

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

на правах рукопису

КОВАЛЬЧУК ВІТАЛІНА ВОЛОДИМИРІВНА

ПРОГНОЗ ПОЛЯ ОПАДІВ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ
В ТЕПЛІЙ ПЕРІОД РОКУ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ
ТЕОРІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЇ ОБРАЗІВ

II.00.09 - метеорологія, кліматологія,
агрометеорологія

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата географічних наук

Київ - 1996

37.5
Дисертація є рукописом

Робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології
географічного факультету
Тараса Шевченка.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00757140 (0)

Науковий керівник

- кандидат географічних наук,
Кандидат Павло Авакович.

Офіційні опоненти

- доктор фізико-математичних наук,
професор Буйков Михайло Васильович,
- кандидат географічних наук, доцент
Паламарчук Людмила Василівна.

Провідна організація

- Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут.

Захист відбудеться "27" грудня 1996 р. о "12" год.
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.01.02 по за-
хисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора
(кандидата) географічних наук при географічному факультеті
Київського університету імені Тараса Шевченка за адресою:
252 І27, МСП, Київ-І27, вул.Васильківська, 90.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці
Київського університету імені Тараса Шевченка (вул.Володи-
мирська, 58).

Автореферат розісланий "23" листопада 1996 р.

В.о.вченого секретаря
спеціалізованої вченої ради

Линник П.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Завдання якісного прогнозу погоди було і залишається основною метою теоретичних і практичних досліджень у метеорології. Серед комплексу метеорологічних величин, що об'єднуються, як правило, поняттям "погода", важлива роль належить атмосферним опалам.

Опади як складний продукт взаємодії багатьох факторів, викликають підвищений інтерес як у спеціалістів-метеорологів, внаслідок проблематичності завдання їх прогнозування, так і у споживачів прогностичної інформації, оскільки факт наявності чи відсутності опадів і їх кількісні характеристики є показниками, що мають першочергове значення для багатьох галузей промисловості, транспорту і сільського господарства. Кожен з нас, слухаючи щоденний прогноз погоди, у першу чергу виляє інформацію про те, чи буде дощ.

Для України, виходячи з специфіки розвитку її промисловості і сільського господарства, особливе значення має прогноз опадів теплого періоду року (квітень - вересень). Саме у цей період активного функціонування усіх галузей агропромислового комплексу характер погодних умов відіграє першочергову роль. Відмітимо, що поняття "теплого періоду" у практиці синоптичного аналізу є дещо ширшим, ніж аналогічне поняття у кліматології. Мається на увазі період з квітня по вересень, тобто тепле півріччя. Налалі у поняття "теплий період року" ми вкладалимо саме такий зміст.

Опади теплого періоду року, що мають переважно конвективний характер - складний об'єкт для прогнозіста-синоптика, і проблема їх якісного прогнозу не розв'язана повністю до цього часу. Проблема прогнозу атмосферних опадів знаходиться у

тісному зв'язку із завданням перелбачення цілого ряду інших метеорологічних величин. Комплекс питань щодо походження і фізичних умов формування опадів та типізації синоптичних процесів, сприятливих для опалоутворення, потребує для свого розв'язання підвищення якості метеорологічних прогнозів в цілому.

Тому, не зважаючи на те, що прогнозуванню атмосферних опадів завжди прилілялась чимала увага, проблема їх якісного прогнозу не втрачає своєї актуальності, тому що і в наш час не вирішена повністю. Складність зв'язку внутрішньохмарових фізичних процесів, що визначають опалоутворення, з макроциркуляційними умовами формування полів опадів та станом і еволюцією таких метеорологічних величин, як температура, вологість, вітер, вертикальні рухи повітря, визначає багатопараметричність завдання їх прогнозу. Ця складність поглиблюється внаслідок дискретності поля атмосферних опадів - важливої відмінності у порівнянні з полями інших метеовеличин.

У наш час переходу до ринкових відносин, коли метеорологічна інформація в цілому, у тому числі і прогностична, стає товаром, посилилась актуальність завдання створення регіональної моделі прогнозу для території України. Прогноз поля атмосферних опадів, як важливий елемент такої моделі, теж потребує регіональної конкретизації на базі тієї метеоінформації, що забезпечується нашими оперативними підрозділами.

Саме ці аспекти визначають актуальність проблеми прогнозу опадів для території України в тепле півріччя.

СТУПІНЬ РОЗРОБКИ даної проблеми характеризується великою кількістю нагромадженого емпіричного матеріалу та широтой підходів, що пропонуються у теоретичних дослідженнях. Завдан-

ня прогнозу опалів теплої періоду розглядалося у працях М.О.Шимкіна, Н.В.Лебелевої, О.М.Орлової, В.М.Черкаської, Д.А.Пеля, А.Н.Багрова, Б.Д.Успенського, Г.Е.Естерле, К.Сміта, В.Клейна і ін. Для території України окремі аспекти даної проблеми досліджували В.М.Селлецький, Д.А.Мішутін, А.Н.Расвський, Г.Г.Фоскаріно, І.Н.Пономаренко, Л.Ф.Богатир, О.І.Ромов, Н.М.Гавриленко, П.І.Кобзистий, Л.Ю.Науменко і ін.

Особливу увагу ми звертали на розробку питань щодо проблеми аналогічності у метеорології та застосування елементів теорії розпізнавання і класифікації образів щодо прогнозів метеовеличин.

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ. Метою даного дослідження була розробка методики короткотермінового прогнозу опалів із залученням елементів теорії розпізнавання і класифікації образів на базі докладного вивчення синоптико-циркуляційних умов формування та статистичного характеру розподілу полів опалів теплої періоду року для території України.

Дана мета конкретизувалася рядом завдань:

- розкрити основні синоптико-циркуляційні механізми формування опалів для території України в теплий період року,
- узагальнити нагромаджений досвід у галузі прогнозування опалів,
- розробити методику прогнозу опалів на основі використання елементів теорії розпізнавання образів,
- розробити пакет прикладних програм на основі алгоритмізації запропонованої методики прогнозу,
- провести апробацію розробленої методи прогнозу опалів і оцінку можливості його використання у оперативній синоптичній практиці.

МЕТОДОЛОГІЧНОЮ І ТЕОРЕТИЧНОЮ ОСНОВОЮ дослідження слугувало широке коло спеціальної літератури з даної проблеми, зокрема – узагальнюючі і настановчі праці Г.В.Грузи, Е.Я.Ранькової, Н.А.Багрова.

НАУКОВА НОВИЗНА запропонованої роботи визначається тим, що:

- запропоновано загальну методику прогнозу опалів теплого періоду для території України;
- оригінальність методики полягає у застосуванні елементів теорії розпізнавання і класифікації образів;
- аналіз синоптико-циркуляційних умов формування полів опалів дав змогу використати при прогнозі збірні типи-еталони опалоутворюючих ситуацій, характерних для території України, на основі яких проводилося розпізнавання нової синоптичної ситуації і склався прогноз;
- запропонований метод прогнозу є цілком автоматизованим і може бути застосований у оперативній практиці прогнозування погоди.

ПОЛОЖЕННЯ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ:

1. При розв'язанні проблеми прогнозу погоди в цілому і атмосферних опалів, зокрема, у метеорології на сучасному етапі потрібен комплексний підхід при застосуванні фізико-синоптичних, статистичних і чисельних гідродинамічних методик прогнозу.
2. Використання практичних наслідків, що випливають з теорії класифікації і розпізнавання образів, дозволяє поєднати ці методи і використати багатий нагромаджен-

ний досвід роботи синоптиків-практиків при складанні автоматизованих методик прогнозу.

3. Позитивні результати роботи запропонованої методики прогнозу опадів теплої півріччя для території України на основі розпізнавання типових опалоутворюючих процесів доводять існування так званої локальної аналогічності метеорологічних процесів і дають змогу продовжувати роботи в напрямку створення банку аналогів синоптичних процесів і ситуацій, характерних для окремо взятої території - території України, зокрема.

ТЕОРЕТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ даного дослідження полягає у тому, що:

1. Зроблено узагальнений аналіз сучасного стану дослідження проблеми макрофізичних умов формування та прогнозу опадів.
2. На основі цього обґрунтовано актуальність і можливість комплексного використання при вирішенні проблеми прогнозу фізико-синоптичних, статистичних і чисельних гідродинамічних методів прогнозу погоди без домінуючого виділення деяких одних.
3. Показано перспективність прикладного застосування теорії розпізнавання і класифікації образів у прогностичній метеорології як методу конструювання людського мислення при програмуванні ЕОМ.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ роботи визначається тим, що запропонована нова узагальнена методика короткотермінового прогнозу опадів для території України, що може бути впроваджена у оперативну

синоптичну практику.

АПРОБАЦІЯ дослідження проводилася на базі Гідрометеоцентру України. На протязі 1993 р. у рамках розробки господарсько-договірної науково-дослідної теми "Прогноз опадів для території України в теплий період року із завчасністю 2-3 дні" були створені основи методики і пакет прикладних програм.

Результати досліджень були представлені у заключному звіті по темі.

У відділі чисельних методів прогнозу погоди Гідрометеоцентру України при використанні банку даних метеорологічної інформації автором було проведено апробацію створеної методики прогнозу. Результати апробації і оцінка якості прогнозу опадів теплої півріччя за даною методикою стали основою наукової доповіді, що була заслухана на науково-практичному семінарі у Гідрометеоцентрі України 23 листопада 1995 р. Робота отримала позитивні відгуки і була рекомендована для оперативних випробувань.

Крім того, основні теоретичні положення дисертаційної роботи викладені у ряді праць, список яких наводиться далі.

Мета і завдання дослідження обумовили СТРУКТУРУ РОБОТИ. Дисертаційне дослідження складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У "Вступі" обґрунтовується актуальність обраної теми, характеризується ступінь її наукової розробки, визначаються мета і завдання дослідження, окреслюються методологічні та теоретичні засади їх вирішення, виіляються основні положен-

ня, які виносяться на захист, розкривається науково-теоретичне і практичне значення проблеми прогнозу опалів теплого періоду року для території України та її вирішення на базі використання елементів теорії розпізнавання і класифікації образів.

ПЕРШИЙ РОЗДІЛ роботи має назву "Прогноз поля опалів на основі залучення елементів теорії класифікації та розпізнавання образів: теоретичний аспект проблеми". У розділі розглядаються питання сучасного стану проблеми прогнозу опалів та можливості використання щодо розв'язання цієї проблеми деяких практичних галузків, що впливають із теорії класифікації і розпізнавання образів - розділу кібернетики, що має широке прикладне застосування.

Теорія класифікації і розпізнавання образів була започаткована в результаті досліджень, направлених на спроби математичної формалізації людського мислення за допомогою електронних обчислювальних машин. При цьому ставилося завдання створити пакет прикладних програм, що давали б змогу комп'ютеру класифікувати деякі об'єкти чи явища з наступним розпізнаванням і віднесенням до одного з виілених класів нового об'єкту, заданого певною сукупністю параметрів. Говорячи про деякий об'єкт чи процес, що підлягатиме розпізнаванню, мають на увазі створення формалізованої моделі, найчастіше - математичного характеру, в основу побудови якої покладено деякі характерні ознаки даного об'єкту чи процесу. Тобто при машинному розпізнаванні мова йде про створення образів реальних об'єктів, які цікавлять дослідника. Створення образу, який найбільш адекватно відображає особливості об'єкту розпізнавання, і знаходження критеріїв відповідності між реальним об'єктом та його образом - першочергове завдання у теорії

розпізнавання і класифікації.

Класифікації деякого об'єкту можна розбити на ряд етапів:

1. Вибір способу задання вхідних даних.
2. Виділення характерних ознак.
3. Пошук оптимальних процедур прийняття рішень, необхідних при класифікації.
4. Класифікація вхідних даних за обраними ознаками.
5. Розпізнавання нового образу і віднесення його до одного з виділених класів.

Серед методів теорії розпізнавання та класифікації образів виділяють такі:

1. Метод потенціальних функцій.
2. Статистичний метод.
3. Метод побудови параметричних моделей.
4. Метод експертних оцінок.
5. Лінгвістичний (структурний) метод.

На практиці, як правило, використовується деяка комбінація даних методів.

Основні поняття теорії розпізнавання та класифікації образів набувають конкретного змісту в залежності від характеру прикладних завдань, щодо яких вони розглядаються. Під "образом" у метеорології розуміють, як правило, деякий об'єкт прогнозу, описаний певним чином, а саме кількісні та якісні характеристики метеорологічних величин або ж комплекс таких характеристик, чи поля метеовеличин або їх складові. Той чи інший спосіб задання об'єкту прогнозу визначає вибір методів побудови образу. Найбільш загальна постановка завдання - це розпізнавання і класифікація синоптичної ситуації в цілому. Характер завдання при цьому наб-

лижається до проблеми пошуку аналогів. Розпізнавання у метеорології - це формалізований і перекладений на плечі ЕОМ процес вибору аналога і прийняття відповідного рішення.

У прогностичній метеорології елементи застосування теорії розпізнавання і класифікації образів присутні саме у працях щодо автоматизації пошуку аналогів, проблеми вибору корисних ознак і їх вагових характеристик при прогнозі окремих метеорологічних величин, виділення деяких узагальнених показників аналогічності. Методи побудови функцій, що розділяються, застосовувались щодо прогнозу небезпечних явищ (гроз, шквалів, ожеледі, заморозків). Найбільш характерним є застосування теорії розпізнавання образів при класифікації і типізації тих чи інших полів метеорологічних величин і їх похідних. Типізувалися поля тиску, геопотенціалу, температури, опадів, їх аномалій, місцезросташування висотної фронтальної зони та ряду інших характеристик. При цьому, як правило, сама по собі така типізація ще не дає виходу на прогноз. Але методики, повністю побудовані на основі методів теорії класифікації і розпізнавання образів, поки що не існують, хоча у багатьох працях вона використовувалась неявним чином. Щодо прогнозу опадів теплої періоду року методи теорії розпізнавання теж не використовувались до цих пір. У практиці прогнозу опадів на наш час виділяються три великі групи методів, що активно розвивались:

- фізико-сिनоптичні;
- статистичні;
- чисельні гідродинамічні.

Багаточисленні методики побудовані також на їх комбінації. Що стосується фізико-сінуптичних методів, то вони охоплюють широкий загал емпіричних способів прогнозу опадів теплої періоду, виділених внаслідок нагромадження фактичного матеріалу

у оперативній практиці прогнозування, а також методи, засновані на врахуванні фізичних закономірностей внутрішньохмарових процесів, розвитку конвекції і т.і. Серед методів виділяються і чисто якісні, і розрахункові.

Методи даної групи дотепер широко використовуються на практиці синоптиками. Але ведуться активні пошуки у рамках статистичних і чисельних груп методів та деякого комбінування їх.

Використання елементів статистики, як правило, у неявній формі містять усі запропоновані методи прогнозу. Встановлювались статистичні зв'язки між фактом випадання та кількістю опадів і іншими метеорологічними величинами. Статистико-ймовірнісні методи містять спроби прогнозу опадів по градаціях з певною ймовірнісною забезпеченістю. Це актуально для деяких споживачів метеорологічної інформації, але в цілому проблема чіткого детерміністичного прогнозу не знімається.

"Чисто" чисельні методи прогнозу опадів, що засновані на використанні гідродинамічних моделей прогнозу баричних і геопотенціальних полів, полів температури, а, як наслідок, і опадів, дають досить низькі результати справджуваності. Похибки, що нагромаджуються при реалізації самих гідротермодинамічних моделей, впливають і на якість прогнозу опадів.

Більш якісними є чисельно-статистичні методи, зокрема, методика, що розроблена під керівництвом В.Клейна і впроваджена у оперативну практику прогнозування опадів у США. Відносна справджуваність прогнозів по даній схемі становить 70 %.

Аналіз сучасного стану проблеми прогнозу опадів показує, що вона далека від повного вирішення на даному етапі внаслідок

док багатопараметричності і принципової складності на фоні невірності проблеми прогнозу в цілому.

Достатньо успішна загальна модель прогнозу опалів відсутня. Але це не є перешкодою для спроб часткового вирішення завдання при створенні регіональних методик прогнозу. Підвищення якості сучасних методів прогнозування можливе при комплексному підході до завдання. Теорія розпізнавання і класифікації образів відкриває можливості такої комплексності з наступною формалізацією методики.

Саме відсутність загальної методики короткотермінового прогнозу опалів теплої періоду для території України була однією із спонукальних причин даного дослідження.

ДРУГИЙ РОЗДІЛ дисертаційного дослідження носить назву "Методика короткотермінового прогнозу поля опалів для території України в теплий період року. Побудова еталонних образів і алгоритм розпізнавання". У розділі викладено основні принципи побудови запропонованої методики. Ми базувались на використанні статистичного підходу у теорії розпізнавання і класифікації образів у поєднанні з методами побудови параметричних моделей.

Наше завдання полягало в аналізі кількісних і якісних характеристик для реалізації можливості прогнозу опалів в Україні у теплий період при використанні ряду параметрів, що характеризують зміну стану елементів баричного поля у макроциркуляційному масштабі, у тому числі - і місцезнаходження висотної фронтальної зони та ряду показників, що відображають основні риси вологообігу атмосфери. Крім того, виходячи із загальної гіпотези теорії прогнозу погоди, ми намагалися встановити зв'язок між розвитком окремих станів погоди з попередніми і відповідність між ними у часі та просторі. При

цьому ми використовували гіпотезу локальної аналогічності метеопроцесів, тобто припущення про існування аналогічності у межах невеликих у синоптичному масштабі територій.

Дослідження П.І.Кобзистого і Л.Ю.Науменко дали змогу виділити 10 основних типових макроциркуляційних опадоутворюючих процесів, характерних для території України, на основі аналізу розвитку синоптичних процесів у межах п.с.періодів. Ці 10 типів були покладені в основу навчаючої вибірки образів, на базі якої створений механізм розпізнавання і класифікації нової синоптичної ситуації. Це –слідуючі опадоутворюючі процеси:

- 1.Тип захільного циклону.
- 2.Тип захільного антициклону.
- 3.Малоградїєнтне розмите баричне поле зниженого тиску.
- 4.Малоградїєнтне розмите баричне поле пїлвценого тиску.
- 5.Тип пївлєнного циклону.
- 6.Тип пївлєнно-захїльного циклону.
- 7.Тип циклону, що стаціонує.
- 8.Тип висотного гребєня.
- 9.Тип висотної улоговини.
- 10.Тип пївнічно-захїльного циклону.

Нами були скомпонованї 10 образів-еталонїв типових опадоутворюючих процесїв.В основу розпізнавання нової синоптичної ситуації і вїднесення її до одного з типїв покладєнс:

- 1.Характер висотного баричного поля (карта АТ₅₀₀).
- 2.Мїсцєрозташування ВФЗ (по показовїй ізогіпсі).
- 3.Показники вологообїгу.

В основу розпізнавання поля АТ₅₀₀ і вїднесення його до одного з еталонних типїв було поглаєно принцип аналогічності.

Для визначення ступеню аналогічності деяких метеополів у метеорології розроблено ряд показників або критеріїв аналогічності. Ми використовували наступні:

1. Матриця близькості чи віддаленості метеополів C .

2. Показники ρ , ρ_φ , ρ_λ , ρ_z . Показник ρ характеризує подібність полів аномалій окремих метеовеличин, зокрема, геопотенціалу, по знаку, а показники ρ_φ , ρ_λ , ρ_z застосовуються для оцінки геометричної подібності полів, що порівнюються.

3. Параметр B , що дозволяє оцінити площинне співпадіння полів геопотенціалу по знаку.

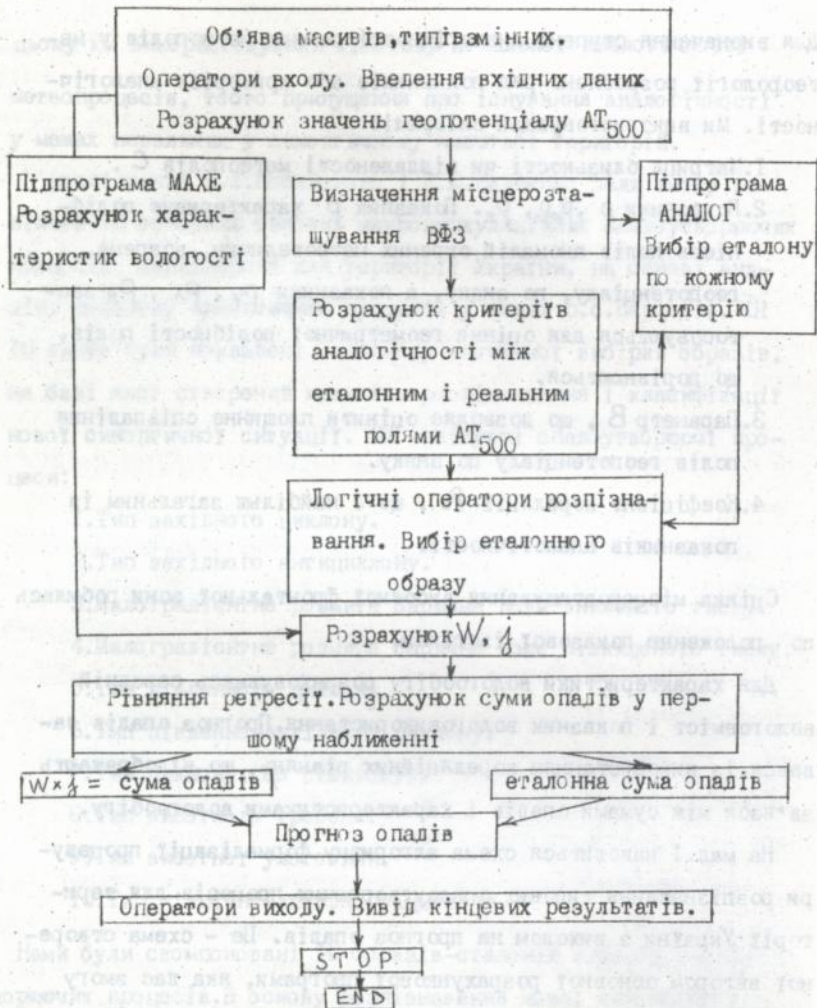
4. Коефіцієнт кореляції R , що з найбільш загальним із показників аналогічності.

Сітка місцезрештування висотної фронтальної зони робилась по положенню показової ізогіпси.

Для характеристики вологообігу розраховувався середній вологовміст і показник вологовикористання. Прогноз опадів давався із використанням кореляційних рівнянь, що відображають зв'язок між сумами опадів і характеристиками вологообігу.

На мал. I наводиться схема алгоритму формалізації процедури розпізнавання типових опадоутворюючих процесів для території України з виходом на прогноз опадів. Це - схема створеної автором основної розрахункової програми, яка дає змогу виконувати розпізнавання у автоматичному режимі, на ПЕОМ.

У процесі оперативних випробувань даної методики було проведено оцінку отриманих результатів, яка наводиться у ТРЕТЬОМУ РОЗДІЛІ дослідження. Розділ має назву "Апробація методики прогнозу полів опадів теплого періоду для території



Мал.І. Алгоритм прогнозу опадів на основі виділення і розпізнавання типових опалоутворюючих процесів, структура програми.

України і оцінка результатів".

Апробація запропонованої методики прогнозу була проведена на базі даних, що архівуються у відділі чисельних методів прогнозу погоди Гідрометеоцентру України. Відмітимо, що архів метеорологічної інформації на гнучких дисках почав створюватись лише декілька років тому назад. Для апробації методики були вибрані дані за 1994 р. (квітень-вересень). На вибір даних вплинули два фактори: по-перше, повнота архівної інформації за вказаний рік, по-друге, її показовість.

Всього прогноз давався для 147 випадків. Для розрахунків бралися нічні дані об'єктивного аналізу (за 00 год). Прогноз полів опадів давався на наступну добу. Прогнозувалися середні суми опадів для зон їх однорідного розподілу по території України. Кількість таких зон коливається від 4 до 7 для кожного з 10 типів опалоутворюючих процесів. Крім того, давався прогноз середньої добової суми опадів для всієї території України. Як вхідна інформація використовувались приземні і висотні поля тиску, геопотенціалу, температури, вологості. Для оцінки результативності прогнозу було зроблено вибірку даних щодо фактичних денних і нічних сум опадів для території України по 75 станціях за квітень-вересень 1994 р.

Для оцінки якості прогнозу типу опалоутворюючого процесу робилася вибірка даних по картах-схемах п.с. періодів за вказаний термін, за якими проводилася ідентифікація синоптичного процесу з одним із 10 типів-еталонів.

Для оцінки результатів прогнозу при апробації запропонованої методики нами використовувався ряд критеріїв, за-

гально прийнятих у синоптичній практиці, а саме:

1. Оцінка справджуваності прогнозу типу синоптичної ситуації і факту наявності або відсутності опадів:

- загальна справджуваність прогнозу:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% \quad |11|$$

Тут N - загальне число прогнозів,

n - число прогнозів, що справдилися.

2. Оцінка справджуваності прогнозу кількості опадів:

- середня систематична похибка:

$$\hat{\delta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (Q_n - Q_\phi) \quad |12|$$

Тут Q_n, Q_ϕ - відповідно прогностичні і фактичні суми опадів в районі прогнозу, N - кількість прогнозів.

- процент прогнозів, що справдилися, по заданих градаціях похибок:

$$PQ = \frac{N_1}{N} \times 100\% \quad |13|$$

Тут N_1 - кількість прогнозів, що потрапили у задану градацію, N - загальна кількість прогнозів.

У оперативній практиці широко використовується і рекомендована Настановою по службі прогнозів оцінка попадання в наступні градації:

0-0.3 0.3-3 3-8 8-15 15-49 ≥ 50 мм

Попадання в градацію зараховується як 100 %, попадання у сусідню - 50 %, попадання у будь-яку іншу - 0 %.

По ряду прогнозів був порохований також критерій Брайера за формулою:

$$BR = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j (f_{ij} - \varepsilon_{ij})^2 \quad (4)$$

Тут N - число прогнозів, $i = 1, N$, j - класи,

f_{ij} - спрогнозована ймовірність, ε_{ij} - функція виду:

$$\varepsilon_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{- якщо клас здійснився} \\ 0 & \text{- якщо клас не здійснився.} \end{cases}$$

Оцінка справджуваності прогнозу факту наявності чи відсутності опалів давалась, виходячи з градацій:

- повна справджуваність (опали були і прогнозувались або опалів не було, і вони не прогнозувались) - 100 %,
- часткова справджуваність (кількість опалів не перевищувала 0.0 мм у випадку, коли вони не прогнозувались) - 75 %,
- прогноз не справився - 0 %.

По формулі /3/ отримано наступні результати:

Лісостеп - 90 %

Степ

I зона - 53 %	}	Середня для	
2 зона - 64 %		середня - 66 %	України - 78 %
3 зона - 32 %			

Оцінка прогнозу кількості опалів здійснювалась, виходячи з факту попадання прогнозу у одну із градацій, рекомендованих Наставною по службі прогнозів.

Справджуваність прогнозу кількості опалів:

Лісостеп - 77 %

Степ

I зона - 77 %	}	Середня для	
2 зона - 80 %		середня - 83 %	України - 80 %
3 зона - 92 %			

Оскільки в переважній більшості випадків реальні і прогностичні суми опадів не виходили за межі перших 2-х градацій (0 - 3 мм) , то ми оцінили також прогнози в межах цих градацій, застосувавши більш дрібний поділ їх (0-1, 1-2, 2-3 мм) . Середня для території України справджуваність прогнозу при цьому становила: 84 %.

Таким чином, результати оцінки прогнозів не є завищеними внаслідок широти границь окремих градацій.

Середня систематична похибка прогнозу кількості опадів, поражена за формулою /2/ , становить:

Лісостеп - 1 мм

Степ

I зона - 0.8 мм	} середня - 0.6 мм	Середня для України - 0.8 мм
2 зона - 0.6 мм		
3 зона - 0.3 мм		

Кількість прогнозів, в яких відхилення прогностичної величини від фактичної не перевищує $\hat{\sigma}$, для України дорівнює 73 %.

У таблиці I наводяться результати оцінки прогнозу опадів для кожного з 10 опадоутворюючих типів.

Справджуваність прогнозу середньої добової суми опадів для території України двома запропонованими способами (як середньостатистична і з використанням показників вологовмісту та коефіцієнту вологовикористання) становила 74-78%.

Загальна справджуваність прогнозу типу опадоутворюючого процесу розраховувалася за формулою /1/. Найкраща справджуваність відмічалася для 5,7,10-ого типів 100 % , ще гірша - для 1,2,6-ого типів 70 % , найгірше піддавались

Таблиця І. Справджуваність прогнозу факту наявності чи відсутності і кількості опадів для окремих макроциркуляційних опадоутворюючих процесів.

Тип	Прогноз факту %		Прогноз кількості попадання у градації , %	
	Лісостеп	Степ	Лісостеп	Степ
1	100	86	82	77
2	94	80	70	83
3	100	62	80	78
4	94	60	90	71
5	100	80	70	76
6	100	90	82	100
7	91	56	82	70
8	90	75	72	81
9	не спостерігався			
10	83	81	80	95

розпізнаванню процеси 3,4,8-ого типів. Відмітимо, що на якість розпізнавання суттєво вплинув той факт, що прогноз склався по даних, зібраних з території розміром 10 × 10 вузлів стандартної регулярної мережі, що охоплює Україну і прилеглі райони. Саме у такому об'ємі архівується метеоінформація у Гідрометеоцентрі. Цей район набагато менший від атлантико-європейського сектору, у межах якого, як правило, відбуваються основні синоптичні процеси. Зокрема, не завжди

влавалося ідентифікувати місцезонашування ВФЗ (вона розташовувалася вище зони прогнозу). Саме у цих випадках синоптична ситуація розпізнавалася неправильно, або ж прогнозувався тип близький до фактичного (наприклад, західний циклон замість північно-західного). При умові розширення банку даних якості прогнозів, безумовно, підвидиться.

В цілому аналіз результатів апробації запропонованої методики прогнозу опадів теплої півріччя показав, що результативність прогнозів вища, ніж для методів, що застосовуються зараз у оперативних підрозділах, і тому даний метод доцільно запровадити у синоптичну практику.

Узагальнення результатів дослідження робиться у ВИСНОВКАХ. Окреслюються можливі перспективи розробки даної проблеми, містяться теоретичні узагальнення і рекомендації щодо практичного використання результатів роботи. Підкреслено, що застосування теорії розпізнавання і класифікації образів дасть змогу поєднати фізико-синоптичні, статистичні і чисельні методи прогнозу погоди та створити автоматизовані комплексні методики прогнозу, що використовують увесь нагромаджений матеріал емпіричного і теоретичного плану та дають якість прогнозу, найвищу з можливих на даному етапі розвитку наших знань про метеорологічні процеси.

Основні положення дисертаційного дослідження відображено в наступних публікаціях автора:

І.Кобзистий П.І., Ковальчук В.В. Методика короткотермінового прогнозу опадів у теплий період року для теригорії

України.-К.,Вид.держкомгідромет України,1996.-35 с.

2.Кобзистий П.І.,Ковальчук В.В. Про модель метеорологічного прогнозу опалів на основі теорії розпізнавання образів.-К.,1994.-10 с.-Деп.в ДНТБ України 03.06.94, № І043.

3.Ковальчук В.В. Основи методики ймовірнісного прогнозу опалів для території України в літній період.-К.,1994.-Деп.в ДНТБ України 03.06.94, № І042.

4.Методичні вказівки до вивчення курсу "Синоптична метеорологія" для студентів географічного факультету.-К.,ВПЦ"Київський університет",1993.-Ів с.

АННОТАЦІЯ

Ковальчук В.В. Прогноз поля осадков для території України в теплий період гола на основе использования теории распознавания и классификации образов. Диссертация является рукописью. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности ІІ.00.09 - метеорология, климатология, агрометеорология. Киевский университет имени Тараса Шевченко, Киев, 1996.

В диссертации рассматривается проблема прогноза осадков теплого полугодия на основе использования элементов теории распознавания и классификации образов. Предлагается автоматизированная методика прогноза осадков для территории Украины.

ANNOTATION

Kovalchuk V.V. The prediction of the field of warm seasons precipitation on the basis of use the theory of pattern recognition and classification for the territory of Ukraine. The dissertation is a manuscript. The dissertation for a candidate's degree (Geography) on the speciality code 11.00.09 - meteorology, climatology, agricultural meteorology. Kiev University by name of Taras Shevchenko, Kiev, 1996.

This thesis examine the problem of warm half year's precipitation forecast on the basis of use the elements of theory of pattern recognition and classification. The automatizer methods of prognosis of precipitation for the territory of Ukraine is proposed in giver dissertation.

Ключові слова: опади, прогноз, теорія розпізнавання і класифікації образів, типовий опадоутворюючий процес.

436679

AB 36.191