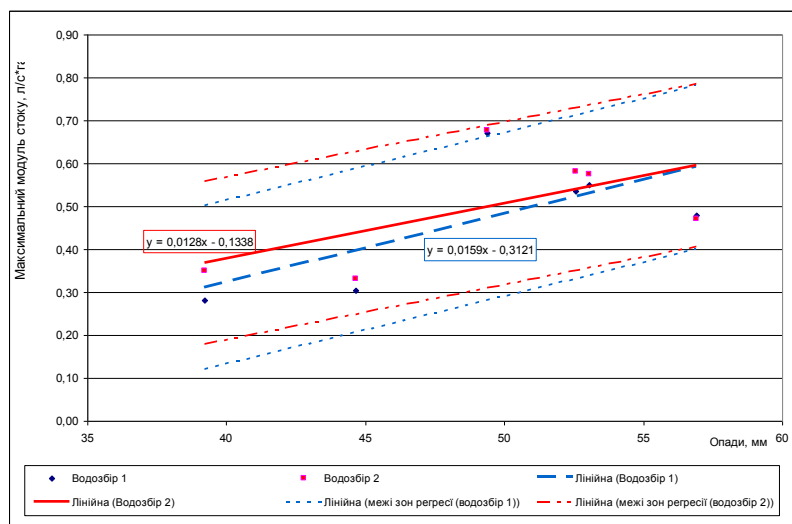


Рис. 6. Максимальний стік з 1-го та 2-го водозборів при опадах від 39 до 57 мм

Появу тимчасового стоку у руслах елементарних водозборів відзначено у 13 з 22 паводків. Їх аналіз показав, що окремі випадки тимчасового стоку фіксувалися при дощах, більших за 11 мм. Тимчасовий стік може бути спричинений як інтенсивними невеликими дощами, так і тривалішими опадами більшої величини. У табл. 4 наведені максимальні модулі стоку g_{max} з усіх водозборів.

Табл. 4 . Характеристики максимального стоку в руслах елементарних водозборів під час окремих паводків

№	Дата паводку, дд. мм	Паводко-формульовальні опади, мм	Максимальний модуль стоку з водозбору, л/(с*га)						
			Замикаючий	1	2	3	4	5	6
1	02-03. 06	11,56	0,19	0,19	0,26	3С	3С	3С	-
2	30. 07	13,02	0,21	0,12	0,25	-	3С	-	-
3	13. 06	13,79	0,30	0,10	0,29	0,33	0,38	0,40	-
4	05-06. 08	15,3	0,37	0,23	0,33	0,39	0,47	0,44	0,27
5	04-10. 11	15,49	0,19	0,15	0,24	0,30	0,28	0,25	3С
6	19-20. 07	16,4	0,30	0,28	0,36	0,32	0,39	0,38	0,21
7	10. 06	16,9	0,24	0,16	0,27	3С	0,29	0,28	3С
8	21-25. 07	39,22	0,33	0,30	0,35	0,28	0,36	0,34	0,27
9	26-28. 05	44,66	0,31	0,31	0,33	0,34	0,37	0,37	0,31
10	19-21. 09	49,38	0,67	0,67	0,68	0,81	0,76	0,72	0,65
11	03-08. 06	52,58	0,56	0,54	0,58	0,60	0,72	0,61	0,58
12	12-22. 08	53,04	0,57	0,55	0,58	0,61	0,73	0,69	0,55
13	7-11. 05	56,9	0,51	0,48	0,54	0,55	0,65	0,61	0,52

З шостого водозбору опади до 14 мм не спричиняли стоку, при зростанні опадів до 17 мм тут двічі зафіксовано зародження стоку без переливу через водозлив і двічі стік при g_{max} 0,21 та 0,27 л/(с*га) (під час дощів інтенсивністю більшою

0,11 мм/хв.). При малих опадах для паводків 1 – 7 спостерігається значна різниця між стоком з 6 та 3, 4 і 5 елементарних водозборів. Під час паводків, спричинених опадами, більшими за 40 мм, різниця зберігається, але є меншою.

Висновки. При опадах до 57 мм максимальні модулі стоку з водозбору площею 29,5 га, де ділянки неокриті лісом та окриті насадженнями повнотою $P < 0,5$ займають 51% території, не перевищували 0,67 л/(с*га). Для опадів до 17 мм на 80% рівні ймовірності встановлено різницю між максимальними модулями стоку з елементарного водозбору, який на 95% окритий високоповнотними насадженнями, та водозбором, на якому таких насаджень нема зовсім, а 27% займають неокриті лісом площі. При цих же опадах існує різниця між формуванням тимчасового стоку з окритого високоповнотними лісами елементарного водозбору та елементарними водозборами, де насадження з $P > 0,5$ займають не більше 40% площі.

Література

1. **Chang M.** Forest hydrology. An introduction to Water and Forests. Sec. Ed. / M. Chang. – Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis Group, 2006. – 474 p.
2. **Yao Y.** Effect of forest recovery on summer streamflow in small forested watersheds, Northeastern China / Y. Yao, T.Cai, X. Wei and other // Hydrological Processes. – 2012. – Volume 26, issue 8. – P. 1208-1214.
3. **Калуцький І.Ф. Олійник В. С. .** Стихійні явища в гірсько-лісових умовах Українських Карпат (вітровали, паводки, ерозія ґрунту). Монографія. – Львів: Камула, 2007. – 240 с.
4. **Кульчицький-Жигайло І.Е.** Методика определения максимально допустимого снижения лесистости водосборов при рубках в горных лесах Карпат / И. Е. Кульчицкий-Жигайло // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1987. – Вып. 75. – С. 19-22.
5. **Кульчицький-Жигайло І.** Досвід використання методів експериментального визначення руслового стоку води під час лісогідрологічних досліджень у гірських умовах / І. Кульчицький-Жигайло, Н. Козій // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України.. – 2012. – Вип. 22.14. – С. 50-59.
6. **Молчанов А.А.** Гидрологическая роль леса. – М.: Из-во АН СССР, 1960. – 487 с.
7. **Наставление гидрометеорологическим станциям и постам.** Гидрологические наблюдения и работы на малых реках. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1972. – Вып. 6, ч. II. – 266 с.
8. **Чубатий О. В.** Гірські ліси – регулятори водного режиму / О. В. Чубатий. – Ужгород: Карпати, 1984. – 104 с.

УДК 630*116.25

*Post-graduate N.I. Koziy, assoc. prof.
I.Ye. Kulchytskyy-Zhyhaylo – UNFU*

Forming of rain floods flow from the small Carpathian catchment and its parts with different percentage of forest cover

Forming of rainfall runoff from a small mountain catchment with area of 29.47 hectares and from located on it elementary catchments with different characteristics of forests in the beech-fir forests area in Ukrainian Carpathians was studied. During rainfall up 17 mm the difference between the maximum flow modules from elementary catchment (which is 95% covered by high completeness plantings) and catchment where these plantations are not at all (while 27% are non forest area) is 0.11 l/(s *ha). For these precipitation there is a difference between the formation of temporary runoff from elementary catchment with high completeness forests cover and elementary catchments where these plantations occupy no more than 40% of the area.

Keywords: rain runoff, flooding rain, columbine, stands.