

УДК 625. 745. 11

УТОЧНЕННЯ ПІДРАХУНКУ ТАЛОГО СТОКУ ЗА ДОПОМОГОЮ КОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ

канд. техн. наук Белятинський А. О.

На територіях, особливо гірських, де устанавлюється сніговий покрив, під час весняного сніготанення утворюються сніговик. Їх роль в формуванні талого стоку рік достатньо велика. Так, наприклад, при коефіцієнті варіації товщини снігового покриву перед початком сніготанення 0,9 і при засніженості менше 60% тале більше 50% загального снігозапасу [1]. Частка снігового живлення в річному стоці рік досягає 35%. Інтенсивність танення сніговиків значно відрізняється від інтенсивності танення суцільного снігового покриву [2].

Реальні можливості вивчення динаміки снігових утворень на значній території появилися лише при проведенні космічних зніманих з космічних супутників.

Запропонована методика розрахунку танення сніговиків ґрунтується на результатах польових спостережень в Гірському Криму та в Карпатах, а також на матеріалах аерокосмічних зніманих.

За даними польових спостережень отримані значення добової абляції снігу для точок, різновіддалених від межі різних за розмірами і формою сніговиків, які були перераховані в значення температурного коефіцієнту сніготанення b' . Аналіз цих значень показав, що характер їх зміни при відстані від межі сніговика менше або більше 1 м істотно відрізняється. На інтервалі 0-1 м відбувається різке зменшення коефіцієнту танення (від 0,1 до 1 м — в 2 рази).

Не тільки турбулентна складова танення на навітреній стороні сніговика, але і все танення, як на навітреній так і на підвітреній стороні нелінійно зменшуються з віддаленням від межі сніговика. Характер зміни танення однаковий для названих сторін при різній погоді.

Введемо безрозмірні величини $x=x'/x_0$, де x' відстань від межі сніговика до точки вимірювання в метрах; x_0 — ширина зони «красвої абляції» в метрах (оскільки було зазначено, що $x_0=1$ м і значення відстані x чисельно відповідає відстані x' в метрах); $b=b'/b_0$ де b_0 значення в точці x_0 ; в точці $x=1$ і $b=1$.

Для інтервала 0-1 м отримасмо середнє значення

$$b_{0-1}=1,4b_0 \quad (1)$$

Зміна b при $x \geq 1$ описується рівнянням

$$b=x^{-0,2} \quad (2)$$

Для визначення сумарного танення M сніговика довільної форми розділимо його площу на зони рівної ширини Δx , межі яких паралельні краю сніговика. Визначимо b_i для середини кожної зони за формулою (2) і визначимо довжину зони l_i . Тоді танення зони $M_i=b_i l_i \Delta x$, а сумарне танення сніговика

$$M = \sum_{i=1}^n b_i l_i \Delta x \quad (3)$$

Для рівних за площею сніговиків сумарне танення M тим більше, чим менше число зон (при постійній їх ширині), яке пов'язано з периметром сніговика P_c . Таким чином сумарне танення сніговика при інших умовах залежить від його периметру і площі. За показник, який враховує P_c і F_c запропонований безпосередній параметр форми сніговика

$$\lambda = \frac{F_c}{P_c x_0} \quad (4)$$

де $x_0=1$ м — ширина «красвої абляції».

Середнє значення температурного коефіцієнта сніготанення для окремого сніговика \bar{b} пов'язано з безрозмірною величиною площі F .

$$\bar{b} = \frac{M}{F} \quad (5)$$

А залежність \bar{b} від λ можна записати у вигляді рівняння

$$\bar{b} = 1,21\lambda^{-0,234} + 0,07 \quad (6)$$

Порівняння сумарного танення сніговиків, обчисленого за формулами, з фактичною величиною сумарного танення, отриманої з спостережень, показало, що відносна похибка знаходиться в межах 10%.

Залежність b від λ за формулою (6) має місце, коли відстань між сніговиками можна порівняти з розмірами самих сніговиків [3].

Тому формула (6) може застосовуватися при відносній засніженості 60%. Перевірка застосованості параметру форми λ для розрахунку танення проводилася на комплексах сніговиків площею від 10 до 10⁷ м², які включали від декількох сніговиків до 1000 і більше, при цьому їх розміри були однаковими або ж відрізнялися до трьох порядків. Сума величин танення всіх сніговиків в сніговій системі порівнювалася зі значеннями танення комплексу сніговиків, обчисленими на основі параметра форми

$$\lambda_{cc} = \frac{F_{cc}}{P_{cc}x_0} \quad (7)$$

де F_{cc} і P_{cc} — площа і параметр всіх сніговиків снігової системи; x_0 — ширина зони «красної абляції». Порівняння показало, що різниця між цими величинами при максимальному діапазоні розмірів сніговиків не більше 10%. Оскільки розміри сніговиків певної снігової системи одного порядку [1], то ця різниця менше навіть 5%. Очевидно, можна зробити висновок, що параметр λ_{cc} , яка може застосовуватися в розрахунках сніготанення комплексів сніговиків, його достатньо просто обчислити під час дешифрування аерокосмічних знімків. На основі проведених розрахунків була отримана залежність відносної інтенсивності сніготанення комплексів сніговиків від λ_{cc} , яка може бути подана такими цифровими даними:

Таблиця 1

Залежність відносної інтенсивності сніготанення

Ділянки	1	2	3	4
λ_{cc}	38	58	37	20
m/m_1	1,0	1,18	1,3	1,47

Слід відзначити, що визначення безрозмірного параметру форми сніговиків λ не викликає певних труднощів при комп'ютерній обробці космічних знімків.

Для комп'ютерної обробки знімків передбачається виконання таких операцій, а саме:

1. Відфільтрування хмарності і отримання контрастного відбитку.
2. Виділення на знімку ділянки снігової системи, для якої необхідно визначити λ .
3. Фотометрування рядками в двох взаємно перпендикулярних напрямках заданої ділянки з автоматичним підрахунком довжини світлих (засніжених) ділянок f , темних g і кількості перетинів світлих ділянок з темними P . Інтервал між рядками Δl задається раніше.

4. Знаходження площі сніговиків $F_c = f\Delta l$, незасніженої площі $F_n = g\Delta l$, периметру сніговиків $P_c = p\Delta l$ змінюючи Δl , можна обчислити F_c , F_n , P_c і $F' = F_c / (F_c + F_n)$ з будь-якої наперед заданою точністю.

5. Обчислення за формулою (7) параметра форми λ_{ce} на основі отриманих значень з врахуванням масштабу знімка.

Запропонований алгоритм розрахунку танення комплексів сніговиків при відповідній режимності і якості аерокосмічної інформації може бути використаний в практиці опосередкованого вивчення історичних розвідкувань з метою попередження підтоплення заплавлених територій, населених пунктів та інженерних споруд; автомобільних доріг, мостових переходів, залізниць та ін. Отримані результати ще раз підтверджують доцільність використання аерокосмічних знімків для вирішення практичних інженерних завдань.

Література

1. Виноградов В. Н., Осюкин П. П. Снежниковые ландшафты вулканических районов Камчатки. — Материалы пленума. Иссл. Хроника, обсуждения. М., 1977, вып. 31. — С. 17 — 19.
2. Кузьмин П. П. Процессы таяния снежного покрова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1961. — С. 42 — 47.
3. Ходаков В. Г. Водно-ледовый баланс районов современного и древнего оледенения СССР. — М.: Наука, 1978. — С. 38 — 39.