

**І.Д. Примак, І.П. Гамалій, І.В. Мартинюк, М.В. Лозінський,
Ю.В. Федорук, І.А. Покотило, Т.П. Лозінська,
Н.М. Присяжнюк, А.А. Павліченко, В.С. Хахула,
Г.Л. Устинова А.В. Горчанок, Н.М. Савенко**

Агрокліматологія

За редакцією
доктора сільськогосподарських наук, професора І.Д. Примака
та кандидата географічних наук, доцента І.П. Гамалій

*Рекомендовано Вченою радою Білоцерківського національного аграрного
університету як підручник для підготовки здобувачів вищої освіти зі
спеціальності 201 «Агрономія» (протокол № 16 від 23 грудня 2019 р.)*

Вінниця
«ТВОРИ»
2024

УДК 63:551.58(075.8)

A26

Автори:

І.Д. Примак, І.П. Гамалій (Білоцерківський НАУ), **І.В. Мартинюк** (ІННЦ «Інститут землеробства НААН України»), **М.В. Лозінський, Ю.В. Федорук, І.А. Покотило, Т.П. Лозінська, Н.М. Присяжнюк, А.А. Павліченко, В.С. Хахула, Г.Л. Устинова** (Білоцерківський НАУ), **А.В. Горчанок** (Дніпровський державний аграрно-економічний університет), **Н.М. Савенко** (Інститут рибного господарства НААН України)

Рецензенти:

І.А. Шувар, доктор с.-г. наук, професор (Львівський НАУ);

В.Г. Кур'ята, доктор біологічних наук, професор (Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського);

В.О. Єщенко, доктор с.-г. наук, професор (Уманський національний університет садівництва).

A26 Агрокліматологія / **І.Д. Примак, І.П. Гамалій, І.В. Мартинюк, М.В. Лозінський, Ю.В. Федорук, І.А. Покотило, Т.П. Лозінська, Н.М. Присяжнюк, А.А. Павліченко, В.С. Хахула, Г.Л. Устинова, А.В. Горчанок, Н.М. Савенко**; За ред. **І.Д. Примака та І.П. Гамалій** – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2024.– 263 с.

ISBN 978-617-558-055-4

Висвітлено широке коло питань впливу агрокліматичних чинників на продуктивність рільництва. Викладені сучасні методи оцінки клімату в адаптивних системах землеробства України, а також принципи агрокліматичного районування. Розкрита суть найбільш поширених в землеробстві України небезпечних метеорологічних явищ і несприятливих метеорологічних умов та викладені заходи щодо уникнення й зменшення їх негативного впливу на культурні рослини. Наведені приклади агрокліматичного обґрунтування агротехнічних і меліоративних заходів. Висвітлені сучасні й перспективні методи агрокліматичних спостережень та значення агрокліматичного забезпечення агропромислового комплексу України в піднесенні продуктивності вітчизняного землеробства.

УДК63:551.58(075.8)

© **І.Д. Примак, І.П. Гамалій, І.В. Мартинюк, М.В. Лозінський, Ю.В. Федорук, І.А. Покотило, Т.П. Лозінська, Н.М. Присяжнюк, А.А. Павліченко, В.С. Хахула, Г.Л. Устинова, А.В. Горчанок, Н.М. Савенко**, 2024

ISBN 978-617-558-055-4

© ТОВ «ТВОРИ», 2024

ВСТУП

Розвиток агрометеорології на стику геофізичних, географічних, біологічних і сільськогосподарських наук дозволив виділити великі її розділи в самостійні галузі наукових знань. До них належать наступні:

загальна сільськогосподарська метеорологія – вчення про загальні закономірності формування радіаційного, водного, теплового, турбулентного і вуглекислотного режимів у рослинному покриві, про їх вплив на найважливіші процеси життєдіяльності рослин, ріст, розвиток і продуктивність, а також про вплив агрометеорологічних умов на сільськогосподарське виробництво;

агрометеорологія – прикладна галузь метеорології, що вивчає метеорологічні, гідрологічні та ґрунтові умови, які впливають на ріст, розвиток культурних рослин і якість урожаю;

агрокліматологія – прикладна галузь метеорології, що вивчає кліматичні умови в їх взаємодії з процесами і об'єктами сільськогосподарського виробництва;

агрозідрологія – прикладна галузь метеорології, що вивчає стан, водно-фізичні властивості і водний режим ґрунту сільськогосподарських угідь в їх взаємодії з метеорологічними умовами та процесами сільськогосподарського виробництва;

зоометеорологія – прикладна галузь метеорології, що вивчає вплив метеорологічних умов на сільськогосподарських тварин (стан, поведінку, продуктивність, якість продукції тощо).

Предмет і завдання агрокліматології

У світовій флорі і фауні зареєстровані сотні тисяч видів рослин і тварин, але лише кілька сотень з них використовуються людиною для виробництва основних видів продовольства. Залежність задоволення потреб людини в продовольстві від відносно вузького видового набору сільськогосподарських рослин і тварин підвищує залежність сільського господарства від екстремальних умов погоди, розвитку сільськогосподарських шкідників і хвороб. Все зростаюче населення нашої планети не тільки потребує збільшення продуктів харчування, але й саме посилює антропогенний тиск на природу, її екологічні системи. Виробництво продовольства є функцією сформованих природних умов, впроваджених технологій виробництва і прийнятої в кожній країні соціально-економічної і політичної системи розподілу продуктів.

Першочерговими завданнями для вирішення проблеми харчування населення і підвищення його добробуту є істотне збільшення виробництва

зерна, а також високопродуктивного кормовиробництва і розвиток на цій основі тваринництва. Збільшення продукції різних галузей сільського господарства може бути досягнуто, у першу чергу, за рахунок впровадження високопродуктивних сортів і гібридів, широкої механізації і автоматизації всіх робіт, меліорації земель, застосування добрив, засобів захисту рослин та інших науково-обґрунтованих заходів землеробства.

Необхідною умовою підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції є також правильна оцінка і раціональне використання всіх природних ресурсів території, серед яких кліматичні посідають провідне місце. Академік М.І. Вавілов (1926), писав: «Кліматичні фактори в нашій країні, взятій в цілому, є визначальними в проблемі врожайності. Вони сильніші економіки, сильніші техніки». У століття науково-технічного прогресу залежність основних галузей народного господарства від клімату не зменшилася, а в абсолютному вираженні навіть зросла. Особливо велика й очевидна залежність сільського господарства від клімату.

Незважаючи на зростання культури землеробства, коливання врожайності знаходиться в залежності від погодних умов, що є реальністю для землеробства усього світу. Адже вплив агрометеорологічних умов найбільше істотно позначається на нових високопродуктивних сортах і гібридах, що мають більш високий рівень обміну речовин і енергії. Інтенсивні сорти культурних рослин мають підвищену чутливість до умов середовища і мають потребу в максимальній оптимізації водного, теплового режимів та живлення.

Кліматичні ресурси на відміну від інших абіотичних факторів середовища, мають одну чудову властивість – вони відновлюються безупинно або майже безупинно (світло, тепло, волога, вітер тощо). Можна впевнено стверджувати, що жоден інший захід, крім зрошення, не дає такого збільшення врожаю, як оптимальне співвідношення неспаблонних елементів землеробства, підігнане до кліматичних умов року. Визначення цього співвідношення можливо вже зараз і це складає велику область агрокліматичних досліджень на сучасному етапі розвитку агрокліматології.

Агрокліматологія – це наука, що вивчає кліматичні і гідрометеорологічні умови в їхньому взаємному зв'язку з об'єктами і процесами сільськогосподарського виробництва. Таким чином, предметом вивчення агрокліматології є клімат стосовно до запитів сільського господарства. Філософською основою агрокліматичних досліджень є метод пізнання життя, що розглядає організм і середовище як діалектичне єдине, і

таке, що потребує вивчення рослинних і тваринних об'єктів у їхньому безперервному зв'язку з зовнішніми умовами середовища.

Дисципліна опирається на знання в галузі метеорології, кліматології, агрометеорології, вищої математики, біологічних наук та ґрунтознавства. Кліматичні ресурси в порівнянні з іншими абіотичними чинниками середовища мають одну гарну властивість – вони відновлюються майже не перериваючись (світло, тепло, волога, вітер і т.д.). Жоден із заходів, окрім зрошення, не дає такого приросту врожаю, як оптимальне співвідношення нешаблонних елементів землеробства, які підігнані до кліматичних умов року. Визначення цього співвідношення можливо лише зараз і це складає широку область агрокліматичних досліджень на сучасному етапі розвитку агрокліматології.

Виходячи з вищевикладеного, можна сформулювати основні задачі агрокліматології:

1) виявлення кліматичних особливостей території з метою найбільш раціонального розміщення об'єктів сільськогосподарського виробництва;

2) вивчення вимог видів і сортів сільськогосподарських культур до клімату і розробка методів різномасштабного агрокліматичного районування території;

3) вивчення кліматів із регіональним походом з метою їхнього можливого поліпшення для сільськогосподарського виробництва (зрошення й осушення земель, лісонасадження, піскування, мульчування ґрунтів тощо).

4) агрокліматичне обґрунтування способів і засобів агротехніки, умов роботи сільськогосподарських машин;

5) кліматичне обґрунтування поширення шкідників і хвороб сільськогосподарських культур і заходів боротьби з ними;

6) вивчення впливу коливань глобального клімату на зміну агрокліматичних ресурсів.

Маючи багато спільного з кліматологією в методах обробки вихідної метеорологічної інформації і картографування показників клімату, агрокліматологія зберігає свою специфіку досліджень. Об'єктом дослідження в агрокліматології є клімат. Основна відзнака агрокліматології від кліматології полягає в тому, що вона вивчає умови середовища в тісному зв'язку з умовами життя рослинних і тваринних організмів.

Зв'язок агрокліматології з іншими науками

Агрокліматологія знаходиться на стику географічних, геофізичних і біологічних наук. Тому вона тісно зв'язана з ними, використовує їхні досягнення і методи досліджень. Водночас агрокліматологія, є прикладною

наукою, зберігає свою самостійність як по об'єктах, так і методам досліджень. Найбільше близько ця наука стикається з агрометеорологією і кліматологією. Загальним для агрокліматології й агрометеорології є об'єкти сільськогосподарського виробництва і застосовувані при цьому показники тепла і вологи, а також небезпечних явищ погоди. Як вихідну інформацію використовують дані спостережень стандартної мережі актинометричних, метеорологічних і агрометеорологічних станцій. Основні відмінності агрокліматології від агрометеорології полягають у наступному. В агрокліматології застосовуються в основному середні багаторічні характеристики клімату для оцінки тепло і вологозабезпеченості рослин і кінцевою метою є агрокліматичне районування території для наукового обґрунтування раціонального розміщення сільськогосподарських культур. В агрометеорології застосовуються показники умов виростання рослин по періодах вегетації за окремі роки. При цьому переслідуються дві мети: оцінка агрометеорологічних умов виростання культурних рослин у конкретному році; розробка методів агрометеорологічних прогнозів і врожайності.

Маючи багато спільного з кліматологією в методах обробки вихідної метеорологічної інформації і картографування показників клімату, агрокліматологія зберігає свою специфіку досліджень. Об'єктом досліджень кліматології є клімат. Основна відмінність агрокліматології від кліматології полягає в тім, що вона вивчає умови середовища в тісному взаємозв'язку з умовами життя рослинних і тваринних організмів.

Основними методами досліджень в агрокліматології є:

а) агрокліматичні розрахунки й узагальнення за даними мережі метеорологічних і агрометеорологічних станцій за багаторічний період спостережень;

б) експериментальні дослідження у фітотронах і на полігонах у природних умовах шляхом проведення об'єднаних мікрокліматичних і біоекологічних спостережень;

в) картографування агрокліматичних показників, їхніх комплексів і районування територій у різному масштабі.

Реалізація цих методів здійснюється із широким застосуванням методів математичної статистики з виходом на ЕОМ, а також на основі фізико-статистичного моделювання продуктивності культурних рослин за агрокліматичними показниками.

Агрокліматологія і її господарське значення

Уся виробнича діяльність людей у сільському господарстві істотно залежить від клімату. Наприклад, прийоми обробки ґрунту, терміни сівби,

застосування парових непарових попередників, зайнятого пари, можливість використання пожнивного періоду для одержання другого врожаю, необхідність заходів щодо збереження вологості, застосування добрив, продуктивність машин тощо визначаються кліматичними особливостями району.

Агрокліматичні дослідження дозволяють дати наукове обґрунтування раціонального розміщення культур і їхніх сортів із урахуванням різних ґрунтово-кліматичних умов, виявлення потенційних можливостей клімату в зв'язку з продуктивністю сільськогосподарських культур. Агрокліматичні розробки набувають великого значення при обґрунтуванні заходів боротьби з небезпечними метеорологічними явищами і при захисті рослин від хвороб і шкідників.

На великих площах здійснюються меліоративні заходи. Так, зрошення, осушення, лісонасадження, снігозатримання й інші заходи поліпшують термічний режим повітря і ґрунту, умови зволоження тощо. Таким чином, спрямована виробнича діяльність людини впливає на місцевий клімат у бік його поліпшення. Однак для підвищення ефективності меліоративних заходів необхідне агрокліматичне обґрунтування.

Сільськогосподарське виробництво часто називають «цехом під відкритим небом», тому що основна маса його продукції створюється безпосередньо в природних умовах. Сільське господарство у всіх країнах Світу займає найбільші площі землі в порівнянні з іншими галузями народного господарства. Тому прорахунки у використанні неповної або неточної агрокліматичної інформації обертаються величезними збитками.

Не випадково, у цьому зв'язку, у Женеві в лютому 1979 року на Всесвітній конференції по клімату відзначалося, що прогрес у сільському господарстві в майбутні десятиліття до 2030 р. і надалі буде визначатися науково-технічною революцією не стільки в області біології і техніки, скільки в області удосконалення способів одержання інформації про клімат і її ефективне використання.

Клімат визначає успішність оброблення культур і їхнє географічне поширення. Він впливає на ріст, розвиток, продуктивність рослин і тварин, а також на виробничу діяльність у сільському господарстві. Жоден серйозний захід у сільському господарстві не може обійтися без відповідного обліку кліматичних умов, інакше народному господарству будь-якої країни може бути нанесений значний збиток.

При вивченні агрокліматичних ресурсів територій застосовуються показники, які одержують шляхом осереднення в багаторічному розрізі за вегетаційний період або його інтервали. До них відносяться наступні: 1)

тривалість вегетаційного та теплого періодів; 2) оптимальна межа температур; 3) критичні температури; 4) термічні показники; 5) показники інтенсивності сонячної радіації; 6) показники холодостійкості та морозостійкості рослин; 7) показники стійкості рослин до засухи та суховіїв; 8) суми опадів. Запаси продуктивної вологи, відносні показники зволоження; 9) показники, які пов'язують врожай з іншими елементами.

При побудові схеми сільськогосподарської оцінки клімату взято принцип, який складається із співставлення потреби сільськогосподарських культур до клімату на визначених етапах розвитку в цілому за вегетаційний період та агрокліматичних ресурсів території.

1. ПОГОДА І КЛІМАТ

1.1 ПОГОДА І ПОВІТРЯНІ МАСИ

Погодою називається стан атмосфери над певною територією у певний час, що визначається фізичними процесами, які відбуваються в ній під час взаємодії з підстильною поверхнею.

Погода – явище мінливе. Закономірні зміни погоди – це режим погоди. Формування і характер погодних умов та їх мінливість обумовлені, головним чином, атмосферою циркуляцією. Тип погоди залежить також від клімату місцевості. Основними погодоутворювальними чинниками є:

1. природні:

- інтенсивність сонячної радіації та сонячна активність;
- характер підстильної поверхні;
- атмосферна циркуляція;

2. антропогенні:

- забруднення атмосфери промисловими викидами;
- знищення лісів, меліорація, іригація, створення штучних водойм.

Якісно і кількісно фізичний стан атмосфери і процеси, що здійснюються в ній, виражаються через так звані *метеорологічні елементи*: сонячна радіація, тривалість сонячного сяяння в годинах, температура повітря і підстильної поверхні, вологість повітря, атмосферний тиск, вітер, хмарність, опади (кількість та види опадів, час їх випадання, кількість днів з опадами), сніговий покрив, горизонтальна видимість, наземні опади та інші атмосферні явища (іній, паморозь, ожеледиця, гроза, тумани, полярні саява, веселка). Вони знаходяться між собою у тісній взаємодії і завжди діють сумісно, проявляючись у складних та мінливих поєднаннях. Число

поєднань метеорологічних елементів і, отже, варіантів погоди може бути дуже великим.

Спостереження за елементами погоди проводяться синхронно на метеостанціях усього світу через кожні 3 години за Гринвіцьким часом. Результати спостережень передаються до Служби погоди для складання синоптичних карт погоди для різних рівнів атмосфери – від земної поверхні до висоти 30 км. Прогнози погоди складаються методами синоптичної метеорології. Для передбачення погоди користуються, передусім, методом екстраполяції в часі і просторі, зіставляючи синоптичні карти. Іноді результати уточнюються за картами багатьох попередніх років, виходячи із законів динаміки й термодинаміки атмосфери

У комплексі метеорологічних елементів, що характеризують погоду, можуть бути елементи, які з тих чи інших міркувань привертають до себе особливу увагу. За цими елементами інколи називають погоду певного дня або сезону. Наприклад, буває погода дощова, сонячна, вітряна, посушлива, морозна, тепла тощо.

Часто пов'язують уявлення про погоду не стільки з фізичним станом атмосфери, скільки із взаємодією між атмосферою та живою й неживою природою. Тому говорять, наприклад, про добру або погану погоду, зважаючи на те, сприятлива вона або несприятлива для людини. Великі перепади атмосферного тиску, висока вологість повітря, сильний вітер погано діють на самопочуття хворих людей.

Метеорологічні елементи змінюються у просторі й часі. Тому погода часто відзначається великою різноманітністю і мінливістю. Розрізняють періодичні та неперіодичні зміни погоди.

Періодичні зміни погоди – це зміни, зумовлені добовим і річним ходом метеорологічних елементів, тобто зміни, що залежать від добового та річного обертання Землі. Добовий і річний хід найважливіших метеорологічних характеристик описаний у попередніх розділах.

Неперіодичні зміни погоди пов'язані з рухом повітряних мас різного географічного походження, які мають різні фізичні властивості – температуру, вологість тощо. Погода залежить від того, яка повітряна маса надходить у дане місце. Переміщення повітряних мас спричиняє в районах, через які вони проходять, значні зміни погоди. Деякі повітряні маси, не властиві географічному розташуванню якого-небудь регіону, порушують нормальний хід метеорологічних елементів, тобто зменшують або навіть перекривають періодичні зміни погоди.

Незбіг фази періодичних і неперіодичних змін зумовлює найбільш різкі зміни погоди. Наприклад, весною поступово збільшується надходження

сонячної радіації, з кожним днем все більше прогрівається ґрунт і повітря – відбувається періодична зміна погоди, спричинена річним обертанням Землі. Але якщо в якийсь-то день у район зранку вторгається арктичне повітря, то температура починає різко знижуватися, і в полудень може стати навіть холодніше, ніж було минулої ночі. Отже, нормальний добовий хід температури повітря порушується. У наступні дні й тижні може стати ще холодніше, тоді порушується і її річний хід.

Повітряними масами називають величезні об'єми тропосферного повітря, що відповідні великим частинам материків та океанів, фізичні властивості яких більш-менш однорідні по горизонталі й характеризуються однаковими закономірностями зміни фізичних властивостей по вертикалі. Тому різним повітряним масам властиві спільні погодні характеристики. Для повітряної маси типовими є невеликі значення горизонтальних градієнтів температури та вмісту вологи. У межах однієї повітряної маси температура на відстані 1000 км змінюється не більше, ніж на 5–7 °С, а масова частка водяної пари – на 2–3 %.

У горизонтальному напрямку розміри повітряних мас складають тисячі кілометрів, а вертикальна протяжність їх здебільшого вимірюється кількома кілометрами, але нерідко вона простягається на всю тропосферу. Зазначимо, що іноді над однією повітряною масою розташовується друга і, як правило, потенційно тепліша. Головною причиною формування повітряної маси, набуття нею певних фізичних властивостей є взаємодія між атмосферою й поверхнею Землі. Для формування повітряної маси необхідна наявність так званих осередків формування: географічного та синоптичного. Під *географічним осередком формування* розуміють географічний район, у якому повітря набуває властивостей єдиної повітряної маси певного типу внаслідок впливів, що діють за рахунок тепло- та вологообміну з досить однорідною підстильною поверхнею. Під *синоптичним осередком формування* розуміють стійкий глобальний атмосферний процес, який зумовлює достатньо тривале (до 5–7 діб і більше) перебування повітря над однорідним географічним районом.

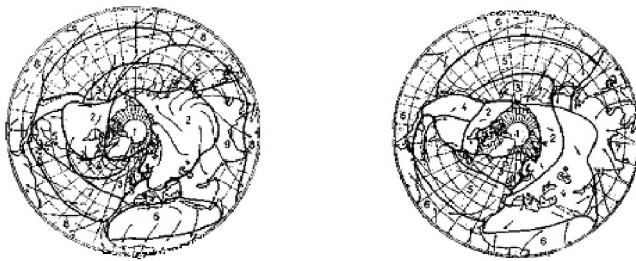
Отже, формування повітряних мас істотно залежить від фізичних властивостей земної поверхні й типу циркуляції в нижніх шарах атмосфери. Найбільшого ефекту цей процес досягає при збігові географічного й синоптичного осередків. У результаті формування повітряної маси повітря поступово набуває температури, вологості та інших властивостей, характерних для погодних умов району, синоптичного об'єкта та пори року. Процес вважається завершеним, коли пересічна добова температура повітря біля земної поверхні практично перестає змінюватись, іншими словами,

коли настає рівність між поглинанням і віддачею повітрям та підстильною поверхнею радіації. Такий стан називають *променеистою рівновагою*. Найсприятливіші умови формування повітряних мас створюються у великих малорухомих антициклонах і малоградієнтних баричних полях. Такі баричні системи можна розглядати як синоптичні осередки формування повітряних мас. У зонах зниженого тиску й, особливо, у рухомих циклонах умови для цього несприятливі, оскільки характерна для циклонічних утворень конвергенція повітряних течій призводить до виникнення атмосферних фронтів, розвитку хмарних систем, випадання опадів і, отже, утворення зон з різним радіаційним режимом, зволоженням ґрунту й повітря тощо.

Якщо в географічному осередку формування повітряної маси зміняться циркуляційні умови, то вона почне зміщуватись як єдине ціле і, потрапляючи на відмінну від осередку свого формування підстильну поверхню, а отже, в інші умови радіаційного режиму, змінюватиме свої властивості – трансформуватиметься. У процесі трансформації може сформуватися повітряна маса іншого типу. Яскравим прикладом трансформаційного процесу повітряної маси є переміщення повітря в західному потоці з материка на материк. Тут географічним осередком формування служать величезні океанічні акваторії, а саме західне перенесення можна розглядати як синоптичний осередок формування нової повітряної маси. Інші приклади таких змін – переміщення повітря над великими територіями пустель Середньої Азії, степів Казахстану, України тощо. По суті, процес формування повітряних мас – це сукупність трансформаційних змін їх властивостей, який проходить безперервно в будь-яких синоптичних ситуаціях та географічних районах, а не тільки в географічних і синоптичних осередках формування.

На рисунку 1 зображено положення осередків формування повітряних мас різних географічних типів у Північній півкулі за Петерсеном. Проведені між осередками межі умовні. Наприклад, арктичне повітря взимку може формуватися вздовж усього північного узбережжя Сибіру, а формування тропічного повітря влітку над Центральною Азією можна розглядати лише поза межами високих гірських масивів.

Щоб пояснити трансформаційні процеси, на картах формування повітряних мас С. Петерсеном наводяться переважні напрямки повітряних течій у приземних підшарах повітря (на рисунках позначені стрілками).



**Рис. 1. Осередки формування повітряних мас у північній півкулі
взимку
(ліворуч) і влітку (праворуч)**

Повітря:

- 1 – арктичне;
- 2 – континентальне помірних широт;
- 3 – морське помірних широт;
- 4 і 5 – перехідне;
- 6 – континентальне тропічне;
- 7 – морське тропічне;
- 8 – екваторіальне; 9 – мусонне

Повітря:

- 1 – арктичне;
- 2 – континентальне помірних широт;
- 3 – морське помірних широт;
- 4 – континентальне тропічне;
- 5 – морське тропічне;
- 6 – екваторіальне;
- 7 – мусонне

На зимовій карті виділені осередки, де повітряні маси з одного типу трансформуються в інший, рухаючись над водною поверхнею. Це райони (4) в Атлантичному й Тихому океанах, де континентальне помірне повітря трансформується в морське помірне, і райони (5) в обох океанах, де континентальне помірне повітря перетворюється в морське тропічне. Повітряні маси, які знаходяться в цих районах у процесі активної трансформації, С. Петерсен назвав перехідними. У що ж пору року на півдні Азії (осередок (9)) континентальне повітря помірних широт трансформується у тропічне – спочатку в континентальне, а потім у морське. Цей процес відбувається в системі течій зимового азійського мусону й на схемі він названий мусонним.

На літній карті видно істотне територіальне скорочення осередків формування континентального й морського повітря помірних широт і значне збільшення площі осередків формування тропічного повітря. Положення північної межі осередку формування тропічного повітря значно зміщене у високі широти й знаходиться далеко за межами тропіків і субтропиків. На півдні Азії повітря, яке формується в системі течій літнього азійського мусону (осередок (7)), також називається мусонним.

Враховуючи те, що властивості повітряної маси значною мірою визначаються положенням географічного осередку її формування, побудовано географічну класифікацію повітряних мас, яка включає наступні їх основні типи: арктичне (у південній півкулі – антарктичне) повітря (АП); повітря помірних широт, чи помірне повітря (ПП); тропічне повітря (ТП); екваторіальне повітря (ЕП). Кожна з цих повітряних мас, крім екваторіальної, залежно від характеру підстильної поверхні та осередку формування, поділяється на морську (м) чи континентальну (к).

Арктичне повітря, формуючись над кригою Арктики, у своєму осередку має риск континентального повітря, бідного на вологу. Вертикальна протяжність в осередку формування становить 4–6 км, іноді сягає тропопаузи, яка в Арктиці часто знаходиться на висотах 7–8 км. Просуваючись на південь, маса АП стає тоншою (до 1–2 км) внаслідок розтікання в сторони й розвитку в ній низхідних рухів, через що АП рідко долає високі гірські хребти. АП іноді поширюється до найпівденніших кордонів Росії, України, а в західній Європі – до Балкан, Альп, навіть до Піреней. Вторгнення АП на територію Росії, України та інших європейських держав призводить до сильного похолодання. Найнижчі температури відмічаються, коли АП приходить у вказані райони з північного сходу через Таймир – це так звані ультраполярні вторгнення.

Розрізняють континентальне (кАП) і морське (мАП) арктичне повітря. Ці відмінності в основному пов'язані з видом підстильної поверхні, яка взаємодіє з ним на шляху просування з районів Арктики на Євразію та Північну Америку.

Морське помірне повітря на Європейський континент приходить з Атлантичного океану переважно в тилу циклонів за холодними фронтами. При цьому в одному випадку воно зміщується з боку Північної Америки й, особливо взимку, проходячи над Атлантичним океаном, прогрівається над достатньо теплою водною поверхнею та збагачується вологою; в іншому – воно деякий час знаходиться над Атлантикою у зоні підвищеного тиску й потім при зміщенні її на схід потрапляє в Європу у вигляді західного чи південно-західного потоку.

Континентальне помірне повітря (кПП) формується на континенті Євразії в зоні помірних широт у результаті тривалого перебування там інших повітряних мас. Властивості кПП дуже різноманітні й залежать від того, з якої повітряної маси воно походить і в яку пору року здійснюється його формування. Якщо кПП походить з арктичного чи морського помірного повітря, то взимку процес формування кПП відбувається за умов охолодження повітряних мас над континентом. У стійкому зимовому

азійському антициклоні та його відрогах, які можуть бути спрямовані на захід, наприклад, у райони центру і півдня Європейської території Росії та України, кПП вихолоджується біля земної поверхні до дуже низьких температур: $-40...-50$ °С, а над Якутією (Оймякон) навіть нижче -70 °С. Улітку процес трансформації АП і мПП до кПП відбувається за умови значного їх прогрівання. Іноді біля земної поверхні в денні години температура кПП може бути вищою, ніж тропічного. Континентальне помірне повітря значно сухіше, ніж мПП, особливо бідне на вологу у своїх нижніх шарах узимку сибірське кПП.

Морське тропічне повітря (мТП) має властивість – відносно високу температуру й досить значний вологовміст, оскільки осередки його формування – субтропічні пояси "високого тиску", які знаходяться над Атлантикою й Тихим океаном, а також акваторія Середземного моря. В Європу мТП здебільшого потрапляє в холодну пору року й характеризується як дуже тепла стійка маса з додатними температурами, суцільною низькою хмарністю, туманами та мрячними опадами.

Континентальне тропічне повітря (кТП) – це найтепліша повітряна маса, що з'являється над територією України. На півдні європейської території Росії та України кТП утворюється влітку з кПП, яке циркулює по південно-західній і західній частинах антициклонів, центри яких розташовуються над північною Казахстану. Взагалі влітку кТП може за тривалої антициклональної малохмарної погоди зі слабкими вітрами формуватися безпосередньо над материками приблизно до широти 50° . При цьому по західній периферії антициклону воно може проникати на північ до узбережжя Північного льодовитого океану. Узимку над Європейським континентом кТП не спостерігається.

Мусонне повітря (МП) – це повітряні маси, які переносяться мусоном. МП низьких широт, зокрема над Індією, узимку буває достатньо теплим і сухим у зв'язку з низхідними рухами вздовж схилів гір, а влітку це повітря дуже тепле й вологе. У тропічній зоні літні мусони супроводжуються сильними дощами та грозами. У позатропічних широтах Далекого Сходу повітря літнього мусону є мПП, рідше мТП, а зимового – кПП.

Екваторіальне повітря (ЕП) – це видозмінене тропічне повітря поблизу екватора, яке проникає у зону пасату з однієї півкулі Землі в іншу й відрізняється високими температурами, великою вологістю та нестійкістю: зливи, грози. Властивості ЕП над сушею (у зоні тропічних лісів) і над океанами досить близькі. Не відзначаються й істотні сезонні зміни цієї повітряної маси. У цілому властивості ЕП близькі до властивостей літнього мусонного повітря тропічної зони. У помірні широти ЕП не проникає.

Повітряні маси, залежно від величини рівноважної температури поділяють на теплі, холодні та нейтральні.

Рівноважною називається температура, яку отримує повітря, коли знаходиться в рівновазі з середовищем, що відповідає умовам радіаційного й теплового балансу. За певної широти, характеру підстильної поверхні, умов хмарності та пори року це цілком визначена температура.

Якщо повітряна маса має температуру, вищу від рівноважної, тобто вищу, ніж температура підстильної поверхні й, таким чином, у даному районі поступово охолоджується, то вона тепла. Якщо повітряна маса має температуру, нижчу від рівноважної, отже в цьому районі поступово нагрівається, то вона холодна. *Нейтральною* вважається повітряна маса, температура якої близька до рівноважної.

Одночасно з таким підходом до ідентифікації повітряної маси можна проводити порівняння температур сусідніх повітряних мас і давати оцінку термічних властивостей мас однієї відносно іншої. Тому зрозуміло, що повітряна маса, температура якої вища, відносно тепла, а температура якої нижча – відносно холодна.

1.2 АТМОСФЕРНІ ФРОНТИ

Різні за своїми фізичними властивостями повітряні маси внаслідок їх постійного переміщення зближуються. У зоні їх зближення концентруються великі запаси енергії і атмосферні процеси особливо активні.

Повітряні маси відрізняються одна від одної головним чином за ступенем нагрівання. Тому повітряна маса, яка створює певну погоду над даною місцевістю під час взаємодії з іншою масою може бути відносно більш теплою або холодною. Так, континентальне повітря помірних широт, взаємодіючи з морським повітрям цих широт, влітку виступає як тепле,

взимку – як холодне. Між такими повітряними масами, що мають різні фізичні властивості, утворюється вузька перехідна зона (рис. 2), яку можна розглядати як поверхню розділу.

Перехідна зона характеризується великими градієнтами метеорологічних величин. Оскільки

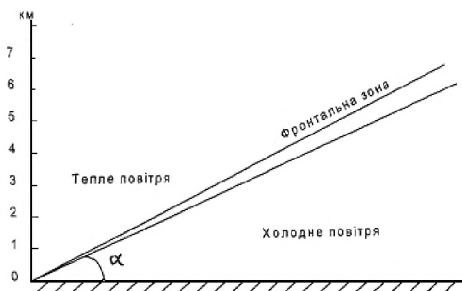


Рис. 2. Схема атмосферного фронту

холодне повітря щільніше ніж тепле, то воно буде розташовуватися біля підстильної поверхні землі під теплим повітрям, у вигляді клину, у кілька сот метрів по вертикалі. Поверхня розділу в такому разі має нахил у бік холодного повітря. Така перехідна зона розділу між двома різними повітряними масами називається *фронтальною поверхнею*, а лінія на карті погоди, що умовно відображає атмосферний фронт, – *лінією фронту*, або просто *фронтом*.

Поверхня розділу розташовується завжди під кутом до підстильної поверхні. Кут нахилу цієї поверхні дуже малий, менше 1° . Це означає, що поверхня розділу на відстані 200 км від лінії фронту знаходиться на висоті 1–2 км. За проходження фронту відбуваються дуже швидкі і значні зміни атмосферного тиску, температури й вологості повітря, швидкості і напрямку вітру та інших метеорологічних величин.

Фронти – це особливі вузькі перехідні зони між масами повітря. За термодинамічними ознаками вони поділяються на теплі, холодні та фронти оклюзії.

Теплим називається фронт, що переміщується разом з теплою повітряною масою у напрямі холодної маси і зумовлює підвищення температури в конкретній місцевості. За теплої фронту тепле повітря набігає на холодне. При цьому тепле повітря поступово і спокійно піднімається доверху над фронтальною поверхнею і адіабатично охолоджується. Це призводить до конденсації водяної пари, утворення хмар і опадів. У нижньому ярусі виникають шаруваті (*St*) і шарувато-дощові (*Ns*) хмари. Із хмар *Ns* випадають опади облогового характеру у вигляді дощу або снігу, причому ширина зони опадів у середньому визначається в 300–400 км. За подальшого підняття і охолодження повітря утворюються високошаруваті хмари (*As*). Із них опади випадають, але влітку вони не досягають підстильної поверхні землі, тому що на шляху до землі вони випаровуються. Взимку опади з високошаруватих хмар випадають у вигляді снігу і досягають землі. У верхньому ярусі за подальшого підняття теплої повітря утворюються перисто-шаруваті (*Cs*), перисто-купчасті (*Cc*) та перисті (*Ci*) хмари. Із цих хмар опади не випадають (рис. 3).

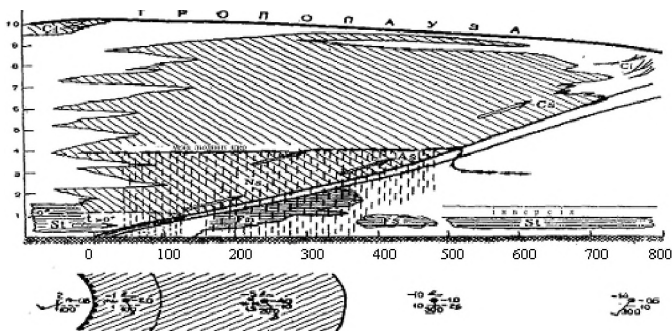


Рис. 3. Схема теплового фронту

При наближенні теплового фронту спочатку з'являються перисті, перисто-купчасті та перисто-шаруваті хмари, які знаходяться на висотах 8–10 км. Прогностичною ознакою наближення теплового фронту може бути оптичне явище *гало*, що утворюється навколо диску Сонця та Місяця, у разі закриття їх перисто-шаруватими хмарами. За подальшого руху теплового фронту перисто-шаруваті хмари змінюються висококупчастими, високошаруватими. Останні змінюються хмарами нижнього шару: шаруватими, шарувато-купчастими і шарувато-дощовими.

Під час проходження теплового фронту через пункт відбувається підвищення температури та відносної вологості повітря, зниження атмосферного тиску, посилення вітру до найбільшої величини. Лінія теплового фронту, що проходить на підстильній поверхні, на картах погоди зафарбовується червоним кольором, в однокольоровому друці зображається лінією з півколами, які своєю випуклістю повернуті в бік руху фронту (рис. 4).

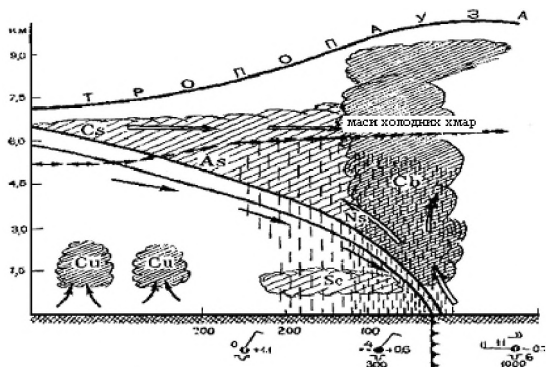


Рис. 4. Схема холодного фронту 1-го роду

Холодним називається фронт, що переміщується разом з холодною повітряною масою у напрямку теплої маси і зумовлює зниження температури в конкретній місцевості.

За холодного фронту холодне повітря у вигляді клину рухається вперед, підтікаючи під тепле повітря і витісняючи його доверху. Під час цього руху холодне повітря зазнає тертя від підстильної поверхні, у зв'язку з чим швидкість його у приземному шарі менша, ніж у вищих шарах. Тому холодне повітря підтікає під тепле не гострим клином, як це має місце за теплового фронту, а тупим. Поверхня розділу між теплим і холодним повітрям біля землі в такому разі круто опускається донизу, а за швидкого руху холодного повітря вона утворює випуклість у сторону теплового повітря. У зв'язку з цим холодні фронти діляться на фронти першого і другого роду (рис. 85, 86).

Холодний фронт першого роду – це фронт, що повільно переміщується, а тепле повітря спокійно піднімається, внаслідок чого процес конденсації водяної пари не носить бурхливого характеру. Восени, взимку і навесні хмарна система холодного фронту першого роду дуже подібна до хмарної системи теплового фронту з тією лише різницею, що під час проходження холодного фронту першого роду хмари спостерігаються у зворотній послідовності, порівняно з теплим фронтом. Літом перед фронтом утворюються купчасто-дощові хмари, з яких випадають опади поривчастого характеру, що часто супроводжуються грозами.

Перед проходженням холодного фронту першого роду тиск повітря падає, а за фронтом зростає. Вітер перед фронтом підсилюється, іноді значно; за проходження фронту він стає поривчастим. Після проходження фронту вітер слабне, температура повітря значно знижується.

Холодний фронт другого роду (рис. 5) відрізняється від фронту першого тим, що являє собою фронт, який рухається дуже швидко. Поверхня фронту утворює з підстильною поверхнею великий кут нахилу, а в нижніх шарах ця поверхня утворює випуклість, повернуту в бік теплового повітря.

Під час переміщення холодного фронту другого роду холодне повітря швидко витісняє тепле. У зв'язку з цим перед фронтом створюються значні висхідні рухи теплового повітря, що призводить до утворення потужних купчасто-дощових хмар, з яких випадають опади зливого характеру, що супроводжуються грозами, іноді градом. Ці опади випадають у вузькій прифронтовій смузі.

Перед проходженням холодного фронту другого роду спостерігається підвищення температури повітря. Під час проходження фронту через даний

пункт температура повітря швидко знижується, тиск швидко зростає, вітер змінює свою швидкість і напрям, випадають опади зливового характеру. Після проходження фронту опади перестають випадати, небо прояснюється, різко посилюється швидкість вітру.

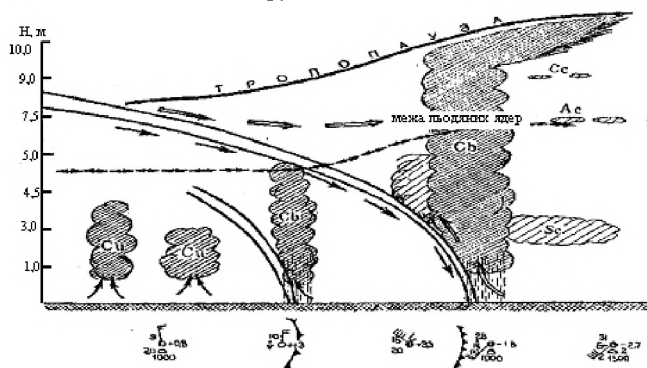


Рис. 5. Схема холодного фронту 2-го роду

Лінія холодного фронту, що проходить по підстильній поверхні, зображується на карті погоди синім кольором або в однокольоровому друці — лінією з гострими трикутниками, зубці яких повернуті в бік руху фронту.

Відомо, що холодний фронт, внаслідок безперервного підтікання холодного повітря, переміщується швидше, ніж теплий. У зв'язку з цим фронти швидко зближуються між собою і з'єднуються. Тепле повітря за з'єднання фронтів витісняється доверху. Явище з'єднання теплового і холодного фронтів носить назву *оклюзії*. Лінія, вздовж якої відбулося з'єднання фронтів, називається *фронтом оклюзії*. Іншими словами *фронт оклюзії* – це фронтальна система, що являє собою поєднання холодного і теплового фронтів та їхніх хмарних систем.

Залежно від термічної характеристики повітряних мас по обидва боки фронту, розрізняють фронти оклюзії з типом теплового (рис. 6а) чи холодного (рис. 6б) фронту, рідше нейтрального.

У системі фронтів оклюзії взаємодіють три повітряні маси, з яких найбільш тепле не має зв'язку з підстильною поверхнею. У системах хмар фронтів оклюзії часто спостерігаються високошаруваті (*As*), а також висококупчасті (*Ac*) хмари.

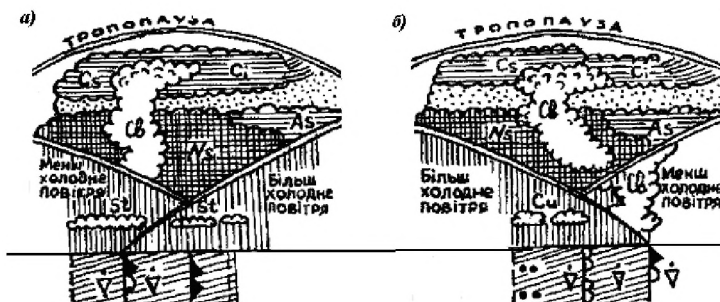


Рис. 6. Схема теплого (а) і холодного (б) фронтів оклюзії

Теплі фронти оклюзії над Європою найбільш часто повторюються у холодний період року, коли фронтальне повітря, що надходить з Атлантики, тепліше передфронтального і континентального. При цьому іноді спостерігаються заметілі, дуже нечасто – ожеледь.

Для літа найбільш типовими є холодні фронти оклюзії, вздовж яких спостерігаються грози, вночі і під час короткочасного прояснення утворюються радіаційні тумани. Хмарна система холодного фронту оклюзії складається з високошаруватих та шарувато-дощових хмар. З такими фронтами пов'язані лише облогові опади.

Проходження фронтів оклюзії через пункт спостереження викликає зміни погоди, які подібні до змін під час проходження простих фронтів. Кожний атмосферний фронт існує обмежений період часу. Це стосується всіх фронтів. Оскільки фронти знаходяться на кожній карті погоди, яка охоплює значну територію, то це означає, що процеси утворення або загострення фронту, з посиленням його діяльності (фронтогенез), і послаблення його діяльності, яке супроводжується зменшенням горизонтального градієнта температури в зоні фронту (фронтоліз), спостерігаються безперервно.

1.3 ЦИКЛОНІ І АНТИЦИКЛОНІ

Зміни, що відбуваються у потоці повітря на висоті, спричиняють зміни тиску біля поверхні: під зоною розходження повітря тиск різко падає, під зоною сходження, навпаки, різко підвищується. Внаслідок цього біля поверхні виникають зони підвищеного та зниженого тиску, в яких можуть формуватися циклони і антициклони.

Циклон – це висхідний атмосферний вихор з нахиленою віссю обертання, який проявляється біля поверхні Землі замкнутою зоною зниженого тиску (баричний мінімум) з циклональною системою вітрів від периферії до центру зони (проти годинникової стрілки у північній півкулі і за годинниковою – у південній).

Антициклон – це низхідний атмосферний вихор з нахиленою віссю, який проявляється біля поверхні Землі замкнутою зоною підвищеного тиску (баричний максимум) з антициклональною системою вітрів від центру до периферії (за годинниковою стрілкою у північній півкулі і проти – у південній).

Ці вихори досить пласкі, тому що їх горизонтальні розміри у 100–150 разів більші за вертикальні, а діаметр – до 1500–3000 км, протяжність по вертикалі незначна – від 2–4 до 15–20 км.

Виникнення та розвиток позатропічних циклонів відбувається переважно на головних фронтах тропосфери, тобто на фронтах між помірним і тропічним або між арктичним та помірним повітрям. Лише незначна частина циклонів виникає під впливом місцевого перегріву поверхні (термічний циклон), вони є невеликими за розмірами й існують недовго (літні циклони в Середній Азії). Процес зародження циклонів можна розглянути як виникнення на поверхні головного фронту великих хвиль, із довжинами порядку 1000 км і більше, внаслідок різниць у температурі й вітру на фронті та сили Коріоліса.

Повітряні часточки по обидва боки фронту (рис. 7 а) здійснюють коливальні рухи, які поширюються вздовж фронту у вигляді хвилі. На головному фронті протяжністю у декілька тисяч кілометрів може виникати декілька хвиль, які рухаються на фронті найчастіше із заходу на схід. При цьому й сама поверхня фронту, і лінії фронту біля земної поверхні набувають хвилястої деформації.

Вигини фронту на північ (рис. 7 б) є язиками теплого повітря, які проникають у високі широти. Вигини фронту на південь є язиками холодного повітря, які проникають у низькі широти. На гребенях хвилі фронт рухається до низьких широт, у долинах найвищих хвиль – до високих широт. Одночасно з утворених хвиль утворюється теплий фронт на передній частині циклону і холодний – у тилівій частині (рис. 7 б). Кожному фронту відповідає своя система хмар і опадів. Фронти в циклоні загострюються внаслідок існуючого там сходження повітряних течій. Сектор теплого повітря в циклоні між теплими і холодними фронтами називається *теплим сектором циклону*. Для нього характерні найвищі температури і циклон у цій стадії називається *молодим циклоном* (рис. 7 в).

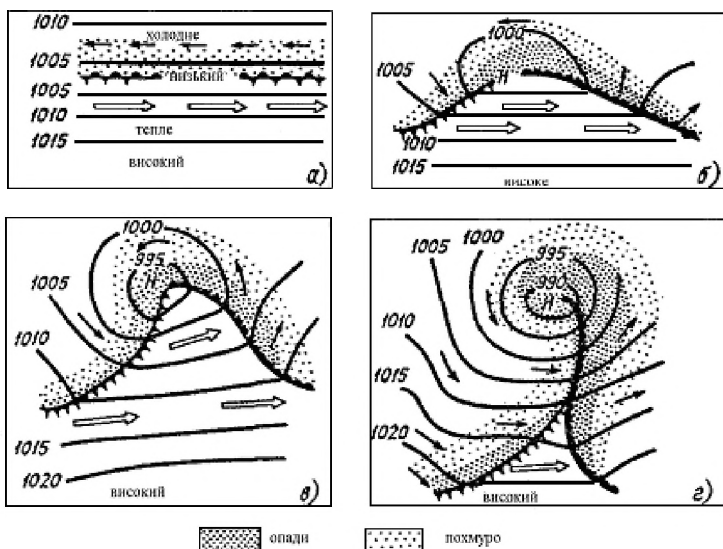


Рис. 7. Розвиток циклону на фронт:

а, б – початкові стадії; в – молодий циклони з теплим сектором;

г – оклюзійний циклони

З часом він поглиблюється, тобто тиск у його центрі знижується. Сам циклони переважно зміщується у східному напрямку. При цьому холодний фронт повільно наздоганяє теплий, який рухається повільніше від холодного і, нарешті, змикається з ним. Відбувається так звана *оклюзія циклону*. В оклюзійному циклоні (рис. 7 г) теплому сектору біля земної поверхні вже немає – тепле повітря відтіснене холодним у верхню частину тропосфери, де воно охолоджується завдяки випромінненню, а сам циклони стає високим і холодним. Швидкість його зміщення знижується, тиск у центрі підвищується – відбувається затухання циклону. Іноді, пройшовши всі стадії розвитку, не заповнюється цілком, а розпочинає поглиблюватися (регенерує). Це відбувається тоді, коли в зону старого циклону вторгаються нові порції теплому або холодного повітря, які створюють різкі температурні контрасти.

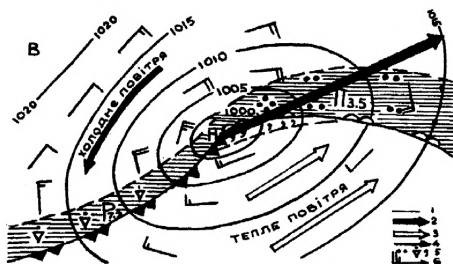


Рис. 8. Загальний вигляд циклону:

1 – ізобари; 2 – напрям руху циклону; 3 – тепле повітря; 4 – холодне повітря; 5 – опади; 6 – напрям і швидкість руху

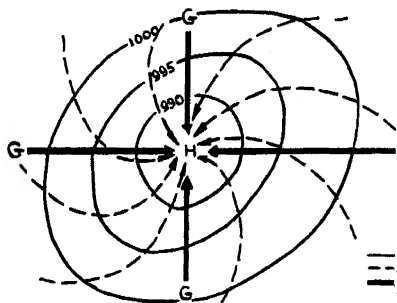


Рис. 9. Ізобари (1), лінії струменів (2) і сила баричного градієнта (3) в нижній частині

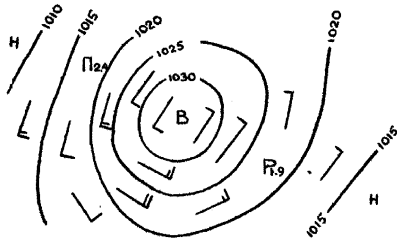


Рис. 10. Загальний вигляд антициклону

Більшість циклонів розвиваються на полярних фронтах, де утворюється не одна, а декілька хвиль, які дають початок серії циклонів (із чотирьох і більше), які формуються послідовно один за одним (рис. 8, 9) широтах тропосфери. Потоки повітря спускаються і розтікаються з центру максимуму за годинниковою стрілкою на периферію антициклону у північній півкулі. Цей відтік повітря компенсується його спусканням із зони сходження.

У першій стадії розвитку зони молодого антициклону він являє собою досить невеликий висхідний вихор до висоти 2–3 км. У другій стадії – стадії максимального розвитку – в антициклональний рух включаються більш високі шари до висоти 8–12 км. У третій стадії – стадії руйнування – антициклон стає малорухливим, потік повітря зверху і його опускання припиняється. Антициклон утворюється на фронтальних зонах, проте фронтів він не має; повітряні течії направлені від центру і відносять fronti на периферію.

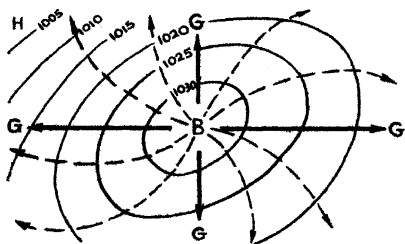


Рис. 11. Ізобари (1), лінії струменів (2) і сила баричного градієнта (3) в нижній частині антициклону

Низхідні рухи повітря у антициклонів супроводжуються адіабатичним нагріванням і приводить до появи інверсії стисання. Інверсійні шари є перепорою до утворення конвективних хмар. Тому в антициклонах утворення хмар і опадів явища рідкісні, лише у низькому шарі у холодний період року та внаслідок охолодження поверхні можливе

виникнення туману й низьких шаруватих хмар (рис. 10, 11).

У центрі антициклону біля земної поверхні переважно безвітря (штиль), але на периферії вітри можуть бути значної сили.

У помірних широтах між циклонами виникають рухливі антициклони. Ті та інші рухаються у напрямку головного потоку, тобто із заходу на схід із швидкістю 30–40 км/год. Циклони існують декілька днів, рухаючись на схід, з деяким відхиленням на північ, а антициклон на південь. На початку розвитку циклони та антициклони рухаються швидко, потім їх рух уповільнюється, і вони стають малорухливими.

1.4 ПРОГНОЗ ПОГОДИ

Погода має велике значення в господарській діяльності людини. Неприятливі умови погоди часто завдають значних збитків. Тому для різних галузей господарства кожної держави велике значення має інформація про поточний стан погоди, а також завбачення її на найближчий час. Цю роботу в Україні здійснює так звана служба погоди, що опирається на велику мережу метеорологічних станцій. Останні проводять спостереження в певні строки, зашифровують їх за особливим міжнародним кодом, потім передають обласним центрам з гідрометеорології і моніторингу навколишнього середовища та Гідрометцентру, який очолює в Україні службу погоди.

СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

А

Агрокліматологія – наука, яка є частиною агрометеорології, вивчає кліматичні умови в їхньому зв'язку з процесами і об'єктами сільськогосподарського виробництва, тобто здійснює сільськогосподарську оцінку клімату.

Агрокліматичне районування – це поділ території на райони за ознакою подібності і відмінності їхніх агрокліматичних умов. Розрізняють два види агрокліматичного районування – *загальне* і *спеціалізоване*. *Загальне районування* характеризує розподіл по території основних елементів клімату, що кількісно виражають ступінь сприятливості клімату для сільського господарства в цілому. *Спеціалізоване районування* проводять з метою характеристики умов вирощування окремих культур, їх сортів і гібридів, а також спеціалізації виробництва сільськогосподарської продукції, засобів агротехніки за їхньою ефективністю у різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Агрокліматичні ресурси – сукупність агрокліматичних умов, що створюють можливість одержання сільськогосподарської продукції рослинності. Поділяються на водні (запаси поверхневих і підґрунтових вод даної території) і земельні, які використовують або можуть бути використані у галузі сільського господарства.

Акліматизація – пристосування організмів до нових умов проживання (кліматичних, фізико-хімічних, ґрунтових та ін.), в які вони потрапили природним шляхом або (частіше) свідомо чи випадково перенесені людиною. Таким, що акліматизувалися, вважаються організми, які в нових умовах нормально розвиваються й дають життєздатне потомство. Роботу з А. рослин проводять ботанічні сади й дендропарки, а тварин – деякі заповідники, зоопарки. Із сільськогосподарських культур на Україні акліматизовано кукурудзу, картоплю; з декоративних – кінський каштан, бузок; із ссавців – ондатру, плямистого оленя; з птахів – фазана, даурську куріпку; з риб – товстолобика, амура.

Аклімація, адаптація експериментальна – пристосування організму до штучно створених умов(наприклад, у ході експерименту у *фітотронах*).

Антропогенні зміни клімату – зміни (у гірший бік) клімату під впливом господарської діяльності людини. Очікується, що потепління кінця XX ст. – початку XXI ст. може негативно вплинути на різноманітні компоненти природних геосистем.

Б

Біокліматична продуктивність сільськогосподарських угідь – продуктивність агрофітоценозу (агроекосистеми), яка обмежується дією абіотичних факторів (головним чином, кліматичних) факторів.

Біотемпература – температурна характеристика мікроклімату місця розміщення угруповання, що визначається як середньорічна температура без значень нижче 0° і вище 30°C.

Г

ГТК – геотермічний коефіцієнт, який характеризує зволоженість даної території.

Е

Едоклімат – комплекс необхідних для нормальної життєдіяльності організму умов навколишнього середовища (температура, наявність кисню, води, тощо).

Екоклімат – кліматичні умови місця заселення відповідного виду або угруповання організмів.

Ецидоклімат – мікроклімат дуже малого простору (поблизу однієї рослини).

І

Ізобари – лінії на географічних картах, які з'єднують пункти, що мають однаковий тиск.

Ізогієти – лінії, які з'єднують на географічних картах місця з однаковою кількістю опадів і дають уяву про середній розподіл опадів на поверхні земної кулі.

Ізономалі – лінії, які з'єднують на географічних картах точки з однаковими *температурними аномаліями*.

Ізотерми – лінії, які з'єднують на географічних картах місця з однаковими температурами на даний момент, чи певний проміжок часу (рік, місяць).

Ізотермія – незмінність температури з висотою

К

Карти синоптичні – географічна карта, на якій умовними знаками нанесені результати одночасних спостережень багатьох метеостанцій. Карти складаються для прогнозування погоди.

Карта агрокліматична – карта, що відображує кліматичні умови і їх взаємодії з об'єктами, процесами сільськогосподарського виробництва. Характеризує комплекс агрокліматичних ресурсів будь-якої території, кліматичні умови вирощування окремих культур.

Клімат – закономірна послідовність атмосферних процесів, що створюється в даній місцевості в результаті взаємодії сонячної радіації, атмосферної циркуляції і фізичних явищ, які відбуваються на підстилаючій поверхні, і яка зумовлює у цій місцевості характерний для неї режим погоди.

Клімат аридний – сухий клімат, при якому атмосферне зволоження недостатнє для обробки сільськогосподарських культур.

Клімат бореальний – холодний клімат помірних широт із чітко визначеними сезонами року: «клімат снігу та лісу».

Клімат високогірський – клімат на значних висотах у горах. Характеризується низьким атмосферним тиском, певними температурою та вологістю повітря, прозорістю та чистотою повітря. Кількість опадів залежить від експозиції схилів.

Клімат вологий (гумідний) – клімат із надмірним зволоженням, де кількість опадів перевищує випаровування, а надлишки води накопичуються, чи стікають у вигляді річок.

Клімат вологопустельний – клімат узбережжя млорів, уздовж яких проходять холодні течії.

Клімат ґрунтовий – багаторічний тепловий, водний і гідрологічний режим ґрунту, тісно пов'язаний з кліматом, рослинністю, рельєфом, ґрунтоутворюючими породами та іншими компоненти ландшафти.

Клімат континентальний – клімат характерний для внутрішніх районів материків та узбережжя океанів, в яких панують континентальні повітряні маси. Характеризується високою амплітудою температури повітря, малою сумою опадів і слабкими вітрами.

Клімат місцевий – мезоклімат; клімат порівняно невеликих територій, однорідних за природними умовами. Займає проміжне положення між макрокліматом і мікрокліматом. Суттєво впливає на структуру і функціонування біотичних угруповань.

Клімат морський – клімат, особливості якого визначаються переважаючим впливом моря (основними властивостями морського повітря).

Клімат полярний – клімат постійного морозу з температурами майже завжди нижче 0°C, кількістю опадів 200–300 мм.

Клімат семиаридний (напіваридний) – клімат із зволоженням, але частими засухами. Характерний для степів.

Клімат середземноморський – вид субтропічного клімату із сухим літом та дощовою зимою.

Кліматологія – область науки, що вивчає умови формування клімату і кліматичний режим різних країн і районів, їхні зміни в минулому й майбутньому.

Кліматологічні фронти – середнє положення головних *фронтів* між двома *повітряними масами*. Між арктичним (антарктичним) повітрям і повітрям

помірних широт проводять арктичний (антарктичний) фронт, між помірним і тропічним – помірний, між тропічним і екваторіальним – тропічний. До К. ф. відносять і пасатні фронти. Вони розділяють дві маси тропічного повітря – більш стару (трансформовану з помірної) і свіжу.

Кліматичний аналог – клімат в новій зоні існування для даного виду рослин, схожий за основними параметрами з кліматом в місцях його первинного ареалу. Акліматизація виду при інтродукції виявляється тоді успішною, коли для нього знайдено кліматичний аналог.

Кліматична аномалія – значні відхилення клімату від середніх характеристик, притаманних даному місцю Землі.

Кліматична зона – найбільша одиниця кліматичного районування; великий регіон земної кулі зі схожими кліматичними умовами.

Кліматична норма – кількісна характеристика клімату, отримана з багаторічного ряду спостережень.

Кліматична область – область Землі, що має певний тип клімату і є частиною кліматичної зони.

Кліматичні пояси – великі підрозділи земної поверхні, які за кліматичними умовами мають характер широтних поясів (виділяють за особливостями режиму температури і опадів).

Кліматичні ресурси – сукупність природно-кліматичних факторів, діапазон значень яких забезпечує успішну життєдіяльність організмів, дає змогу функціонувати всім ланкам біосфери.

Кліматичні чинники – основні елементи клімату: сонячна радіація, світло, тепло, атмосферні опади, атмосферний тиск, вологість повітря.

Кліматограма – діаграма, на якій зображено річний хід температури та кількість опадів даної місцевості.

Кліматотворні процеси – атмосферні процеси, що визначають характер клімату в межах тієї чи іншої області чи всієї Землі (теплообіг, вологообіг, загальна циркуляція атмосфери).

Кліматотворні чинники – чинники, що визначають характер клімату: широта місця, висота над рівнем моря, розподіл суходолу й океану, орографія, льодовий, сніговий та рослинний покриви, океанічні течії.

Кліматрон – складна інженерна споруда, оснащена обладнанням для відтворення в штучних умовах різних кліматів.

Континентальність клімату – сукупність характерних особливостей клімату, визначених впливом материка на процеси кліматоутворення. Головна характеристика континентальності клімату – річна амплітуда температури повітря: чим вона більша, тим більш континентальний клімат.

М

Макроклімат – клімат значних географічних просторів: від ландшафту, географічного району – до планети в цілому.

Мезоклімат – кліматичні умови невеликої місцевості (лісу, долини, міста, тощо), досить однорідної за своїми характеристиками.

Меліорація клімату – покращення клімату шляхом зміни кліматичного режиму в потрібній людині бік: насадження лісосмуг, зрошення, обводнення тощо.

Метеорологія – наука, що вивчає і пояснює фізичні процеси і явища, які відбуваються в атмосфері при взаємодії з підстилаючою поверхнею.

Метеорологічні величини – різноманітні характеристики стану повітря і деяких атмосферних процесів. До основних належать: атмосферний тиск, температура повітря, вологість повітря, хмарність, атмосферні опади, вітер.

Метеотропний ризик – сукупність відхилень погодних умов, що перешкоджає отриманню оптимального врожаю певних культур. Сполучення екологічних факторів, межі мінливості яких у різних регіонах різноманітні, що обумовлює значну різницю і рівні біопродукції. В глобальному масштабі біопродукцію контролюють тепло і вологість.

Біологічна продуктивність природних угідь чітко пов'язана з типом природної зони. Для природних зон України продукція рослинного покриву (ц/га у рік) становить: у лісовій зоні – 75, лісостеповій зоні – 125, степу – 85, сухих степах – 50 (Ю.А. Злобін, 1998).

Метеорологія синоптична – наука, яка займається спеціально питаннями завбачення погоди на основі вивчення атмосферних процесів, що створюють погоду й викликають зміни її на великій території.

Мікроклімат – клімат приземного шару атмосфери, зумовлений характером поверхні, рельєфом; клімат невеликої території або штучного утворення (конкретного посіву, лісу, схилу, балки). Маються на увазі особливості клімату, якими він відрізняється від загальних кліматичних характеристик.

О

Оптимум кліматичний – збіг у часі і просторі кількісних параметрів температурного режиму, вологості, які є найбільш оптимальними для живих організмів.

Оптимум температурний – температура середовища, за якої життєві процеси в організмах проходять на оптимальному рівні.

П

Палеокліматологія – наука, що вивчає кліматичні умови Землі в минулі геологічні епохи.

Парниковий (теплинний) ефект – нагрівання нижніх шарів атмосфери внаслідок того, що порівняно короткохвильове сонячне випромінювання видимого діапазону проникає в атмосферу й поглинається в основному тільки на поверхні Землі, нагріваючи її. Вторинне теплове випромінювання, що йде від Землі, поглинається компонентами атмосфери (вуглекислий газ, водяна пара) значно більшою мірою, ніж те, що надходить. Тому збільшення концентрації в повітрі зазначених компонентів перешкоджає тепловому випромінюванню Землі вночі, проте не впливає на поглинання сонячної енергії її поверхнею вдень. У результаті порушується тепловий баланс, що проявляється й підвищенням

температури поверхні Землі та приземного шару повітря. Цей феномен і називається “П. е.” за аналогією з парником, скляний дах якого пропускає всередину більше сонячних променів видимого діапазону, ніж назовні довгохвильового випромінювання з парника. Збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері (внаслідок спалювання вугілля, торфу, нафти, природного газу, знищення лісів) може призвести до підсилення П. е. з наступним глобальним підвищенням температури Землі. Так, за останні 200 років уміст вуглекислого газу зріс майже на 25%, температура підвищилася на 0,5°C. Якщо цей процес триватиме, то вже до середини ХХІ ст. температура на поверхні Землі може зрости ще на 5°C. Це спричинить танення льодовиків і полярних шапок, підйом рівня Світового океану на 1...2 м, затоплення низовин, а ураганний суховій перетворить значну частину суходолу на пустелі. З’ясувалось також, що, крім вуглекислого газу, П. е. спричинюють ще й інші гази – метан, оксиди азоту, фреони, вміст яких в атмосфері через людську діяльність стрімко зростає.

Погода – стан атмосфери в конкретному місці в певний момент або за обмежений проміжок часу (доба, місяць). Є наслідком атмосферних процесів, що безперервно змінюються. Відіграє вирішальну роль у формуванні довкілля, особливо в наземних умовах.

Ф

Фітоклімат – клімат, що сформований під впливом фітоценозів внаслідок сукупної дії на абіотичне середовище; мікрокліматичні умови в середовищі існування рослин (у травостої, в кронах дерев тощо).

Фітотрон – станція чи камера (або їх комплекс) штучного *клімату*, що являє собою повністю автоматизовану установку, в якій, регулюючи всі основні фактори росту й розвитку рослин, можна створити умови для дослідження їхньої життєдіяльності за заданою програмою.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

Антонов В.С. Короткий курс загальної метеорології: навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2004. 335.

Гончаренко С.У. Фізика атмосфери. Київ, 1990. 124 с.

Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Шкальний Е.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери. Київ: КНТ, 2005. 251 с.

Дмитренко В.П., Дячук В.А. Кліматичні аспекти проблеми сталого розвитку України. Київ: БМТ, 1998. С. 283–293.

Долгілевич М.Й. Метеорологія і кліматологія: навчальний посібник. Житомир, 2001. 243 с.

Долгілевич М.Й., Радіонова Т.М. Практикум з метеорології та кліматології: навчальний посібник. Житомир, 2002. 202 с.

Клімат України /за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Расвського, 2003. 343 с.

Клімат України: у минулому...! майбутньому? / за ред. М.І. Кульбіді, М.Б. Барабаш. Київ: Сталь, 2009. 234 с.

Кнопп Н.В. Основи метеорології та кліматології: навчальний посібник. Херсон, 2003. 120 с.

Мислюк О.О., Мислюк Є.В. Метеорологія і кліматологія. Практикум. Черкаси: ЧДТУ, 2005. 147с.

Мислюк О.О. Метеорологія та кліматологія: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2015. 304 с.

Михайленко М.М. Основи агрометеорології. Київ, Вища школа, 1982. 190 с.

Михайленко М.М. Сільськогосподарська метеорологія. Київ: Вища школа, 1972. 296 с.

Ніжинська Ю.В. Розробка та складання карт регіонального агрокліматичного атласу (на прикладі Хмельницької області) // Часопис картографії. Київ, 2013. Вип. 9. С.5–15

Некос В.Ю., Леонов А. Ю. Фізика геосфер. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004. 436 с.

Несприятливі метеорологічні умови в землеробстві: захист від них культурних рослин / І Д. Примак, В.А. Вергунов, П.У. Ковбасюк, та ін. Київ: Кондор, 2006. 314 с.

Павловський В.Б., Василенко І.Д., Урсулов В.Ф. Агрометеорологія. Київ: Вища школа, 1994. 194 с.

Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: ТЕС, 2013. 630 с.

Практикум з агрометеорології / І.Д. Примака, Н.М. Мусієнко, П.У. Ковбасюк та ін.; За ред. І.Д. Примака. Біла Церква, 2005. 208 с.

Примака І.Д., Гамалій І.П., Демидась Г.І. та ін. Агрометеорологія: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 576 с.

Примака І.Д., Гамалій І.П., Колесник Т.В. та ін. Практикум із сільськогосподарської метеорології і кліматології: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 284 с.

Примака І.Д., Гамалій І.П., Косолап М.П. та ін. Метеорологічні небезпечні явища і несприятливі умови в землеробстві України: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 400 с.

Примака І.Д., Косолап М.П., Коваленко В.П. та ін. Землеробство на еродованих ґрунтах. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 400 с.

Сільськогосподарська метеорологія і кліматологія / І.Д. Примака, А.М. Польовий, І.П. Гамалій; За ред. І.Д. Примака. Біла Церква, 2008. 488 с.

Тарнопольський А.Г. Фізика граничного шару атмосфери. Одеса: АОБАХВА, 2001. 152 с.

Тлумачний словник із сільськогосподарської метеорології / І. Д. Примака, В.А. Вергунов, В.Г. Рошко, І.П. Гамалій, А.М. Польовий, В.П. Гудзь; За ред. І.Д. Примака. Біла Церква, 2007. 308 с.

Чернюк Г., Лихолат В. Метеорологія і кліматологія. Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. 112с.

Шкільний Є.П. Фізика атмосфери. Одеса: ОТМІ, 1997. 699 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Предмет і завдання агрокліматології	3
Зв'язок агрокліматології з іншими науками	5
Агрокліматологія і її господарське значення	6
1. Погода і клімат	8
1.1. Погода і повітряні маси	8
1.2. Атмосферні фронти	15
1.3. Циклони і антициклони	20
1.4. Прогноз погоди	24
1.5. Формування клімату	29
1.6. Географічний розподіл кліматичних елементів на земній кулі	43
1.7. Типи кліматів	50
1.8. Зміна клімату	67
1.9. Поняття про мікроклімат	83
1.10. Агrometeorологічна оцінка клімату	86
1.11. Клімат як екологічний чинник	91
2. Агрокліматологічне районування України	97
2.1. Клімат України	97
2.2. Вітровий режим України	111
2.3. Кліматичні ресурси України	112
3. Агрокліматична оцінка метеорологічних явищ, небезпечних для сільського господарства	122
3.1. Посухи і суховії	123
3.1.1. Поняття про посухи і суховії	123
3.1.2. Періодичність та шкодочинність посух	128
3.1.3. Критерії оцінки посух	133
3.1.4. Агrometeorологічні показники суховіїв	140
3.1.5. Вплив посушливих умов на ріст і розвиток культурних рослин	145
3.2. Понижені температури	149
3.2.1. Холодостійкість рослин	149
3.2.2. Вплив понижених температур на умови росту і розвитку рослин та їх продуктивність	152
3.3. Заморозки	158
3.3.1. Нічне вихолодження приземного шару повітря і типи заморозків	158
3.3.2. Стійкість рослин до заморозків	160
3.3.3. Захист сільськогосподарських культур від заморозків	167
3.4. Сильні зливи і вітри, град	174
3.4.1. Сильний вітер	175
3.4.2. Градобіи	177
3.4.3. Вилягання посівів зернових колосових культур	179

3.5. Перезволоження	183
3.5.1. Зміна водно-фізичних властивостей ґрунтів при перезволоженні і заболочуванні	183
3.5.2. Оцінка стану надмірного зволоження ґрунтів за їх агрогідрологічними властивостями	192
3.5.3. Вплив перезволоження на періодичність росту і продуктивність рослин	195
3.5.4. «Стікання», проростання на корню і у валках зерна	198
3.6. Вимерзання рослин.....	200
3.6.1. Зимостійкість рослин	200
3.6.2. Стан рослин восени та їх зимостійкість	204
3.6.3. Морозостійкість рослин.....	206
3.6.4. Вимерзання зимуючих культур.....	214
3.6.5. Захист сільськогосподарських культур від вимерзання	219
3.7. Інші несприятливі метеорологічні явища.....	226
3.7.1. Випрівання рослин.....	226
3.7.2. Вимокання рослин	228
3.7.3. Льодова кірка.....	231
3.7.4. Випирання рослин	235
3.7.5. Зимова посуха.....	236
4. Оцінка агрокліматичних ресурсів щодо хвороб та шкідників культурних рослин.....	238
5. Методи агрокліматичної обробки матеріалів спостережень	243
5.1. Агрокліматичне картографування	243
5.2. Агрокліматичне районування всесвіту, континентів, країн.....	246
Словник термінів	249
Бібліографічний список	257

Навчальне видання

ПРИМАК Іван Дмитрович
ГАМАЛІЙ Ірина Петрівна
МАРТИНЮК Іван Васильович
ЛОЗІНСЬКИЙ Микола Владиславович
ФЕДУРАК Юрій Васильович
ПОКОТИЛО Ігор Анатолійович
ЛОЗІНСЬКА Тетяна Павлівна
ПРИСЯЖНЮК Наталія Михайлівна
ПАВЛІЧЕНКО Андрій Андрійович
ХАХУЛА Валерій Семенович
УСТИНОВА Галина Леонідівна
ГОРЧАНОК Анна Володимирівна
САВЕНКО Неля Миколаївна

АГРОКЛІМАТОЛОГІЯ

За редакцією

*доктора сільськогосподарських наук, професора І.Д. Примака
та кандидата географічних наук, доцента І.П. Гамалій*

Підписано до друку 12.04.2024.
Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Друк. арк. 16,5.
Умов. друк. арк. 15,4. Обл.-вид. арк. 14.
Наклад 300 прим. Зам. № 2093.

Віддруковано з оригіналів замовника.
ФОП Корзун Д.Ю.

Видавець ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>