

Григорій Георгійович Пилипович (канд. військ. наук, доцент, доцент кафедри)¹

Віктор Леонтійович Шевченко (канд. військ. наук, доцент, докторант)²

Андрій Сергійович Дровнін (начальник центру)³

Рафіль Ріфкатович Мусін (заступник начальника служби)³

Олександр Леонідович Олійник (старший викладач кафедри)¹

¹Національний авіаційний університет, Київ, Україна

²Національна академія педагогічних наук України, Київ, Україна

³Гідрометеорологічний центр Збройних Сил України, Київ, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ЧЕРГОВОГО МЕТЕОРОЛОГА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ СИНОПТИКА

У статті на підставі відпрацьованого великого обсягу метеоінформації, яка надходить до метеослужби у різні періоди часу, проведено аналіз досвіду метеорологічного забезпечення польотів авіації різних рівнів, запропоновано опрацювання прогностичних даних та розроблені рекомендації для чергового метеоролога щодо метеорологічного забезпечення польотів авіації з використанням автоматизованого робочого місця синоптика.

Ключові слова: прогноз погоди, прогностичні карти, прогностичні центри, аерологічна діаграма, супутниковий знімок, вертикальний градієнт температури, метеорологічна інформація.

Вступ

Постановка проблеми. Серед пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в Україні на період до 2020 року зазначені інформаційні та комунікаційні технології [1], тому оптимізація роботи чергового метеоролога повинна передбачати низку певних заходів із мінімізації людського фактора в ланцюзі “спостереження – обробка – прогнозування – передача – доведення до споживача фактичної та прогностичної метеорологічної інформації”. Робота в технічних напрямках діяльності все більше стає автоматизованою, тому метеорологи повинні бути знайомі з основними методами спостережень і приладами, використовувати комп’ютерні пристрої, програми обробки і розповсюдження даних [2], знати й уміти застосовувати технології використання різних виробничих автоматизованих систем, комплексів, автоматизованих робочих місць (АРМ), технологій обробки, відображення та розповсюдження даних.

Сучасні вимоги щодо зростаючих обсягів прогностичних даних [3] визначають нові завдання чергового метеоролога та спрямовують розробників спеціалізованого програмного забезпечення в бік подальшого вдосконалення алгоритмів опрацювання прогностичних даних.

Прикладом успішної розробки програмного забезпечення для метеоролога можна вважати Digital Atmosphere [4], що використовується у ВПС та ВМС США, а також у багатьох цивільних організаціях США та Європи. Digital Atmosphere є результатом багаторічної роботи американського військового метеоролога та дослідника Тіма Васкеса.

У числі вітчизняних вчених визнаним фахівцем із питань оптимізації метеорологічного

забезпечення польотів є Солонін С.В. Також в Україні над цими завданнями успішно працює Михайловський В.В., який впровадив у сучасну оперативну практику унікальну вітчизняну розробку – АРМ синоптика [5], яка використовується в Українському гідрометеорологічному центрі, регіональних ГМЦ та на геофізичних станціях.

В оперативній практиці метеорологічних підрозділів використовуються розрахункові методи прогнозу небезпечних явищ погоди, які дозволяють метеорологу на основі доступних фактичних (прогностичних) метеоданих визначити на найближчі декілька годин (добу) ті чи інші метеовеличини, явища погоди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх 20 років у метеорологічних службах ряду країн розроблялися відповідні програмні засоби для впровадження ефективних технологій прогнозування погоди, а перевірені часом розрахункові методи закладалися в ці програмні комплекси як окремі структурні елементи. Яскравим прикладом вирішення задачі з автоматизації розрахункових методів прогнозів є інформаційна система “МетеоЕксперт”, що набула поширення в СНД [6]. Поєднання розрахункових методів прогнозу небезпечних явищ погоди з використанням прогностичних даних дозволяє суттєво поліпшити якість прогнозів погоди по аеродромах та районах польотів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. За умов наявності прогностичних даних від декількох джерел постає питання про критерії вибору даних. Формат прогностичних даних відіграє важливу роль, тому що від цього залежить, яким чином відбуватиметься опрацювання цих даних.

Графічний формат є найбільш звичним для метеоролога, але він зазнав суттєвих змін: на протязі останніх десятиліть відбувся перехід від аналогових факсимільних до цифрових факсимільних карт. Номенклатури карт поступово поповнюються новими зразками, що певним чином стало сприяти формуванню та розвитку більш ефективних форматів (кодів GRIB та BUFR) для зберігання та передачі даних [7].

Відбулася певна трансформація функцій великих прогностичних центрів та оперативних прогностичних організацій: метеоролог більше не отримує великої кількості “готових” прогностичних карт, натомість йому надсилають “напівфабрикат” (прогностичні дані), а карту він повинен створювати на свій розсуд за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. В якості такого “напівфабрикату” найчастіше виступають прогностичні дані GRIB.

GRIB (General Regularly-distributed Information in Binary form) – це математичний формат стиснутих даних, що використовується в метеорології для зберігання прогностичних даних про погоду. GRIB є бінарним кодом, тобто чисельні дані кодуються як послідовність бітів – двійкових чисел (нулів та одиниць), які в свою чергу об’єднані в октети (1 октет = 8 бітів). GRIB було створено Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО), щоб забезпечити швидку передачу великих обсягів даних між комп’ютерами.

Метою даного дослідження є визначення інструментів опрацювання прогностичних даних та розробка рекомендацій для чергового

метеоролога щодо застосування цих даних для метеорологічного забезпечення польотів авіації.

Виклад основного матеріалу дослідження

В якості спеціалізованого програмного забезпечення для опрацювання прогностичних даних GRIB й їх використання для подальшого аналізу класичними синоптичними методами доцільно використовувати АРМ синоптика вітчизняного розробника.

АРМ синоптика дозволяє обробляти прогностичні дані GRIB від різних чисельних моделей. До переліку доступних даних входять прогнози від моделей UM та NAVGEM. Вказані чисельні моделі є одними з найбільш відомих, їх часто застосовують в оперативній практиці. Нижче наведено скорочений опис цих моделей.

UM (Unified Model) – це глобальна модель, що створена та використовується в Метеорологічному бюро Сполученого Королівства (Ексетер) [8]. Вона розробляє прогноз на 144 години. Горизонтальна роздільність моделі складає 25 км, а вертикальна – 70 рівнів (верхня межа дорівнює приблизно 80 км). Для обчислень модель використовує методи кінцевих різниць. Вертикальною координатою є висота. В якості вихідних даних для чисельного прогнозування погоди використовуються дані метеозондів, метеосупутників, наземних метеостанцій, морських буїв, радарів, вітрових профілемірів, комерційних літаків, а також результати моделювання від попередніх прогонів моделі. В АРМ синоптика прогностичні дані від моделі UM згадуються як “Прогнози по GRIB Брекнелл” (рис.1).



Рис. 1. Група команд “Прогнозы” головного меню АРМ синоптика

NAVGEM (Navy Global Environmental Model) – це глобальна модель з чисельної метеорології та океанографії, що створена та використовується в Центрі Військово-морського флоту (Монтерей, Каліфорнія, США). Модель NAVGEM, якою було замінено попередню модель NOGAPS (Navy Operational Global Atmospheric Prediction System), запроваджено у лютому 2013 р. Вона розробляє прогноз на 180 годин із 3-годинними інтервалами.

Горизонтальна роздільність моделі складає 37 км, а вертикальна – 50 рівнів. Під час обчислень модель використовує спектральні методи для горизонтального виміру та методи кінцевих різниць для вертикального виміру. Вертикальною координатою є гібридна координата (в тропосфері використовується сигма-координата, а вище, де вплив рельєфу незначний, координата тиску).

Засвоєння вихідних даних здійснюється шляхом чотиривимірної варіаційної аналізу.

В АРМ синоптика посилання на прогностичні дані моделі NAVGEM мають вигляд “Прогнози по GRIB NOAA (США)”.

Використання прогностичних карт баричної топографії є невід’ємною складовою процесу складання авіаційного прогнозу. На класичних факсимільних картах відображається лише сімейство ізогіпс, що значно обмежує їх прогностичну корисність. За допомогою АРМ синоптика стає зручно на основі даних GRIB створювати для будь-якої стандартної ізобаричної поверхні карту, на яку можна нанести температуру повітря, відносну вологість, вітер та провести також ізогіпси, ізотерми та ізолінії відносної вологості.

Наприклад, виклик команди “По GRIB Брекнелл” ► “Настройка параметров наноски” призводить до появи вікна (рис. 2), яке дозволяє користувачу обрати рівень для побудови карти (панель “Для какой высоты”), метеовеличини для нанесення на карту (панель “Пуансоны”), потрібні ізолінії (панель “Изолинии”), а також зробити певні настройки (панель “Настройки”).

Слід пам’ятати, що в значеннях температури на картах знак “мінус” для від’ємних значень не вказується, а замість знака “плюс” використовується скорочення “ps”.

Використання інформативних прогностичних карт дозволяє не лише визначати точні значення метеовеличин у потрібних пунктах, але й сприяє, наприклад, ефективному аналізу адвекції (тепла та холоду). Наявність кнопок для зміни строку карти дозволяє швидко оцінювати часові зміни полів метеовеличин, коли користувач переглядає карту за картою без відволікання на додаткові дії.

Короткострокове прогнозування шмарності та видимості потребує точної оцінки адвективних і трансформаційних змін метеовеличин. Отримання таких оцінок за допомогою синоптичного методу відбувається поетапно і супроводжується побудовою зворотних траєкторій. Недоліком такого методу є не дуже висока якість результатів та порівняно великі витрати часу на обчислення. Наявність прогностичних даних із великою часовою дискретністю у поєднанні з можливістю швидкої візуалізації спрощує задачу.

Для складання авіаційного прогнозу погоди для аеродрому потрібно здійснити збір та систематизацію метеорологічної інформації для основних ізобаричних поверхонь (925, 850, 700, 500 гПа) на прогностичні строки, наприклад 6, 12, 18, 24, 36, 48 годин, починаючи від 00 UTC поточної доби. Приклад розробки прогностичної карти АТ-850 на 36 годин наведено на рис. 3.

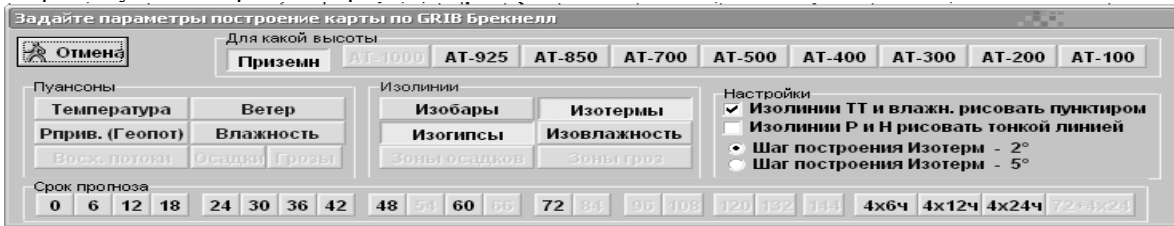


Рис. 2. Вікно для налаштування параметрів побудови прогностичної карти із використанням даних моделі UM

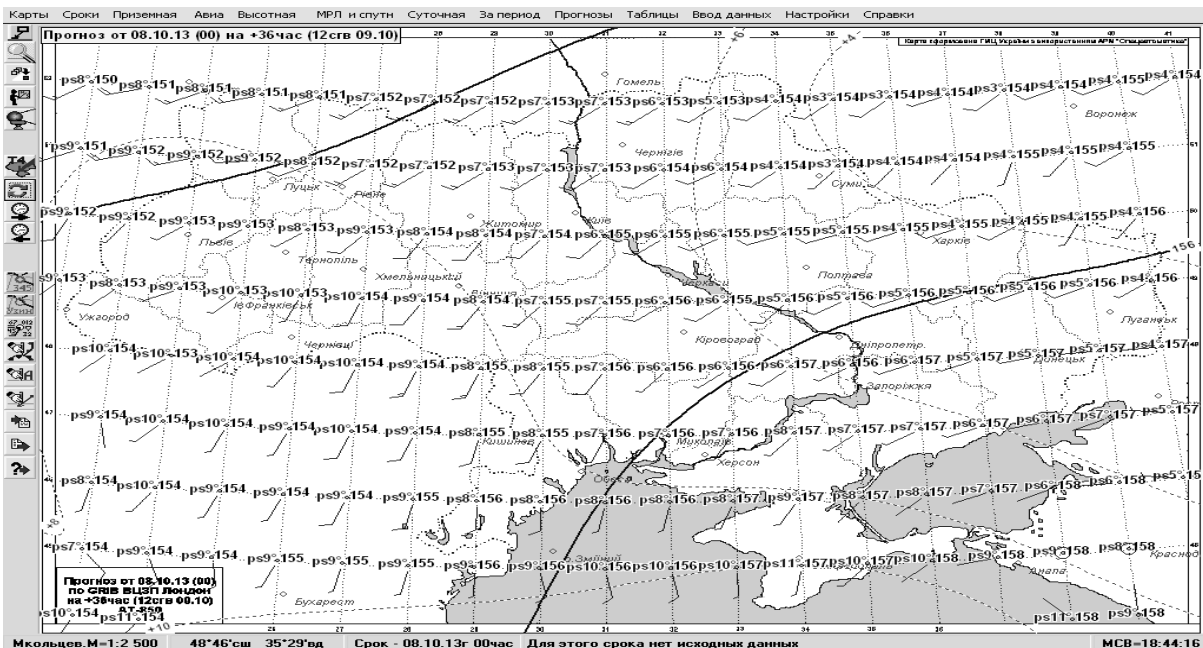


Рис. 3. Прогностична карта АТ-850 на 36 годин, побудована із використанням даних моделі UM

Прогностичні дані GRIB відносяться до вузлів регулярної сітки, тому необхідно виконувати інтерполяцію значень метеовеличин із найближчих вузлів до пункту аеродрому, використовуючи значення та нанесені ізолінії. Отримані прогностичні значення метеовеличин можуть бути оформлені у вигляді таблиці. Опрацьовуються наступні метеовеличини, а саме: T – температура, f – відносна вологість, H – геопотенціальна висота, D – дефіцит точки роси, T_d – температура точки роси, $(\Delta T)_{пр} = T_{пр} - T_{00}$ – прогностична зміна температури,

$(\Delta T_d)_{пр} = (T_d)_{пр} - (T_d)_{00}$ – прогностична зміна температури точки роси (індекс “00” мають значення за строк 00 UTC, індекс “пр” відноситься до значень за будь-який інший строк). Значення T_d можна визначити за психрометричними таблицями (за значеннями T і f).

За зразком таблиці 1 заповнюються бланкові форми для основних ізобаричних поверхонь: 925, 850, 700, 500 гПа. За отриманими даними формулюється точний висновок про характер змін метеовеличин над аеродромом у найближчі 2 доби.

Таблиця 1

Прогностичні значення метеовеличин для аеродрому Бориспіль (станом на 15.00 7 листопада 2013 року)

Метеовеличина	Прогностичні значення метеовеличин для визначених строків (в годинах UTC)						
	00	06	12	18	24	36	48
Ізобарична поверхня 850 гПа							
$T, ^\circ\text{C}$	5,4	5,2	5,1	4,8	4,9	5,2	5,0
$f, \%$	100	99	96	92	88	94	95
$H, \text{дам}$	154	156	156	157	157	158	158
$T_d, ^\circ\text{C}$	5,4	5,1	4,8	4,3	4,0	4,8	4,8
$D = T - T_d, ^\circ\text{C}$	0	0,1	0,3	0,5	0,9	0,4	0,2
$(\Delta T)_{пр} = T_{пр} - T_{00}, ^\circ\text{C}$	0,1	0,4	0,6	0,8	1,2	0,9	0,6
$(\Delta T_d)_{пр} = (T_d)_{пр} - (T_d)_{00}, ^\circ\text{C}$	0,2	0,2	0,4	0,6	0,5	0,4	0,2

АРМ синоптика також надає можливість побудувати прогностичну аерологічну діаграму (АД) для аеродрому (або метеорологічної станції). Для цього використовуються дані моделі NAVGEM у поєднанні з прогностичними приземними даними регіональної моделі УкрГМЦ.

Щоб здійснити вибір аеродрому для побудови прогностичної АД за певний прогностичний строк, необхідно спочатку вивести за цей строк на карту прогностичні приземні дані регіональної моделі УкрГМЦ (рис. 4).

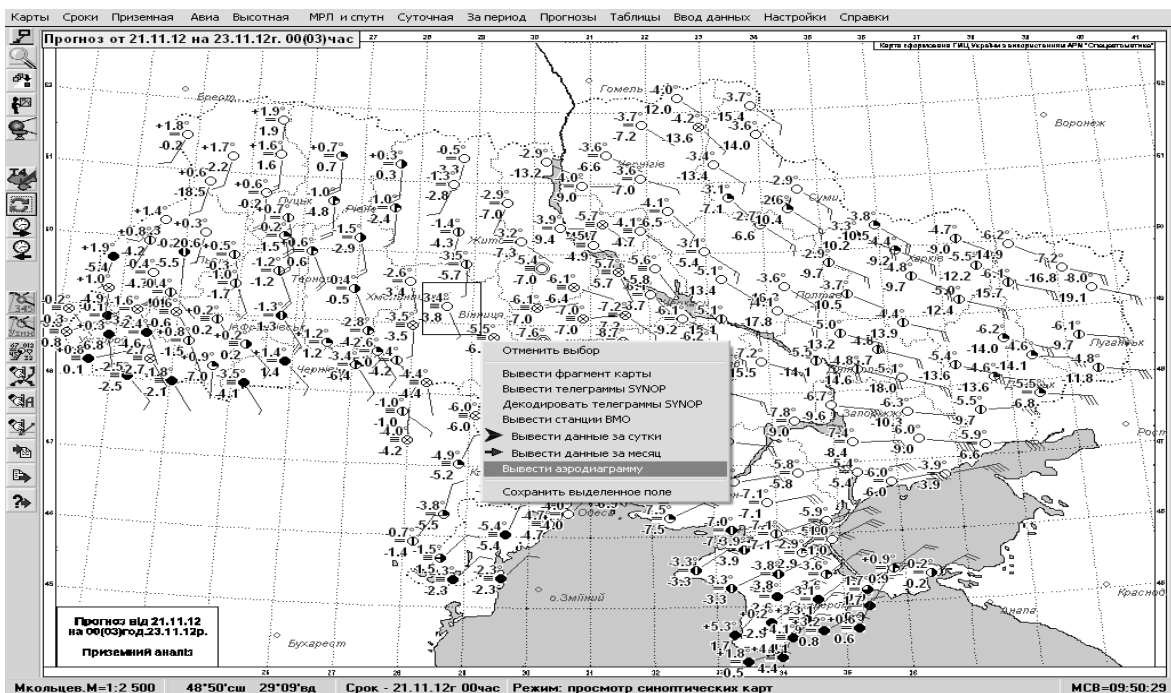


Рис. 4. Карта із прогностичними приземними даними регіональної моделі УкрГМЦ і “падаюче” меню АРМ, що з’являється після натискання лівої клавіші мишки

На карті потрібно вибрати аеродром, потім перевести покажчик мишки на північний захід від цього пункту, затиснути ліву клавішу мишки та перевести покажчик мишки на південний схід від пункту, після чого на екрані з'явиться прямокутник (в який потрапить аеродром). Після відпускання лівої клавіші на екрані буде виведено "падаюче" меню, де потрібно викликати команду "Вивести аеродіаграму".

У результаті на екран буде виведено прогностичну АД для обраного аеродрому, на якій нанесені крива стратифікації та деграма. На прогностичній АД (рис. 5), як і на фактичній АД, можна побудувати криву стану, а також визначити характеристики будь-якого прошарку атмосфери нижче рівня 300 гПа: 1. Товщину прошарку (DH); 2. Різницю температур на верхній та нижній межі (DT); 3. Вертикальний градієнт температури (DT (100м)).

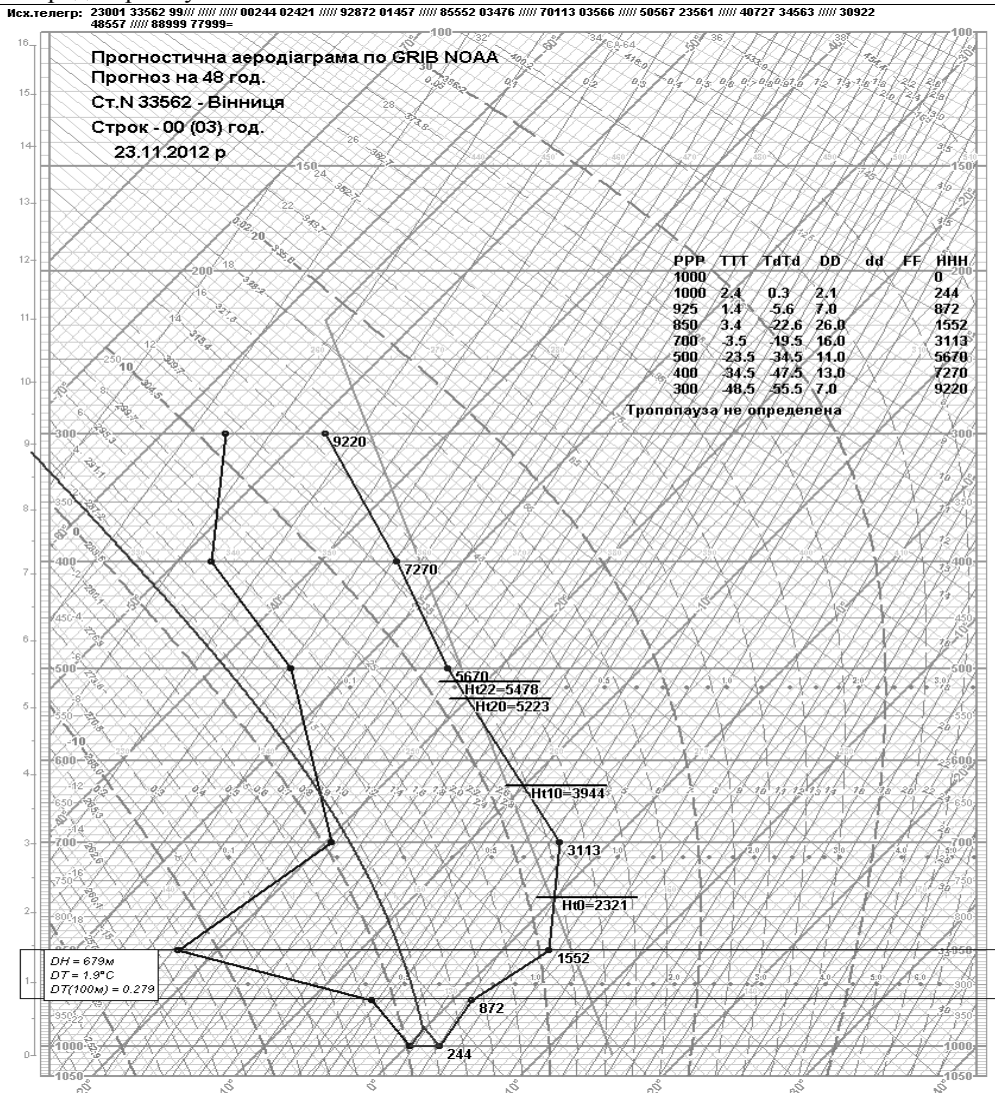


Рис. 5. Прогностична АД на 48 годин для аеродрому Вінниця

Прогнозування верхньої межі хмарності викликає певні труднощі навіть у досвідченого метеоролога. Ефективним засобом вирішення цієї задачі може бути використання оцифрованих інфрачервоних супутникових знімків хмарності у поєднанні із прогностичними даними. Алгоритм визначення верхньої межі хмарності складається з двох етапів. На першому етапі використовується знімок хмарності (наприклад, рис. 6), на якому нанесена температура верхній межі хмар. За допомогою цього зображення визначається величина температури у потрібному пункті або діапазон змін температури над певним районом. На другому етапі потрібно встановити, як змінюється температура з висотою, тобто

отримати вертикальний профіль температури. Використання фактичних даних, наприклад даних радіозондування, дозволяє знайти точку перетину ізотерми (для отриманого значення температури на верхній межі хмарності) із кривою стратифікації. Висота цієї точки є висотою верхньої межі хмар. В якості прикладу на рис. 6 наведено інфрачервоний знімок хмарності за 00 UTC 14 травня 2013 р., де на півночі Одеської області знаходиться грозовий осередок із високими купчасто-дощовими хмарами, який виділено чорним еліпсом. Цей знімок відображається з використанням "кольорової" маски, яка дозволяє визначати температуру для будь-якої точки знімка.

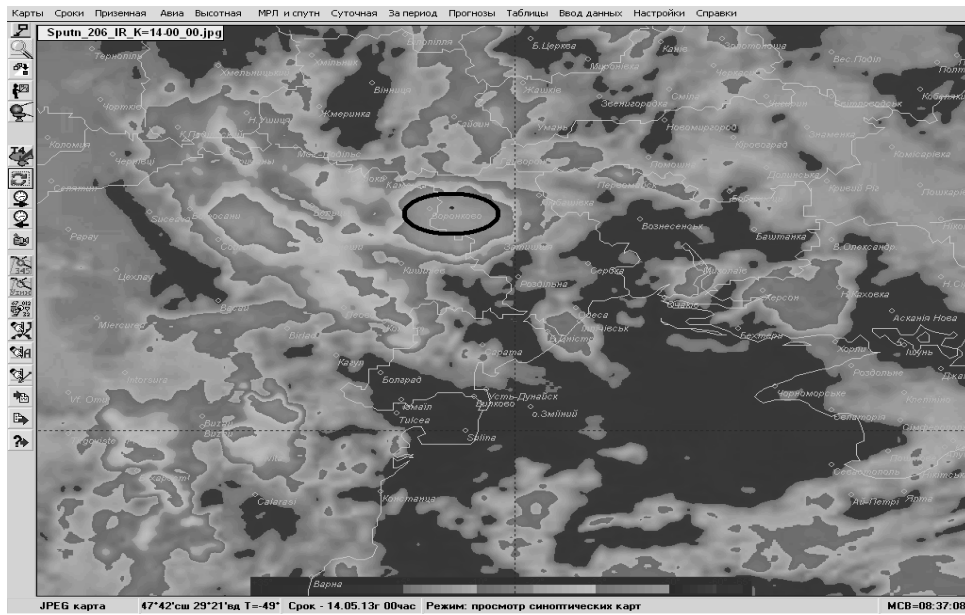


Рис. 6. Инфраредовий супутниковий знімок хмарності

При відсутності фактичних даних, використовуються прогностичні аерологічні діаграми, які необхідно будувати для потрібного району та для того ж строку (або найближчого), за який аналізується супутниковий знімок.

Найменше значення температури у виділеній області виведено в нижній частині вікна ARM. Найнижча температура на верхній межі хмарності дорівнює - 49°C.

У зоні купчасто-дощової хмарності знаходиться лише одна метеостанція – Воронково. На прогностичній АД для метеостанції Воронково за 00 UTC 14 травня 2013 р. (рис. 7) чорною суцільною лінією проведено ізотерму - 49°C. Результати графічної побудови свідчать про те, що точка перетину ізотерми - 49°C із прогностичною кривою стратифікації знаходиться вище 9 км.

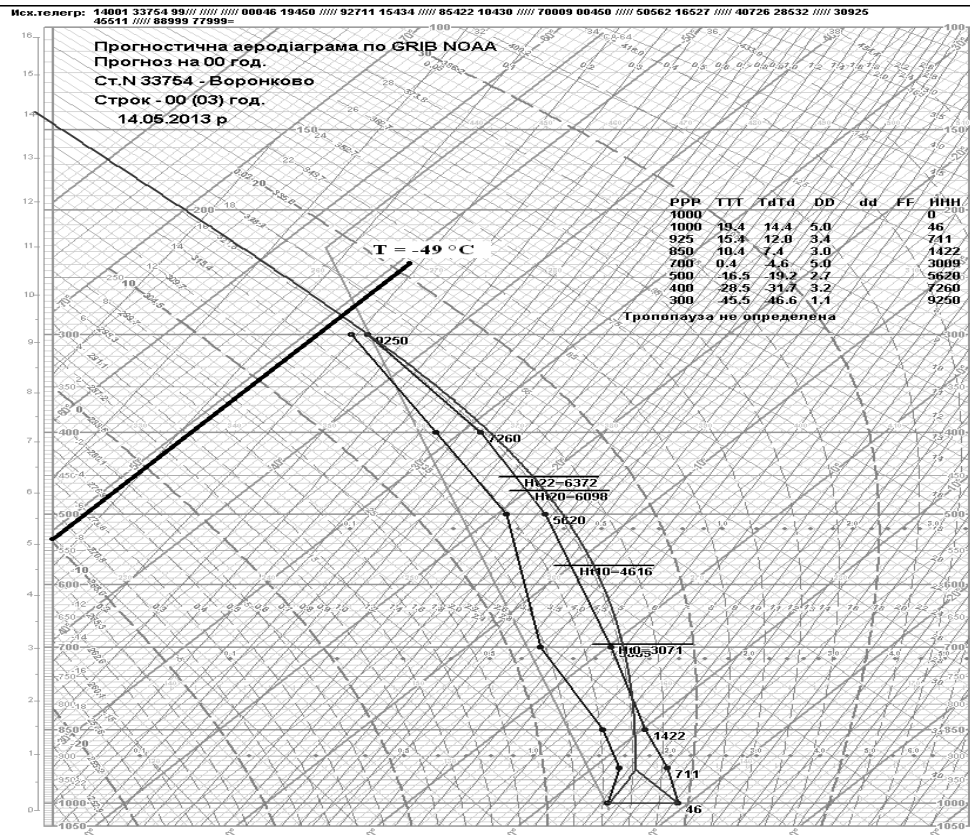


Рис. 7. Прогностична АД для метеостанції Воронково

Таким чином, визначається, що максимальна висота верхньої межі купчасто-дощових хмар, які

спостерігаються на півночі Одеської області, становить 9...10 км.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, проведено заходи з випробування функціональних можливостей існуючого програмного забезпечення, що використовується для потреб метеорологічного забезпечення авіації. В подальшому потрібно

удосконалити алгоритм дій чергового метеоролога для побудови прогностичних карт баричної топографії, розрахунку часових змін метеовеличин, побудови прогностичних аерологічних діаграм та визначення верхньої межі хмарності.

Література

1. Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. – К.: Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2623-14>, вільний. Назва з екрану. 2. **Вимоги** до підготовки авіаційного метеорологічного персоналу. Наказ Державної гідрометеорологічної служби від 28.10.2010 р. № 60. 3. **SADIS User Guide** (2012), Prepared by the ICAO Satellite Distribution System Operations Group (SADISOPSG). – 5th ed. – June 2012 [Amendment No. 1 endorsed by SADISOPSG/18]. – Montreal: International Civil Aviation Organization, 105 p. 4. **Digital Atmosphere** (2007), Meteorological Analysis Software. User Manual. – Edition 001, Texas, Garland: Weather Graphics Technologies, 165 p. 5. **Автоматизированная** система обработки оперативной гидрометеорологической информации (ГИС ГИДРОМЕТ). АРМ синоптика. Инструкция по эксплуатации. – К.: ГНПП “Спецавтоматика”, 1999. – 25 с. 6. **Грачев Н. Р.**, Дикинис А. В., Иванов М. Э., Кузьмин В. А., Смышляев С. П.,

Сурков А. Г. Автоматизированная информационная система “МетеоМонитор” раннего предупреждения об опасных явлениях погоды в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, использующая усвоение разнородной метеорологической информации // Научный сервис в сети Интернет: эксафлопсное будущее: Труды Международной суперкомпьютерной конференции (19–24 сентября 2011 г., г. Новороссийск). – М.: Изд-во МГУ, 2011. – С. 432–438. 7. **Наставление** по кодам. Международные коды. Том I.2 (Дополнение II к Техническому регламенту ВМО). Часть В – Двоичные коды. Часть С – Общие элементы двоичных и буквенно-цифровых кодов. – ВМО – № 306. – Издание 2011 г. Обновлено в 2012 г. – Женева: Всемирная Метеорологическая Организация, 2011. – 844 с. – ISBN 978-92-63-40306-3. 8. **Staniforth A.**, Wood N. (2008), Aspects of the dynamical core of a nonhydrostatic, deep-atmosphere, unified weather and climate-prediction model // J. Comput. Phys, Vol. 227, pp. 3445–3464.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ДЕЖУРНОГО МЕТЕОРОЛОГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА СИНОПТИКА

Григорий Георгиевич Пилипович (канд. воен. наук, доцент, доцент кафедры)¹

Виктор Леонтьевич Шевченко (канд. воен. наук, доцент, докторант)²

Андрей Сергеевич Дровнин (начальник центра)³

Рафил Рифкатович Мусин (заместитель начальника службы)³

Александр Леонидович Олейник (старший преподаватель кафедры)¹

¹Национальный авиационный университет, Киев, Украина

²Национальная академия педагогических наук Украины, Киев, Украина

³Гидрометеорологический центр Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

В статье на основе обработанного объема метеоинформации, которая поступает в метеослужбу в разные периоды времени, проведен анализ опыта метеорологического обеспечения полетов авиации разных уровней, предложена обработка прогностических данных и разработаны рекомендации для дежурного метеоролога по поводу метеорологического обеспечения полетов авиации с использованием автоматизированного рабочего места синоптика.

Ключевые слова: прогноз погоды, прогностические карты, прогностические центры, аэрологическая диаграмма, спутниковый снимок, вертикальный градиент температуры, метеорологическая информация.

OPTIMIZATION OF DUTY METEOROLOGIST WORK USING FORECASTER AUTOMATED WORKSTATION

Hryhorii H. Pylypovych (Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Professor of a Department)¹

Viktor L. Shevchenko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Doctoral Candidate)²

Andrii S. Drovnin (Chief of a Center)³

Rafil R. Musin (Deputy Chief of a Service)³

Oleksandr L. Oliinyk (Senior Teacher of a Department)¹

¹National Aviation University, Kyiv, Ukraine

²National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³The Hydrometeorological Center of the Armed Forces of Ukraine

The priority directions of science and technology in Ukraine for the period till 2020 indicated information and communication technologies, so optimization of duty meteorologist work should include a number of specific measures to minimize the human factor in the chain “observation – processing – forecasting – transfer – bringing – to consumers and actual prognostic meteorological information”. Work in technical areas

of activity is increasingly becoming automated, so meteorologists should be familiar with the basic methods of observation and devices, use computer devices, processing applications and data dissemination to know and be able to apply different production automated systems, workstations, processing, display and dissemination technologies.

During the last 20 years in the meteorological services of several countries the relevant software is developed to provide effective weather forecasting technology and time-tested calculation methods were laid in these software systems as separate structural elements. The combination of calculation methods for prediction of dangerous weather phenomena using predictive data is the way to significantly improve the quality of weather forecasts for airfields and areas of operations.

The aim of this study is to determine the prognostic data processing tools and recommendations for a duty meteorologist on using these data for meteorological support of aviation flights.

This article establishes the volume of processed meteorological data, that enters the weather service in different periods of time, the analysis of experience of aviation meteorological support at different levels, proposes treatment prognostic data and making recommendations to the meteorologist on duty at the meteorological service for aviation using workstation forecaster.

Therefore, the measures of functionality test of existing software which are used for the purposes of aviation meteorological support were conducted. Further action needs to be improved the action algorithm of duty meteorologist for building prognostic baric topography maps, calculate temporal changes meteovalues, building predictive aerological diagrams and determine the upper limit of the cloud.

Keywords: forecast, forecast charts, forecasting centers, aerological diagram, satellite image, vertical temperature gradient, meteorological information.

References

- 1. On priority** directions of science and technology. [*Pro priorytetni napriamy rozvytku nauky i tekhniky*], Verkhovna Rada Ukrainy, Kyiv, Available from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2623-14>.
- 2. Requirements** for training aviation meteorological personnel (2010), [*Vymohy do pidhotovky aviatsiinoho meteorolohichnoho personalu*], Nakaz Derzhavnoi hidrometeorolohichnoi sluzhby, № 60.
- 3. SADIS** User Guide (2012), Prepared by the ICAO Satellite Distribution System Operations Group (SADISOPSG). – 5th ed. – June 2012 [Amendment No. 1 endorsed by SADISOPSG/18]. – Montreal: International Civil Aviation Organization, 105 p.
- 4. Digital** Atmosphere (2007), Meteorological Analysis Software. User Manual. – Edition 001, Texas, Garland: Weather Graphics Technologies, 165 p.
- 5. Automated** system for processing operational hydrometeorological information (GIS Hydromet). Forecaster workstation (1999), [*Avtomatizirovannaya sistema obrabotki operativnoy gidrometeorologicheskoy informatsii (GIS GIDROMET). ARM sinoptika*], Instruktsiya po ekspluatatsii, Kiev, GNPP “Spetsavtomatika”, 25 p.
- 6. Grachev N. R.,** Dikinis A. V., Ivanov M. E., Kuzmin V. A., Smyishlyaev S. P., Cypkov A. G. (2011), Automated information system “Weather monitor” early warning of severe weather in Saint-Petersburg and Leningrad region, using the assimilation of diverse meteorological information. [*Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema «MeteoMonitor» rannego preduprezhdeniya ob opasnykh yavleniyah pogody v Sankt-Peterburge i Leningradskoy oblasti, ispolzuyuschaya usvoenie raznorodnoy meteorologicheskoy informatsii*], Nauchnyy servis v seti Internet: ekzaflopsnoe budushee: Trudy Mezhdunarodnoy superkompyuternoy konferentsii (Novorossiysk), MGU, Moscow, pp. 432–438.
- 7. Manual** on Codes. International codes. (2011), [*Nastavlenie po kodam. Mezhdunarodnyie kodyi*], Tom I.2 (Dopolnenie II k Tehnicheskomu reglamentu VMO), Chast B – Dvoichnyie kodyi, Chast C – Obschie elementy dvoichnyih i bukvenno-tsifrovyyh kodov, VMO, № 306, Zheneva, Vsemirnaya Meteorologicheskaya Organizatsiya, 844 p., ISBN 978-92-63-40306-3.
- 8. Staniforth A.,** Wood N. (2008), Aspects of the dynamical core of a nonhydrostatic, deep-atmosphere, unified weather and climate-prediction model // J. Comput. Phys, Vol. 227, pp. 3445–3464.

H.H. Pylypovych: avpilip@ukr.net V.L. Shevchenko: shevchvl@i.ua A.S. Drovnin: asdrovnin@ukr.net

R.R. Musin: musin@ukr.net O.L. Oliinyk: oliol@i.ua

Отримано: 13.06.2014 p.