

та менший водоресурс. Винятком є хмари, з яких випадають надзвичайно сильні опади (>20 мм/6 год).

**Ключові слова:** супутникові спостереження, фронтальні хмарні системи, одночасний водозапас, коефіцієнт опадогенеруючої здатності, водоресурс.

**Водоресурси фронтальних облачних систем по даним спутникових наблюдений в теплый период года**

**Заболоцкая Т.Н., Кривобок А.А., Шпиг В.М.**

Определен единовременный водозапас фронтальных облачных систем, сопровождающихся сильными осадками, по данным спутниковых наблюдений и выполнены соответствующие расчеты осадкогенерирующей способности и водоресурсов. Получено прямую зависимость количества осадков от величины единовременного водозапаса и коэффициента осадкогенерирующей способности. Водоресурсы облаков, сопровождающихся кратко или долговременными осадками равного количества, зависят от скорости переноса облаков – облака с кратковременными осадками имеют меньшую скорость переноса и меньший водоресурс. Исключением есть облака, из которых выпадают чрезвычайно сильные осадки (>20 мм/6 час).

**Ключевые слова:** спутниковые наблюдения, фронтальные облачные системы, одновременный водозапас, коэффициент осадкогенерирующей способности, водоресурс.

**Liquid water content of frontal cloud systems estimated from satellite data during warm period of year**

**Zabolotska T.M., Kryvobok O.A., Shpyg V.M.**

The instantaneous liquid-water content, water-generation ability, coefficient of the water-generation ability and water content of frontal cloud systems in the warm period of a year are defined from satellite data. The calculations have been done for four synoptic situations with strong precipitation over Ukraine in 2012 and 2015. The precipitation amount has been measured by rain gauges four times a day and by pluviograph every 10 minutes. The instantaneous liquid-water content has been estimated every hour from satellite data. It was considered 45 cases with rainy conditions: 5 cases with moderate precipitation, 12 cases with strong precipitation, 20 cases with heavy and 8 cases with extreme precipitation. The analysis shows that there is a strong correlation between an instantaneous liquid-water content and a precipitation amount measured by rain gauge and pluviograph. The compatible analysis of amount/ duration of precipitation and coefficient of the water-generation ability shows: a) the more intensive precipitation is related to higher value of the water-generation ability coefficient; b) long-term precipitation with high amount is corresponded to the higher values of water-generation ability coefficient. Water contents of frontal cloud systems with short or long-term precipitation of equal amount depend on cloud system speed – clouds with short-term precipitation have lower values of a speed and also the smaller water content. There is an exception when clouds with extreme short-term precipitation (>20 mm for 6 hours), the clouds move over surface with the higher speed and have the higher water content.

**Keywords:** satellite observations, frontal cloud systems, water content, precipitation generation ability, water source.

**Надійшла до редколегії 27.09.2018**

УДК 551.501

**Швень Н.І., Митник Т.Г., Гальперіна Т.О., Герасименко І.В.**

Український гідрометеорологічний інститут

## **УТОЧНЕННЯ МЕТОДИКИ КРИТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ ҐРУНТУ НА ГЛИБИНАХ**

**Ключові слова:** температура ґрунту на глибинах, просторово-часовий контроль даних, профіль температури, нев'язка, градієнти температури.

**Вступ.** Дані регулярних метеорологічних спостережень є основним матеріалом, на якому базується складання метеорологічних прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди і розрахунки кількісних характеристик метеорологічного режиму і клімату окремих територій [1].

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2018. № 3 (50)**

Будь-які відхилення від встановлених правил виконання спостережень, використання приладів чи процедури оброблення, а також пропуски спостережень призводять до помилок у результатах спостережень і знижують достовірність відповідних метеорологічних величин [1, 8].

Саме тому узагальнені під час автоматизованого оброблення дані спостережень (добові, декадні, середні місячні, річні) повинні проходити ретельний критичний контроль.

Контроль якості режимної метеорологічної інформації здійснюють в кілька етапів. Первинний контроль провадять на метеорологічній станції (технічний контроль строкових спостережень та автоматизований контроль даних за місяць за допомогою відповідних програмних засобів, – SGEL, ACCOKA). Він забезпечує перевірення якості кодування даних для машинного оброблення.

У центрах оброблення метеорологічних даних провадять автоматизований контроль, який складається з контролю за даними однієї станції та міжстанційного (просторово-часового) контролю.

Просторово-часовий контроль (далі – ПЧК) – це аналіз узгодження між собою даних метеорологічних спостережень 4 – 6 сусідніх (контрольних) станцій (для температури ґрунту – глибин), що виконується на основі математичного опису просторових полів метеорологічних величин в оточенні станції, що контролюється [1]. Сумнівні дані знаходять за різницею між значенням, одержаним внаслідок інтерполяції результатів спостережень контрольних станцій, і фактичним значенням метеорологічної величини на контрольованій станції. Одержану різницю (далі - нев'язку) порівнюють зі встановленим критерієм достовірності, і за умови перевищення критерію сумнівні дані ретельно перевіряють спеціалісти у відповідних методичних центрах з метеорологічного розділу робіт, і вже за результатами цього аналізу роблять остаточний висновок щодо достовірності чи недостовірності даних.

Алгоритми програми автоматизованого просторово-часового контролю були розроблені в Головній геофізичній обсерваторії ім. О.І.Воейкова [2] для створення програми ПЧК результатів метеорологічних спостережень і викладені в документі [1]. Цю програму, створену на початку 80-х років минулого століття, наразі використовують в Українському гідрометеорологічному центрі під час оброблення режимних даних.

Ефективність просторово-часового контролю визначається не лише точністю апроксимації і правильністю вибору критерію достовірності, а й впливом неоднорідності підстильної поверхні, яка може зменшити точність апроксимації контрольованої величини [1]. Щоб запобігти цьому хоча б частково, використовують не значення метеорологічних величин, а їхні відхилення від норм, тобто, від середніх місячних значень, розрахованих за стандартний 30-річний період. Однак в умовах змін клімату викривлення поля метеорологічної величини місцевими кліматоутворювальними факторами не завжди можна виявити і за допомогою норм.

Найбільше цей вплив позначається на полі температури ґрунту на глибинах внаслідок розрідженості мережі станцій, які спостерігають за температурою ґрунту на глибинах під природним покривом, та відмінностями у типах ґрунтів.

Як свідчить досвід використання програми ПЧК, під час контролю щомісячних даних температури ґрунту важко врахувати всі фактори, які можуть вплинути на розподіл температури ґрунту на глибинах, тому його результати містять значну частину нев'язок, які перевищують встановлені критерії, але під час перевіряння в методичних центрах з метеорології не підтверджуються. Детальне перевіряння таких зауважень призводить до значних затрат часу.

**Метою статті** було надання рекомендацій спеціалістам-метеорологам щодо удосконалення критичного контролю температури ґрунту на глибинах.

Автори статті проаналізували ефективність здійснення автоматизованого контролю температури ґрунту на глибинах під природним покривом. Результати цього аналізу можуть бути використані під час доопрацювання програми ПЧК.

Були опрацьовані результати автоматизованого просторово-часового контролю даних спостережень за температурою ґрунту на глибинах під природним покривом за 2015 р. та багаторічні дані температури ґрунту за 1996 – 2015 рр. за окремі місяці та за рік по станціях, розташованих в різних регіонах України.

**Особливості критичного контролю температури ґрунту на глибинах під природним покривом.** Відповідно до [1, 3] для контролю температури ґрунту на глибинах застосовують апроксимацію профілю середніх місячних значень температури ґрунту на глибинах за допомогою полінома другого порядку. Припускають, що на будь-якій глибині  $z$  температура ґрунту  $T$  визначається як

$$T(z) = A z^2 + B z + C, \quad (1)$$

де  $A, B, C$  – коефіцієнти полінома.

Для глибин, де вимірюється температура ґрунту, необхідно одержати систему рівнянь для визначення коефіцієнтів  $A, B, C$ . Їх визначають методом найменших квадратів відповідно до [1,9].

За допомогою одержаних коефіцієнтів  $A, B, C$  полінома на заданих глибинах  $z$  обчислюють апроксимовані значення температури ґрунту  $T(z_i)$  та нев'язку апроксимації:

$$\Delta_{z_i} = T(z_i) - T_i. \quad (2)$$

Вимірне значення температури ґрунту  $T_i$  на глибині  $z_i$  вважається достовірним, якщо нев'язка апроксимації на цій глибині ( $\Delta_{z_i}$ ) за абсолютним значенням не перевищує встановлений критерій достовірності. Якщо  $\Delta_{z_i}$  перевищує встановлений критерій, то цей випадок необхідно ретельно проаналізувати з метою встановлення достовірного значення та причини появи помилкових даних.

За допомогою програми ПЧК можна контролювати вертикальний розподіл (профіль) середньої місячної, максимальної і мінімальної температури по кожній зі станцій, які проводять цей комплекс спостережень.

За результатами автоматизованого контролю температури ґрунту на глибинах отримують:

- таблиці нев'язок інтерполяції температури ґрунту на глибинах під природним покривом для середньої місячної, максимальної, мінімальної температури ґрунту;
- таблиці виправлених значень температури ґрунту на глибинах під природним покривом для середньої місячної, максимальної, мінімальної температури ґрунту;
- таблиці градієнтів значень температури ґрунту на глибинах під природним покривом для середньої місячної температури, максимальної, мінімальної температури ґрунту.

Спеціалісти методичних центрів з метеорології на підставі матеріалів цих таблиць, враховуючи фактичні місячні значення середньої, максимальної і мінімальної температури, роблять висновки щодо достовірності чи недостовірності даних спостережень.

Під час аналізування результатів критичного контролю даних спостережень за температурою ґрунту на глибинах під природним покривом у першу чергу необхідно враховувати особливості розподілу температури по глибинах залежно від фізико-географічних особливостей місця розташування станції, пори року, типів ґрунтів та інших чинників [1, 4, 6, 7, 10, 11].

Методика здійснення критичного контролю викладена в [1], однак на окремих етапах критичного контролю, які, на погляд авторів статті, потребують удосконалення, доцільно зупинитися більш детально.

Спочатку аналізують таблиці нев'язок інтерполяції температури ґрунту на глибинах під природним покривом для середньої місячної, максимальної, мінімальної температури ґрунту, з метою виявлення станції, де хоча б на одній глибині нев'язка перевищила за абсолютним значенням критерій достовірності.

Слід зауважити, що помилка у значеннях температури ґрунту навіть на одній глибині може призвести до появи нев'язок, що перевищують критерій достовірності, відразу на декількох глибинах профілю.

Критерій достовірності для середньої місячної температури ґрунту становить  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Як правило, нев'язка для глибини з помилковим значенням температури ґрунту має знак, протилежний знаку нев'язок сусідніх глибин і перевищує критерій достовірності більше ніж в 2 рази. Але якщо хід градієнтів не порушений, результати спостережень визнають достовірними [1].

Ця методика досить ефективно працює за умови встановлення літнього чи зимового типу розподілу температури на глибинах (крім контролю температури на крайніх глибинах).

Використання апроксимації профілю середніх місячних значень температури ґрунту на глибинах за допомогою полінома другого порядку в перехідні місяці призводить до появи великої кількості нев'язок, що перевищують критерій достовірності.

У перехідні місяці, коли на одній з глибин відбувається перехід від одного типу розподілу температури до іншого (від типу інсоляції до типу випромінювання чи навпаки), нев'язки інтерполяції часто перевищують за абсолютним значенням критерій достовірності навіть за правильних результатів спостережень, особливо на станціях, де спостерігаються великі добові амплітуди температури на поверхні ґрунту і великі градієнти температури ґрунту на глибинах. При цьому програмою ПЧК може бути як помилкова вказана та глибина, на якій відбувається перехід до іншого типу розподілу температури.

Так, за квітень і жовтень 2015 р. із 48 станцій, які спостерігали за температурою ґрунту на глибинах під природним покривом, на 27 і 28 станціях відповідно було перевищено критерій достовірності  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  на глибині 0,40 м, а на 7 і 19 станціях відповідно були одержані нев'язки понад  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Однак, у результаті детального критичного контролю з побудовою профілів температури та аналізом таблиці градієнтів температури визнано сумнівними значення температури ґрунту лише на 6 метеорологічних станціях у квітні та на 4 станціях – у жовтні 2015 р.

У січні та липні 2015 р. на глибині 0,40 м лише на 7 станціях нев'язка перевищувала  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , і не було жодної станції, де б нев'язка перевищувала  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Як приклад, можна навести результати автоматизованого контролю температури ґрунту на глибинах за окремі місяці 2015 р. на двох метеостанціях, розташованих на півночі (Овруч) та півдні (Баштанка) країни. Значення нев'язок температури ґрунту на глибинах на цих станціях наведені в табл.1. До цієї таблиці включені також дані станцій-аналогів: Покошичі (аналог для метеостанції Овруч) та Первомайськ (для метеостанції Баштанка).

Станцію-аналог вибирають, порівнюючи профілі середніх багаторічних значень температури ґрунту на глибинах за відповідні місяці контрольованої станції та станцій, що розташовані у подібних фізико-географічних умовах, знаходяться на тій же широті і розташовані близько до контрольованої станції [5]. При цьому станцію вибирають як аналог для контролю лише в тому випадку, якщо її нев'язки за контрольований місяць не перевищують критерій достовірності, а хід градієнтів не викликає сумнівів.

Як видно з табл. 1, у липні 2015 р. нев'язки на обох контрольованих станціях (Овруч і Баштанка) не перевищували критерій достовірності. В інші місяці нев'язки на окремих глибинах досягали подвоєного критерію достовірності (0,4 °С), але перевищили його лише у жовтні 2015 р. на глибинах 0,4 м і 3,2 м (Овруч) та 0,4 м (Баштанка).

Таблиця 1. Нев'язки інтерполяції середніх місячних значень температури ґрунту на глибинах під природним покривом за окремі місяці 2015 року

Станція	Місяць	Глибини, м							Сумнівні глибини
		0,20	0,40	0,80	1,20	1,60	2,40	3,20	
Овруч	01	0,1	-0,1	-0,3	0,1	0,4	-0,2	-0,1	1,60
	04	0,2	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,40, 1,60-3,20
	07	0,0	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,1	-0,1	
	10	-0,3	<b>0,5</b>	0,0	-0,2	-0,2	-0,4	<b>0,5</b>	0,40, 2,40
Покошичі	01	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,1	-0,1	
Баштанка	01	-0,2	0,3	0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,2	
	04	0,2	-0,4	0,0	0,1	0,3	0,1	-0,2	0,40
	07	0,1	-0,2	-0,1	0,0	0,1	-0,2	-0,2	
	10	-0,3	<b>0,7</b>	0,1	-0,3	-0,3	-0,1	0,4	0,40-0,80
Первомайськ	10	-0,1	0,1	0,2	-0,2	0,2	0,2		

Як видно з табл. 2, у липні 2015 р. на обох контрольованих станціях градієнти температури за абсолютною величиною плавно зменшуються з глибиною, а в жовтні також відбувається плавне зменшення температури до глибини, на якій один тип розподілу температури міняється на інший, що підтверджує правильність значень температури ґрунту за ці місяці.

Таблиця 2. Градієнти середньої місячної температури ґрунту на глибинах під природним покривом за окремі місяці 2015 року

Станції	Місяць	Градієнти, °С, по шарах ґрунту (в м)					
		0,2-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,4	2,4-3,2
Овруч	01	-0,5	<b>-0,8</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,7</b>	-0,4
	04	0,7	0,5	0,3	0,2	0,0	-0,2
	07	1,4	1,1	0,8	0,7	0,6	0,4
	10	-1,2	-1,0	-0,4	-0,2	-0,2	0,2
Покошичі	01	-0,8	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,4
Баштанка	01	-1,0	<b>-1,2</b>	-0,9	-0,7	-0,5	-0,3
	04	0,9	0,4	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	-0,2	-0,2
	07	1,7	1,3	0,9	0,7	0,5	0,3
	10	-1,3	-0,9	-0,3	0,0	0,1	0,2
Первомайськ	10	-2,2	-0,7	-0,4	-0,1	0,1	

У січні 2015 р. плавність ходу градієнтів у шарах ґрунту 0,2 – 0,4 м та 1,6 – 2,4 м на станції Овруч порушена (табл. 2), але варто зазначити, що до глибини 0,4 м градієнт залежить від висоти снігового покриву, структури снігу та температури поверхні снігу, тому його не брали до уваги. В той же час, як видно з табл. 2, порівняно з даними станції Покошичі градієнт температури на метеостанції Овруч у шарі 1,6 – 2,4 м завищений на 0,3 °С, тому додатково необхідно проаналізувати температуру тільки на глибинах 1,6 та 2,4 м.

У табл. 3 наведено фактичну та виправлену (розраховану методом апроксимації) температуру ґрунту на глибинах на метеостанції Овруч за січень 2015 р. та метеостанції Баштанка за жовтень 2015 р. Як видно з табл. 3, на метеостанції Овруч на глибині 1,6 м фактична температура занижена порівняно з розрахованою на 0,5 °С, а на метеостанції Баштанка занижена відносно розрахованої на глибинах 0,4 та 0,8 м на 1,3 та 0,6 °С відповідно.

**Таблиця 3. Фактична (Тф ) та розрахована (Тр ) температура ґрунту на станції Овруч у січні та на станції Баштанка у жовтні 2015 р.**

Глибини, м	Місяці	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2
Овруч, Тф	Січень	-0,2	0,3	1,9	2,9	<b>3,9</b>	6,6	8,3
Овруч, Тр	- II -	-0,1	0,2	1,7	3,2	<b>4,4</b>	6,5	8,3
Тф – Тр	- II -	0,1	0,1	0,2	0,3	<b>0,5</b>	0,1	0,0
Баштанка, Тф	Жовтень	12,4	<b>13,7</b>	<b>15,6</b>	16,2	16,2	15,6	14,6
Баштанка, Тр	- II -	12,4	<b>15,0</b>	<b>16,2</b>	16,3	16,1	15,5	14,7
Тф – Тр	- II -	0,0	<b>1,3</b>	<b>0,6</b>	0,1	0,1	0,1	0,1

Відповідно до [1], якщо поправка на відновлення температури перевищує 0,5 °С, помилкове значення фактичної температури бракують і замінюють (відновлюють) розрахованим, поданим у відповідній таблиці виправлених значень. Однак, згідно з [5], таблиці виправлених значень потрібно використовувати з обережністю, оскільки у деяких випадках апроксимація температури ґрунту може дати хибний результат навіть за умови встановленого літнього чи зимового типу розподілу температури на глибинах. Адже коефіцієнти полінома, які використовують для апроксимації профіля середніх місячних значень температури ґрунту на глибинах, були розраховані за даними до 1984 р. і на сьогодні застаріли внаслідок фактору глобального потепління.

За таких умов температуру ґрунту на глибинах у січні 2015 р. для станції Овруч та у жовтні для станції Баштанка доцільно додатково перевірити з залученням багаторічних даних цих станцій та станцій-аналогів, щоб переконатися в достовірності даних.

Розглянувши профілі фактичної, розрахованої та середньої багаторічної температур на станції Овруч (рис. 1), можна переконатися, що профіль фактичної температури за січень 2015 р. аналогічний багаторічному. Враховуючи, що за період, за який розраховано середню багаторічну температуру, на станції було проведено кілька інспекцій, під час яких правильність встановлення термометрів та їх стан було перевірено, то ймовірно, що дещо нижча температура ґрунту на глибинах 1,2 м та 1,6 м порівняно з розрахованими значеннями спричинена особливостями ґрунтів на станції.

У таких випадках доцільно порівняти фактичні профілі температури контрольованої станції та станції-аналога.

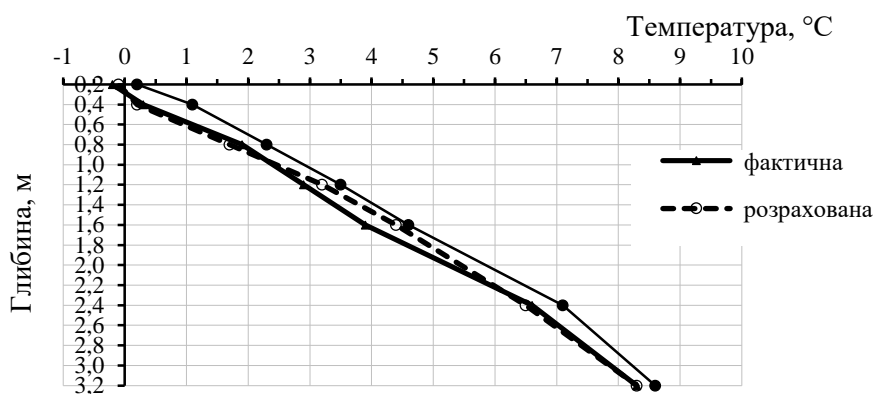


Рис. 1. Профілі температури ґрунту на глибинах на метеостанції Овруч за січень 2015 р.

Порівнявши профілі багаторічних значень температури ґрунту станцій Овруч та Покошичі за січень (рис. 2) та даних за січень 2015 р. (рис. 3), можна перекопатися, що на глибинах 1,20 та 1,60 м температура на метеостанції Овруч дещо занижена порівняно з температурою станції-аналога.

Аналіз профілів температури ґрунту за інші місяці показав, що на цих глибинах на станції Овруч температура занижена порівняно зі станцією-аналогом восени та взимку, і завищена навесні та влітку, що можливо за наявності прошарку піщаного ґрунту [6].

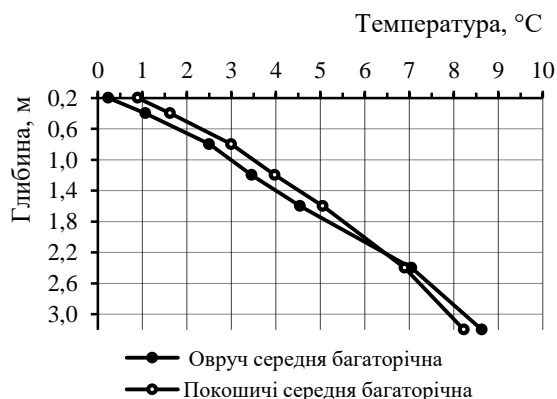


Рис. 2. Профілі температури ґрунту за січень (2006 – 2015 рр.)

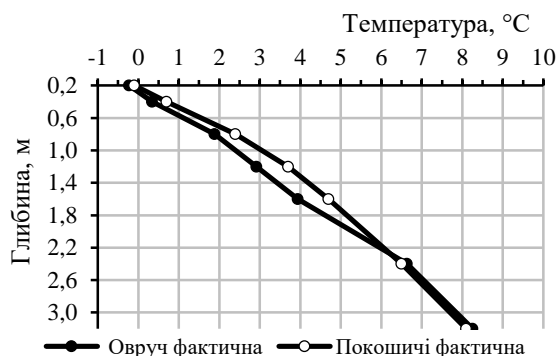


Рис. 3 Профілі температури ґрунту за січень 2015 р.

Отже, розрахований профіль у даному випадку використовувати не потрібно, залишивши температуру на глибинах 1,2 м та 1,6 м без змін.

На станції Баштанка у жовтні 2015 р. нев'язка перевищує допуск (див. табл.1). у таблиці градієнтів хід градієнтів правильний (табл. 2), але в таблиці виправлених

значень різниця між фактичною і розрахованою температурою на глибині 0,4 м і 0,8 м перевищує допустиме значення і дорівнює відповідно 1,3 та 0,6 °С.

Щоб перевірити достовірність температури на цих глибинах, необхідно порівняти профіль фактичної температури ґрунту за жовтень 2015 р. на станції Баштанка з профілем виправленої (розрахованої методом апроксимації) температури цієї станції та профілем фактичної температури на станції Первомайськ (станція-аналог). У результаті порівняння встановлено, що дані станції-аналога підтверджують фактичну температуру на станції Баштанка (рис. 4). У цьому випадку апроксимація температури ґрунту на станції Баштанка дала хибний результат для глибин 0,4 і 0,8 м.

Для прийняття остаточного рішення щодо визнання достовірними чи недостовірними значень температури ґрунту можна скористатися картами розподілу температури поверхні ґрунту та температури ґрунту на глибинах. Для аналізування температури ґрунту на невеликих глибинах можна також використовувати карти розподілу температури повітря.

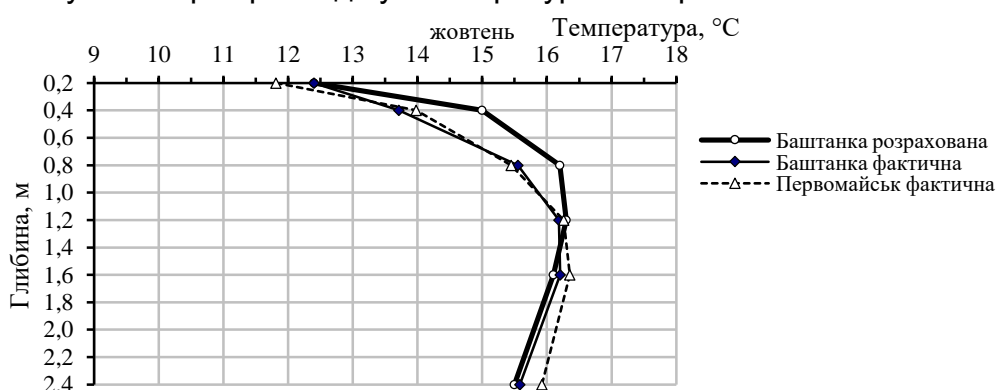


Рис. 4. Профілі температури ґрунту за жовтень 2015 р. на станціях Баштанка та Первомайськ

Наведені на рис. 5– 6 карти свідчать, що територіальний розподіл температури ґрунту на території України на глибині 0,4 м у жовтні 2015 року в загальних рисах та на контрольованих станціях Овруч і Баштанка відповідає розподілу температури повітря.

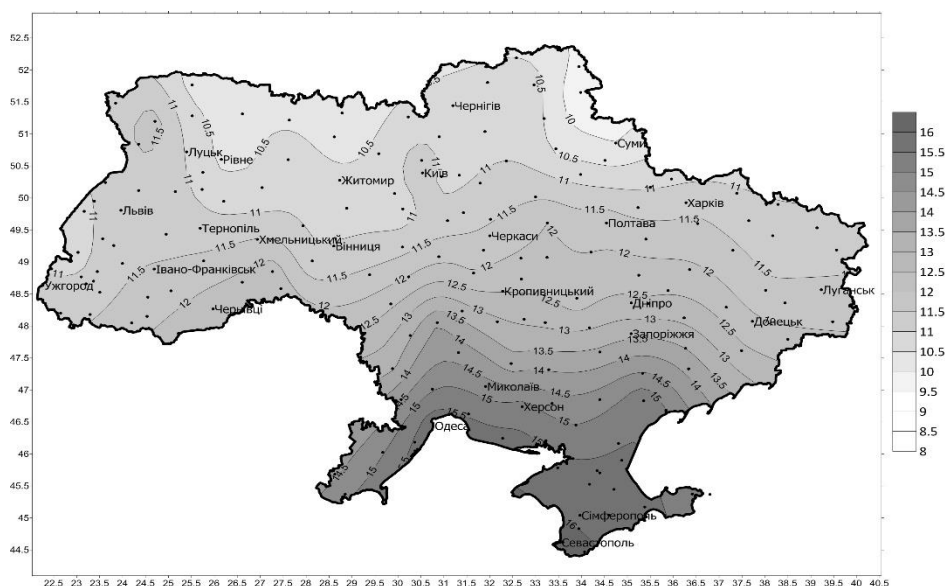


Рис. 5. Карта розподілу температури ґрунту на глибині 0,40 м за жовтень 2015 р.



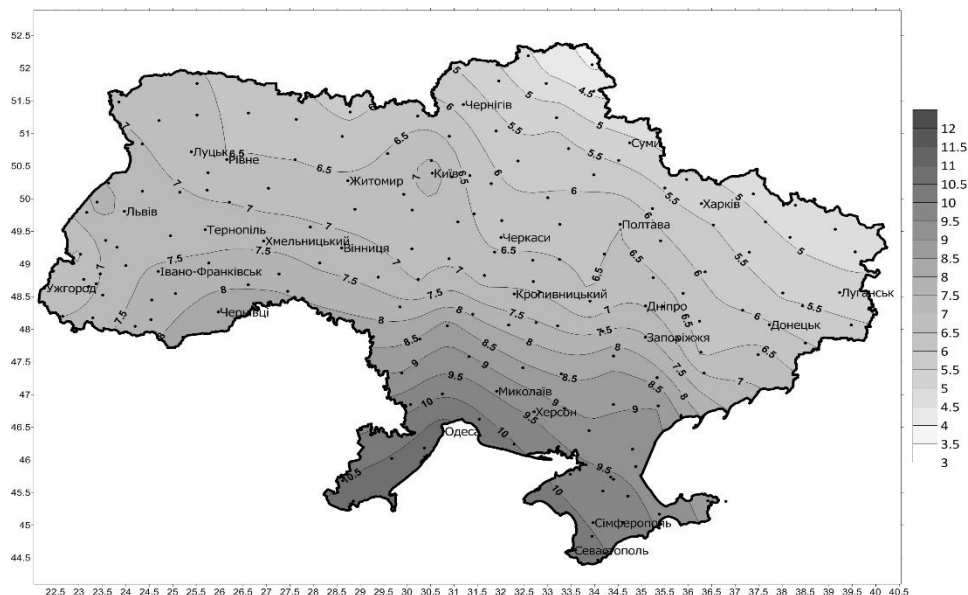


Рис. 6. Карта середньої температури повітря за жовтень 2015 р.

**Висновки.** На думку авторів, порівняння середніх місячних профілів температури ґрунту на глибинах за місяць, що контролюється, з профілями температури за багаторічний період (не менший за 10 років) для відповідного місяця допоможе проаналізувати хід градієнтів і зробити правильні висновки щодо достовірності даних.

Під час доопрацювання програми ПЧК необхідно, крім одержання таблиць нев'язок, градієнтів і виправлених значень температури ґрунту, передбачити обов'язкову побудову багаторічних місячних профілів температури ґрунту на глибинах та створення карт територіального розподілу температури ґрунту для різних глибин. Також бажано уточнити коефіцієнти полінома другого порядку для розрахунку апроксимованих значень температури ґрунту, які були одержані за допомогою даних, отриманих до 1984 р.

### Список літератури

1. Рекомендации по анализу результатов пространственного контроля режимной метеорологической информации. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. 175 с.
2. Грибова Т.П., Грошева Л.А. Об опыте применения программы пространственного контроля режимной метеорологической информации. Тр. ГГО, 1987. Вып. 512. С. 20-29.
3. Беспалов Д.П., Грибова Т.П. Об анализе результатов критического контроля месячных выводов по температуре почвы на глубинах Тр. ГГО, 1981. Вып. 449. С. 31- 40.
4. Швень Н.І., Митник Т.Г., Гальперіна Т.О. Аналіз багаторічних тенденцій динаміки температури ґрунту на глибинах під природним покривом. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. №3 (46) С. 86-95.
5. Швень Н.І., Митник Т.Г., Гальперіна Т.О. Використання багаторічних даних для контролю температури ґрунту на глибинах під природним покривом. Праці ЦГО, 2018. Вип. 14(28) С. 64-73.
6. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. Л.: Гидрометеиздат, 1972. С. 48-58.
7. Хэнкс Р. Дж., Ашкрофт Дж. Л. Прикладная физика почв. Температура и влажность почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. С. 126-145.
8. РД 52.04.614 – 2000 / Наставление метеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть II. Л.: Гидрометеиздат. С. 43- 48.
9. Прусов В.А., Сніжко С.І. Методи прикладного системного аналізу в гідрометеорології. К.: Прінт Сервіс, 2017. С. 46-53.
10. Cyril Nwankwo, Difference Ogagarue Investigation of Temperature Variation at Soil Depths in Parts of Southern Nigeria. American Journal of Environmental Engineering, 2012. №2 (5). P. 142-147.
11. Popiel C., Wojtkowiak J., Biernacka B. Measurement of temperature distribution in ground. Experimental Thermal and Fluid Science. 2001. Vol. 25. P. 301-309.

## References

1. Rekomendacii po analizu rezul'tatov prostranstvennogo kontrolya rezhimnoj meteorologicheskoy informacii. Sankt-Peterburg. Gidrometeoizdat, 1993. 175 s.
2. Gribova T.P., Grosheva L.A. Ob opyte primeneniya programmy prostranstvennogo kontrolya rezhimnoj meteorologicheskoy informacii. Tr. GGO, 1987, Vyp. 512 S. 20–29.
3. Bespalov D.P., Gribova T.P. Ob analize rezul'tatov kriticheskogo kontrolya mesyachnyh vyvodov po temperature pochvy na glubinah. Tr. GGO, 1981. Vyp. 449 S. 31–40.
4. Shven N.I., Mytnyk T.G., Gal'perina T.O. Analiz bagatorichnykh tendentsij dynamiky temperatury gruntu na hlybynakh. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. Nauk. zb. Kyiv, 2017. № 3(46) S. 86–95.
5. Shven N.I., Mytnyk T.G., Gal'perina T.O. Vykorystannia bagatorichnykh danykh dlia kontrolju temperatury gruntu na hlybynakh pid pryrodnyim pokryvom. Pratsi TSGO. 2018. Vyp. 14(28) S. 64–73.
6. Shul'gin A.M. Klimat pochvy i ego regulirovanie. Gidrometeoizdat. L. 1972 S. 48–58.
7. Henks, Dzh, L. Ashkroft, Prikladnaja fizika pochv. Temperatura i vlazhnost' pochvy. L.:Gidrometeoizdat. 1985. S 126.-145.
8. RD 52.04.614 – 2000. Nastavlenie yidrometeorologicheskimstancijam i postam. Vyp. 3. Chast' 2. L. Gidrometeoizdat. S. 43–48.
9. Prusov V.A., Snizhko S.I. Metody prykladnogo systemnogo analizu v hidrometeorolohiji. K. Print Servis. 2017. S. 46–53.
10. Cyril Nwankwo, Difference Ogagarue. Investigation of Temperature Variation at Soil Depths in Parts of Southern Nigeria. American Journal of Environmental Engineering. 2012. №2(5) p. 142-147.
11. Popiel C., Wojtkowiak J., Biernacka B. Measurement of temperature distribution in ground. Experimental Thermal and Fluid Science. – 2001. Vol. 25. pp. 301– 309.

### **Уточнення методики критичного контролю температури ґрунту на глибинах Швень Н.І., Митник Т.Г., Гальперіна Т.О., Герасименко І.В.**

*Перевірка достовірності температури ґрунту на глибинах із застосуванням апроксимації профілю середніх місячних значень температури ґрунту за допомогою полінома другого порядку не завжди достатньо ефективна. Під час застосування цієї методики для контролю даних за перехідні місяці з'являється велика кількість нев'язок, що перевищують критерій достовірності, які не підтверджуються. Ця методика в деяких випадках може спричинити хибні висновки також за умови встановлення літнього чи зимового типу розподілу температури ґрунту на глибинах.*

*Враховуючи результати порівняння фактичних профілів температури з апроксимованими значеннями та багаторічними даними, пропонується під час критичного контролю температури ґрунту на глибинах використовувати середні багаторічні дані температури за останні 10 років та профілі температури станцій-аналогів.*

**Ключові слова:** температура ґрунту на глибинах, просторово-часовий контроль даних, профіль температури, нев'язка, градієнти температури.

### **Уточнение методики критического контроля температуры почвы на глубинах Швень Н.И., Митник Т.Г., Гальперина Т.О., Герасименко И.В.**

*Проверка достоверности температуры почвы на глубинах с использованием аппроксимации профиля средних месячных значений температуры с помощью полинома второго порядка не всегда достаточно эффективна. Использование этой методики для контроля данных за переходные месяцы приводит к появлению большого количества невязок, превышающих критерий достоверности, которые не подтверждаются. Эта методика в некоторых случаях может привести к ложным выводам также при установлении летнего или зимнего типа распределения температуры почвы на глубинах.*

*Учитывая результаты сравнения фактических профилей температуры в переходные месяцы с аппроксимированными значениями и многолетними данными, предлагается при критическом контроле температуры почвы на глубинах использовать средние многолетние данные температуры за последние 10 лет и профили температуры станций-аналогов.*

**Ключевые слова:** температура почвы на глубинах, пространственно-временной контроль данных, профиль температуры, невязка, градиенты температуры.

### **Revision of method of critical control of temperature of soil on depths Shven N., Mytnyk T., Galperina T., Gerasimenko I.**

*Verification of temperature of soil on depths with application of approximation of mean monthly temperature of soil by the polynomial equation of the second order is not always effective enough.*

*The use of this methodology for control of data of transitional months results to appearance of plenty of wrong errors that exceed the criterion of data validity but are not confirming after verification. This*

*methodology in some occasions can result in wrong conclusions also when the summer or winter type of distribution of temperature of soil on depths is established.*

*Taking into account the results of comparison of actual profiles of temperature in transitional months with the approximated values and long-term data, it is suggested at critical control of temperature of soil on depths to use these long-term middle temperatures for the last 10 and profiles of temperature of stations-analogues.*

*It is recommended to revise the program of spatio-temporal control for the providing not only the producing of tables of errors, gradients and corrective values of temperature of soil, but also the producing of the temperature profiles and maps of monthly temperature of soil on depths of current month.*

*It is also desirable to correct the coefficients of polynomials of the second order to calculate the approximated values of soil temperature, which were obtained using data obtained before 1984.*

**Keywords:** *soil temperature on depths, critical control of soil temperature, errors, temperature profile, temperature gradients.*

***Надійшла до редколегії 23.07.2018***