## Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

1. ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
2. **Гончаренко Наталія Миколаївна**
3. **УДК 504.3:551.510.522**
4. **ДІАГНОСТИКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ**
5. 11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія
6. Автореферат
7. дисертації на здобуття наукового ступеня
8. кандидата географічних наук
9. Одеса – 2009
10. Дисертацією є рукопис.
11.
12. Робота виконана в Одеському державному екологічному університеті
13. Міністерства освіти і науки України.
14. **Науковий керівник:** доктор фізико-математичних наук, професор
15. **Степаненко Сергій Миколайович,**
16. Одеський державний екологічний університет,
17. ректор ОДЕКУ
18. **Офіційні опоненти:** доктор географічних наук, професор,
19. **Польовий Анатолій Миколайович,**
20. Одеський державний екологічний університет,
21. завідуючий кафедрою агрометеорології та
22. агрометеорологічних прогнозів доктор
23. кандидат географічних наук, доцент,
24. **Тимофеєв Владислав Євгенович,**
25. Український науково-дослідний
26. гідрометеорологічний інститут НАН України і
27. Міністерства України з питань надзвичайних
28. ситуацій та у справах захисту населення від
29. наслідків Чорнобильської катастрофи,
30. старший науковий співробітник.
31. Захист відбудеться “9” квітня 2009 р. о 1000 годині на засіданні спеціализованої вченої ради Д 41.090.02 в Одеському державному екологічному університеті за адресою:
32. 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ
33. З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеського державного екологічного університету за адресою: 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ
34. Автореферат розісланий “4” березня 2009 р.
35. Вчений секретар
36. спеціалізованої вченої ради Д 41.090.02,
37. кандидат географічних наук Вольвач О.В.

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Зростання об'ємів продукції сучасного промислового виробництва супроводжується збільшенням викидів шкідливих речовин у нижні шари атмосфери. Для запобігання високих рівнів забруднення повітря промисловими джерелами необхідно діагностувати і прогнозувати несприятливі, з погляду розсіяння домішок, метеорологічні умови, що є можливим за допомогою спеціальних дифузійних моделей, які описують всю складність процесів перенесення і розсіяння домішок в атмосфері. Інформація, отримана за допомогою таких моделей, допомагає підтримувати необхідні стандарти якості повітря та проводити моніторинг фонового забруднення.

Останнім часом спостерігається великий науково-практичний інтерес до моделювання процесів забруднення атмосфери. Це зв'язано з тим, що були створені метеорологічні моделі високого рівня складності, які успішно розраховують фізичні параметри, що визначають характер розповсюдження і дифузії домішок в атмосфері, отже, вирішують задачі діагнозу і прогнозу забруднення повітря.

У країнах Європейського Союзу метеорологічному забезпеченню розрахунків забруднення атмосфери промисловими джерелами надається велика увага. В Україні метеорологічне забезпечення розрахунків приземних концентрацій для проектованих або діючих джерел забруднення повітря не проводиться, оскільки діючі нормативні методики практично не враховують особливості метеорологічних умов у районах розташування промислових джерел. Такий підхід являється неприпустимим для нормативів та стандартів країн ЄС. Тому, в природоохоронній політиці України намітився поступовий перехід на європейські стандарті оцінки якості атмосферного повітря, які можуть бути виконані при умові наявності метеорологічного забезпечення у математичних моделях розрахунку полів забруднення приземного шару атмосфери.

Дана дисертаційна робота заповнює цей пробіл, пропонуючи сучасні методи та програмні засоби для метеорологічного забезпечення охорони атмосферного повітря в Україні.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Дисертаційна робота відповідає основним напрямам наукової роботи Одеського державного екологічного університету в області охорони атмосферного повітря. Розробки і результати дисертаційного дослідження використовувалися у науково-дослідних роботах : «Статистичне моделювання клімату України», №ДР 0103U005693, 2003р., «Розробка нормативних кліматичних показників метеорологічної інформації для захисту атмосферного повітря від забруднення у зв’язку з тенденцією зміни клімату», №ДР 0104U009474, 2004р., «Адаптація мезомасштабної атмосферної моделі високого розділення до території України для дослідження та прогнозування екстремальних гідрометеорологічних явищ», №ДР 0106U002098, 2006р, «Науково-методичне забезпечення розрахунку переносу атмосферних забруднень над акваторією Чорного моря на основі чисельного моделювання атмосферних процесів», №ДР 0108U005867, 2008р.

Розробки і результати дисертаційного дослідження використовувалися також і у науково-дослідних роботах науково-дослідної лабораторії «Проблеми забруднення атмосфери»: НДР «Розробити сучасні методи та програмні засоби для метеорологічного забезпечення охорони атмосферного повітря в Україні», №ДР 0107U008641, 2007 р., співвиконавцем яких була здобувач.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розробка методів метеорологічного забезпечення сучасних моделей атмосферної дифузії, призначених для запобігання високих рівнів концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні задачі:

- розроблений метод розрахунку класів термодинамічної стійкості приземного шару атмосфери за стаціонарною метеорологічною інформацією, адаптований до географічних і метеорологічних особливостей території України, а також програмне забезпечення до нього;

* розроблений метод розрахунку потенціалу забруднення атмосферного повітря, як індексу, що характеризує здатність атмосфери розсіювати чи накопичувати шкідливі домішки;
* проведено дослідження географічного розподілу потенціалу забруднення над Україною.

*Об'єкт дослідження* **–** метеорологічні умови, які обумовлюють небезпечні рівні забруднення атмосферного повітря.

*Предмет дослідження* **–** запобігання небезпечних рівнів забруднення атмосферного повітря шляхом діагностики і прогнозування термодинамічної структури граничного шару атмосфери.

*Методи дослідження* - класифікація географічних і метеорологічних особливостей території України за потенційними здібностями атмосфери розсіювати чи накопичувати шкідливі домішки в атмосферному повітрі.

**Наукова новизна одержаних** **результатів полягає:**

- у розробці методу оцінки термодинамічного стану граничного шару атмосфери, який враховує метеорологічні та географічні особливості території України. Метод отримав назву “Визначення класів стійкості атмосфери для оцінки дифузійних параметрів у сучасних моделях забруднення атмосферного повітря“ або „Gradation (class) stability atmosphere ” скорочено „GS” і може використовуватись у чисельних локальних прогнозах погоди над Україною;

- у створенні обчислювальної програми для використання методу GS;

- у розрахунку параметра мезошорсткості ландшафтних зон, що використовується для визначення стійкості атмосфери методом „GS”;

 - у створенні методу прогнозу метеорологічного або кліматичного потенціалу забруднення повітря через амплітудний параметр St, який розраховується за мінімальним об’ємом метеорологічної і кліматичної інформації;

- в оцінці метеорологічних ситуацій, які характеризують різну ступінь небезпечних рівнів забруднення атмосфери.

**Практичне значення отриманих результатів:**

- метод оцінки термодинамічного стану граничного шару атмосфери, який враховує метеорологічні та географічні особливості території України і дозволяє

 діагностувати, а також прогнозувати дифузійні властивості атмосфери;

- метод може використовуватися у гаусових моделях розсіювання;

- метод стійкості приземного шару атмосфери для оцінки умов розсіяння шкідливих домішок було впроваджено в Гідрометеорологічному центрі Чорного і Азовського морів Міністерства охорони навколишнього природного середовища у 2005-2006 рр;

- за допомогою амплітудного параметра St, визначені просторовий розподіл і тимчасова мінливість кліматичного потенціалу забруднення атмосфери, які необхідно використовувати при проектуванні та будівництві нових промислових об'єктів на території України.

**Особистий внесок здобувача** полягає:

* в удосконаленні обчислювальних процедур розрахунку параметра стійкості атмосфери по методу GS;
* у проведенні комплексу фізико-статистичних розрахунків для перевірки адекватності запропонованого методу для України;
* у розробці методу розрахунку потенціалу забруднення атмосфери, як показника здатності атмосфери розсіювати або накопичувати шкідливі домішки.

**Апробація результатів дисертації.** Результати, отримані в дисертаційній роботі, були представлені на конференціях молодих вчених ОДЕКУ 2004, 2005, 2006, 2007 рр., на міжнародному симпозіумі «Міжрегіональні проблеми екологічної безпеки» (Суми, 17-20 вересня 2003), на науково-практичній конференції «Науково-методичні проблеми поліпшення навколишнього природного середовища Одеського регіону» (Одеса, 15-16 червня 2006).

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових працях, з них 4 у виданнях, рекомендованих ВАК України (у тому числі, дві самостійні публікації).

**Структура і об'єм дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел. Загальний об'єм дисертації складає 180 сторінок, 26 рисунків і 42 таблиці; список використаних літературних джерел містить 75 посилань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** надаються передбачені діючим положенням ВАК України відомості про актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, темами, формулюються мета та задачі дослідження, характеризуються новизна та практичне значення роботи, надаються відомості про апробацію одержаних результатів, особистий внесок дисертанта та його наукові праці.

**У першому** розділі наводиться огляд правової бази, яка регулює відносини в галузі охорони атмосферного повітря, діючої нормативної методики розрахунку викидів забруднюючих речовин, а також методик розрахунку полів концентрації забруднюючих речовин, які використовуються у країнах Європейського Союзу.

**У** **другому** розділі представлені теоретичні основи методу діагностики поточних метеорологічних умов, які впливають на формування рівня забруднення.

У якості безрозмірного параметра стійкості, значення якого визначаються за стандартною метеорологічною інформацією, був вибраний параметр стійкості Моніна-Обухова

|  |  |
| --- | --- |
| , | (1) |

де  - висота в межах приземного шару,  - масштаб (Моніна-Обухова) приземного шару,  - постійна Кармана,  - параметр плавучості,  - турбулентний потік тепла,  - густина повітря,  - питома теплоємність повітря,  - динамічна швидкість (потік імпульсу).

Таким чином, розрахувати параметр стійкості  можливо, якщо відомі турбулентні потоки тепла  і імпульсу , які пропонується знайти із рівняння теплового балансу підстильної поверхні, а саме:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (2) |

де  - поглинена сумарна сонячна радіація,  - довгохвильове випромінювання атмосфери,  - турбулентний потік тепла (явний потік тепла),  - турбулентний потік вологи (прихований потік тепла)  - довгохвильове випромінювання підстильної поверхні, - потік тепла в грунт.

У рівнянні (2) величини кожного потоку є функцією геофізичних і метеорологічних величин. Ця залежність записується у вигляді:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

де  - висота Сонця, - оптична маса атмосфери,  - потік прямої сонячної радіації на перпендикулярну поверхню на верхній межі атмосфери,  - альбедо підстильної поверхні,  - форма і кількість хмарності, - коефіцієнт прозорості, - температура повітря на рівні z=2м,  - парціальний тиск водяної пари поблизу поверхні землі,  - температура підстильної поверхні,  - коефіцієнт випромінювання,  - теплопровідність грунту,  - об'ємна теплоємність грунту,  - вологість грунту,  - радіаційний баланс,  - густина повітря,  - питома теплоємність повітря при постійному тиску, для сухого повітря 1005 Дж/(кг•К),  - швидкість вітру на рівні z=10м,  - коефіцієнт опору для імпульсу,  - коефіцієнт опору для теплопереносу (число Стентона),  - число Прандля,  - приповерхневий стрибок температури повітря,  - тиск, який приведено до рівня моря,  - коефіцієнт опору для вологопереносу (число Дальтона),  - коефіцієнт опору потоку вологи в грунті,  - вологість повітря на рівні z=2м.

Розрахунок параметра стійкості , виконується за мережними метеорологічними спостереженнями, а саме: за температурою повітря  і відносною вологістю повітря , виміряними на висоті 2м і за швидкістю вітру , виміряній на висоті 10м. В якості вхідних параметрів також використовуються відомості про стан підстильної поверхні, опади і, деякі інші параметри, які входять до метеорологічної телеграми “SYNOP”. Властивості підстильної поверхні враховуються при оцінці всіх потоків, які входять у рівняння теплового балансу поверхні. При визначенні радіаційних потоків  і  використовується інформація про кількість і форму загальної і нижньої хмарності , а також відомості про метеорологічну дальність видимості.

Система рівнянь (3), не містить відомостей про характер стійкості ГША (параметр ζ ) і відомостей про температуру підстильної поверхні . Тому для визначення невідомих величин  і  при рішенні системи рівнянь використовується метод рекурсії. Метод полягає в тому, що в процесі обчислення функції , залежної від різниці =, відбувається повернення до цієї ж функції, але при іншому його значенні. Значення функції для початкового значення параметра було задано (, =). Програма послідовно звертається до функції із заданим кроком приросту , поки не виконується умова «замикання» енергобалансу поверхні. Потім реалізується «зворотний хід» обчислень - послідовно обчислюються всі значення функції у зворотній послідовності, поки не дійде до початкового значення параметра. При цьому перевіряється умова безперервності початкової точки значення функції.

Такий спосіб чисельного рішення рівняння теплового балансу дозволяє правильно співвіднести між собою всі енергетичні потоки на поверхні і, при фізично достовірній параметризації радіаційних потоків і потоку тепла в грунт, надійно визначити турбулентні потоки тепла і вологи.

На основі вищевикладеної схеми були проведені розрахунки складових теплового балансу поверхні і досліджені:

− залежність параметра стійкості  від однієї з метеорологічних величин при постійності інших і заданому стані поверхні;

− залежність параметра стійкості  від різних властивостей підстильної поверхні за заданих метеорологічних умов;

− залежність параметра стійкості  від параметрів рослинного покрову і заданих метеорологічних умов.

Результати чисельних експериментів згруповувалися по характеру підстильної поверхні і заданому комплексу метеорологічних умов.

Були проведені реальні оцінки мезошорсткості для деяких районів України. Результати дослідження мезошорсткості окремих ландшафтних зон використовувалися для класифікації термодинамічної стійкості граничного шару атмосфери.

**У третьому розділі** розглядається інженерний метод визначення класу стійкості атмосфери, що є певним чином складеними таблицями, які дозволяють знайти або класи стійкості, або параметр стійкості . Метод отримав назву “Визначення класів стійкості атмосфери для оцінки дифузійних параметрів у сучасних моделях забруднення атмосферного повітря“ або „Gradation (class) stability atmosphere” (скорочено метод „GS”).

Використовуючи дані метеорологічних спостережень, послідовно, від таблиці до таблиці, знаходять значення параметра стійкості  аналогом якого і є параметр GS. Далі по відповідності між числовим значенням параметру GS і типом стратифікації, знаходять клас стійкості від нульового і першого класу (дуже сильна нестійкість і сильна нестійкість) до сьомого класу (сильна стійкість).

Метод визначення класу стійкості атмосфери і параметра GSвключає наступні таблиці:

Таблиця 1 - Визначення номера радіаційного індексу по висоті Сонця (hc) і інтервалу часу після заходу Сонця (τ) [n(Д) - день, n(Н) - ніч];

Таблиця 2 - Визначення номера радіаційного індексу n(N) з урахуванням поправки на хмарність N;

Таблиця 3 - Визначення номера радіаційного індексу n(N, A, z0) з урахуванням поправки на характер підстильної поверхні з урахуванням альбедо А і шорсткості z0;

Таблиця 4 - Визначення номера радіаційного індексу n(N, А, z0, W) з урахуванням поправки на стан підстильної поверхні W;

Таблиця 5 - Визначення номера радіаційного індексу n(N, А, z0, W, f) з урахуванням поправки на відносну вологість f повітря (тільки для теплого сезону року);

Таблиця 6 - Визначення параметра стійкості GS=ζ() по радіаційному індексу n(N, А, z0, W, f, V) і швидкості вітру для денних умов;

Таблиця 7 - Визначення параметра стійкості GS=ζ(() по радіаційному індексу n(N, А, z0, W, f, ) і швидкості вітру для нічних умов;

Таблиця 8 - Відповідність між класами стійкості і параметром GS.

Було розроблено також спеціальне програмне забезпечення, яке має дуже розвинений інтерфейс.

Для визначення достовірності визначення класів стійкості за методом GS було проведено порівняння класів стійкості GSз даними висотного аерологічного зондування (АС Київ, 1970-1974рр., 2002-2004 рр., 03год і 15 год). Використовувалися дані про профілі температури та вітру в шарі 300м, а також характеристики приземних і піднесених інверсій.

Для кожного з 7-ми класів стійкості GSбула отримана функція розподілу щільності вірогідності вертикального температурного градієнта, яка представлена на рисунку 1a.

Влітку в денні терміни спостерігаються всі нестійкі класи. Розподіл градієнта температури для 4-го класу має дві моди – модальне значення в нічний час відповідає градієнту 0,4-0,60С/100м, а модальне значення у денний час — 1-1,250С/100м .

У ряді випадків, за наявності адвекції спостерігаються градієнти, які нехарактерні для нейтральної або стійкої стратифікації. Кількість таких випадків не перевищує 5% від загального числа спостережень. Отримані розподіли градієнтів температури і для зимового сезону. При стійкому сніжному покрові, протягом доби спостерігаються тільки байдужа і стійка стратифікації. Найвірогідніше значення 4-го класу лежить в інтервалі від 0,5 до 0,8 0С/100м.

З урахуванням представлених розподілів були розраховані середні вертикальні градієнти температури для кожного класу стійкості GS. На рисунку 1б показані середні градієнти для різних параметрів стійкості GS.

|  |  |
| --- | --- |
|  **а** | **б** |

Рис. 1. - Функції щільності градієнта температури (в 300 м шарі) –a;

середні градієнти для класів стійкості GS – б.

При байдужій стратифікації (-0,01<<0,01), вертикальний градієнт температури повітря змінюється в інтервалі від сухоадіабатичного (~10С/100м) до вологоадіабатичного стану (~0,40С/100м). Для параметра , тобто для абсолютно нейтрального стану, в середньому градієнт рівний рівноважному градієнту температури =0,660С/100м. При слабкій нестійкості (3 клас) середній градієнт температури дорівнює 1,10С/100м, при помірній (2 клас) – 1,150С/100м, а при сильній нестійкості (1 клас) − 1,30С/100 м.

Таким чином, проведене порівняння методу GS з даними висотного зондування показує гарну відповідність оцінок класів стійкості, які визначаються за наземними метеорологічними спостереженнями, з термодинамічним станом нижнього шару атмосфери, що визначається за аерологічною інформацією.

Було проведено порівняння методу GS з методами Паскуїлла-Тернера (США) і модифікованим методом Паскуїлла-Тернера з поправками Бизової (Росія, ІЕМ). Для порівняння використовувалися щоденні метеорологічні спостереження за терміни 03год і 15год метеостанції Київ за період 1970-1974рр. і 2000-2004рр.

Були знайдені невідповідності в 1-2-у класах стійкості між методами GS і Паскуїлла-Тернера (ПТ), які, очевидно, виникають через відсутність у методі ПТ поправок на характер і стан підстильної поверхні. Класифікація ПТ з поправками Бизової (ПТ-ІЕМ) більш достовірна, оскільки розроблялася для Європейської частини території Росії. Проте, і тут, спостерігаються часті невідповідності з методом GS у зв'язку із відсутністю поправок на радіаційні, теплові і динамічні властивості підстильної поверхні в класифікації ПТ-ІЕМ.

Парні коефіцієнти кореляції між методами складають  і .

**У четвертому розділі** розглядається метод оцінки кліматичного потенціалу забруднення атмосфери (ПЗА), який визначається за даними добової амплітуди температури повітря. Наприклад, високий ПЗА сприяє забрудненню атмосфери, тому навіть при незначному антропогенному навантаженні несприятливі метеорологічні умови призводять до небезпечного забруднення повітря.

Оскільки, основною характеристикою розсіяння домішок є термодинамічна стійкість шару, то для характеристики термічно стратифікованого граничного і, включеного в нього, приземного шару, використовуються різні параметри, що враховують термічні та динамічні фактори. Основним з них є градієнтне і динамічне число Річардсона.

У прикладних задачах частіше використовується аналог градієнтного числа – параметр 

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4) |

де ;  − різниця температур на рівнях z2 і z1;  − швидкість вітру на рівні z2.

У граничному шарі добре виражені добові коливання вертикального градієнта температури повітря, які залежать від періодичних коливань температури підстильної поверхні. Отже, оцінку стійкості граничного шару можна виконати за даними про тимчасові коливання температури повітря на різних висотах або на фіксованому рівні вимірювання.

По аналогії із «градієнтним параметром»  нами запропоновано використовувати «часовий параметр» St, який далі позначатимемо як 

|  |  |
| --- | --- |
| ,  | (5) |

де  − амплітуда добового ходу температури повітря за метеорологічну добу на висоті  ;  − швидкість вітру на рівні м, усереднена за період між екстремальними значеннями температури.

Параметр  може бути розрахований як для денного, так і нічного часу доби по екстремальних температурах або по температурах повітря, виміряних у різні терміни спостереження. Наприклад

|  |  |
| --- | --- |
| ,  | (6) |

де , ,  - екстремальні температури повітря за поточну та наступну метеорологічну добу.

Якщо параметр  визначається за різницею температур між термінами спостережень 03 і 15 год, то використовується формула

|  |  |
| --- | --- |
| , | (7) |

де ,  температури в терміни спостережень 03 і 15год за поточну метеорологічну добу, а , - температура повітря в терміни 15 і 03 год поточної та наступної метеорологічної доби.

Якщо параметр  характеризує стійкість шару в нічний час доби, тобто у момент часу , то >0 і клас стійкості може змінюватися від нейтрального до сильно стійкого стану.

Для денного часу доби у момент часу  параметр <0 і, отже, клас стійкості може змінюватися від нейтрального до сильного нестійкого стану.

У роботі була проведена оцінка взаємозв'язку амплітудного параметра St з параметром стійкості GS за літній і зимовий періоди. В обробку були включені спостереження за терміни 03 і 15 год місцевого часу (Київ, 1970-74рр.) по 150 випадків для денних і нічних термінів у різні сезони. Взаємозв'язки  для літнього сезону апроксимуються поліномами різного порядку від 4-го до 2-го, а взаємозв'язки  для зимового сезону апроксимуються поліномами тільки 2-го порядку, як для нестійкої, так і для стійкої стратифікації.

При порушенні добового (періодичного) ходу температури повітря, коли, наприклад, за рахунок холодної адвекції денна температура нижче нічної , а при теплій адвекції нічна температура вище денної , змінюються і знаки параметра St: вдень , а вночі .

Аперіодичні зміни температури мають найбільшу повторюваність в зимові і перехідні сезони року та спостерігаються як в денні, так і в нічні періоди доби, з повторюваністю не більше 15% . Кореляція між параметрами GS і St при нестійкій стратифікації значна і дорівнює r(GS/St)=0,93, а при стійкій стратифікації складає r(GS/St)=0,78.

Відповідність між параметром стійкості GS, амплітудним параметром St та класами стійкості показано в таблиці 1.

Таким чином, комплекс стандартних метеорологічних спостережень дозволяє достатньо просто і оперативно вирішувати задачі, пов'язані як з діагнозом, так і з прогнозом метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери, а амплітудний параметр St може бути використаний як показник кліматичного потенціалу забруднення атмосфери для оцінки умов розсіяння шкідливих домішок в атмосфері того або іншого географічного району.

*Таблиця 1*

Відповідність класів стійкості числовим значенням

параметрів GS і St

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип стратифікації | Класстійко-сті | ПараметрGS⋅10−2 | Параметр St⋅10−1 |
| Дуже сильна нестійкість | 0 | < -31,6 | <-39,45 |
| Сильна нестійкість | 1 | (-31,6) ÷(-10,1) | (-12,15)÷(-39,45) |
| Помірна нестійкість | 2 | (-10)÷ (-3,17) | (-2,75)÷(-12,15) |
| Слабка нестійкість | 3 | (-3,16) ÷(-1,0) | (-0,15)÷(-2,75) |
| Нейтральна стратифікація | 4 | < |1,0| | (-0,15)÷(5,0) |
| Слабка стійкість | 5 | (1,0)÷ (3,16) | 5,0÷19,15 |
| Помірна стійкість | 6 | (3,17)÷ (10) | 19,15÷32,85 |
| Сильна стійкість | 7 | > 10 | >32.85 |

У дисертаційній роботі виконаний аналіз просторового розподілу кліматичного ПЗА. Параметр St розраховувався для зимового і літнього сезонів. Були розраховані основні статистичні характеристики багаторічного розподілу параметра St (середнє значення ряду, статистична погрішність розрахунку середнього значення, середнє квадратичне відхилення).

Побудовані карти просторового розподілу кліматичного потенціалу забруднення атмосфери над території України. У зимовий сезон за нічний термін (рис.2а) виділяються дві зони максимальних значень параметра St − перша в західних районах України в Передкарпаттті, друга на північному сході країни в районі м. Київ, Лубни, Кривий Ріг, Харків. В цих зонах часто спостерігаються несприятливі метеорологічні умови, які сприяють накопиченню домішок у приземному шарі від низьких джерел. Високі значення параметра St свідчать про розвиток стійкої стратифікації (температурні інверсії) і слабкої швидкості вітру в нічний час. На решті території України не спостерігаються небезпечні метеорологічні умови, які призводять до накопичення домішок в приземному шарі вночі.

Узимку вдень (рис.2б) картина кардинально змінюється і параметр St набуває навіть значення рівне -0,20 (м. Лубни), що відповідає слабкій нестійкості. В інших районах України значення параметра St відповідає байдужій стратифікації, яка обумовлює хороші умови розсіяння домішок від джерел будь-якої висоти і типу.

Отже, в кліматичному плані, небезпечних метеорологічних умов для розсіяння і накопичення домішок не спостерігається. Сума опадів за добу (очищаючий чинник) взимку скрізь однакова і складає близько 1 мм/доба.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| **а** | **б** |

 |

Рис. 2 – Розподіл амплітудного параметра St по території України

 в зимовий період: а – термін 03 год;

 б – термін 15 год.

Розподіл параметра St в літній сезон характеризується більшою мінливістю параметра стійкості від дня до ночі. Вночі в теплу пору року (рис.3а) максимальне значення параметра стійкості St складає 2,0, що відповідає помірній стійкості з добре розвиненими приземними інверсіями температури. Враховуючи, що в цей період спостерігається і мінімальна середня швидкість вітру 1,4 м/с, можна зробити висновок, що район м. Лубни є найсприятливішим з погляду розсіяння домішок. У цьому районі України не рекомендується будівництво підприємств з високою емісією домішок. Районами, схильними до накопичення домішок є міста Київ, Суми, Харків, Донецьк. На решті території параметр St мало змінюється і відповідає в середньому слабкій стійкості, тобто мало небезпечним метеорологічним умовам розсіяння.

|  |  |
| --- | --- |
| **a** | **б** |

Рис. 3 – Розподіл амплітудного параметра St по території України

 в літній період: а – термін 03 год;

 б – термін 15 год.

У теплий період року вдень (рис.3б) вся територія України, характеризується помірною нестійкістю, тобто спостерігаються сприятливі умови для очищення атмосфери від забруднюючих домішок. Крім того, в Західній Україні, добова норма опадів складає не менше 3мм, що також сприяє очищенню атмосфери. Таким чином, денні метеорологічні умови сприяють розсіянню домішок від джерел, висота яких не перевищує 10-20м, і, навпаки, можуть сприяти високим рівням приземних концентрацій в районах дії промислових джерел висотою більше 50-70м.

**ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі розроблено сучасні методи метеорологічного забезпечення математичних моделей розрахунку концентрацій шкідливих домішок в атмосферному повітрі над територією України. Виконані оцінки часового та просторового розподілу запропонованих параметрів стійкості приземного шару атмосфери. У результаті проведеного дослідження були отримані наступні висновки:

1. Запропонований новий метод оцінки термодинамічного стану приземного шару атмосфери, який враховує метеорологічні і географічні особливості конкретного географічного регіону України. Метод отримав назву «Gradation (class) stability atmosphere» або «GS».

Метод розроблювався як метеорологічне забезпечення для сучасних моделей розсіяння і перенесення шкідливих домішок, які повинні замінити застарілі нормативні методики, що використовуються в Україні.

Метод «GS» може бути застосований і для оцінки якості атмосферного повітря і для оцінки повторюваності різних станів стійкості атмосфери при характеристиці місцевості в рамках кліматологічних досліджень потенціалу забруднення атмосфери.

2. Метод «GS» реалізується за допомогою програмного продукту на сучасних обчислювальних засобах, а також за допомогою простої системи таблиць, що дозволяє за даними стандартних метеорологічних спостережень оцінити поточний стан дифузійних властивостей атмосфери і дати прогноз їх змін на період дії джерела шкідливих домішок.

3. Вперше були проведені оцінки параметра мезошорсткості для окремих регіонів України, які дозволяють визначити шорсткість окремих ландшафтних зон та врахувати ці показники при чисельних локальних прогнозах погоди.

4. Було проведено зіставлення результатів розрахунку класів стійкості по класифікаціях Паскуїлла-Тернера, Інституту експериментальної метеорології і розробленого для умов України методу GS, які свідчать, що для умов України необхідно використовувати тільки метод GS.

Для достовірності визначення класів стійкості по методу GS була проведена верифікація методу за даними висотних аерологічних спостережень. Отримані результати свідчать про можливість використання даного методу в оперативній практиці.

5. Для характеристики кліматичного потенціалу забруднення атмосфери був запропонований новий параметр , який визначається за мінімальною кількістю метеорологічних даних. Параметр St розраховується як для денного, так і для нічного часу доби по екстремальних температурах або по температурах повітря, визначених в різні терміни спостереження.

7. Був досліджений взаємозв'язок параметрів стійкості GS і , знайдені рівняння регресії, що відображають цей зв'язок для нічних і денних умов.

8. Була проаналізована динаміка тимчасових змін показника  і метеорологічних величин визначаючих його у денний і нічний терміни. Знайдений тісний регресійний взаємозв'язок між параметрами , розрахованими по значеннях екстремальних температур (максимум-мінімум)  і по значеннях “термінових температур” , який описується простим лінійним рівнянням.

10. Були побудовані карти просторової мінливості для кліматичного потенціалу забруднення атмосфери в Україні в зимовий і літній сезони за нічний і денний терміни. Були виділені несприятливі і сприятливі райони, з погляду розсіяння домішок в атмосфері.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Степаненко С.Н. Расчет потенциала загрязнения атмосферного воздуха применительно к условиям Украины / С.Н. Степаненко, Н.Н. Гончаренко // Межрегиональные проблемы экологической безопасности «МПЭБ-2003»:Сборник трудов симпозиума. – 2003. – С.430-433.
2. Гончаренко Н.Н. Оценка потенциала загрязнения атмосферы для крупных центров Украины / Н.Н. Гончаренко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. – Вип.48. – С.159-164.
3. Гончаренко Н.Н. Анализ подходов к расчету потенциала загрязнения атмосферного воздуха для условий Украины / Н.Н. Гончаренко, С.Н. Степаненко // Тези доповідей IV наукової конференції молодих вчених. – Одесса: ТЕС. – 2004. – С.160-161.
4. Степаненко С.Н. Определение характера стратификации приземного слоя атмосферы для оценки метеорологического потенциала загрязнения воздуха / С.Н. Степаненко, В.Г. Волошин, Н.Н.ГГончаренко, П.П. Попович // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип.49. – С.26-39.
5. Степаненко С.Н. Оценка параметра мезошероховатости подстилающей поверхности в различных районах Украины / С.Н. Степаненко, В.Г.ВВолошин, Н.Н. Гончаренко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип.49. – С.40-50.
6. Гончаренко Н.Н. Оценка стратификации пограничного слоя атмосферы для характеристики ПЗА в различных регионах Украины / Н.Н. Гончаренко, С.Н. Степаненко // Тези доповідей V наукової конференції молодих вчених. – Одесса: ТЕС. – 2005. – С.136.
7. Степаненко С.Н. Разработка методов диагностики и прогнозирования метеорологических и климатических условий высоких уровней загрязнения атмосферы на Украине / С.Н. Степаненко, В.Г. Волошин, Н.Н. Гончаренко // Тези доповідей науково-технічної конференції наукових та науково-педагогічних працівників ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС. – 2005. – С.9-10.
8. Гончаренко Н.Н. Оценка интенсивности рассеивания вредных примесей в атмосфере с помощью простых метеорологических наблюдений / Н.Н. Гончаренко // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2006. – Вип.2 (20). – С.45-48.
9. Гончаренко Н.М. Результати зіставлення класів стійкості приземного шару атмосфери із даними аерологічного зондування / Гончаренко Н.М. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2007. – Вип.54. – С.46-48.
10. Степаненко С.Н. Метеорологический фактор разбавления примеси как показатель потенциала загрязнения атмосферы / С.Н. Степаненко, Н.Б. Овчинникова, В.Г. Волошин, Н.Н. Гончаренко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2007. – Вип.2. – С.5-15.
11. Степаненко С.Н. Метод оценки метеорологического потенциала загрязнения атмосферы по данным о суточном ходе температуры воздуха / С.Н. Степаненко, В.Г. Волошин, Н.Н. Гончаренко // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2007. – Вип.4. – С.6-17.
12. Гончаренко Н.Н. Метод оценки погодних условий, определяющих метеорологический потенциал загрязнения атмосферы / Н.Н. Гончаренко // Тези доповідей VII наукової конференції молодих вчених. – Одеса: ТЕС. – 2007. – С.104.

**АНОТАЦІЇ**

**Гончаренко Н.М. Діагностика та прогнозування метеорологічних умов забруднення повітря в Україні.-Рукопис.** Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата географічних наук.- Спеціальність 11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія. – Одеський державний екологічний університет, Одеса, 2009.

Розроблено метод, що дозволяє за даними стандартних метеорологічних спостережень оцінити поточний стан дифузійних властивостей нижньої частини граничного шару атмосфери. В основу методу встановлено визначення аналога параметра Моніна-Обухова. Метод був розроблений під географічні, геофізичні і кліматичні особливості України. На базі використання архіву метеорологічних і аерологічних даних була зроблена верифікація методу, що показала задовільне узгодження.

Запропоновано новий параметр стійкості для визначення метеорологічного і кліматичного потенціалу забруднення атмосфери. Зроблена спроба районування території України по кліматичному потенціалу забруднення для теплого і холодного сезонів року.

**Ключові слова:** нижня частина граничного шару,термодинамічна стійкість, метод GS, потенціал забруднення атмосфери, параметр St.

**Гончаренко Н.М. Диагностика и прогнозирование метеорологических условий загрязнения воздуха в Украине.-Рукопись.** Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук.- Специальность 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология. – Одесский государственный экологический университет, Одесса, 2009.

В работе предложен новый метод определения классов термодинамической устойчивости нижней части пограничного слоя атмосферы. В его основе лежит определение аналога параметра устойчивости Монина-Обухова. Для нахождения параметра устойчивости Монина-Обухова по одноуровневым измерениям метеорологических величин необходимо было решить уравнение теплового баланса поверхности, где величины каждого потока, входящие в уравнение, являются функцией многих геофизических и метеорологических величин. Решить это уравнение удалось при определенной параметризации, используя метод рекурсии.

В результате этого был создан инженерный метод. Метод получил название «Gradation (class) of stability of atmosphere» или «GS». Метод представляет собой определенным образом составленные таблицы, которые позволяют найти как классы, так и параметр устойчивости. Для нахождения класса или параметра устойчивости можно также применять разработанное специальное программное обеспечение.

Для достоверности определения классов устойчивости по методу GS было проведено сравнение классов устойчивости GS с данными высотного аэрологического зондирования (АС Киев, 1970-1974гг., 2002-2004гг., 03час и 15 час). Использовались данные о профилях температуры и ветра в слое 300 м, а также характеристики приземных и приподнятых инверсий.

В результате проведенного сравнения метода GS было выявлено хорошое соответствие оценок классов устойчивости, которые определяются по наземным метеорологическим наблюдениям, с термодинамическим состоянием нижнего слоя атмосферы, которое определяется по аэрологической информации.

Для сравнения с предложенным методом, адаптированным к условиям Украины, были рассчитаны классы устойчивости по методикам ПТ, ПТ-ИЭМ, используемым в мировой практике. Для этого использовались ежедневные метеорологические данные за сроки 03ч и 15ч по метеостанции Киев за период 1970-1974 и 2000-2004. Результаты сравнения определения устойчивости атмосферы дают возможность утверждать, что методика ПТ-ИЭМ более достоверная, так как разрабатывалась для Европейской части России. Однако наблюдаются часто несоответствия с методом GS в связи с отсутствием поправок на радиационные, тепловые, динамические свойства подстилающей поверхности в методике ПТ-ИЭМ.

В работе предложен метод оценки климатического потенциала загрязнения атмосферы, который определяется по данным о суточной амплитуде температуры воздуха.

Оценку устойчивости пограничного слоя можно выполнять по данным о временных колебаниях температуры воздуха на разных высотах или на фиксированном уровне измерений. Предложено использовать «временной параметр» St. Этот параметр может быть рассчитан как для дневного, так и для ночного времени суток по экстремальным температурам или по температурам воздуха, измеренным в разные сроки наблюдений.

В работе проведена оценка взаимосвязи амплитудного параметра St с параметром устойчивости GS в летний и зимний периоды. В обработку были включены наблюдения в сроки 03 и 15 час местного времени (Киев, 1970-74 гг.). Взаимосвязи  для летнего сезона аппроксимируются полиномами разного порядка от 4-го до 2-го, а взаимосвязи  для зимнего сезона аппроксимируется полиномами только 2-го порядка, как для неустойчивой, так и для устойчивой стратификации.

Также исследована временная изменчивость параметра устойчивости и выполнен анализ пространственного распределения климатического потенциала загрязнения для территории Украины. Параметр St рассчитывался для зимнего и летнего сезонов по 11 метеостанциям: Киев, Львов, Сумы, Донецк, Лубны, Ровно, Винница, Кривой Рог, Одесса, Харьков, Симферополь. Были рассчитаны основные статистические характеристики многолетнего распределения параметра для этих городов, а именно: среднее значение ряда, статистическая погрешность расчета среднего значения, среднее квадратическое значение.

Построены карты пространственного распределения климатического потенциала загрязнения атмосферы для территории Украины. Из анализа карт пространственного распределения климатического потенциала загрязнения атмосферы можно сделать выводы: в зимний сезон (ночной срок) опасными с точки зрения накопления вредных примесей в нижней части пограничного слоя являются две зоны: первая - в западной части Украины, а вторая – на северо-востоке в районе г. Киев, Сумы, Харьков. В дневное время суток зимнего периода на всех метеостанциях наблюдается нейтральная стратификация, за исключением г. Лубны, где значение параметра St соответствует слабой неустойчивости. Летний сезон характеризуется большей изменчивостью параметра устойчивости от дня к ночи. Однако можно сделать вывод, что районами, способствующими скоплению примесей являются г. Киев, Сумы, Харьков, Донецк. В районе г. Лубны не рекомендуется строительство предприятий с высоким содержаним эммисии.

Ключевые слова: нижняя часть пограничного слоя, термодинамическая устойчивость, метод GS, потенциал загрязнения атмосферы, параметр St.

**Goncharenko N.M. Diagnostics and prognostication of meteorological conditions of the air contamination in Ukraine. – Manuscript.** Candidate’s of geographical sciences thesis. – Speciality 11.00.09 – Meteorology, Climatology, Agrometeorology. – The Odessa State Environmental University, Odessa, 2009

It was developed a method that allows to estimate the current state of diffusive properties of the lower part of atmospheric boundary layer from standard meteorological observations data. The method is based on determination of the Monin-Obukhov parameter analogue. The method was developed under the geographical, geophysical and climatic features of Ukraine. On the base of the meteorological and aerological data archive the verification of the method was performed, that showed the satisfactory concordance.

A new parameter of constancy for determination of meteorological and climatic potential of atmospheric contamination was offered. It was made an attempt to zone the territory of Ukraine on climatic potential of contamination for the warm and cold seasons of the year.

**Key words:** lawer part of boundary layer, thermodynamic stability GS, method, potential of contamination of atmosphere, parameter St.

**ДЛЯ НОТАТКІВ**

1. Степаненко С.Н. Применение вероятностного подхода к оценке экологической опасности високого уровня загрязнения атмосферы / С.Н. Степаненко, В.Г. Волошин // Український гідрометеорологічний журнал. – 2006. – Вип.1. – С.14-22.

Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>