

Артеменко А.В.

УДК 551.509

**ОСОБЛИВОСТІ ГІРСЬКОЇ МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА РОБОТИ ГІРСЬКОГО СИНОПТИКА**

*Анотація.* Оскільки для правильної оцінки метеорологічної ситуації у гірській місцевості необхідно враховувати багато погодних показників, то гірську метеорологію визначають однією з найскладніших. Гірський метеоролог відповідає за велику територію, погода на якій впливає на умови близько половини земної поверхні. Автор статті класифікує потоки, що трапляються в гірській місцевості, перераховує проблеми, які постають перед гірськими метеорологами, визначає фізичні і психологічні особливості метеорологічної роботи в горах.

**Ключові слова:** гірська метеорологія, гірський синоптик, блокування, струменевий бар'єр, метеорологічний прогноз, Карпати.

*Анотация.* Поскольку для правильной оценки метеорологической ситуации в горной местности необходимо брать во внимание много погодных показателей, то горную метеорологию признают одной из сложнейших. Горный метеоролог отвечает за большую территорию, где погода влияет на условия почти половины земной поверхности. Автор статьи классифицирует потоки, которые наблюдаются в горной местности, называет проблемы, которые встречаются горному метеорологу, определяет физические и психологические особенности метеорологической работы в горах.

**Ключевые слова:** горная метеорология, горный синоптик, блокирование, потоковый барьер, метеорологический прогноз, Карпаты.

*Summary.* The aim of the article was to describe the problems of inexperienced young weather specialists working in the mountain regions. As long as for the right evaluation of the meteorological situation in the mountains it is necessary to take into consideration many weather indexes, the mountain meteorology is defined as one of the most difficult spheres. The mountain weather forecaster is in charge of the big territory, where the weather makes influence on the conditions of almost half of the Earth surface. The author of the article classifies the streams that happen in the mountain regions, lists problems that the mountain weather forecasters have to solve, defines physical and psychological peculiarities of the meteorological work in the mountains. Inexperienced forecasters usually rely only on computer models and avoid using other available methods of forecasting. It is necessary to emphasize the need to be more flexible in the use of methods and procedures. The weather forecasters should not be afraid of relying on conceptual models in the forecasting process. It is necessary to use a distinguishing model that combines both analysis and intuitive methods. It allows forecasters to analyze incomplete information under the constraint of time and give proper prognosis. The mountain forecaster has to be ready to the snowfalls, ice storms, floods, landslips, mud flows etc. This research creates basis for the future studies and findings of the solutions to the given problems.

**Keywords:** mountain meteorology, mountain weather forecaster, blocking, stream barrier, meteorology forecast, Carpathians.

**Постановка проблеми.** Гірська метеорологія - одна з найскладніших підгалузей метеорології, так як для правильної оцінки метеорологічної ситуації потрібно враховувати численні метеорологічні показники. Статистика наступна: гори покривають 25% поверхні суші, на цій території - 26% світового населення, і 32% від поверхневого стоку. На пагорби і плоскогір'я припадає ще 21% земної поверхні, 20% населення, і 19% від стоку. Погода в областях складної місцевості впливає приблизно на половину світової поверхні землі, населення, та поверхневого стоку. Ці цифри будуть навіть більше, якщо врахувати віддалені наслідки впливу гір на загальну циркуляцію, шляхи циклонів, транспорт вологи, і річкового стоку. [5]. Як наслідок, гірський метеоролог відповідає за велику територію, яка відрізняється підвищеною складністю.

Проблема, яка розглядається в даній статті - це проблема відсутності практики у молодих синоптиків та метеорологів.

**Виклад основного матеріалу.**

1. **Класи потоків, що спостерігаються в гірській місцевості.** Важливим класом взаємодії місцевості з повітряним потоком є орографічне блокування, або просто блокування. По суті, відбувається те, що гора або гірський хребет діє як бар'єр для низьких і середніх вітрів. У багатьох випадках, якщо повітря переміщується низько щодо поверхні землі, то воно не пристосоване для підняття на висоті. У результаті або повітря рухається низько навколо гори або уповільнюється біля її основи, утворюючи басейни повітря [2].

Повітря, яке пішло на вершину бар'єру може спуститись з іншого боку умовно ламінарним потоком, або ж турбулізуватись і утворити вихори [8].

Були проведені дослідження як гори Гренландії впливають на потік повітря [9]. За початкові умови була взята стабільна течія із постійною швидкістю і напрям вітру поступово змінювався з південного заходу на північний захід. Попередні результати показали, що при верхніх вітрах із північного заходу потік з підвітряного боку гори є більш стійким і блокування досягається легше, також спостерігається дефіцит тиску. Коли вітер дме із заходу - південного заходу, то потік розблоковується, але стає більш нестійким і дефіцит тиску більше.

Одним з наслідків блокування є формування зони сильного гірського низько - рівневого вітру, так званого струменевого бар'єру. Бар'єрні струмені не утворюють при кожній блокуючій події, насправді добре розвинені бар'єрні струмені можуть розвиватися тільки кілька разів на рік в певному хребті. В результаті блокування, формується мезомасштабна область високого тиску з боку навітряних схилів (в основному холодний басейн повітря). Так само бар'єрний ефект гірські хребти мають на циклони та антициклони [7].

При розриві хвилі порушується горизонтальний потік шляхом формування турбулентних зон в середній тропосфері. При нестійкому шарі повітрі, турбулентні вихори можуть створювати сильні пориви, в той час як у стійкій повітряній масі турбулентність менше, крім випадків, коли потік повітря взаємодіє з рельєфом. У такому випадку, сильні пориви можуть бути отримані, зокрема, нижче і далі по потоку [3].

Моделювання гірських хвиль розглядається в роботі [4], де також наводяться їх характеристики та особливості утворення.

Наведені лише деякі з синоптичних процесів, що спостерігаються в горах. Для детального ознайомлення із цією темою можна розглянути роботи [2], [5], [8] та інші.

2. **Проблеми, з якими стикаються гірські метеорологи.** На даний час існують різноманітні комп'ютерні програми для синоптичного аналізу, які включають в себе модулі для гірського моделювання і таке інше. Але для кваліфікованого прогнозування в гірських районах, як правило, потрібні наступні навички і знання:

- розуміння синоптичного масштабу і орографічних процесів;
- ретельна оцінка еволюціонуючої синоптичної ситуації та взаємодії потоку з певною місцевістю;
- знання переваг та обмежень моделей прогнозування в умовах складної місцевості;
- суб'єктивна інтеграція цих моделей для прогнозіста.

Основні феноменологічні проблеми, що стоять перед гірськими метеорологами включають: (а) сніг і (б) льодяні бурі, спричинені орографічними опадами і/або місцево вимушеною холодною адвекцією і заторами холодного повітря; (с) повені, зсуви і селеві потоки, породжені орографічними опадами і/або місцево викликаною глибокою конвекцією; (d) посухи; (е) ареоли поширення диких тварин і їх поведінка, зумовлена топографією і погодою; (f) потужні місцеві урагани створені великою амплітудою гірських хвиль і розривних потоків; (g) потужні конвективні шторми; (h) басейни холодного повітря і пов'язані з цим ризики підвищення концентрації забруднюючих речовин у повітрі. [5].

3. **Деякі особливості роботи гірського метеоролога.** Незважаючи на суттєві досягнення в області чисельного прогнозування погоди протягом останніх декількох десятиліть, розпізнавання типових кліматологічних ситуацій продовжують відігравати істотну роль у процесі прогнозу. Знання кліматологічних опадів особливо цінне в умовах складної місцевості. Ці кліматологічні особливості корисні для зменшення масштабу або переробки прогнозів опадів після розрахунку чисельних моделей, які не можуть повністю врахувати місцеві топографічні ефекти. Синоптики використовують кліматичні режими певного стану атмосфери, чисельні моделі прогнозу і розпізнавання типових ситуацій як інструмент для виявлення випадків, коли розподіл опадів потенційно може значно відхилитись від середнього.

Гірський метеоролог повинен розуміти, що небезпечні метеорологічні умови можуть відбутись під час синоптично - безпечної погоди. [5]. Наприклад, жаркі і сухі умови можуть призвести до сніготанення і повені навесні або значних пожежо - небезпечних погодних ситуацій протягом літа. У складних погодних явищах, ситуаційна обізнаність прогнозіста повинна бути динамічною, тим більше, що суворі погодні умови над складною місцевістю можуть бути більш локальними і розвиватися в більш сприятливих умовах, ніж на нижчих висотах.

Гірські метеорологи часто покладаються лише на результати моделювання, такі як статистичні вихідні дані моделей (MOS) або інші статистичні додатки, як об'єктивного інструменту для прогнозування конкретних параметрів [4]. Такі дані важливі і мають певну вагу, та гірські синоптики повинні бути обережні при застосуванні цих статистичних методів щодо прив'язки до сітки прогнозів для рельєфу різного ступеня складності. Занадто сильно покладаючись на MOS, синоптик може припуститися серйозних помилок, не використовуючи інші наявні в розпорядженні методи прогнозування. MOS - це зручний і швидкий спосіб забезпечити прогноз, однак, він може сприяти потенційно важким наслідкам [5].

4. **Психологічні аспекти роботи синоптика.** Синоптик у своїй роботі стикається з багатьма ситуаціями, які можуть бути недостатньо вивченими або навпаки, мати на перший погляд цілком звичайний розподіл полів метеовеличин. На жаль, недостатня кількість практики може мати суттєві наслідки для прогнозу. Так, Klein Associates вивчали пізнавальні та психологічні аспекти військових метеорологів США. Вони виявили істотні відмінності між недосвідченими і досвідченими, або експертними прогнозістами. Недосвідчені синоптики зазвичай занадто покладаються на комп'ютерні моделі і, як правило, мають проблеми із прогнозами. Досвідчені прогнозісти були більш глобально підковані, і вони, як правило, були більш гнучкими у використанні методів і процедур, часто покладаючись на концептуальні моделі в процесі прогнозу. Як правило, вони використовували головну розпізнавальну модель, яка поєднує в собі як аналіз, так і інтуїтивні методи, що дозволяє синоптику проаналізувати неповну інформацію при обмеженнях часу і видати належний прогноз. Синоптики - експерти спираються на свій значний досвід, щоб прийняти прогнозне рішення. [5].

Босарт (2003) стверджує, що процес прогнозу є найбільш ефективним, якщо синоптик ставить собі шість важливих запитань: (1) Що відбулось? (2) Чому це сталось? (3) Що саме відбувається зараз? (4) Яка причина процесів, що відбуваються? (5) Що станеться? (6) Що послужило поштовхом до цього? В епоху все більш розвинутого чисельного моделювання прогнозу погоди, для прогнозістів достатньо зосередитися тільки на п'ятому питанні. Проте, знання умов попередніх і основних фізичних процесів є надзвичайно цінними, особливо коли чисельне моделювання "йде шкереберть" або не в змозі змодельовати критичні орографічні ефекти.

Таким чином для молодого синоптика проблемою є те, що в нього відсутній досвід практичної роботи з моделями та синоптичними картами. Маючи завдання зробити певний обсяг роботи за певний обмежений час, молодий спеціаліст буде нервувати і, за відсутності досвіду, зробить не одну помилку поки відпрацює навички. Напрацювання досвіду необхідна і кропітка праця для людини цієї професії, але кращі результати для прогнозу мали б вже напрацьовані навички на момент оперативної роботи. Для гірського метеоролога завдання ускладнюється синоптично-складними умовами підстильної поверхні, що спричиняють різноманітні місцеві циркуляції. Враховуючи стрес молодого спеціаліста та відсутність у нього досвіду, помилка в прогнозі більш ймовірна.

**Висновки.** Гірські місцевості покривають значну частину земної кулі. Маючи великі перепади висот та складний рельєф, такі об'єкти являють собою складні синоптичні регіони.

Достовірний синоптичний аналіз включає в себе багато статистичної інформації та суб'єктивні навички певного синоптика. Таким чином, для навчання молодих кадрів витрачається багато часу, який можна було б витратити на вдосконалення навичок та самоосвіту, замість того, щоб навчати тому, що молодий спеціаліст мав би винести зі свого навчання в навчальному закладі. Проблема відсутності практичних навичок гостро стоїть для спеціалістів практичних спеціальностей, таких як метеорологія. Теоретичний матеріал будь якого навчання має закріплюватись на практиці. Якщо людина не закріплюватиме свої теоретичні надбання практично, вона поступово забуває весь матеріал, який вона так важко вивчала протягом кількох років.

Система навчання та навчальні програми не завжди передбачають практичну частину в потрібному обсязі, що є серйозним прорахунком. Так, гірський синоптик має розуміти не лише закономірності загальної циркуляції, а й знати місцеві особливості мікромасштабних процесів в горах. Однак, одне лише теоретичне знання не дає повного розуміння для прогнозування в таких складних географічних регіонах. Багато в чому завдання сучасним синоптикам полегшують комп'ютерні програми, але вони не досконалі і знання та досвід живої людини ще довго буде потрібен.

На жаль, поставлену проблему розв'язати на місцевому рівні неможливо. Відповідно зміни мають вноситись до системи навчання в цілому. Як результат, після навчання молоді спеціалісти будуть готові для роботи в своїй галузі, а не матимуть витрачати час для повторного навчання на робочому місці.

#### Джерела та література:

1. Ágústsson H. Mean gust factors in complex terrain / H. Ágústsson, H. Ólafsson // *Meteorologische Zeitschrift*. – 2004. – №13 (2). – P. 149–155.
2. Billings B. J. Maintenance of a mountain valley cold pool and thermal belt: a numerical study. / B. J. Billings, V. Grubi, R. D. Borys // *Mountain Weather Review*. – 2006. – №134. – P. 2266–2278.
3. Chen C.-C. Time-Dependent Mountain Waves and their Interactions with Larger Scales. / C.-C. Chen, D. Durran, G. Hakim // *Journal of the University of Washington*. – 2005. – №102. – P. 12–15.
4. Chow F. K. Mountain weather research and forecast. / F. K. Chow, S. F. J. De Wekker, B. J. Snyder // *Journal of the Atmospheric Sciences*. – 2007. – №64 (7). – 2378 p.
5. Irimescu A. Study of the influences of geographical factors on the wind speed and frequency. Study case in SVV of Romania. / A. Irimescu, A. Nertan, C. Irimescu, C. Dragota // *Croatian meteorological journal*. – 2005. – №40 (40). – P. 611–614.
6. Lin Y.-L. Influence of the Appenines on track deflection of Genoa cyclones. / Y.-L. Lin, M. Hoggarth, H. D. Reeves, B. L. Smith II // *Croatian meteorological journal*. – 2005. – №40 (40). – P. 250–253.
7. Papineau J. Practical mountain weather. A guide for hikers, climbers and skiers [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://pafc.arh.noaa.gov/classroom/mountain\\_weather/CH0.pdf](http://pafc.arh.noaa.gov/classroom/mountain_weather/CH0.pdf)
8. Petersen G. N. The Impact of Upstream Wind Direction on Wake Flow. / G. N. Petersen, H. Ólafsson and J. E. Kristjánsson. // *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. – 2006. – №131 (607). – P. 1114–1128.