

4. Малиновський К.А. Трансформація речовин і енергії// Біологічна продуктивність лучних біогеоценозів субальпійського поясу Карпат. – Київ: Наукова думка, 1974. – С. 219-232.

5. Чернобай Ю.Н. Энергетика подстилок и почв лесных биогеоценозов Карпат// Закономности развития органического мира и научные основы его использования. – Минск: Наука и техника, 1978. – С. 185-186.

6. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 221 с.

УДК 630\*116 Ст. наук. співроб. В.С. Олійник, канд. с.-г. наук – УкрНДІгірліс

## ВОДОРЕГУЛЮЮЧА РОЛЬ ЛІСІВ КАРПАТ ПІД ЧАС КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ

Дано оцінку водорегулюючої здатності букових і ялинових лісів. Проаналізовано особливості формування катастрофічних паводків в гірсько-лісових умовах.

**Ключові слова:** лісистість, деревостани, вирубки, водозбір, опади, паводки, ґрунт.

V.S. Olijnyk

### Water regulating role of the Carpathian forest during flood catastrofes

Water regulating capacity of beech and forests has been evaluated. Peculiarities of flood formation in mountain forests have been analyzed.

**Key words:** forest percentage, stand, felling area, catchments basin, precipitation, flood, soil.

Одним із найбільших природних лих для регіону Карпат є інтенсивна паводкова діяльність, яка час від часу набуває катастрофічного характеру. Водна стихія завдає суттєвих збитків різним галузям господарства. Під час таких паводків затоплюються населені пункти, замулюються сільськогосподарські угіддя, нищаться шляхи сполучення, лінії зв'язку, є людські жертви. Надзвичайно руйнівними були повені на Закарпатті в листопаді 1998 і березні 2001 рр. Тому відомий теоретичний і практичний інтерес викликає питання ролі лісу в запобіганні стихії. Літературні дані в цьому відношенні неоднозначні. Так, гідрологічні публікації [2,4] свідчать, що руйнівні паводки притаманні режиму річкового стоку і формуються під впливом гідрометеорологічної ситуації, яка підсилюється гірським рельєфом. На думку екологів [1,3], катастрофічність паводків зумовлюється нерациональною господарською діяльністю, передусім змінами в рослинному покриві та рубанням лісу. Для з'ясування цього питання нами проаналізовано показники водоутримуючої і паводкорегулюючої ролі ялинових і букових лісів та їх вирубок, процент лісистості і структуру лісового покриву річкових басейнів, а також гідрометеорологічні характеристики найбільших паводків останніх десятиліть, які формувались в басейнах рр. Дністер і Прут (червень 1969 р.) та р. Тиси (листопад 1998 і березень 2001 рр.). Гідрологічні показники лісу і вирубок отримані під час експериментальних досліджень на стаціонарах УкрНДІгірліс "Хрипелів" і "Свалява" за методикою, наведеною в роботі [5], характе-

ристики лісових угідь річкових басейнів визначались за лісовпорядними матеріалами, а паводкового стоку – за даними гідрометеослужби та публікації [4].

Насамперед зазначимо деякі особливості виникнення катастрофічних паводків в гірсько-лісових умовах. Аналіз їх хронології [4, 8] в ув'язці із господарським освоєнням лісових екосистем [6] показує, що водна стихія проявлялась як в часи, коли в Карпатах ще домінували праліси (паводки 1164 і 1230 рр.), так і під час трансформації лісових площ у сільгоспугіддя (паводки 1649, 1668, 1700, 1730 рр.) та останні півтора століття інтенсивної експлуатації гірських лісів і перетворення їх структури (паводки 1864, 1911, 1927, 1941, 1947, 1957, 1969, 1998, 2001 рр.).

Катастрофічні паводки, як правило, формуються при зливових дощах величиною понад 120-150 мм, а іноді і 100 мм [2, 4]. Аналіз гідрометеорологічних даних свідчить, що на північно-східному мегасхилі Карпат (гірські водозбори басейнів рік Дністра і Пруту) екстремальні опади, які викликають водну стихію, переважно приурочені до теплого сезону року. Найбільші паводки тут літні, зливові. Вони пересічно у 2,7 раза бурхливіші від зимовесняних паводків. На протилежному, південно-західному мегасхилі (гірська частина басейну р. Тиси) максимальні дощі найчастіше випадають в холодний сезон. Вони супроводжуються руйнуванням снігового покриву, що інтенсифікує стік води. Тому найбільші паводки тут зимові, тало-дошового походження. Вони майже у 1,5 раза інтенсивніші від паводків теплого сезону. Осередки зливових дощів здебільшого концентруються у верхів'ях рік Свічі, Лімниці, Бистриці Солотвинської, Бистриці Надвірнянської і Пруту на північно-східному мегасхилі та Тересви, Терєблі, Ріки і Боржави на південно-західному мегасхилі, басейни яких характеризуються досить високою лісистістю – 70-85 %.

Дослідження на лісогідрологічних стаціонарах свідчать, що паводкорегулююча роль лісу значною мірою зумовлюється водоакумулюючою здатністю лісового намету, підстилки і ґрунту. Під час дощів максимальне перехоплення вологи кронами деревостанів становить: в ялиновому поясі до 10-13 мм, а в буковому – до 8-9 мм за наявності листя і 2-3 мм при його відсутності. Вологоємність лісової підстилки змінюється від 2-3 мм в букових деревостанах до 3-5 мм в ялинових. Найбільші водоакумулюючі властивості мають ґрунти. У довготривалі сухі сезони у поясі букових лісів вони можуть сягати 130-150 мм [7], а у поясі ялинових – 60-70 мм. Однак під час частих дощів ця здатність ґрунту зменшується у 5-10 разів. Тому в букових лісах паводки починають формуватися, як правило, при опадах величиною понад 25-30 мм, а в ялинових – 20-25 мм (в збіднених лісорослинних умовах це явище можливе та у дощі величиною 15 мм). Найкраще регулюють вологу деревостани віком понад 40 років, гірше – молодняки. Суцільні рубки знижують цю функцію лісу у 1,5-2 рази. Вкрай низькі гідрологічні властивості польових угідь. Тут паводковий стік може утворюватись при опадах величиною всього 10 мм. Такі закономірності мають суттєве значення під час випадання невеликих паводкоформуючих дощів (40-80 мм), коли обсяги стоку на лісових водозборах можуть бути у 2-3 рази менші, ніж на польових.

Згідно з метеорологічними даними, за кілька днів атмосферні опади стихій 1969, 1998 і 2001 рр. сягали 200-390 мм (2-3 місячні норми). Такі дощі значно більші за граничну можливу водорегулюючу ємність як польових, так і лісових угідь різних висотно-типологічних умов. Паводкоутворююча роль великої кількості опадів, як правило, підсилюється попереднім перезволоженням ґрунту, а в холодний сезон – і його промерзанням. Дослідження на стаціонарах показали, що такі ситуації сприяють 2-3-кратному збільшенню паводків, порівняно із періодами звичайних метеоумов. На південно-західному мегасхилі регіону гідрологічна ситуація погіршується і в зв'язку із приуроченням екстремальних опадів до холодного сезону, під час якого водорегулюючі функції домінуючих тут букових лісів ослаблені, що викликається їх безлистяним станом та фізіологічним спокоєм.

Аналіз структури лісових угідь річкових басейнів, яка може впливати на формування паводків, показав таке. Сучасна лісистість водозборів низькогір'я перебуває в межах 30-50 %, а середньогір'я – 60-90 %. Напередодні паводку 1969 р. в лісопокритій площі північно-східного мегасхилу деревостани оптимальної стокорегулюючої ролі становили коло 55 %. Решта насаджень була представлена молодняками. Невідновлені вирубки на той час пересічно охоплювали 9 % території гірських басейнів. Значно кращою була лісівнича ситуація перед паводками 1998 і 2001 рр. на гірських схилах Закарпаття. Тут в лісопокритій площі деревостани із високими водорегулюючими властивостями сягали 78 %; вирубки займали менше 2 % території водозборів.

Процеси формування найбільших паводків в гірсько-лісових умовах характеризувались такі особливостями. Перед стихією 1969 р. ґрунти були перезволожені дощами, які випали 2-3 червня. Наступні зливи 7-10 червня сформували надзвичайно руйнівний паводок. У табл. 1 порівнюється показники його стоку із характеристиками опадів та лісових угідь. Вони свідчать, що визначальним фактором паводку були дощі. При їх величині 65-71 мм стік був найменшим, а при 205-322 мм – найбільшим. Навіть на високолісстих басейнах коефіцієнти стоку сягали 0,92-0,95. Винятково високими були максимальні ("пікові") модулі стоку (біля 3000 л·с<sup>-1</sup> з км<sup>2</sup>). На фоні такої гідрометеорологічної ситуації не прослідковувалось і зв'язку паводкового стоку із площею невідновних вирубок, яка коливалась в межах 4-11 % від загальної площі водозборів.

Катастрофічні паводки на Закарпатті також наступили після попередніх опадів. У 1998 р. вони були надмірними і викликали повсюдне перезволоження ґрунту. На стаціонарі "Свалява" (букові ліси) це сприяло формуванню 5 листопада при зливі величиною 105 мм небувалого за 40-річний період лісогідрологічних досліджень паводку навіть на водозборі із стиглим деревостаном. Напередодні березневого 2001 р. паводку зволоження ґрунту було меншим, однак під час його формування гідрологічну ситуацію ускладнило промерзання ґрунту і більша кількість паводкоформуючих опадів, які супроводжувалися сніготаненням. На цьому ж стаціонарі під час останнього паводку, сформованого дощами величиною 124 мм, у старовікових деревостанах активізувалися ерозійно-зсувні процеси. Специфіка попередньої погоди, над-

мірна кількість опадів, відсутність вегетації зумовили формування руйнівних паводків на ріках, незалежно від залісненості їх водозборів. Незважаючи на низький обсяг лісокористування, максимальні рівні цих паводків перевищували аналогічні показники періоду 1947-1969 рр., коли фактична лісосіка у два-три рази перевищувала розрахункову. Найбільш наочно це проявилось в басейнах із опадами величиною понад 150 мм, а в окремих випадках навіть і 100 мм (табл. 2).

Табл. 1. Величини паводкового стоку в червні 1969 р.

| Басейн<br>(ріка-пункт)          | Площа,<br>км <sup>2</sup> | Лісистість,<br>% | Площа<br>вирубок,<br>% | Опади,<br>мм | Стік,<br>мм | Коефіцієнт<br>стоку | Модуль<br>максимального<br>стоку,<br>л·с <sup>-1</sup> ·км <sup>2</sup> |
|---------------------------------|---------------------------|------------------|------------------------|--------------|-------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Бистриця Солотвинська – с. Гута | 112                       | 80               | 6                      | 322          | 297         | 0,92                | 3071                                                                    |
| Рибник – с.Рибник               | 159                       | 84               | 5                      | 247          | 205         | 0,83                | 2447                                                                    |
| Прут – м.Яремча                 | 597                       | 72               | 9                      | 214          | 203         | 0,95                | 2563                                                                    |
| Кам'янка – с. Дора              | 18,1                      | 77               | 11                     | 205          | 163         | 0,80                | 2939                                                                    |
| Опір – м. Сколе                 | 733                       | 69               | 5                      | 157          | 129         | 0,82                | 1359                                                                    |
| Стрий – с. Матків               | 103                       | 61               | 4                      | 71           | 56          | 0,79                | 703                                                                     |
| Тересва – смт.Усть-Чорна        | 572                       | 77               | 4                      | 65           | 50          | 0,77                | 524                                                                     |

Табл. 2. Максимальні рівні води (Н, см) під час катастрофічних паводків на ріках Закарпаття

| Басейн<br>(ріка-пункт)  | Площа,<br>км <sup>2</sup> | Сучасна<br>лісистість,<br>% | Паводок в листопаді 1998 р. |          | Паводок в березні 2001 р. |          | Н, см за 1947-1969 рр. |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|---------------------------|----------|------------------------|
|                         |                           |                             | опаді,<br>мм                | Н,<br>см | опаді,<br>мм              | Н,<br>см |                        |
| Мокрянка-с.Руська Мокра | 214                       | 81                          | 277                         | 312      | 296                       | 310      | 255                    |
| Тересва-сmt. Усть-Чорна | 572                       | 77                          | 208                         | 363      | 255                       | 431      | 301                    |
| Ріка-сmt. Міжгір'я      | 550                       | 45                          | 208                         | 380      | 184                       | 317      | 278                    |
| Боржава – с. Довге      | 408                       | 71                          | 108                         | 547      | 164                       | 502      | 314                    |
| Чорна Тиса – сmt. Ясиня | 194                       | 75                          | 101                         | 400      | 150                       | 360      | 264                    |
| Латориця-с.Підполоззя   | 324                       | 53                          | 109                         | 320      | 110                       | 263      | 388                    |
| Біла Тиса – с. Луги     | 189                       | 75                          | 81                          | 147      | 105                       | 170      | 193                    |
| Уж – с. Жорнава         | 286                       | 45                          | 68                          | 246      | 63                        | 188      | 296                    |

Таким чином, катастрофічні паводки є притаманним для регіону стихійним явищем, пов'язаним із екстремальними метеоумовами. За обставин, що складаються при них, гідрологічна роль лісу не вирішальна, оскільки паводкоформуючі опади є значно більшими за максимальну водорегулюючу ємність лісових екосистем. Повністю запобігти цьому явищу не спроможна навіть 100 % лісистість річкових басейнів. Разом з тим, слід враховувати, що на початку кожної стихії лісовий покрив здатний поглинути 15-30 мм вологи (10-25 % атмосферних опадів), що уповільнює швидкість формування паводків і супроводжуваних їх ерозійно-сельових процесів. Тому основним шляхом захисту від водної стихії повинно стати будівництво комплексу протипавод-

кових та інших гідротехнічних споруд, ефективність яких слід підсилювати гідрологічними функціями гірських лісів.

### Література

1. **Гамор Ф.Д.** Антропогенні фактори і стихійні явища// Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ в Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви). Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Рахів, 1999. – С. 70-75.
2. **Кирилюк М.І.** Історичні наводнення в Українських Карпатах// Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ в Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви). Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Рахів, 1999. – С. 131-137.
3. **Комендар В.І.** Жодні штучні захисні споруди не ліпші за ліси!// Зелені Карпати. – 2001, № 1-2. – С. 10-11.
4. **Лютик П.М.** Паводки// Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – С. 120-149.
5. **Олійник В.С.** Вплив віку деревостанів на формування стоку води в різних висотно-типологічних умовах Карпат// Науковий вісник: Лісівничі дослідження в Україні. – Львів: УкрДЛТУ, 1999, вип. 9.10. – С. 150-157.
6. **Стойко С.М.** Наслідки антропогенної трансформації лісових екосистем Карпат та шляхи елімінації шкідливих екологічних процесів// Український ліс. – 1993, № 2. – С. 11-17.
7. **Чубатий О.В.** Режим вологості ґрунту як показатель водорегулюючих функцій букових лесов// Лесоводственные исследования и производственный опыт в Карпатах. – Ужгород: Карпати, 1972. – С. 58-69.
8. **Швець Г.І.** Характеристики водності рік України – К.: Вид-во АН України, 1964. – 191 с.

*Е.Л. Звенигородський, канд. біол. наук – Вінницький державний технічний університет*

## КОРЕЛЯЦІЯ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА РІЧНИМ ПРИРОСТОМ ДЕРЕВИНИ (НА ПРИКЛАДІ ЛІСІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Найбільш наочним проявом впливу умов у космосі на життя рослин на Землі є чергування товщини річних кілець дерев.

*Е.Л. Zvenigorodskiy*

### Correlation between indices of sun activity and annual wood growth (an example forests of Vinniza region)

The most obvious display of Universe conditions influence on plant life is interchanging of thickness of tree rings.

Найбільш наочним проявом впливу умов у космосі на життя рослин на Землі є чергування товщини річних кілець дерев. Широко стали відомі в останній час праці видатного російського вченого О.Л. Чижевського, в яких всебічно були проаналізовані сонячно-біосферні зв'язки [1]. Протягом десяти років американський астроном А. Дуглас досліджував зміни товщини кілець деревини залежно від коливань сонячної діяльності [2]. Згодом, результати А. Дугласа були істотно доповнені іншими дослідниками. Більш детальний аналіз показав, що життєва активність рослин (а значить і велика товщина

річних кілець) виявляється не тільки один раз у 11 років у максимумі сонячної активності, але і між максимумами, тобто за мінімальної сонячної активності. По суті, тут парадоксу немає. Просто ми визначаємо сонячну активність (як це не дивно) не зовсім правильно. Рівень сонячної активності визначається величиною чисел Вольфа (залежно від числа сонячних плям та їх груп). Що ж впливає на розвиток рослин? Звичайно, не число сонячних плям та їхніх груп. На розвиток рослин впливає, насамперед, характер атмосферної циркуляції, а конкретно – кількість опадів і температура повітря. Але вказані метеофактори залежать від тієї сонячної енергії, що переноситься у верхню атмосферу Землі потоками заряджених часток. Якби ми визначали сонячну активність не числами Вольфа, а величиною цієї енергії, то одержували б на відповідних графіках кращу кореляцію обох кривих. Це відбулося б за рахунок того, що визначена в такий спосіб (через енергію заряджених часток) сонячна активність мала б протягом 11 років не один, а два максимуми. Другий, менший максимум, був би там, де числа Вольфа дають глибокий мінімум. У цей час (у роки мінімальної сонячної активності) космічна енергія переноситься сонячними зарядженими частками, що не зв'язані із сонячними плямами, а також додаткова енергія надходить на Землю у цей час і через несонячне космічне випромінювання. Тому і можлива ситуація, що енергія, яка переноситься до Землі, досить велика, а сонячна активність мінімальна. Таким чином, два максимуми в товщині річних кілець дерев відповідають двом екстремумам сонячної активності.

Нами були проаналізовані зрізи дерев клена та липи з території Вінницького лісництва, зроблені у квітні 2002 р. Зріз клена наведено на рис. 1а, липи – на рис. 1б. Як можна бачити з рисунків, за попередні 12 років для обох видів дерев характерними є 2 максимумами товщини річних кілець, які припадають на роки найбільшої (1990-91) та найменшої (1996-97) сонячної активності.

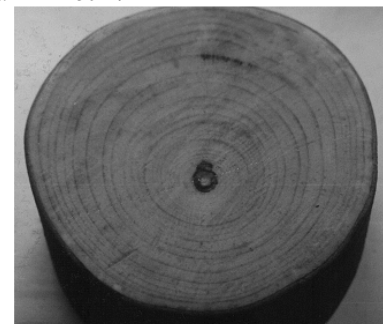


Рис. 1а. Клен Явір (21 рік)



Рис. 1б. Липа дрібнолиста (14 років)

### Висновки

Таким чином, отримані дані підтверджують результати попередніх розвідок А. Дугласа та інших дослідників, зокрема, кореляцію між показниками сонячної активності та росту дерев, а також наявність двох максимумів