

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г., Павловский М.В., Котеленец А.А. О некоторых особенностях адаптации биодизельных топлив для дизелей современных транспортных средств, находящихся в эксплуатации. / Говорун Анатолий Григорьевич, Павловский Максим Викторович, Котеленец Александр Александрович // Управление проектами, системный анализ и логистика. - К.: НТУ - 2012. - Вып. 10.

В статье рассмотрены направления улучшения экологических показателей автомобилей с современными дизелями, находящихся в эксплуатации, системным поэтапным переходом с питания дизелей штатным топливом на питание альтернативными видами топлива.

Объект исследований - влияние смесевых биодизельных топлив на топливно-экономические, экологические и энергетические показатели автомобиля с дизелем.

Целью исследований является расширение топливной базы автомобильного транспорта при

Методы исследования - экспериментально-расчетные.

Оптимизация физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив является одним из эффективных путей снижения токсичности отработавших газов и улучшения топливной экономичности. Это достигается как обеспечением необходимых физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив, так и сужением их границ изменения, т.е. адаптацией этих топлив к дизелям, находящихся в эксплуатации.

Таким образом, оптимизация физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив позволяет повысить эффективность их использования в современных дизелях, а также уменьшить выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

Результаты статьи могут быть использованы как рекомендации при подготовке и применении смесевых биодизельных топлив для автомобильного транспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА, БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО, МЕТИЛОВЫЙ ЭФИР РАПСОВОГО МАСЛА, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

УДК 519.86

МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛЯ ПОТОКІВ ЗАБРУДНЕННЯ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Данчук В.Д., доктор фізико-математичних наук

Олійник О.І., кандидат фізико-математичних наук

Олійник Р.В., кандидат фізико-математичних наук

Тарабан С.М.

Вступ. Стрімкий розвиток автотранспортного парку за останні роки в країні призвів до помітного перевантаження вулично-дорожньої мережі великих міст, особливо в їх центральних районах, і як наслідок обумовив виникнення комплексу еколого-логістичних проблем, які потребують свого вирішення.

Транспортні потоки, що наповнюють вулично-дорожню мережу, в певному наближенні уявляють собою лінійні приземні джерела холодних шкідливих викидів. При цьому рівень забруднення приземних шарів атмосферного повітря має просторово-часову неоднорідність [1], яка пояснюється, з одного боку, спонтанністю джерел викидів, а з іншого, метеорологічними умовами, що динамічно змінюються в атмосферному приземному шарі шорсткості. До основних метеорологічних чинників, що формують поле забруднення та визначають його мінливість відноситься вітер та температурна стратифікація приземного шару повітря.

Щоб спрогнозувати рівень забруднення атмосферного повітря на прилеглих до автомагістралей територіях, необхідно оцінити не тільки потужність джерел викиду, а й передбачити можливі аномалії метеорологічних полів в шарі шорсткості вулично-дорожньої мережі, які обумовлені специфічними особливостями підстильної поверхні.

Згідно існуючої класифікації мезомасштабних процесів поля вітрових потоків в масштабах індивідуального вуличного каньйону міста є мезо-γ масштабними (1-10 км) [2]. Дослідження метеорологічних полів на основі методів, які базуються на дистанційних засобах вимірювання з високою просторово-часовою роздільністю [2], достатньо впевнено довели, що в атмосфері досить часто зустрічаються об'єкти руху повітря з горизонтальними масштабами порядку $1-10^3$ км, які на

відміну від рухів синоптичного масштабу не фіксуються існуючою метеорологічною мережею. З іншого боку відомо [2], що існуючі методи моделювання вітрових полів суттєво залежать від того, якими засобами спостереження і в якому обсязі отримується метеорологічна інформація. Звідси випливає, що прогнозування мезо- γ циркуляцій в атмосфері ускладнено відсутністю достатньої інформації про мезомасштабну структуру атмосферних рухів. Тому даний напрям дослідження є нетривіальним і водночас актуальним.

У зв'язку з цим, метою даної роботи є розробка методу відтворення (визначення) та прогнозування складних полів вітрових потоків в умовах урбанізованих територій за допомогою математичного апарату самонавчальної нейронної мережі з використанням вихідних (можливо не завжди коректних) емпіричних даних.

Основна частина. На сьогодні, детерміновані методи моделювання мезо- γ масштабної циркуляції в атмосфері, є важливими як для чисельного, так і для синоптичного моделювання, оскільки невідомий точний стан атмосфери. Однак відомо, що процеси, які тут розглядаються, часто відбуваються у відкритих системах, є суттєво нелінійними, і тому досить чутливими до початкових умов. Це означає, що горизонт прогнозу поведінки таких систем може бути суттєво обмеженим внаслідок прояву ефектів біфуркації або, навіть, детермінованого хаосу. Більш того з аналізу, в рамках уявлень однорідної турбулентності, спектра атмосферних рухів [3,4] випливає, що в мезо- γ масштабі відбувається швидкий перенос енергії, і тому похибки та невизначеності, що виникають в рухах малого масштабу, поширюються далі в рухах більшого масштабу (мезо- β). Отже, застосування в таких випадках строго детермінованих методів для мезомасштабного моделювання уявляється проблематичним. Проте існує ряд контраргументів: емпіричні атмосферні спектри являють собою статистичний опис структури атмосфери і містять усереднення в просторі та часі, тоді як атмосферні структури, коли вони утворюються, є добре організованими і не уявляються такими випадковими, як трьохмірна турбулентність. Крім того показано, що навіть в залежних від часу вітрових потоках, що вважаються турбулентними, присутні когерентні структури, які хоча і піддаються просторово-часовій модуляції, проте спостерігаються на протязі тривалого проміжку часу. Крім того, важливим чинником, що впливає на поведінку мезо- γ масштабних систем, є дія підстильної поверхні. Її термічна та механічна неоднорідність генерує флуктуації в полі вітру. Відмінною особливістю також є те, що будучи локально збуреною, система розвивається також локалізовано і поведінка її найбільш передбачувана, оскільки ті сили, що збурюють, є або постійними (механічне збурення), або мають добовий хід (термічне збурення).

Моделювання метеорологічного режиму міста передбачає використання одного із двох підходів. Перший підхід – математичне моделювання, що базується на розв'язку рівнянь газової термодинаміки й притоку тепла в міській забудові. Даний метод вимагає дуже високої просторової деталізації в моделях. Інший підхід полягає в параметризації атмосферних процесів. Методи цього типу можуть бути залучені до моделей мезо- γ масштабу для представлення в них вітрових процесів. Існуючі емпіричні моделі [5] не дозволяють в повній мірі врахувати перебіг метеорологічних процесів в умовах міської забудови, так як вітрові потоки у вуличних каньйонах характеризуються наявністю відривних зон та ділянок рециркуляції. Пошук нових методів та моделей прогнозування вітрових потоків на основі емпіричних даних, що дозволяють уникнути недоліків, властивих для існуючих методик, обумовлює актуальність проведення даних досліджень в цьому напрямку.

Дослідження взаємозв'язків вітрових потоків з підстильною поверхнею неможливе без відомостей про аеродинамічні властивості поверхні. Основним динамічним параметром поверхні є її шорсткість z_0 , тобто нульовий рівень, від якого відраховується логарифмічний профіль вітру. Нижче рівня шорсткості середній поступальний рух вітрового потоку відсутній, так як потік піддається дії сил тиску, що виникають поблизу елементів шорсткості.

Над шаром шорсткості можуть бути присутні шари "проникаючої шорсткості" [6] різної висоти, які містять випадково або закономірно розподілені перешкоди, що чинять опір вітровим потокам. У цих шарах спостерігається зменшення середньої швидкості вітру, порівняно з шарами в яких відсутні перешкоди.

Коректне моделювання метеорологічних процесів у приземному шарі вимагає виділяти підстильний приземний шар, в якому детально розглядаються такі елементи шорсткості, як забудова, зелені насадження тощо. Для моделювання процесів на цьому рівні вводиться поняття внутрішнього приземного шару, в якому враховуються властивості шорсткості та термічні характеристики, форма та розмір вуличних каньйонів міста.

В умовах міської забудови можна виділити вертикальну та горизонтальну складові вітрового потоку. При описі вертикальної складової необхідно враховувати, що в приземному шарі шорсткості в умовах міста спостерігається динамічна турбулентність, яка виникає внаслідок деформації вітрового потоку. З однієї сторони, деформація виражається в уповільненні горизонтальної складової вітрового потоку, а з іншої сторони – у збільшенні вертикальної складової швидкості. Такі вертикальні рухи в межах міської забудови можуть бути значно вищі, ніж на відкритій місцевості, тому при оцінці трансформації потоку на урбанізованій території їх врахування достатньо важливе.

Вертикальне направлення підстильного приземного шару моделюється за допомогою параметру шорсткості z_h , який змінюється в діапазоні від 0 до середньої висоти елементів шорсткості. В даному шарі застосовуються моделі високої розмірності для опису руху середовища, в яких враховується форма забудови, термічні властивості поверхонь, умови руху транспортних потоків. Дане моделювання надає суттєву інформацію про градієнти величин між навітряними та підвітряними сторонами вулиці. Потім, враховуючи геометричні параметри вуличних каньйонів можна судити про процеси, що протікають в підстильному приземному шарі.

Підстильний приземний шар міста включається в підшар шорсткості. Висота даного підшару z залежить від висоти та щільності елементів шорсткості. В даному шарі спостерігається суттєва залежність параметрів вітрових потоків та властивостей шорсткості. Над підшаром шорсткості знаходиться внутрішній підшар, вище якого – міський граничний шар, що являє собою зону перемішування та зв'язує всі попередні шари.

Моделювання полів вітрових потоків в приземному шарі шорсткості урбанізованих територій спирається на прямі вимірювання вектора швидкості вітру. З цією метою було створено координатну сітку місцевості (0,5×0,5 км), лінії якої проведені на карті з інтервалом 0,1 км (просторовий крок сітки). Точки перетину ліній координатної сітки на карті – вузли, які послужили пунктами спостереження в даних дослідженнях. Таким чином, неперервний простір і час замінюється дискретною множиною точок – вузлами сітки, а поля функцій (швидкість вітру) задається у вигляді множини дискретних – сіткових значень функцій

Складність, експерименту полягає в його обмеженості, оскільки неможливо технічно провести одночасне вимірювання вектора швидкості вітру в усіх вузлах сітки. Внаслідок мезо-γ масштабної циркуляції атмосфери вектор швидкості вітру постійно змінюється. У осінньо-зимовий період спостерігається більш різка мінливість вітру порівняно з теплим періодом. Так, восени (вересень, жовтень) переважає вітер західного напрямку, його повторюваність становить близько 23 % [7]. У зв'язку з цим, дні проведення експерименту узгоджувалися за погодними умовами так, щоб вітер залишався слабо-поривчастий, близьким до постійного. Такі обмеження дозволили виділити механічний вплив підстильної поверхні на викривлення поля вітру.

Вимірювання швидкості вітру проводилося за допомогою портативних чашечкових анемометрів Skywatch METEOS (крок за часом – 1 хв.). Експериментально встановлено спектр швидкості вітрового потоку на однорідній ділянці вулично-дорожньої мережі міста, який має типовий часовий розподіл (Рис.1).

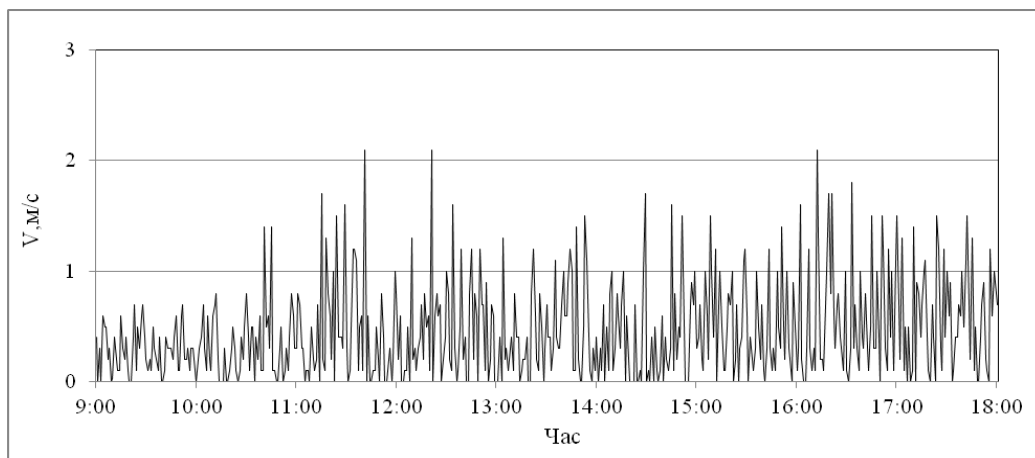


Рисунок 1. – Спектр швидкості вітру на однорідній ділянці вулично-дорожньої мережі

Моделювання скалярного поля вітру в даній роботі базується на застосуванні математичного апарату нейронні мережі [8].

Штучні нейронні мережі конструюються за принципами будови їх біологічних аналогів. Основна аналогія полягає у вмісті великої кількості обчислювальних елементів (нейронів), що утворюють мережу, яка здатна навчатися й вирішувати складні задачі.

У контексті штучних нейронних мереж процес навчання розглядається як налаштування архітектури мережі й ваг зв'язків для ефективного виконання поставленого завдання. Зазвичай нейронна мережа повинна налаштувати ваги зв'язків по наявній навчальній вибірці. Функціонування нейронної мережі поліпшується в міру ітеративного налаштування вагових коефіцієнтів. Для конструювання процесу навчання, перш за все, необхідно мати модель атмосферного середовища, в якій функціонує нейронна мережа – знати доступну для мережі інформацію. Ця модель визначає парадигму навчання. По-друге, необхідно зрозуміти, як модифікувати вагові параметри мережі - які правила навчання управляють процесом налаштування. Алгоритм навчання – це процедура, в якій використовуються правила навчання для налаштування ваг.

Моделювання скалярного поля швидкості вітру за допомогою нейронних мереж відбувалося у вузлах координатної сітки, які були попередньо експериментально досліджені натурними спостереженнями. За вхідні значення моделі нейронної мережі були прийняті емпіричні виміри швидкості вітру, які збиралися в окремих вузлах координатної сітки, що прив'язані до модельних вузлів за допомогою орієнтирів на місцевості.

При моделюванні скалярного поля вітрових потоків завдання нейронної мережі полягає у відтворенні та передбаченні майбутньої реакції системи за її попередньою поведінкою. Для вирішення цього завдання було обрано нейронну мережу типу багат шаровий перцептрон. Особливість нейронної мережі типу багат шаровий перцептрон полягає в тому, що кожний елемент мережі будує зважену суму власних входів з поправкою у вигляді доданку, а потім пропускає цю величину активації через передаточну функцію, і таким чином отримується вихідне значення цього елемента. Мережу даного типу легко можна інтерпретувати як модель «вхід-вихід», в якій ваги й порогові значення (зміщення) являються вільними параметрами моделі.

Таким чином було побудовано низки нейронних мереж, серед яких обрано ту, що має найменшу похибку навчання (0,090361). Архітектура обраної мережі має наступну структуру: кількість нейронів у першому прихованому шарі становить 27; у другому – 30.

Побудована нейронна мережа була навчена на сотнях значеннях натурних спостережень швидкості вітру по алгоритму зворотного поширення похибки.

Отримані значення параметрів вітру дали можливість розкласти вектор швидкості на проєкції v_x й v_y у створеній системі координат досліджуваної сітки (вертикальний зріз на рівні 2 м) (рис.2).

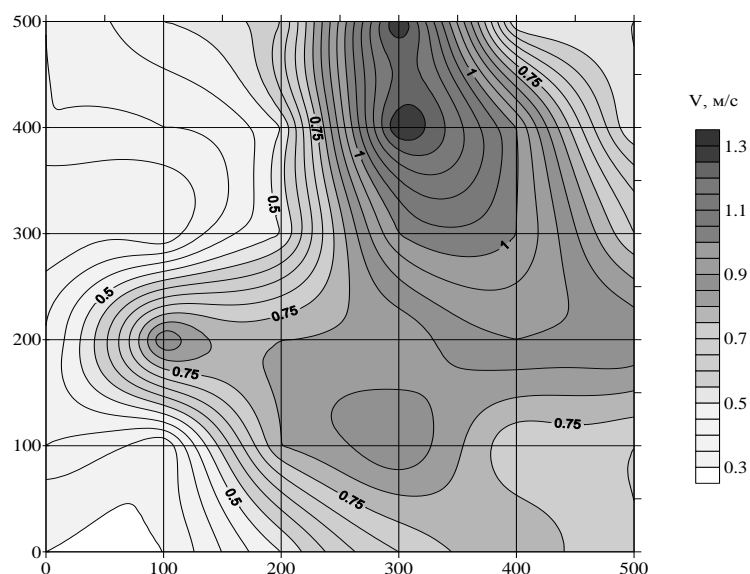


Рисунок 2. – Ізоплети швидкості вітру однорідної ділянки вулично-дорожньої мережі

Для оцінки точності та адекватності результатів моделювання, а також структури нейронної мережі було проведено обчислення статистичних показників для всіх вузлів сітки (табл.1).

Таблиця 1. – Статистичні показники прогнозу швидкості вітру для вузла координатної сітки

Середнє значення	0,397000
Стандартне відхилення	0,503876
Середнє значення похибки	0,013670
Стандартне відхилення похибки	0,101442
Середнє значення абсолютної похибки	0,077039
Відношення стандартного відхилення	0,201323
Кореляція	0,979871

Для всіх точок досліджуваного поля швидкості вітру коефіцієнт кореляції перебуває в області сильного зв'язку (Рис.3) при цьому значення абсолютної похибки для метеорологічних величин, яким властива певна непередбачуваність, в цілому можна вважати задовільним.

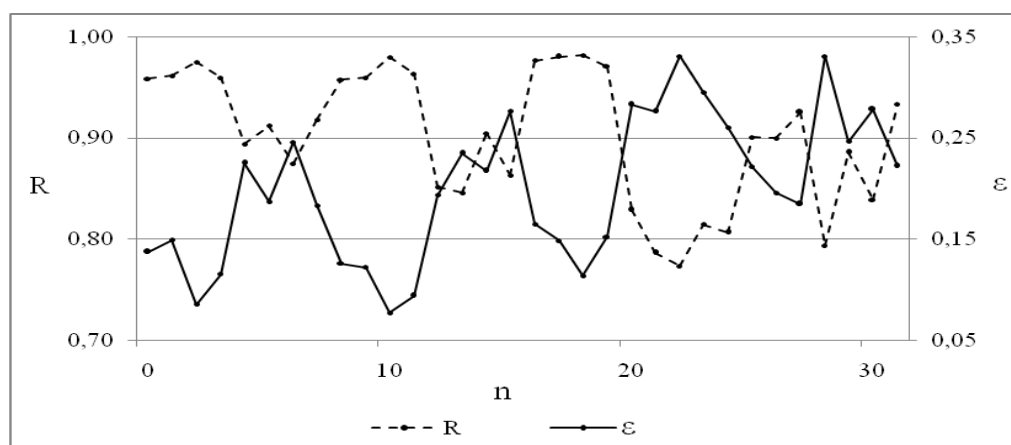


Рисунок. 3 – Середнє значення абсолютної похибки (ϵ) та коефіцієнта кореляції (R) у вузлах сітки

Висновки. В роботі розглянуто результати розробки методу відтворення та прогнозування складних полів вітрових потоків в умовах урбанізованих територій, який базується на використанні математичного апарату самонавчальної на основі емпіричних даних нейронної мережі.

Отримані в рамках даного методу значення швидкості вітру дозволили встановити дивергентне поле вітру. Даний підхід моделювання скалярних полів вітрових потоків на урбанізованих територіях в приземному шарі шорсткості можна ефективно застосовувати при плануванні розвитку міста, оцінки потенціалу забруднення урбанізованих територій, управління якістю атмосферного повітря з метою охорони здоров'я населення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зятнин В.И., Перминов В.А., Самойлова Т.С., Шипулина О.В. Математическое моделирование генерации, распространения и оседания загрязняющих примесей в окрестности автомобильных дорог // Проблемы экологии Томской области, т.2, Томск: ТГУ, 1992.
2. Тасейко, О.В. Моделирование пространственного распределения загрязнителей от автотранспорта в условиях городской застройки / О.В. Тасейко, С.В. Михайлюта // География и природные ресурсы. – 2004. – Специальный выпуск. – С. 180–185.
3. Щербань М.И. Микроклиматология. Изд-во КГУ, 1968 - 211 с.
4. Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Моделирование вертикальной структуры ночного пограничного слоя над шероховатой поверхностью // Оптика атмосф.и океана. 2009. Т. 21. №4. С. 315 – 320.

5. Chen F. Developing an Integrated Urban Modeling System for WRF // NCEP EMC Seminar, Camp Springs, 18 October 2005.
6. Brutsaert W. Evaporation into the Atmosphere. Theory, History and Applications.: D. Reidel Publ. Co, 1982.—320 p.
7. Клімат Києва / за ред. В.І. Осадчий, О.О. Косовець, В.М. Бабіченко – К.: К49 Ніка-Центр, 2010. – 320 с.
8. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д., Олійник О.І., Олійник Р.В., Тарабан С.М. Моделювання поля потоків забруднення на урбанізованих територіях за допомогою нейронних мереж./ Віктор Дмитрович Данчук, Ольга Іванівна Олійник, Ростислав Васильович Олійник, Сергій Миколайович Тарабан // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.:НТУ – 2012.- Вип.10.

Дослідження метеорологічних полів на основі методів, які базуються на дистанційних засобах вимірювання з високою просторово-часовою роздільністю, достатньо впевнено довели, що в атмосфері досить часто зустрічаються об'єкти руху з горизонтальними масштабами порядку 1-102 км. Серед фахівців-метеорологів, що займаються моделюванням мезомасштабних процесів існує класифікація цих процесів, згідно якої поля вітрових потоків в масштабах індивідуального вуличного каньйону міста являється мезо-γ масштабними.

Моделювання метеорологічного режиму міста передбачає використання одного із двох підходів. Перший підхід – математичне моделювання, що базується на розв'язку рівнянь газової термодинаміки й притоку тепла в міській забудові. Інший підхід полягає в параметризації атмосферних процесів. Існуючі емпіричні моделі не дозволяють в повній мірі врахувати перебіг метеорологічних процесів в умовах міської забудови, так як вітрові потоки у вуличних каньйонах характеризуються наявністю відривних зон та ділянок рециркуляції.

Запропонований підхід моделювання складних полів вітрових потоків в умовах урбанізованих територій базується на використанні математичного апарату самонавчальної на основі емпіричних даних нейронної мережі. Отримані в рамках даного методу значення параметрів вітру дають

можливість розкласти вектор швидкості на проєкції v_x й v_y у створеній системі координат досліджуваної сітки. Для оцінки точності та адекватності результатів моделювання проведено обчислення статистичних показників. Для всіх точок досліджуваного поля швидкості вітру коефіцієнт кореляції перебуває в області сильного зв'язку при цьому значення абсолютної похибки для метеорологічних величин, яким властива певна непередбачуваність, в цілому можна вважати задовільним.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МЕЗО-γ МАСШТАБНА ЦИРКУЛЯЦІЯ, ШАР ШОРСТКОСТІ, ШВИДКІСТЬ ВІТРУ, МОДЕЛЮВАННЯ, НЕЙРОННА МЕРЕЖА.

ABSTRACT

Danchuk V.D., Oliynyk O.I., Oliynyk R.V., Taraban S.M. Simulation of field flows of pollution in urban areas using neural networks./ Viktor Danchuk, Olga Oliynyk, Rostyslav Oliynyk, Sergiy Taraban // Management of projects, system analysis and logistics. – K.: NTU . – 2012. – Vol. 10.

Research meteorological fields based on methods that are based on distance mass measurements with high spatial and temporal resolution, confident enough proved that in the atmosphere are quite common objects motion with horizontal scale order 1-102 km. Among specialists-meteorologists engaged mesoscale modeling process is the classification of these processes, whereby the field of wind flows across individual street canyon city is meso-γ scale.

Simulation meteorological regime city involves using one of two approaches. The first approach mathematical modeling based on the solution of equations of gas thermodynamics and heat flow in urban areas. Another approach is the parameterization of atmospheric processes. Existing empirical models do not allow to fully take into account the course of meteorological processes in urban conditions, as the wind flow in street canyons characterized presence loose-zones and areas of recirculation.

An approach for simulating complex fields of wind flows in urban areas is proposed. This method is based on the use of mathematical tools of self-learning of the neural network based on empirical data. The results obtained in the framework of the method parameters of wind made it possible to decompose the

velocity vector on the projection of v_x and v_y in the created coordinate system some grid. Calculating statistical indicators are carried out for the evaluation of the accuracy and adequacy of the modeling results. Correlation coefficient is in the strong coupling for all points of the studied wind velocity fields. Here the value absolute error for meteorological parameters, which is some unpredictability can be considered in general satisfactory.

KEYWORDS: MESO- γ SCALE CIRCULATION, LAYER ROUGHNESS, WIND SPEED, MODELING, NEURAL NETWORK.

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д., Олейник О.И., Олейник Р.В., Тарабан С.Н. Моделирование поля потоков загрязнения на урбанизированных территориях с помощью нейронных сетей./ Виктор Дмитриевич Данчук, Ольга Ивановна Олейник, Ростислав Васильевич Олейник, Сергей Николаевич Тарабан // Управление проектами, системный анализ и логистика . – К.:НТУ – 2012.- Вып.10 .

Исследование метеорологических полей на основе методов, базирующихся на дистанционных средствах измерения, с высоким пространственно-временным разрешением, достаточно уверенно доказали, что в атмосфере довольно часто встречаются объекты движения с горизонтальными масштабами порядка 1-102 км. Среди специалистов-метеорологов, занимающихся моделированием мезомасштабных процессов, существует классификация этих процессов, согласно которой поля ветровых потоков в масштабах индивидуального уличного каньона города является мезо- γ масштабными.

Моделирование метеорологического режима города предполагает использование одного из двух подходов. Первый подход - математическое моделирование, которое базируется на решении уравнений газовой термодинамики и притока тепла в городской застройке. Другой подход заключается в параметризации атмосферных процессов. Существующие эмпирические модели не позволяют в полной мере учесть ход метеорологических процессов в условиях городской застройки, так как ветровые потоки в уличных каньонах характеризуются наличием отрывных зон и участков рециркуляции.

Предложен подход моделирования сложных полей ветровых потоков в условиях урбанизированных территорий, который основан на использовании математического аппарата самообучающейся на основе эмпирических данных нейронной сети. Полученные в рамках данного метода значения параметров ветра дают возможность разложить вектор скорости на проекции v_x и v_y в созданной системе координат исследуемой сетки. Для оценки точности и адекватности результатов моделирования проведено вычисления статистических показателей. Для всех точек исследуемого поля скорости ветра коэффициент корреляции находится в области сильной связи, при этом значение абсолютной погрешности для метеорологических величин, которым присуща определенная непредсказуемость, в целом можно считать удовлетворительным.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МЕЗО- γ МАСШТАБНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ, СЛОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ, СКОРОСТЬ ВЕТРА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, НЕЙРОННАЯ СЕТЬ.

УДК 658

СИНЕРГЕТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОГО РІВНЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКУ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Данчук М.В.

Вступ. Надзвичайно швидкі, трансформаційні зміни, які відбуваються у всіх сферах соціально-економічного розвитку суспільства, свідчать перш за все про їх нелінійно динамічний характер. Сучасні тенденції прискорення науково-технічного прогресу, що є основною причиною спостереження таких змін, пов'язані з проявом процесів глобалізації, активним впровадженням швидкозмінних, наукоємних інноваційних технологій, а також базових видів продукції, споживчих та соціальних стандартів із скороченнями життєвими циклами.

З іншого боку, нелінійно динамічний (біфуркаційний) характер перебігу економічних процесів проявляється у непередбачуваності ринків капіталу, несподіваних стрибках цін, раптових падіннях