

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ З МЕТОЮ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕНІ НА ГІРСЬКИХ РІЧКАХ

*Повень викликається різними причинами: інтенсивним таненням снігу у весняний час, сильними та довготривалими зливами, льодовими заторами, а також руйнуваннями дамб та гребель. Одним із методів контролю за розвитком весняної повені і прогнозування можливих її наслідків є порівняльний аналіз розвитку повені в поточному році в зіставленні з попередніми роками. Перспективним методом такого аналізу є розгляд різночасових оптичних та радіолокаційних космоснімків.*

Не дивлячись на те, що сніговий покрив є одним із факторів повені, в гірських районах через рідку снігомірну мережу він вивчений недостатньо. Регулярні снігомірні знімання здійснюються тільки в районі розташування метеорологічних станцій. В зв'язку з цим великого значення набуває використання інформації дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Відмінною особливістю якої є її глобальність, неперервність і комплексність. Космічні знімання охоплюють одночасно значні по площі території і одержуються в будь-який період часу.

Основними характеристиками динаміки снігового покриву, які можна отримати за результатами ДЗЗ, є ступінь покриття території снігом і середня для басейну висота снігової лінії. За вихідний матеріал використовувались телевізійні знімки (ТВ-знімки) повної території гірської системи, отримані з метеорологічних супутників.

Дешифрування снігового покриву проводилося візуально в залежності від тону і текстури знімків шляхом перенесення контурів засніженої площі на географічну основу. Аналіз матеріалів починався з прив'язки за розпізнавальними на ТВ-знімках контурами долин річок, озер, водоймищ. Під час дешифрування проводилось співставлення ТВ-знімків з фізико-географічною картою рослинності даної території. В процесі роботи враховувалося, що в гірських районах межа снігового покриву детально повторює гіпсографію басейну і відповідає рисунку гідромережі [1].

Для кожного басейну підбиралася серія ТВ-знімків при безхмарній погоді під час весняного сніготанення. Характерною особливістю ТВ-знімків під час стійкого снігового покриву є те, що на них зображаються покриті снігом польові ділянки (білий тон) і лісові у вигляді темних плям. Сніговий покрив, який знаходиться під кронами дерев, на ТВ-знімках не видно і важко прослідкувати його схід під час весняного сніготанення. Тому ступінь засніженості басейну визначалася наступним чином. Розмір площі водозбору, зайнятої світлим тоном перед початком сніготанення, приймався за 100%. Початок сніготанення розраховувався за середньою добовою температурою повітря. В період сніготанення засніженість басейну визначалась процентним співвідношенням площі світлого тону на ТВ-знімку на певну дату до загальної площі світлого тону в басейні перед початком сніготанення. Потім за гіпсографічною кривою даного водозбору визначалась середня висота снігової межі [1]. Отримана величина осереднює значення висот снігової межі південних і північних схилів.

В гірських районах внаслідок нерівномірного залягання сніжного покриву його нижня межа представляє собою не лінію, а скоріше зону несучільного залягання снігу. Снігова лінія нижче на північних і східних схилах і вище на західних і південних. Тому в гідрологічних

розрахунках і прогнозах приймається середня для басейну висота снігової лінії. Це пов'язано з неможливістю врахування всіх факторів, що визначають неодноразовість сходу снігового покриву на схилах різної експозиції.

Отримані на ТВ-знімках дані про середню для басейну висоту снігової лінії співставлялись з результатами авіаційних снігомірних робіт в Карпатах, і розрахунки показали, що супутникова інформація дійсно дає осереднені для басейну значення висоти снігової лінії. Так, наприклад, різниця між висотою снігової лінії, отриманої за даними авіарозвідки, і середньою висотою снігової лінії для цього ж басейну на той же час за даними ТВ-знімків складала 125-140м.

Слід відзначити, що точність нанесення межі снігу в гірських районах при розвідці з гелікоптера складає 200-250 м, при цьому паралельні дані двох спостерігачів можуть розходитися на 190 м [1]. Як уже зазначалось, для гідрологічних розрахунків і прогнозів достатньо знати середню для басейну висоту снігової лінії. Це дає можливість використати отримані на ТВ-знімку дані про висоту снігової лінії в гідрологічній практиці. Проводилися також порівняння середньої для басейну висоти снігової лінії, отриманої на ТВ-знімку, з обчисленою за даними про температуру повітря і стоку. Дослідження показали, що висота снігової лінії, що визначена на ТВ-знімку, як правило, вище розрахункової в середньому на 250-300м.

Висота снігової лінії і ступінь засніженості є показниками акумульованих в басейні запасів води, які можуть поступати в річну мережу під час повені. Ці параметри поряд з даними про накопичення снігу є вихідними при розрахунках і прогнозах стоку весняної повені. Динаміка сезонної снігової лінії може служити показником градієнту снігозапасів. Наявність супутникової інформації дозволяє уточнити зміну величини запасів снігу по висоті. Природно припустити, що при інших рівних умовах між вертикальним градієнтом снігозапасів і швидкістю піднімання сезонної снігової лінії повинний існувати зворотній зв'язок. Але в цьому випадку слід враховувати інтенсивність танення, оскільки само по собі стаціонарне положення снігової лінії чи її незначне піднімання ще не можуть свідчити про різке зростання снігозапасів. З цієї причини швидкість піднімання снігової лінії підраховувалась на 1 град плюсової середньодобової температури повітря як показника інтенсивності сніготанення. Результати розрахунків показали, що величина піднімання снігової лінії на 1 град. плюсової середньодобової температури повітря різна для окремих висотних зон і, крім того, залежить від водності року. На Рис.1 наведена залежність швидкості піднімання снігової лінії від водності періоду повені і висоти місцевості.

При знаходженні снігової лінії на висотах від 1000 до 2200м швидкість її піднімання змінюється від 30-40 до 2-3 м /град/добу в багатоводні роки і від 5-6 м/град/добу до 45-60 в маловодні. При досягненні висот більше 2200м швидкість піднімання снігової лінії уповільнюється і складає 0,5-4,0 м/град/добу, що свідчить про зростання запасів снігу на цих висотах.

Поряд з загальною закономірністю зростання атмосферних опадів по висоті збільшенню снігозапасів в цій зоні, очевидно, значно сприяє і перерозподіл снігового покриву, який здійснюється у вигляді широко розповсюджених у високогірній зоні снігових лавин, а також за рахунок перенесення снігу під час завірюхи в верхню зону лісу.

Під час проведення досліджень була зроблена спроба установавлення можливості розрахунку гідрографу стоку повені гірської ріки з використанням даних інформації ДЗЗ.

Відомо, що кількість талої води, що поступила на поверхню басейну за деякий період часу, визначається притоком тепла на цю площу. Величина площі одночасного сніготанення залежить від положення межі зони танення. Верхня межа танення ( фронт сніготанення) установалювалася за положенням нульової ізотерми, нижня – за площею одночасного сніготанення і визначалась за висотою снігової лінії на ТВ-знімку; потім за допомогою гіпсографічної кривої обчислювалася площа одночасного сніготанення.

Приплив тепла підраховувався сумуванням накопичених плюсових середніх добових температур повітря за період танення на середній висоті.

За даними знімань з метеорологічних супутників за 10 років спостережень для водозбору однієї з гірських річок була побудована залежність об'єму стоку під час весняної повені (квітень-червень) від площі одночасного сніготанення і величини припливу тепла до неї (Рис.2).

Коефіцієнт кореляції отриманої залежності 0,89. Середня похибка визначення об'єму стікання за даними про температуру повітря і площу снігу складає 9%.

Проведений аналіз показав, що найменші похибки, а відповідно, більш точне визначення об'єму талого стоку має місце для більших періодів часу (10 днів і більше). Це пояснюється тим, що за такий період більш стійкі як вертикальний градієнт температури повітря, так і значення коефіцієнту танення. Крім того, при врахуванні середньої витрати води за більш довгий період зменшуються похибки в розрахунках внаслідок неточного визначення часу добігання води.

Висота снігової лінії і ступінь покриття басейну снігом входять в деякі прогностичні залежності і тому дистанційне їх визначення може виявитись дуже корисним для уточнення і удосконалення прогнозування стоку гірських річок.

Для народного господарства більший інтерес представляють прогнози стоку, що складаються в період сніготанення на заключну частину повені. Величина цього стоку визначається в основному запасами снігу, що залишилися в басейні. Для гірських річок, де повінь проходить в період з квітня до червня, по залишковим запасам снігу найбільш доцільно прогнозувати об'єм стоку на останні 4-6 тижнів повені.

Під час досліджень зроблена спроба використати для оцінки залишкових снігозапасів ступінь покритості басейну снігом (в процентному відношенні), що визначалася на ТВ-знімку на фіксований момент часу. Для водозборів деяких річок за 10 років знімання вивчалась залежність об'єму стоку в червні від ступені залежності в травні. Один із прикладів такої залежності поданий на Рис.3.

За критерій застосованості і якості прогнозів в гідрологічній практиці прийнято співвідношення

$$\bar{S} / \bar{\sigma}, \quad (1)$$

де  $\bar{S}$  – середня квадратична похибка перевірочних прогнозів,  $\bar{\sigma}$  – середньоквадратичне відхилення об'єму стоку, що прогнозується від його норми. Отримані величини  $\bar{S}$ ,  $\bar{\sigma}$  – допустимі. Не дивлячись на те, що розглядався 10-річний ряд спостережень, можна вважати, що отримані зв'язки задовільні, оскільки в число спостережень входили і багатоводні і маловодні роки. Це дає право вважати, що отримані результати надійні.

На завершення слід відзначити, що супутникова інформація не замінює традиційні способи досліджень, але доповнює їх і забезпечує можливість розробки і уточнення розрахунків і прогнозів весняних повенів рік.

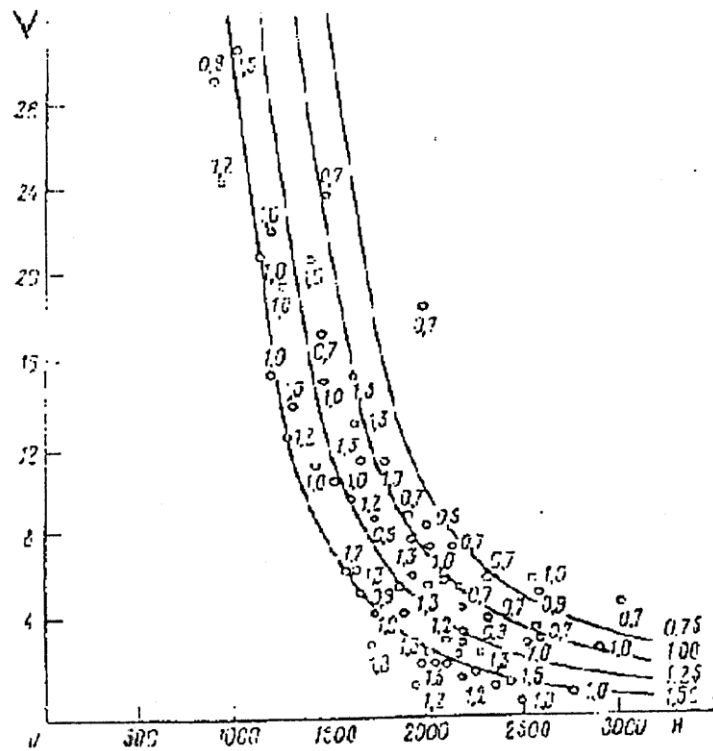


Рис.1 Залежність швидкості підйому снігової лінії ( $V$ ) від основної зони ( $H$ ) і водності періоду повені (цифри біля точок – модульні коефіцієнти водності повені).

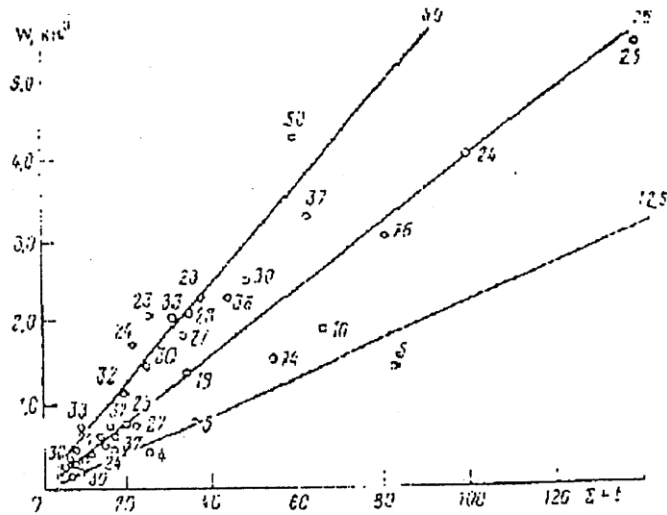


Рис.2 Залежність об'єму стоку ( $W$ ) у весняний період від суми припливу тепла ( $\Sigma+t$ ) і площі одночасного сніготанення (цифри біля точок – площі одночасного сніготанення, %).

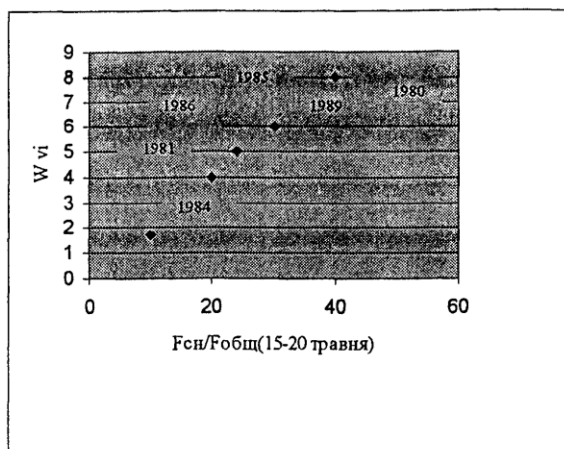


Рис.3 Залежність об'єму стоку на червень ( $W_{vi}$ ) від ступені засніженості басейну в травні ( $F_{сн}/F_{общ}$ ) (цифри біля точок - роки).

#### Список літератури

1. *Большаков В.О., Белятинський А.О.* Застосування космічної зйомки для аналізу стану мережі автомобільних доріг та мостових переходів. *Наук.-виробн. журнал "Автошляховик України" №2, 2000р.* -с.33-34.
2. *Темников С.Н.* Использование телевизионной информации метеорологических спутников Земли в гидрологических целях.-*Метеорология и гидрология.* 1970, №3 с.58-64.