

3. Bulletin of the American Meteorological Society – 2012. – Volume 94 – P.1824 – Режим доступу до журн. : journals.ametsoc.org/loi/bams.
4. Monthly Global Climate Reports/ NOAA's National Climatic Data Center (NCDC) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : http://www.ncdc.noaa.gov/climate-information/analyses/monthly-global-climate-reports – Назва з екрана.
5. Сезонные обзоры состояния и тенденций изменения климата на территории СНГ:/ Северо-Евразийский климатический центр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL : http://seakc.meteoinfo.ru/climatemonitoring – Назва з екрана.
6. Оперативный мониторинг засух по наземным данным. Центр Мониторинга Засухи Межгосударственного Совета по гидрометеорологии Росгидромета [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL. – Назва з екрана.
7. Обзоры погодно-климатических особенностей, наблюдавшихся в Северном полушарии в 2001-2014 гг. Гидрометцентр России [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL http://www.meteoinfo.ru/climate – Назва з екрана.
8. Огляди погоди та стихійних метеорологічних явищ на території України. УкрГМЦ, 1971. – 2010 р.
9. Балабух В. О. Особливості термічного режиму 2013 року в Україні / В.О. Балабух, О.М. Лавриненко, Л.В. Малицька // Укр. гідрометеорол. журн. – 2014. – № 14. – С. 17-34.
10. Балабух В.А. Межгодовая изменчивость интенсивности конвекции в Украине // Глобальные и региональные изменения климата; под ред. Осадчего В.И. / В.А. Балабух. – К.: Ника-Центр, 2011. – С. 161-173.

Український гідрометеорологічний інститут, Київ
В.А. Балабух, Л.В. Малицька, Е.Н. Лавриненко

Особенности погодных условий 2014 года в Украине

Представлен анализ термического режима, режима увлажнения, стихийных и опасных явлений погоды 2014 г. в Украине. Установлен ранг метеорологических величин 2014 года, их аномалий за последние полвека. Определен ранг 2014 года в процессе глобального изменения климата, уточнено направление и скорость этих изменений в целом для Украины и каждого её региона в частности.

Ключевые слова: региональные изменения климата, экстремальные явления погоды, изменение термического режима, изменения режима увлажнения.

V. Balabukh, L. Malytska, E. Lavrinenko

Features of weather in Ukraine in 2014

The article describes the thermal and humidity regimes, the natural and hazard weather phenomena through 2014 in Ukraine. Rank meteorological variables defined in 2014 and their anomalies over the past half-century in Ukraine and its regions. Established the place of 2014 in the global climate change process and specified direction and speed of these changes for Ukraine.

Keywords: regional climate changes, extreme weather phenomena, thermal regime changes, humidity regime changes.

УДК 551.501.81

Н.І. Грачова, В.В. Кузнєцова, Л.Н. Романенко, Л.П. Самаріна

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕБЕЗПЕЧНИХ ЯВИЩ ПОГОДИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Досліджено та наведено статистичні параметри радіолокаційних характеристик гроз за даними мережі метеорологічних радіолокаторів (МРЛ) на території України. У результаті аналізу фактичних спостережень за радіолокаційними характеристиками гроз виявлено закономірності просторового розподілу даних характеристик у межах України. Представлено результати зіставлення аудіовізуальних та радіолокаційних даних і виявлено загальну (за різних синоптичних ситуацій) достовірність інформації МРЛ про грози. Показано наявність сезонного впливу на достовірність інформації МРЛ про грози.

Ключові слова: купчасто-дошові хмари, небезпечні та стихійні явища погоди, радіолокаційне відлуння гроз, відбиваність, висота радіолокаційного відлуння, критерії гроzoneбезпечності.

Вступ

Розпізнавання стихійних та небезпечних метеорологічних явищ – одне з основних завдань сучасної радіометеорології [1-3].

На території України небезпечні та стихійні

явища відбуваються досить часто [4]. Серед них – грози, град, сильні зливи, шквали, смерчі. Вони нерідко спричиняють надзвичайні ситуації.

Світовий рівень прогнозування цих явищ загалом забезпечує складання попереджень із до-

статною завчасністю, проте низка галузей економіки, зокрема, усі види транспорту, особливо авіаційний, потребують конкретизації місця й часу максимального розвитку того чи іншого явища, з метою прийняття рішень щодо запобіжних заходів. Дуже небезпечними, зокрема, для авіації є грозові явища [4-7]. За даними Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) у кожній третій аварії несприятливі метеорологічні умови ускладнювали керування повітряним судном, а нерідко й були її головними чинниками.

Небезпеку для аеронавігації становлять як самі грозові хмари, так і зони конвективних хмар, що перебувають у передгрозовому стані [7, 8]. У таких зонах зафіксовано інтенсивну турбулентність, сильні зсуви вітру, обледеніння, град, сильні зливи. До того ж виникає небезпека ймовірного ушкодження літака електричними розрядами, тому що літак, маючи на своїй поверхні статичний заряд, притягує на себе так звані стримери.

Усе це актуалізує роботи, спрямовані на дослідження складних атмосферних процесів, пов'язаних із небезпечними конвективними процесами, зокрема з грозовими хмарами.

Із усіх методів оперативного одержання інформації щодо конвективних хмар і пов'язаних із ними небезпечних явищ, найперспективнішим є радіолокаційний метод. Він здобув визнання як в оперативній роботі прогностичних підрозділів, так і в багатьох наукових працях [1, 8, 12]. Над ним протягом тривалого часу працювала велика група вітчизняних та зарубіжних вчених провідних методичних центрів і досвідчених фахівців-практиків [2, 3, 8, 10, 11, 13, 18, 19].

Накопичений досвід експлуатації МРЛ і застосування радіолокаційної метеорологічної інформації на гідрометеорологічній мережі, а також багаторічні результати наукових досліджень було узагальнено в численних монографіях, упроваджено як методичні вказівки й посібники, опубліковано й затверджено у вигляді основних керівних документів для відповідних оперативних підрозділів [9]. Основні переваги радіолокаційного методу полягають у його безінерційності, можливості огляду значної території (ефективний радіус дії 180-200 км) за відносно високої просторової роздільності та можливості до всебічної автоматизації.

Проте, незважаючи на очевидні переваги радіолокаційного методу, його використання на практиці пов'язане з певними труднощами, які дещо знижують його ефективність. Вони обумовлені кривизною земної поверхні, що спричиняє втрату інформації зі збільшенням відстані

від радіолокатора, впливом атмосферної рефракції та послабленням радіохвиль у хмарах і особливо в опадах [10]. Необхідно мати на увазі, що достовірність радіолокаційної інформації та її якість значною мірою залежать від технічного стану МРЛ.

До того ж, об'єктивні чинники не дозволяють отримати безпосередньо прямі характеристики небезпечних погодних явищ [9]. Виникає необхідність звертатись до непрямих (опосередкованих) ознак, «акумулятиваних» у радіолокаційних критеріях. Останні дозволяють здійснювати розпізнання небезпечних явищ погоди, але мають характерний, обумовлений залученням непрямих характеристик, наслідок – порівняно великий відсоток помилкових тривог [11].

І все ж, незважаючи на зазначені недоліки, упровадження радіолокаційного методу є прогресивним кроком у метеорології. Саме завдяки йому було отримано кількісні характеристики хмар, серед яких верхня межа купчасто-дощової хмарності, радіолокаційна відбиваність на заданих рівнях і її розподіл по вертикалі, як опосередковані ознаки небезпечних явищ (гроз, граду, сильних злив тощо).

Мета роботи – виявити достовірність інформації МРЛ про грози шляхом зіставлення даних МРЛ та метеостанцій (МС), що разом із аналізом радіолокаційних характеристик небезпечних купчасто-дощових хмар у просторі, часі та в різних регіонах дозволить виявити їх залежність від пори року, фізико-географічних умов та деякою мірою від синоптичних ситуацій [13, 19].

Грози та їх радіолокаційні характеристики

Нижче приведено результати дослідження радіолокаційних характеристик гроз на території України за даними мережі МРЛ для теплого періоду 2000 року. Аналіз проведено за трьома основними радіолокаційними характеристиками стихійних явищ погоди: за максимальною висотою радіолокаційного відлуння (H_{\max}), радіолокаційною відбиваністю (IgZ_3), за комплексним критерієм гроzoneбезпечності [11]. Перелічена інформація визначалась у комірці 30x30 км 1 раз на годину протягом усього часу грозової діяльності в радіусі огляду радіолокатора 150-180 км. З одержаної вибірки для подальшого аналізу вибиралися значення радіолокаційних характеристик тільки для тих гроз, які підтверджені наземними метеостанціями, розташованими в радіусі ± 30 км від зони радіолокаційної відбиваності, визначеної на висоті $H_0+2-2,5$ км. Різниця в строках спостережень на метеостанціях та МРЛ не перевищувала ± 30 хвилин. Для одержаних у єдиний

момент часу радіолокаційних характеристик гроз визначались такі статистичні показники [14, 15, 17, 21, 23, 24]:

I. Середнє значення ($X_{Hm}, \lg Z_3, Y$):

$$X = m1 = 1/N_k * \sum_{i=1}^{N_k} X_{i(Hm, \lg Z_3, Y)} \quad (1)$$

де N_k – кількість гроз, підтверджених МРЛ та МС.

II. Відхилення $X_{i(Hm, \lg Z_3, Y)}$ від $X_{(Hm, \lg Z_3, Y)}$ – дисперсія:

$$D_{(Hm, \lg Z_3, Y)} = \sigma^2 = 1/N_k * \sum_{i=1}^{N_k} (X_{i(Hm, \lg Z_3, Y)} - X_{(Hm, \lg Z_3, Y)})^2 \quad (2)$$

III. Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_{(Hm, \lg Z_3, Y)} = \sqrt{D_{(Hm, \lg Z_3, Y)}} \quad (3)$$

IV. Характер зміщення функції щільності розподілу $P_{(X_{Hm}, \lg Z_3, Y)}$ визначається значенням асиметрії:

$$A_{X_{(Hm, \lg Z_3, Y)}} = 1/N_k * D_{(Hm, \lg Z_3, Y)}^{3/2} * \sum_{i=1}^{N_k} (X_{i(Hm, \lg Z_3, Y)} - X_{(Hm, \lg Z_3, Y)})^3 \quad (4)$$

при $A=0$, крива $P_{(X_{Hm}, \lg Z_3, Y)}$ симетрична, при $A>0$ витягнута права ділянка спаду кривої, при $A<0$ – витягнута ліва ділянка спаду кривої.

V. Екссес, як показник гостроти піку $P_{(X_{Hm}, \lg Z_3, Y)}$, порівняно з нормальним розподілом:

$$E_{X_{(Hm, \lg Z_3, Y)}} = 1/ND_{(Hm, \lg Z_3, Y)}^2 * \sum_{i=1}^{N_k} (X_{i(Hm, \lg Z_3, Y)} - X_{(Hm, \lg Z_3, Y)}) \quad (5)$$

VI. Максимальні значення висоти радіолокаційного відлуння, радіолокаційної відбиваності, комплексного критерію грозонебезпечності.

VII. Мінімальні значення висоти радіолокаційного відлуння, радіолокаційної відбиваності та критерію грозонебезпечності.

Результати розрахунків для гроз, які подано в табл. 1, отримано за допомогою програми “Stat”, яку було створено у відділі експериментальних досліджень УкрГМІ для вирішення подібних завдань. Її використання дає можливість розраховувати статистичні показники радіолокаційних характеристик за будь-який період і для інших небезпечних та стихійних явищ (град, зливи, шквал).

Нагадаємо, що одним із основних параметрів радіолокаційних характеристик гроз є максимальна висота радіолокаційного відлуння, яка визначається за допомогою радіолокатора. Це верхня межа крупно-крапельної частини хмари, яка не збігається з межею, яка визначається іншими методами [16].

Просторовий розподіл верхньої межі залежить від інтенсивності конвекції [19]. У разі слабо розвиненої конвекції верхня межа мезомасштабних осередків гроз має тенденцію одноманітного зниження зі збільшенням відстані. У разі сильно розвиненої конвекції поява Сb із градом супроводжується збільшенням значень максимальних висот радіолокаційного відлуння.

Радіолокаційна відбиваність характеризує мікроструктуру гроз [18, 20]. Вона є інтегральною мікрофізичною характеристикою, яка залежить від концентрації та розмірів відбиваних частинок і їхнього агрегатного стану.

Відбиваність гроз характеризує водність тільки крупнокрапельної частини хмарного шару, оскільки краплі менших розмірів практично не беруть участі в утворенні радіолокаційного відлуння [18]. Критерій грозонебезпеки (Y), який використовують в оперативній практиці, визначає факт існування грози в інформаційній комірці 30×30 км за максимальною висотою радіолокаційного відлуння (H_{max}) і радіолокаційною відбиваністю $\lg Z_3$ у шарі на $2 \div 2,5$ км, який перевищує рівень нульової ізотерми. Критерій (Y) має розмірність висоти і тому може бути “приведеною висотою радіолокаційного відлуння”, в яку введено “поправки”, які враховують особливості вертикального розподілу відбиваності радіолокаційного відлуння (Y).

У табл. 1 наведено статистичні параметри радіолокаційних характеристик гроз на мережі станцій МРЛ України. Усього за теплий період 2000 р. було розглянуто 3661 випадок гроз. Як бачимо із табл. 1, розподіл H_{max} упродовж теплового періоду року залежить від місяця. Так, наприклад, середнє арифметичне за висотою радіолокаційного відлуння в квітні становить 8,42 км, у травні – 8,57 км, у червні – 8,75 км, липні – 8,9 км, а в серпні висотні радіолокаційні відлуння, які починають знижуватися, мають значення 8,48 км.

Радіолокаційна відбиваність ($\lg Z_3$) також зростає з квітня по липень і становить: у квітні – 1,73 км, у травні-липні 1,94, 1,93, 1,94 км відповідно. У серпні $\lg Z_3$ знижується й становить 1,62, що може бути обумовлено ослабленням конвективних процесів.

Статистичні параметри, приведені в табл. 2, отримано за даними щорічних звітів УАМЦ (Український авіаційний метеорологічний центр, м. Бориспіль) про роботу мережі МРЛ України за теплий період 1996-2000 років. Аналіз даних цієї таблиці дозволяє зробити деякі узагальнення щодо територіального розподілу радіолокаційних характеристик гроз на території України.

Таблиця 1
Статистичні параметри радіолокаційних характеристик гроз за даними мережі МРЛ України (2000 р.)

Місяць сезону	Кількість випадків	Середнє значення р/л характеристик	Середнє арифметичне	Середній квадр. відхилення	Дисперсія	Асиметрія	Експес	Мінімальне значення р/л характеристики	Максимальне значення	
									р/л характ-ка	пункт МРЛ
4	230	H	8,42	0,94	1,06	0,27	2,48	6,0	13,0	Львів
		LgZ ₃	1,73	0,34	0,16	2,71	3,15	1,1	4,4	Сімферополь
		Y	14,8	3,81	201	0,57	3,35	7,8	44,0	Сімферополь
5	651	H	8,57	1,39	2,11	0,41	2,63	7,0	14,0	Львів
		LgZ ₃	1,94	0,46	0,24	0,78	3,55	1,0	4,3	Сімферополь
		Y	16,9	5,80	41,4	0,99	4,50	7,8	46,8	Донецьк
6	968	H	8,75	1,60	2,83	0,44	2,71	4,0	16,0	Львів
		LgZ ₃	1,93	0,55	0,41	2,35	22,4	0,9	3,8	Сімферополь
		Y	17,1	6,11	41,8	1,31	5,21	7,2	60,8	Львів
7	1103	H	8,90	1,30	1,78	0,58	3,3	6,0	13,0	Донецьк, Запоріжжя, Львів, Харків
		LgZ ₃	1,94	0,59	0,66	2,34	21,6	0,9	3,8	Хмельницький
		Y	17,4	7,32	36,2	2,07	6,49	9,0	46,8	Донецьк
8	354	H	8,48	1,21	1,66	0,41	2,90	5,0	14,0	Хмельницький
		LgZ ₃	1,62	0,38	0,15	0,73	3,39	1,2	3,7	Сімферополь
		Y	16,5	4,61	23,5	1,06	4,78	9,0	39,6	Донецьк
9	345	H	8,15	1,21	1,61	0,15	2,52	5,0	13,0	Донецьк, Сімферополь
		LgZ ₃	1,98	0,48	0,19	0,69	2,92	1,2	3,9	Сімферополь
		Y	16,8	4,57	27,1	0,75	3,22	9,0	46,8	Донецьк
10	10	H	9,30	1,89	3,89	0,77	3,47	7,0	14,0	Хмельницький
		LgZ ₃	2,39	0,41	0,18	0,68	3,56	1,7	3,4	Хмельницький
		Y	22,7	8,37	75,9	1,74	6,27	13,3	47,6	Хмельницький

Таблиця 2
Статистичні параметри радіолокаційних характеристик гроз за даними МРЛ України (літній період 1996-2000 рр.)*

	Висота радіолокаційного відлуння Н _{max} , км				Р/л відбиваність lgZ ₃				Р/л критерій «У»				Перевищення (км) Н _{max} над Н ₂₂₅ , ΔН			
	H	σ _n	Kv _n	N	lgZ ₃	σ _{lgZ₃}	Kv _{lgZ₃}	N	У	σ _у	Kv _у	N	ΔН	σ _{ΔН}	Kv _{ΔН}	N
УАМЦ (м. Бориспіль)	9,2	1,52	0,17	2227	2,06	0,62	0,30	2227	19,7	7,8	0,40	2227	2,61	1,46	0,54	2227
Донецьк	9,7	1,27	0,12	2512	2,05	0,54	0,27	2512	19,7	8,0	0,40	2512	-	-	-	-
Харків	8,6	1,40	0,16	2515	2,22	0,44	0,20	2515	19,4	6,2	0,32	2515	1,88	1,39	0,74	2512
Запоріжжя	9,4	1,28	0,14	1217	1,71	0,42	0,25	1217	16,3	5,3	0,33	Пункт спост.	2,80	1,35	0,49	1217
Хмельницький	9,2	1,68	0,18	848	1,79	0,46	0,25	848	16,6	6,0	0,35	848	-	-	-	-
Чернівці	9,0	1,49	0,17	1382	1,85	0,40	0,20	1382	16,2	4,9	0,32	1382	2,58	1,47	0,58	1382
Львів	9,1	1,63	0,18	3436	1,89	0,56	0,29	3436	17,7	7,2	0,40	3436	2,63	1,52	0,62	3436
Сімферополь	8,6	1,16	0,13	5632	1,99	0,54	0,27	5632	17,4	6,7	0,39	5632	1,98	1,16	0,58	5632

* Примітка. Розрахунки здійснено: за даними УАМЦ за період 1996-1998 рр. (з 1999 р. встановлено АРМК "Метеоячейка"); за даними Запоріжжя за 1997, 1999-2000 рр., за даними Хмельницького за 1997-2000 рр.

Середнє значення максимальних висот радіолокаційного відлуння гроз перебуває в межах 8,6-9,7 км. Найбільше середнє значення H_{\max} спостережено в районі Донецького кряжу (МРЛ Донецьк) – 9,7 км. На крайньому сході країни (Харків) і півдні (Сімферополь) відмічено найменші середні значення H_{\max} – 8,6 км.

Найбільші значення середньоквадратичного відхилення 1,68-1,63 $\sigma_{H_{\max}}$, як і коефіцієнта варіації 0,18 $Kv_{H_{\max}}$, були в Хмельницькому ($\sigma = 0,46$, $Kv = 0,25$) і Львові ($\sigma = 0,56$, $Kv = 0,29$).

Найменшу мінливість висот радіолокаційного відлуння спостережено в Донецьку ($\sigma_{H_{\max}} = 1,27$, $Kv_{H_{\max}} = 0,12$) і Сімферополі ($\sigma_{H_{\max}} = 1,16$, $Kv_{H_{\max}} = 0,13$).

Середні значення радіолокаційної відбиваності (lgZ_3) на території України коливалися в межах від 1,71 до 2,22. Причому підвищені значення відбиваності були в східних регіонах: Донецьк, Харків (2,05, 2,22 відповідно).

Дещо менші середні значення відбиваності зафіксовано в Прикарпатті. Найнижче середнє значення lgZ_3 у Запоріжжі (1,71) може бути пов'язано з менш забезпеченою статистичною вибіркою вихідної інформації порівняно з іншими радіолокаційними станціями.

Радіолокаційна відбиваність наймінливіша за даними УАМЦ ($\sigma = 0,62$, $Kv = 0,30$).

Комплексний критерій гроzoneбезпеки (У) по території змінюється від 16,2 (Чернівці) до 19,7 – у центральних (УАМЦ) і східних (Донецьк) районах. Найбільші статистичні показники мін-

ливості він має в районі Донецького МРЛ ($\sigma = 8,0$, $Kv = 0,40$) і УАМЦ ($\sigma = 7,8$, $Kv = 0,40$).

За даними табл. 2 помітної закономірності в територіальному розподілі радіолокаційних характеристик гроз, осереднених за 5 років, не виявлено. Проте цей висновок, як і окремі екстремальні характеристики радіолокаційного відлуння гроз, потребує подальшого уточнення із залученням інформації щодо синоптичних ситуацій (із врахуванням сезонних відмінностей та віддаленості від пункту спостережень).

Зіставлення фактичних гроз за даними мережі метеостанцій з інформацією МРЛ у різних синоптичних ситуаціях

Результати зіставлення даних метеостанцій про фактичні грози з інформацією МРЛ у різних синоптичних ситуаціях за 1998-2000 рр. представлено в табл. 3-5. З метою виявлення сезонного впливу на достовірність інформації МРЛ зіставлення проведено окремо для трьох періодів, коли над територією України спостерігаються грози: весняного (квітень-травень), літнього (червень-липень-серпень) і осіннього (вересень-жовтень).

Як видно із вищезгаданих таблиць, переважну більшість гроз пов'язують із фронтальними процесами, особливо з холодними фронтами та холодними фронтами з хвилями. Найменшу кількість гроз відмічено на теплих фронтах у літній період і на вторинних холодних фронтах у весняний та осінній періоди. За внутрішньомасового розвитку конвективних процесів грози,

Таблиця 3

Зіставлення фактичних гроз за даними МС з інформацією МРЛ у різних синоптичних ситуаціях (квітень, травень 1998, 1999, 2000 рр.)

Синоптична ситуація	N_p^*	Інформація МРЛ								Процент збігу по ∇ , \blacktriangle , R, (R)
		∇ R	\blacktriangle R	R	R)	(R)	∇	Q	Радіо-відлуння немає	
Холодний фронт	803	10	47	257	360	15	34	15	65	85,8
Холодний фронт із хвилями		1,2	5,9	32,0	44,8	1,9	4,2	1,9	8,1	
Вторинний холодний фронт	22		1	6	12	2			1	95,5
			4,5	27,3	54,6	9,1			4,5	
Теплий фронт	86	4		29	38		5		10	82,6
		4,6		33,7	44,3		5,8		11,6	
Фронт оклюзії	266		14	108	104	9	17	2	12	88,4
			5,3	40,6	39,1	3,4	6,4	0,7	4,5	
Поле пониженого тиску	740	1	21	309	319	3	36	18	33	88,2
		0,1	2,8	41,8	43,1	0,4	4,9	2,4	4,5	
Поле підвищеного тиску	285	11	7	111	108	4	11	7	26	84,6
		3,9	2,5	38,9	37,9	1,4	3,9	2,4	9,1	
Усього	2202	26	90	820	941	33	103	42	147	87,6
		1,2	4,1	37,2	42,7	1,5	4,7	1,9	6,7	

* У табл. 3-5 N_p – кількість випадків гроз.

як правило, розвиваються в баричних полях пониженого тиску.

Із трьох сезонів (табл. 3, 4, 5) найменший відсоток (87,6 %) збігу двох видів інформації про грози (аудіовізуальної та МРЛ) припадає на весняний період. У цей період найкраще (95,5 % збігу) інтерпретується радіолокаційне відлуння гроз на вторинних фронтах. Треба зазначити, що значний відсоток (6,7 %) відсутності радіолокаційного відлуння на екранах МРЛ під час фактичних гроз. На теплих фронтах цей відсоток зростає до 11,6 %. Це пояснюється тим, що на теплих фронтах грозові хмари “приховані”

шарувато-дошовими хмарами з опадами, що обумовлює суттєве послаблення радіопроменя на шляху розповсюдження. У літній період (табл. 4) інтерпретація радіолокаційного відлуння від грозових хмар дещо покращується, зменшується й відсоток відсутності радіолокаційного відлуння (5,5 %), однак, як і весною, найбільший відсоток «пропуску» гроз відмічено на теплих фронтах. Високі відсотки (91,5 та 88,9) збігу інформації про грози відмічено на фронтах оклюзії та вторинних холодних фронтах.

В осінні місяці повторюваність гроз поступово зменшується, а в жовтні грозова діяльність

Таблиця 4

Зіставлення фактичних гроз за даними МС з інформацією МРЛ у різних синоптичних ситуаціях (червень, липень, серпень 1998, 1999, 2000 рр.)

Синоптична ситуація	N _{гр} *	Інформація МРЛ								Процент збігу по ∇, ▲, R, (R)
		∇ R	▲ R	R	R)	(R)	∇	Q	Радіо-відлуння немає	
Холодний фронт	4070	23	307	1760	1392	87	159	94	248	87,7
Холодний фронт із хвилями		0,6	7,5	43,3	34,2	2,1	3,9	2,3	6,1	
Вторинний холодний фронт	388		32	130	142	41	17	10	16	88,9
			8,2	33,5	36,6	10,6	4,4	2,6	4,1	
Теплий фронт	153	1	6	61	61	1	10		13	84,9
		0,6	3,9	39,9	39,9	0,6	6,5		8,6	
Фронт оклюзії	1256	8	144	566	396	34	37	18	53	91,5
		0,7	11,5	45,1	31,5	2,7	2,9	1,4	4,5	
Поле пониженого тиску	2888	4	242	1279	961	59	116	79	148	88,2
		0,2	8,4	44,3	33,3	2,0	4,0	2,7	5,1	
Поле підвищеного тиску	1079	2	88	482	362	16	47	19	63	88,1
		0,2	8,2	44,7	33,5	1,5	4,3	1,8	5,8	
Усього	9834	38	819	4278	3314	238	386	220	541	88,4
		0,4	8,3	43,6	33,7	2,4	3,9	2,2	5,5	

Таблиця 5

Зіставлення фактичних гроз за даними МС з інформацією МРЛ у різних синоптичних ситуаціях (вересень, жовтень 1998, 1999, 2000 рр.)

Синоптична ситуація	N _{гр} *	Інформація МРЛ								Процент збігу по ∇, ▲, R, (R)
		∇ R	▲ R	R	R)	(R)	∇	Q	Радіо-відлуння немає	
Холодний фронт	388	4	18	171	152	7	11	15	10	90,7
Холодний фронт із хвилями		1,0	4,6	44,1	39,2	1,8	2,8	3,9	2,6	
Вторинний холодний фронт	7				7					100
					100					
Теплий фронт	43		2	22	17			1	1	95,4
			4,7	51,2	39,5			2,3	2,3	
Фронт оклюзії	76		5	32	28	5	1	3	2	92,2
			6,6	42,2	36,8	6,6	1,3	3,9	2,6	
Поле пониженого тиску	133		6	52	68		5		2	94,7
			4,5	39,1	51,1		3,8		1,5	
Поле підвищеного тиску	32		3	15	11	1	1		1	93,8
			9,4	46,9	34,4	3,1	3,1		3,1	
Усього	679	4	34	292	283	13	18	19	16	92,2
		0,6	5,0	43,0	41,7	1,9	2,6	2,8	2,4	

майже припиняється. Необхідно відмітити, що від весняного до осіннього періоду поступово збільшується повторюваність гроз, які обумовлені фронтальними процесами. Якщо у весняні місяці за внутрішньомасових процесів відмічено майже половину гроз (46,5 %), то в літні місяці із такими процесами спостережено 40,3 % гроз, а в осінні місяці – 24,3 %.

У вересні-жовтні відмічено досить високий відсоток збігу двох видів інформації про грозу – 92,2 %. Більше половини всіх відмічених у цей період гроз спостережено на холодних фронтах і холодних фронтах із хвилями, однак, відсоток збігу гроз на них нижче, ніж в інших синоптичних ситуаціях. Це може бути обумовлено тим, що на холодних та холодних із хвилями фронтах розвиваються сильні зливові опади, які впливають на розповсюдження радіопроміня, суттєво зменшують зворотній (відбитий) сигнал, а інколи й повністю його поглинають. На території України зимові грози відмічено рідко, в середньому одна гроза за 10 років, за винятком Карпат і Криму, де повторюваність гроз у холодний період року значно частіша.

Унаслідок відсутності достатньої кількості статистичних даних у роботі не проаналізовано випадки зимових гроз, їх виявлення за допомогою МРЛ та інтерпретацію за радіолокаційними критеріями.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У процесі дослідження для території України було систематизовано й узагальнено вихідну радіолокаційну та аудіовізуальну інформацію про грози (1996–2000 рр.) за даними спостережень радіолокаційної мережі (УАМЦ, Донецьк, Харків, Запоріжжя, Хмельницький, Чернівці, Львів, Сімферополь), отримано статистичні параметри основних радіолокаційних характеристик (верхньої межі радіолокаційного відлуння, радіолокаційної відбиваності, критерію гроzoneбезпеки) гроzoneбезпечних хмар і проаналізовано їх розподіл на досліджуваній території в часі та просторі.

За результатами проведених досліджень установлено:

- розподіл N_{\max} підпорядковується нормальному закону;
- із трьох радіолокаційних характеристик (N_{\max} , $\lg Z$, Y) радіолокаційна відбиваність ($\lg Z$) є найінформативнішою характеристикою, тісно пов'язаною з характером та інтенсивністю конвективних процесів.

Виявлено деякі регіональні особливості в

просторовому розподілі радіолокаційних характеристик. Так, у східних районах України відбиваність більша, ніж у західних областях. Висота радіолокаційного відлуння має найменші значення на сході країни (Харків) і в Криму (Сімферополь). У західному регіоні (Прикарпаття) спостережено значну мінливість висот радіолокаційного відлуння й відбиваності.

На основі збігу даних МРЛ і даних мережі метеостанцій про небезпечні конвективні явища виявлено, що достовірність інформації МРЛ про грози достатньо висока: у середньому вище ніж 88 % і має тенденцію зростання від весняного до осіннього сезону. Найправильніше інтерпретується радіолокаційне відлуння від грозових хмар, які не “затоплені” в шарувато-дошовій хмарності: на вторинних фронтах виявлення та розпізнавання гроз значно краще, ніж на теплих фронтах і на холодних хвилях.

Виявлення небезпечних та стихійних явищ погоди, пов'язаних із конвективними процесами, за допомогою МРЛ в різних синоптичних ситуаціях різне: так, на вторинних фронтах виявити й розпізнати грози значно легше, ніж на теплих фронтах та на холодних хвилях. Цю особливість можна використати для удосконалення радіолокаційних критеріїв визначення небезпечних і стихійних явищ (шквал, град) залежно від синоптичної ситуації.

* *

1. Васильев К.К., Мельничук Ю.В. и др. Методы и средства дистанционного зондирования атмосферы с использованием метеорологических радиолокаторов в целях предупреждения чрезвычайных ситуаций / Научно-практическая конф. «Спасение, защита, безопасность – новое в науке, технике, технологиях» – М., 1993, С. 16-19.
2. Мельничук Ю.В., Губарчук В.Н. и др. О перспективе создания радиолокационного мониторинга опасных явлений погоды на юге Западной Сибири / Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Материалы научной конф., посвященной 120-летию основания Томского ун-та. 1-4 апреля 1998, Т. 4, Томск, 1998. – С. 127-130.
3. Васильев А.А., Глушкова Н.И., Лапчева В.Ф. Повторяемость конвективных явлений в атмосфере, приводящая к стихийным бедствиям // Метеорология и гидрология, 2000, № 2. – С. 15-19.
4. Гайворонский И.И., Зимин В.И. Град, гроза и безопасность полета самолета. – Тр. Всесоюзной конф. по вопросам метеорологического обеспечения сверхзвуковой авиации. – Л.: ЛГМИ, 1971. – С. 249-254.
5. Петренко Н.В., Васильев А.А., Песков Б.Е. Условия образования и прогнозирования важных для авиации метеорологических явлений. – Тр. Гидрометцентра СССР, Л., 1973. – Вып. 79. – С. 105.

6. Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 383 с.
7. Баранов А.М. Облака и безопасность полетов. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 232 с.
8. Урсинн П. (ЧССР) Оперативная работа регионального центра радиолокационной метеорологии в Братиславе // В сб. «Радиолокационная метеорология». Материалы методического центра по радиолокационной метеорологии социалистических стран. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – С. 139-142.
9. Руководство по производству наблюдений и применению информации с неавтоматизированных радиолокаторов МРЛ-1, МРЛ-2, МРЛ-5. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 359 с.
10. Брылев Г.Б., Сергиенко Е.П. Особенности оперативных данных радиолокатора МРЛ-1 о грозах и ливнях. – Тр. ГГО, 1975. – Вып. 328. – С. 104-107.
11. Брылев Г.Б., Сергиенко Е.П., Ширяева В.И. Радиолокационные характеристики гроз в районе Киева. – Тр. ГГО, 1979. – Вып. 430. – С. 110-117.
12. Мучник В.М. Некоторые радиолокационные характеристики ливней и гроз. – Тр. ЦАО, 1958. – Вып. 20. – С. 82-87.
13. Курбан В.Х., Дегтярева О.Н. Радиолокационные исследования летних гроз на юге Одесской области. – Деп. в ГНТБ, 1995.
14. Герасимович А.И., Матвеева Я.И. Математическая статистика. – Минск: Вышэйша Школа, 1978. – 200 с.
15. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984. – С. 832.
16. Брылев Г.Б. и др. Метеорологические радиолокационные средства обнаружения облачных полей и опасных явлений, связанных с ними. – Международный симпозиум, СПб., 12-14ноября, 1997. – С. 49-50.
17. Konrad T.G. Statistical models of Soemmer Radar Observation. – S. Appl. Met. 1999, v. 17. – 171-188 pp.
18. Rogers R.R., Yau M.K. Areal Extent and Vertical Structure of Radar Weather Echoes at Montreal. – Pure and Appl. Geophys., 1992, v.120, 273-285 pp.
19. Минакова Н.Е. Результаты анализа радиолокационных данных по распознаванию ливней и гроз. – Тр. ГМЦ СССР. – 1974. – Вып. 136. – С. 35-41.
20. Tokahashi T. Thunderstorm, Electrification a numerical study. – J. Atm., Sci., 1984, v. 41, N17. – P. 2541-2558.
21. Бакут П.А., Большаков И.А., и др. Вопросы статистической теории радиолокации. – М.: Советское Радио. – 1963. – С. 423.
23. Бикел П., Доксале К. Математическая статистика. – М.: Финансы и статистика, 1983. – С. 277.
24. Уилкс С. Математическая статистика. – М.: Наука, 1967. – С. 506.

*Український гідрометеорологічний інститут, Київ
ДП “Український авіаційний метеорологічний центр”,
Бориспіль*

**Н.І. Грачова, В.В. Кузнецова, Л.Н. Романенко,
Л.П. Самарина**

Исследования радиолокационных характеристик опасных явлений погоды на территории Украины

Исследованы и приведены статистические показатели радиолокационных характеристик на сети станций МРЛ Украины. В результате анализа фактических наблюдений за радиолокационными характеристиками гроз были обнаружены закономерности пространственного распределения данных характеристик в пределах Украины. Приведены результаты сопоставления аудиовизуальных и радиолокационных данных и определена общая (а также при разных синоптических ситуациях) достоверность информации МРЛ о грозах. Выявлено сезонное влияние на достоверность информации о грозах.

Ключевые слова: кучево-дождевые облака, опасные явления погоды, радиолокационное радиоэхо гроз, отражаемость, высота радиолокационного радиоэха, критерии грозоопасности.

**N.I. Grachova, V.V. Kuznetsova, L.N. Romanenko,
L.P. Samarina**

The researches of dangerous radiolocation characteristics weather phenomena on the territory of Ukraine

In the work have been studied and adduced statistical parameters of the radiolocation characteristics on the network of station MRL on the territory of Ukraine. In the result of analysis of actual observations of radiolocation characteristics of the thunderstorm it was found spatial regularities of distribution of characteristics on the territory of Ukraine. Results of the comparison audio-visuals and radars data about thunderstorm and common (and for the different synoptic situations) trustworthiness of information were described. In this paper it was defined seasonal influence on the trustworthiness information about thunderstorms.

Keywords: cumulonimbus clouds, dangerous phenomena of weather, radiolocation radio echo of thunderstorm, reflectivity, radiolocation radio echo height, danger-storm criteria.