

УДК 551.57

Свінціцька Г. І.¹, Талерко М.М.^{1,2}

¹ – Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

² – Інститут проблем безпеки АЕС
НАН України

КРИТЕРІЙ УМОВ ФОРМУВАННЯ КУПЧАСТО-ДОЩОВИХ ХМАР РІЗНИХ ТИПІВ ТА КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ З НИХ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ КОНВЕКТИВНОГО СТРУМЕНЯ

Ключові слова: конвекція, купчасто-дощові хмари, одно-, багато- та суперкоміркові хмари, модель конвективного струменя

Постановка проблеми. З купчасто-дощовими хмарами пов'язаний комплекс найбільш небезпечних атмосферних явищ - зливовий дощ, град, сильний снігопад, «снігові заряди», гроза, шквали, смерчі. Висхідні та низхідні рухи в купчасто-дощових хмарах (в окремих випадках з швидкістю вище 30 м/с) можуть викликати катастрофічні перевантаження і втрату керування літальним апаратом [3]. У верхній частині цих хмар спостерігається сильне зледеніння, в грозових купчасто-дощових хмарах можливе враження літаків та гелікоптерів блискавками. В купчасто-дощових хмарах і на відстані декількох кілометрів від них виникає сильна турбулентність, що викликає бовтанку літальних апаратів, в результаті чого політ стає некерованим [3].

За структурою повітряних рухів, характерним часом існування, інтенсивністю та фазовим складом опадів виділяють три типи купчасто-дощових хмар.

1) *Однокоміркові.* Розвиваються за незначних швидкостей вітру, складаються із одної конвективної комірки з висхідним потоком в центрі. Їх діаметр складає 5-10 км [2]. Час їх існування близько 30-45 хв. [3]. Для них характерні зливи.

2) *Багатокоміркові.* Складаються одночасно із кількох комірок. Причина їх виникнення - крупномасштабна конвергенція в зоні улоговин, фронтів. Тривалість існування – близько 1,5 години [3]. Багатокоміркові Св складають до 30% всіх градових осередків, з ними пов'язані сильні зливи, грози, шквали [3].

3) *Суперкоміркові.* Найбільш потужні, з тривалим періодом існування (до 4 год). З ними пов'язані найбільш інтенсивні грози і катастрофічні градобиття. Розвиваються на холодних фронтах і холодних фронтах оклюзії при значній нестійкості атмосфери. Складаються із одної стаціонарної комірки, з діаметром 10-15 км і висотою 12-16 км [3]. Праворуч комірки розташовується зона потужного висхідного потоку (50 м/с). В тилівій частині в зоні інтенсивних опадів формується низхідний потік із швидкостями 20 м/с [4]. Ці дві зони розмежовує лінія шквалів.

Мета статті. Розробка методу прогнозу умов формування купчасто-дощових хмар різних типів та кількості опадів з них на основі моделі розвитку повітряних потоків в конвективній хмарі.

Отримані результати. Розробка методу прогнозу умов формування купчасто-дощових хмар проводилась на основі використання даних вимірювань вертикального профілю температури і швидкості вітру в шарі формування хмари. Оскільки за даних метеоумов характеристики конкретної хмари (рівень конвекції, радіус) є невідомими, то для їх визначення використана модель розвитку повітряних потоків в конвективній хмарі. Критерій прогнозу формулюється на основі того факту, що в однокоміркових хмарах низхідні рухи утворюються в тій же ділянці, де і висхідні, і подавляють їх, а у багато- і суперкоміркових висхідні і низхідні рухи розділені як в часі, так і у просторі.

Для створення моделі прогнозу структури повітряних потоків використана система п'яти диференційних рівнянь, за допомогою яких розраховують параметри конвективного струменя (радіус, температура повітря та вертикальна швидкість повітря в ньому, траєкторія центра струменя) [1].

Для проведення розрахунків розвитку повітряних потоків в купчасто-дощових хмарах було використано архівні дані ЦГО для метеостанції «Київ», що наведені в табл. 1. Було вибрано десять випадків наявності Сb в період з 2009 по 2010 рр. Дані радіозондувань для цих випадків взяті з джерела [5].

Таблиця 1. Загальні характеристики купчасто-дощових хмар для вибраних випадків

Дата	Кількість балів		Хмарність			Рівень конденсації, м	Опади, мм
	0	H	Cc,Cs	Ac, As	Cu,Cb		
07.05.2009	7	6	-	1	2	800	1.3
03.07.2009	7	7	-	-	2	900	1.7
25.07.2009	10	7	7	1	2	900	5.2
08.05.2010	9	9	-	-	2	800	4.2
10.05.2010	10	8	-	4	4	700	2.3
11.05.2010	8	8	-	-	1	770	0.7
21.05.2010	10	10	-	-	2	700	1.7
28.05.2010	9	7	-	1	4	800	1.4
31.05.2010	7	6	1	-	2	700	3.2
01.06.2010	9	9	-	-	4	1000	4.6

Для ініціалізації вертикальних рухів на рівні конденсації хмари задавалися значення початкової вертикальної швидкості ω_0 та початкового перегріву повітря в струмені відносно оточуючої атмосфери Δ . Значення початкового радіусу струменю задавалося рівним $R_0 = 2000$ м.

За допомогою розробленої моделі було проведено розрахунки характеристик конвективних повітряних потоків в купчасто-дощових хмарах різних типів.

Розрахункова висота верхньої границі хмари для розглянутих випадків варіюється від 3800 м до 8070 м, що відповідає даним спостережень за вертикальними розмірами хмар такого типу.

Значення максимуму вертикальної швидкості для різних ситуацій, що розглядалися, змінюється від 8.1 до 20.0 м/с. Відзначимо, що у випадку найбільшого значення вертикальних розмірів хмари 8070 м максимальне значення вертикальної швидкості склало лише 9.2 м/с, що пов'язано з особливостями вертикальної стратифікації в шарі розвитку атмосферних рухів.

Висоти, на якій досягається максимальне значення вертикальної швидкості ω_{max} змінюються в межах від 2460 м до 6200 м, а максимальний перегрів повітря в струмені відносно оточуючої атмосфери – від 0.3 до 3.8 °С.

Розрахунки траєкторії висхідної та низхідної частин хмарних повітряних потоків показали, що абсолютне зміщення центру низхідного струменю на рівні поверхні землі відносно центру координат S_f склало від 5649 м до 17702 м.

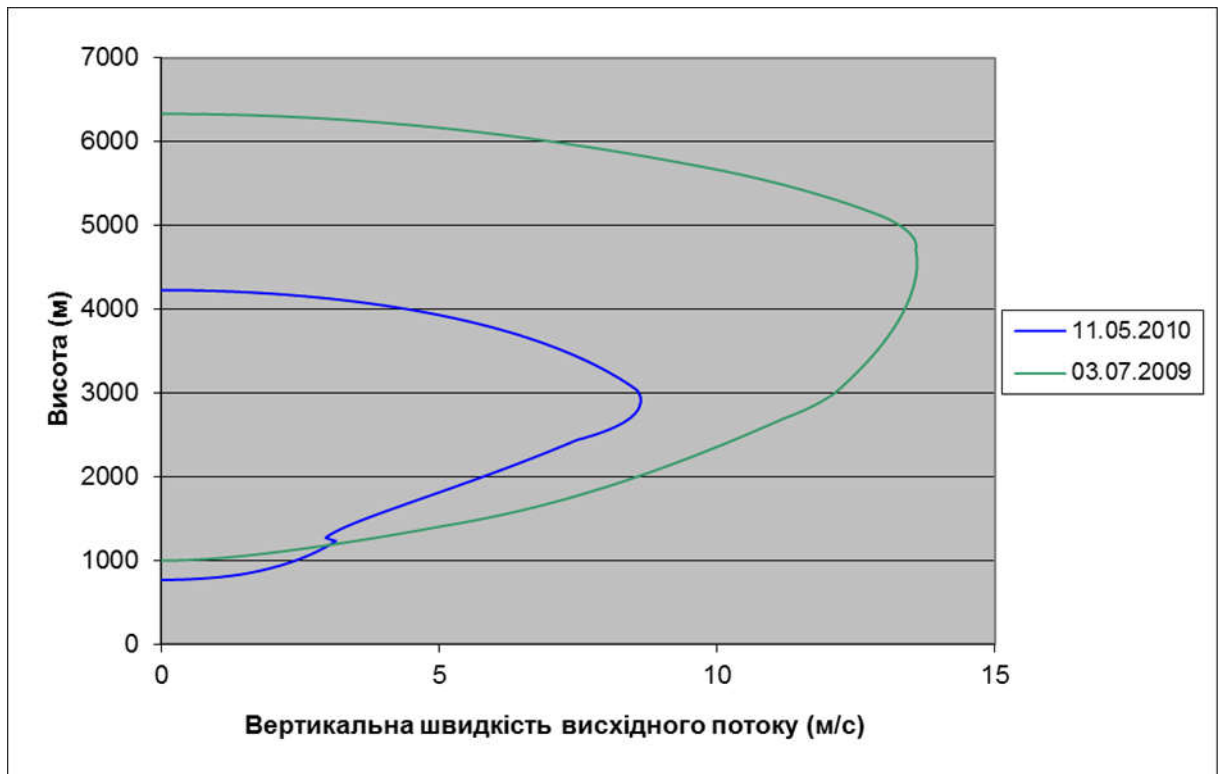


Рис. 1 – Залежність вертикальної швидкості висхідного потоку від висоти для двох випадків

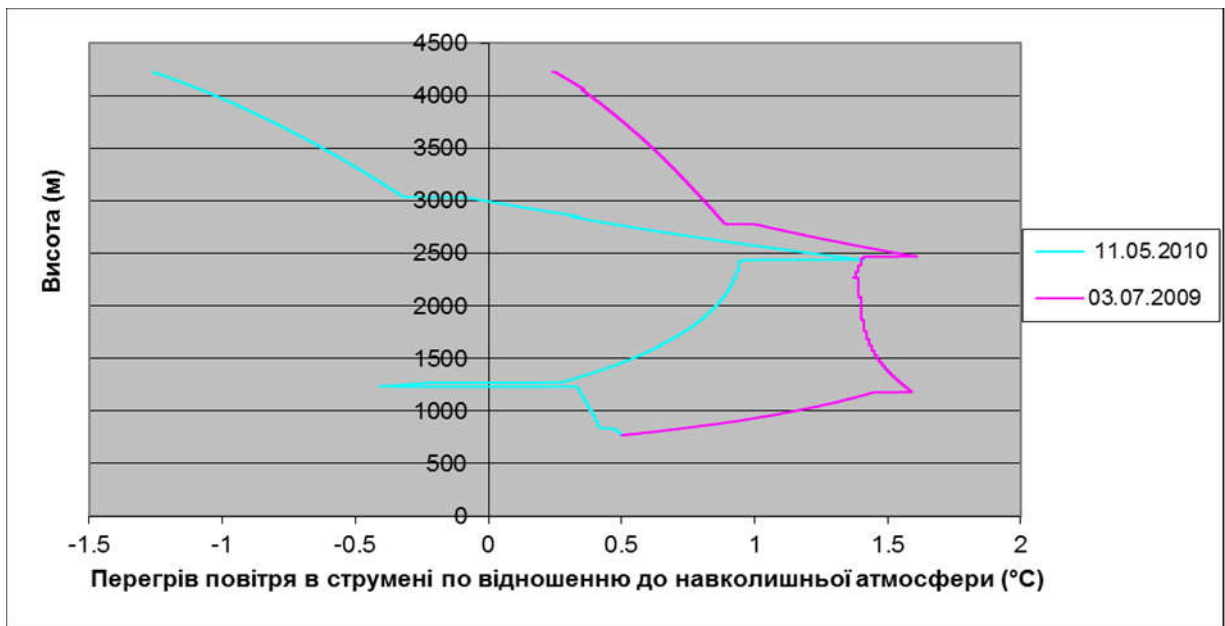


Рис. 2 – Залежність перегріву повітря в струмені по відношенню до навколишньої атмосфери від висоти для двох випадків

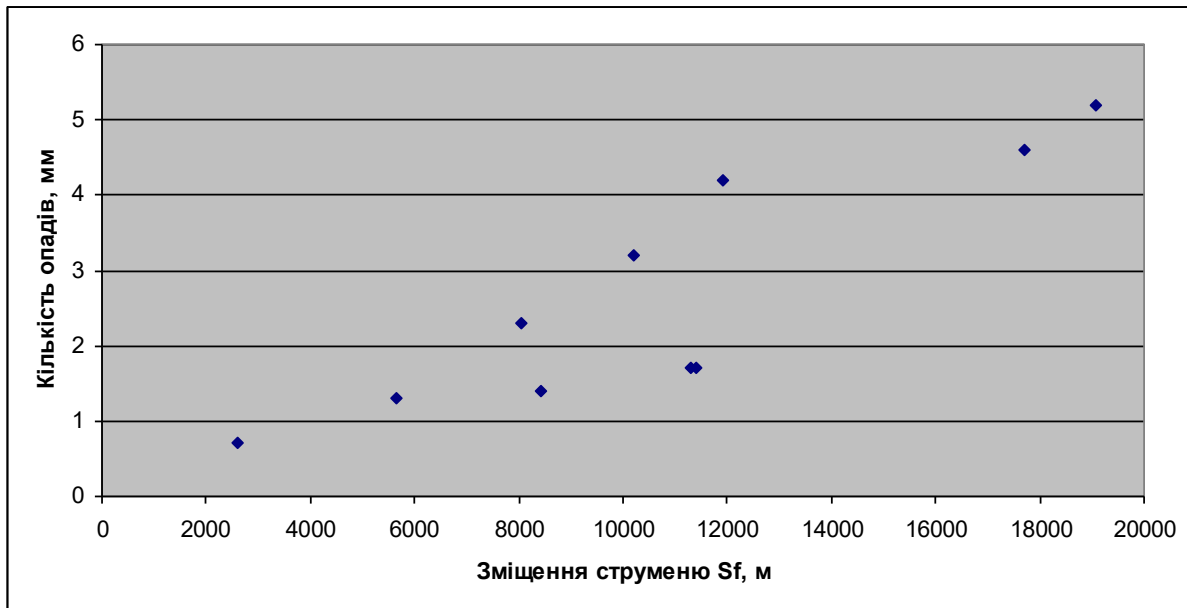


Рис. 3 – Залежність кількості опадів з купчасто-дощової хмари (дані вимірювань) від розрахункового значення абсолютного зміщення центру низхідного струменю на рівні поверхні землі відносно центру координат

Із рис. 3 видно, що спостерігається чітка залежність кількості опадів з купчасто-дощової хмари (дані вимірювань) від розрахункового значення абсолютного зміщення центру низхідного струменю на рівні поверхні землі відносно центру координат. З даних спостережень за кількістю опадів з однокоміркових та багатокоміркових купчасто-дощових хмар відомо, що останні характеризуються більшою кількістю опадів. Таким чином, отримана залежність може бути інтерпретована як свідчення залежності типу купчасто дощової хмари від значення параметру S_f . Ситуації, для яких отримано відносно малі значення параметру S_f , можуть розглядатися як найбільш ймовірні для формування в них однокоміркових купчасто-дощових хмар. Ситуації, для яких отримано відносно великі значення параметру S_f (права частина рис. 3), можуть бути інтерпретовані як найбільш ймовірні для формування в них багатокоміркових купчасто-дощових хмар.

Таким чином, величина параметру S_f – тобто значення абсолютного зміщення центру низхідного струменю на рівні поверхні землі відносно центру координат, може бути використане для прогнозування умов утворення купчасто-дощових хмар різного типу. За даними проведених обчислень граничне значення S_f , яке визначає поділ умов формування хмар різних типів, може бути оцінено як 10000 – 16000 м.

З іншого боку, шуканий критерій може бути визначено як відношення величини абсолютного зміщення центру низхідного струменю на рівні поверхні землі відносно центру координат до початкового радіусу висхідного струменю S_f / R_0 . Для заданого в основному циклі розрахунків значення $R_0 = 2000$ м відповідне значення такого критерію може складати від 5 до 8.

Висновки. Розроблено модель формування повітряних потоків в конвективній хмарі, за допомогою якої можуть бути розраховані її параметри, в тому числі траєкторія висхідної та низхідної частин повітряного потоку в ній. Запропоновано критерій для прогнозу умов формування купчасто-дощових хмар різного типу – однокоміркових та багатокоміркових за даними радіозондування атмосфери. Цей критерій може бути використаний при розробці методів прогнозу кількості опадів з купчасто-дощових хмар.

Список літератури

1. Качурин Л. Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы / Л. Г. Качурин. – Л. : Гидрометиздат, 1973. – 365 с. 2. Мазин И. П. Облака, строение и физика образования / И.П. Мазин, С.М. Шметер. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 280 с. 3. Опасные природные явления. Часть III. Опасные явления погоды конвективного происхождения / Составитель А. В. Назаренко. – Воронеж : ВГУ, 2008. – 62 с. 4. Шметер С. М. Физика конвективных облаков / С. М. Шметер. – Л.: Гидрометиздат, 1972. – 230 с. 5. Weather.uwyo.edu

Свінціцька Г. І., Талерко М. М. Критерій умов формування купчасто-дощових хмар різних типів та кількості опадів з них на основі моделі конвективного струменя. Дослідження присвячено розробленню моделі формування повітряних потоків в конвективній хмарі та виведенню на її основі критерію умов формування купчасто-дощових хмар різних типів та кількості опадів з них.

Ключові слова: конвекція, купчасто-дощові хмари, одно-, багато- та суперкоміркові хмари, модель конвективного струменя.

Svintsitska H., Talerko M. The criterion of conditions for different types Cumulonimbus formation and precipitations from them based on the model of convective plume. Research is dedicated to the development of the model of air flow in convective clouds and formulating on its basis the criterion of conditions for different types Cumulonimbus formation and precipitations amount.

Keywords: convection, cumulonimbus clouds, one-, multi- and supercell clouds, the model of convective plume

Свинцицкая Г. И., Талерко М. М. Критерий условий образования кучево-дождевых облаков различного типа и количества осадков из них на основе модели конвективной струи. Исследование посвящено разработке модели формирования воздушных потоков в конвективном облаке и введению на ее основе критерия условий формирования кучево-дождевых облаков различных типов и количества осадков.

Ключевые слова: конвекция, кучево-дождевые облака, одно-, много- и суперъячейковые облака, модель конвективной струи

Надійшла до редколегії 10.11.2014

УДК 551.524.36

Вовк І. І.

*Глухівський національний педагогічний
Університет імені Олександра Довженка*

Щербань І. М.

*Київський національний університет
імені Тараса Шевченка*

ОСОБЛИВОСТІ РЕЖИМУ ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ НА СХОДІ УКРАЇНИ

Ключові слова: максимальна температура повітря, екстремальна температура повітря, число днів з високою температурою повітря

Вступ. Постановка проблеми. В Україні в теплий період року тривалий час спостерігається висока температура повітря.

У східних регіонах практично щороку температура повітря досягає 30, 35⁰С. Тривале існування високої температури повітря відносять до стихійного метеорологічного явища, яке за інтенсивністю, періодом виникнення, тривалістю та площею поширення може завдати значних збитків господарству країни або населенню [15].

Перевищення середньої добової температури повітря 35⁰ С є стихійним метеорологічним явищем для більшої частини території країни. А в центральних,