

УДК 911+504.064.36

А. Н. НЕКОС, канд. геогр. наук, проф., **Я. Є. МОЛОДАН**, асп.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА НЕДОЛІКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ м. ХАРКОВА

Проаналізовано існуючу систему моніторингу атмосферного повітря м. Харкова. Визначено, що технічне оснащення мережі моніторингу не досконале. Необхідна нова сучасна система моніторингу для проведення безперервних досліджень та забезпечення доступу до оперативної інформації про стан повітряного середовища міста. Це підвищить ефективність прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря.

Ключові слова: моніторинг атмосферного повітря, забруднення атмосферного повітря, гранично допустимі концентрації, урбосистема

НЕКОС А. Н., МОЛОДАН Я. Е., СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И НЕДОСТАТКИ ФУНКЦИОНИ- РОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. ХАРЬКОВА

Проанализировано существующую систему мониторинга атмосферного воздуха г. Харькова. Определено, что техническое оснащение сети мониторинга не совершенно. Необходима новая современная система мониторинга для проведения непрерывных исследований и обеспечения доступа к оперативной информации о состоянии воздушной среды города. Это повысит эффективность принятия управленческих решений в области охраны атмосферного воздуха.

Ключевые слова: мониторинг атмосферного воздуха, загрязнение атмосферного воздуха, предельно допустимые концентрации, урбосистема

Nekos A., Molodan Ja. STATE, PROBLEMS AND LACKS OF ATMOSPHERIC AIR MONITORING SYSTEM FUNCTIONING OF KHARKOV

The current system of air monitoring in Kharkiv was analyzed. It was determined, that the technical equipment of the monitoring network is not ideal. A new modern monitoring system for continuous research and providing access to timely information about the status of air environment of the city is need. This will improve the efficiency of decision making in the field of air protection.

Keywords: air monitoring, air pollution, maximum allowable concentration, urbanity system

Постановка проблеми. Атмосферне повітря є одним із основних природних компонентів, що значно впливають на стан здоров'я людини. В сучасних умовах швидкого розвитку промисловості, розширення території міст, зростання рівня урбанізації (рівень урбанізації Харківської області на

01.01.2011 становив 80 % [1]) посилюється вплив на навколишнє природне середовище, що проявляється у збільшенні обсягів викидів шкідливих речовин, що потрапляють у атмосферу від стаціонарних джерел забруднення та автотранспорту.

Оскільки на сьогоднішній день в містах проживає більша частина населення України, проблема забруднення повітря урбосистем стала надзвичайно актуальною та потребує вирішення. Існуюча система моніторингу має ряд недоліків [2], являється технічно застарілою та не відповідає вимогам часу у аспекті забезпечення керівних органів детальною інформацією для прийняття ними ефективних управлінських рішень з метою покращення стану атмосферного повітря у містах.

Відповідно до Закону України "Про охорону атмосферного повітря" (1992) забруднення атмосферного повітря – змінення складу і властивостей атмосферного повітря внаслідок надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних чинників і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища [3].

Основними забруднюючими речовинами, що потрапляють в атмосферу міста в результаті дії промислових підприємств і автотранспорту є діоксид сірки, окисли азоту, окисли вуглецю, фтористі сполуки тощо. Крім того, в повітрі міститься велика кількість твердих часток – аерозолів.

Для оцінки стану атмосферного повітря для території України встановлено нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря (1992):

- гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі для людей і об'єктів навколишнього природного середовища;
- гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, іонізуючого та іншого шкідливого фізичного та біологічного впливу на атмосферне повітря для людей і об'єктів навколишнього середовища [3].

Звичайно моніторинг забруднення повітря у міському середовищі здійснюється за допомогою певної кількості станцій моніторингу, які розташовані на декількох ділянках, що є репрезентативними для загального впливу забруднювачів на здоров'я населення. У таких ситуаціях концентрація забруд-

нюючих речовин вимірюється за допомогою певних аналізаторів. Такий традиційний підхід, хоч і визнаний задовільним у багатьох випадках, проте має ряд певних обмежень.

Метою роботи є оцінка ефективності роботи існуючої системи моніторингу атмосферного повітря м. Харкова та можливості використання результатів її спостереження для розробки заходів щодо поліпшення екологічної ситуації.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз результатів численних досліджень атмосферного повітря, що проводився фахівцями багатьох країн світу, в тому числі і України, свідчить про його незадовільний стан у містах, як у великих, так і у середніх та малих. Основними причинами погіршення екологічної ситуації у містах є недосконале планування та розміщення у житловій зоні промислових підприємств, внаслідок чого відбувається забруднення повітря викидами стаціонарних і пересувних джерел, а також низький відсоток зелених насаджень, шумове забруднення. Особливо небезпечний вплив на екологічний стан повітря міст останніми десятиріччями справляє зростання кількості автомобільного транспорту [4]. Це питання висвітлюється у роботах Канило П. М. (2006, 2010), Коренюка Є. Д. (2004), Колесника С. І. (2004).

Детально питання забруднення автотранспортом атмосферного повітря м. Харкова досліджено у роботі Жуковського Т. Ф. та Ільченко Л. Ю. (2004), де проаналізовано основні причини забруднення повітря автомобільним транспортом, представлені статистичні тенденції змін характеристик транспортного потоку і об'ємів викидів забруднюючих речовин автотранспортом м. Харкова, вказано на складність обліку викидів від пересувних джерел та необхідність удосконалення системи моніторингу для отримання достовірних даних [5]. Дослідженням загальних проблем, пов'язаних з функціонуванням системи моніторингу в Україні займалися: С. І. Дорогунцов, К. Ф. Коценко, М. О. Клименко, М. А. Хвесик, Є. І. Никифорович, В. І. Осадчий, П. М. Линник, Г. Я. Кра-

совський, В. Б. Мокін, В. М. Самойленко, В. К. Хільчевський, Б. Й. Набиванець.

У роботі Каменевої І. П. та ін. (2011) визначено, що стан моніторингу атмосфери на даний час є незадовільним. Основною причиною такого стану є те, що з часу створення діючої мережі спостереження за атмосферним повітрям не проводилася робота щодо розгляду або перегляду її діяльності. Для покращення ситуації, що склалася, були запропоновані підходи до оптимізації мережі моніторингу забруднення атмосфери, запропоновано математичну модель для визначення раціонального розміщення мережі постів моніторингу за забрудненням приземного шару атмосфери міста [6].

В останні роки з'явилася низка публікацій іноземних фахівців, присвячених створенню системи моніторингу повітря в урбо-системах на основі безпроводних сенсорних мереж, які складаються з мініатюрних обчислювальних пристроїв – мотів, оснащених сенсорами, що можуть фіксувати як метеодані, так і концентрації забруднюючих домішок у повітрі, та надавати отриману інформацію в режимі реального часу [2]. Одна з таких мереж під назвою CitySense, що складається зі 100 сенсорних вузлів, встановлена фахівцями Гарвардського університету у м. Кембрідж. Вона збирає дані про температуру, вологість повітря, вміст забруднюючих речовин у повітрі [7]. У м. Лондон безпроводна сенсорна мережа в режимі реального часу фіксує дані про забруднення повітря викидами автотранспорту [8]. Система моніторингу атмосферного повітря о. Маврикій представлена бездротовою сенсорною мережею, що покриває усю його територію та надає інформацію про щоденну якість повітря, відмічає у режимі реального часу підвищення чи пониження рівнів забруднюючих речовин [9].

Аналіз світового досвіду свідчить про ефективність та перспективність сенсорних мереж як аналізаторів якості повітряного середовища. В умовах м. Харкова така система моніторингу атмосферного повітря допоможе вирішити проблеми, що склалися у

цій галузі, покращити технічне оснащення мережі та підвищити її оперативність.

Результати досліджень. Моніторинг атмосферного повітря проводиться з метою збору, збереження та аналізу інформації про рівень забруднення повітря, оцінки та прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря. Для контролю за забрудненням атмосфери створюється мережа постів: стаціонарних, опорних, маршрутних та підфакельних. Стаціонарний пост спостережень за забрудненням атмосфери розташовується у спеціально обладнаному павільйоні, в якому розміщено стаціонарну апаратуру, для безперервної тривалої реєстрації концентрації речовин, які забруднюють атмосферу. Опорний пост спостережень за забрудненням атмосфери – це стаціонарний пункт спостережень, результати якого використовуються для річної і багаторічної оцінки забруднення атмосфери. Маршрутний пост спостереження за забрудненням атмосфери – це місце на певному маршруті, яке призначене для взяття проби повітря за графіком у визначений час за допомогою мобільної апаратури. Підфакельний пост спостереження за забрудненням атмосфери передбачає місце розташування обладнання для відбору проби під факелом від джерела забруднення атмосфери.

Контроль за станом атмосферного повітря у місті Харкові на теперішній час базується на мережі пунктів автоматичного контролю, що належить Харківському обласному центру з гідрометеорології. Також до системи моніторингу атмосферного повітря входять малопотужні лабораторії контролю за забрудненням навколишнього природного середовища Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Харківській області, Обласної санітарно-епідеміологічної станції і Головного управління з питань надзвичайних ситуацій Харківської обласної державної адміністрації.

Харківський обласний центр з гідрометеорології проводить спостереження за забрудненням атмосферного повітря м. Харко-

ва на 10 стаціонарних пунктах спостереження (ПСЗ), обладнаних комплектними лабораторіями “ПОСТ-1” та “ПОСТ-2”. Спостереження проводяться щоденно та цілодобово, крім святкових днів чотири рази на добу: о 01, 07, 13 і 19 годинах. Протягом 2009 календарного року було відібрано та проаналізовано 46871 пробу повітря на 20 забруднюючих інгредієнтів. Програма обов'язкового моніторингу якості атмосферного повітря включає сім забруднюючих речовин: пил, двоокис азоту (NO_2), двоокис сірки (SO_2), оксид вуглецю, формальдегід (H_2CO), свинець та бенз(а)пірен. Деякі станції здійснюють спостереження за додатковими забруднюючими речовинами. Проводиться аналіз наявності забруднюючих речовин в опадах та сніговому покриві [10].

За даними Харківського обласного центру з гідрометеорології у 2009 році відмічається зменшення вмісту пилу з $0,12 \text{ мг/м}^3$ в 2008 році до $0,10 \text{ мг/м}^3$ у 2009 р., бенз(а)пірену з $0,75 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$ в 2008 році до $0,55 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$ у 2009 р., зменшення вмісту кадмію, цинку та заліза, незначне збільшення вмісту оксиду вуглецю з $1,7 \text{ мг/м}^3$ в 2008 році до $1,9 \text{ мг/м}^3$ у 2009 році, сажі з $0,01 \text{ мг/м}^3$ в 2008 році до $0,03 \text{ мг/м}^3$ у 2009 році, сірководню з $0,002 \text{ мг/м}^3$ в 2008 році до $0,003 \text{ мг/м}^3$ у 2009 році, вмісту марганцю, міді, нікелю, свинцю. На рівні 2008 року залишився вміст діоксиду азоту – $0,03 \text{ мг/м}^3$, оксиду азоту – $0,02 \text{ мг/м}^3$, фенолу – $0,002 \text{ мг/м}^3$, аміаку – $0,01 \text{ мг/м}^3$, формальдегіду – $0,003 \text{ мг/м}^3$. В 2009 році значно зменшився відсоток проб з концентраціями, перевищуючими відповідні гранично допустимі, за пилом з 3,5 % до 2,4 %, фенолом з 0,7 % до 0,4 %, оксидом вуглецю з 1,2 % до 1,1 %, формальдегідом з 0,1 % до 0 %, діоксидом азоту з 4,6 % до 2,5 %, збільшився за сажею з 0 % до 3 %. Максимальні концентрації перевищували відповідні гранично допустимі максимально разові за пилом в 7 разів, оксидом вуглецю в 2,8, діоксидом азоту в 4,6 разів, сажею в 2,6 рази, фенолом в 2,3 рази, формальдегідом в 1,3 [10]. Дані свідчать про поступове незначне зменшення загального забруднення атмосферного повітря м. Харкова. Індекс забруднення атмосфери міста (ІЗА) в 2009 році склав 4,81, в

2008 році – 4,89 [10]. Збільшення вмісту оксиду вуглецю, сажі, сірководню вказують на зростання ролі автотранспорту у формуванні забруднення повітряного басейну міста, який є основним джерелом емісій таких забруднюючих речовин.

Спостереження за станом атмосферного повітря проводяться Харківським обласним центром з гідрометеорології протягом багатьох років, однак існуюча мережа майже не розвинена, обладнання більшості пунктів спостереження за станом атмосферного повітря застаріле. Розвиток інфраструктури міста у деяких випадках призвів до того, що пункти автоматичного спостереження опинилися в центрі активної промислової діяльності, наприклад ПСЗ № 13 (вул. Пашенківська, 4), та транспортного руху, наприклад ПСЗ № 9 (вул. 23 Серпня, 34), ПСЗ № 17 (ріг вул. Дерев'янка та Белгородського шосе). У зв'язку з цим вони можуть фіксувати лише локальну інформацію стосовно забруднення та не можуть відобразити загальну картину стану атмосферного повітря міста, отримані дані не можуть бути усереднені.

На жаль, в існуючій в Україні системі спостережень за станом довкілля збір і обробка інформації в основному не автоматизовані, засновані на лабораторно-хімічних методах аналізу проб і використовуються не стільки для прийняття оперативних управлінських рішень, скільки для статистичного аналізу стану довкілля [11].

За даними Головного управління статистики у Харківській області рівень забруднення атмосферного повітря м. Харкова стаціонарними та пересувними джерелами поступово зменшується (рис.), що викликано скороченням обсягів виробництва.

Проте, це не вирішує проблему забруднення атмосфери, оскільки поживлення виробництва спричинить зростання обсягів викидів.

За період з 2006 по 2010 роки питома вага нестандартних проб атмосферного повітря, відібраних в зоні впливу промислових підприємств на території м. Харкова має тенденцію до зниження – з 4,0 % у 2006 р. до 2,9 % у

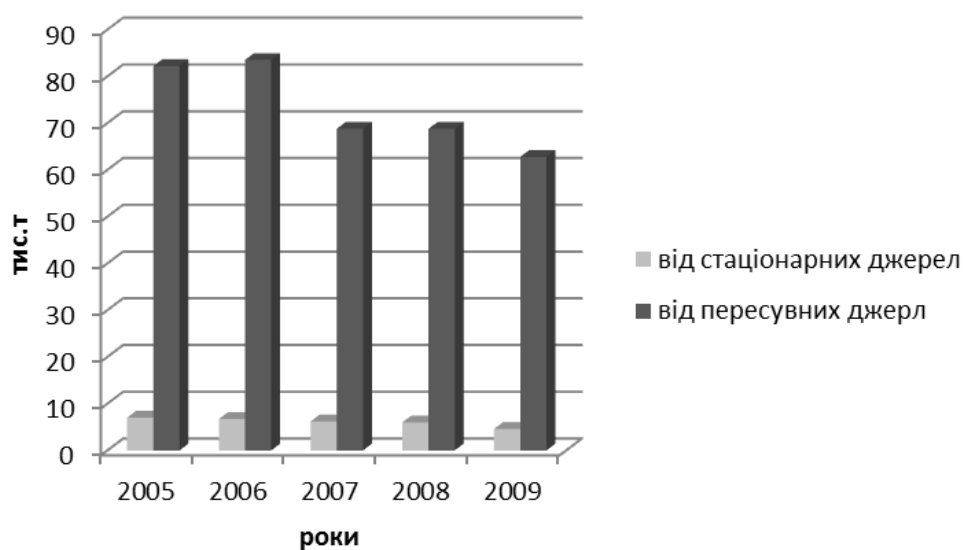


Рис. – Динаміка викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел забруднення у м. Харкові [12]

2010 р. У період з січня по червень 2011 року перевищення нормативів ГДК забруднюючих речовин виявлені у 1,2 % досліджених проб за пилом, діоксидом азоту, оксидом вуглецю та сірководнем [13].

Аналізуючи результати досліджень, що ведуться Харківським обласним центром з гідрометеорології та Харківською обласною санітарно-епідеміологічною службою, можна спостерігати нескоординованість у часі, відмінність у території охоплення, вони не являються взаємодоповнюючими, що не сприяє отриманню об'єктивної та оперативної інформації про стан атмосферного повітря міста. До того ж дані зберігаються усередині підрозділу, що проводив дослідження, не надаються іншим установам та не оприлюднюються. Часткову інформацію про стан атмосферного повітря можна отримати з «Національних доповідей про стан навколишнього природного середовища у Харківській області», проте за більшістю показників вказуються не фактичні дані, а лише випадки перевищення граничнодопустимих концентрацій. Відсутність належної інформації у регулярних спеціальних виданнях та у засобах масової інформації перешкоджає прийняттю якісних та дієвих управлінських рішень щодо покращення існуючої ситуації із забрудненням повітряного середовища м. Харкова.

Суттєвим недоліком для організації ефективного моніторингу стану атмосферного повітря м. Харкова також є відсутність належного фінансування для оновлення технічного оснащення пунктів спостереження. Через відсутність єдиної автоматизованої системи моніторингу контроль в нічний час та у вихідні дні практично не ведеться, що можливо призводить до несанкціонованих залпових викидів забруднюючих речовин підприємствами та погіршення стану атмосферного повітря.

Отже, існуюча система моніторингу атмосферного повітря м. Харкова має певні недоліки, які не дозволяють в повному обсязі контролювати стан атмосферного повітря, а саме:

- недостатня кількість пунктів спостереження за забрудненням атмосферного повітря міста Харківського обласного центру з гідрометеорології (для міст з населенням понад 1 млн. чоловік рекомендується встановлювати 11-20 пунктів [14]);
- стаціонарні пости моніторингу вимагають високих капіталовкладень, складного технічного обслуговування та підготовки висококваліфікованих кадрів, чого на сьогоднішній день забезпечити неможливо у зв'язку з недостатнім фінансуванням [15];
- обмежена кількість інгредієнтів, вміст яких контролюється суб'єктами моніторингу

(Харківський обласний центр з гідрометеорології контролює вміст 20 інгредієнтів, лабораторія міської СЕС – 33) [14];

- дані, зібрані автоматичними аналізаторами, не підходять для швидкої інтерпретації і, якщо використовувати їх для порівняння із заздалегідь визначеними лімітами або стандартами якості повітря, вони не завжди корисні;

- відсутність цілодобового контролю в районі розміщення промислових зон та окремих промислових підприємств, які здійснюють значний вплив на стан атмосферного повітря;

- відсутність єдиної інформаційно-аналітичної системи з питань забруднення атмосферного повітря [16];

- відсутність єдиних методик та переліку контрольованих величин;

- розподіл функцій моніторингу по різних відомствах, які не зв'язані між собою, призводить до дублювання зусиль, знижує ефективність усієї системи моніторингу й ускладнює доступ до необхідної інформації як для громадян, так і для державних організацій.

Висновки. Якість атмосферного повітря тісно пов'язана з явищами переносу чи накопичення забруднювачів, явищем вторинного забруднення внаслідок перетворення первинних забруднюючих речовин та може вплинути на стан інших компонентів навколишнього середовища, таких як водна поверхня та ґрунти.

Саме тому важливо отримувати та збирати різносторонню інформацію про якісні та кількісні показники забруднюючих речовин, що містяться у повітрі та можуть потрапити туди від джерел викидів. Отже, необхідно забезпечити отримання інформації про якість атмосферного повітря м. Харків, яка стане основою для розробки всіх технічних і соціальних заходів, спрямованих на зменшення забруднення, а значить вкрай важливо забезпечити вимірювання та збір інформації, яка була б досить репрезентативною за часом та територіальним розміщенням.

Для вирішення цієї задачі необхідно провести переоснащення системи гідрометеорологічних спостережень та базової мережі спостережень за станом атмосферного повітря сучасними засобами вимірювальної техніки

для отримання, оброблення та доведення інформації до споживачів. Цю проблему можна вирішити шляхом встановлення безпроводної сенсорної мережі, що покриє місто. Її технічні характеристики мають ряд переваг, у порівнянні з класичними системами вимірювання [17]. Така мережа підвищить доступність даних про локальну якість повітря і про вплив забруднювачів на здоров'я людей, надаватиме в режимі реального часу інформацію про рівень забруднення повітря в різних районах міста, а також забезпечить оповіщення у разі різкої зміни якості повітря [2].

При проектуванні новітньої системи моніторингу, що базується на безпроводній сенсорній мережі, обов'язково необхідно враховувати значні відмінності між різними за функціональним призначенням ділянками міста (житлова забудова, промислова зона, рекреаційна зона та ін.).

Для ефективного та успішного вирішення екологічних проблем атмосферного повітря м. Харкова сучасна система екологічного моніторингу повинна відповідати наступним вимогам:

- працювати за єдиними методиками збору, обробки та аналізу даних з метою послідовного об'єктивного прогнозування якості атмосферного повітря;

- мати єдину уніфіковану базу технічних засобів для вимірювання параметрів атмосферного повітря;

- забезпечувати систематичність вимірювань, об'єктивність проведення спостережень, їх достовірність та оперативність отримання інформації, її аналізу та розповсюдження;

- забезпечувати безперервність та надійність досліджень, навіть при виході з ладу якоїсь ланки, тобто бути взаємодоповнюючою;

- дані моніторингу повинні бути доступні керівним органам та населенню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чисельність населення на 1 січня 2011 року [Електронний ресурс] / Державна служба статистики в Україні – Режим доступу до статті: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2010/ds/kn/kn_u/kn1210_u.html
2. Молодан Я. Є. Оптимізація контролю за станом повітря міст з використанням безпроводних сенсорних мереж / Я. Є. Молодан, А. Н. Некос // Регіональні екологічні проблеми. Матеріали IV Міжнародної наукової

- конференції студентів, магістрантів і аспірантів, 24-25 березня 2011 р., Одеса, Україна. – Одеса: ОДЕКУ, 2011. – 250 с.
3. Закон України "Про охорону атмосферного повітря". Із змінами, внесеними згідно із Законом № 1745-IV від 03.06.2004 // Відомості Верховної Ради, 2004. – № 36 – С. 434.
4. Клименко М. О. Довідник екологічного стану м. Рівне / М. О. Клименко, Т. Л. Меліхова. – Рівне: Волин. обереги, 2001. – 144 с.
5. Жуковский Т. Ф. Анализ вклада автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха в г. Харькове / Т. Ф. Жуковский, Л. Ю. Ильченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2004. – № 5 (11). – С. 100-112.
6. Каменева І. П. Математичні моделі для визначення раціонального розміщення мережі ПСЗ атмосфери міста / І. П. Каменева, А. В. Яцишин, В. О. Артемчук, О. О. Попов. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2011. – № 3/4 (51). – С. 7-11.
7. Murty R. CitySense: A vision for an urban-scale wireless networking testbed / R. Murty , A. Gosain, M. Tierney, A. Brody, A. Fahad, J. Bers, M. Welsh // Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security. – Waltham, 2008. – P. 583 – 588.
8. Ma Y. Air Pollution Monitoring and Mining Based on Sensor Grid in London / Y. Ma, M. Richards, M. Ghanem, Y. Guo, J. Hassard // Sensors 2008. – № 8(6). – Basel, 2008. – P. 3601 – 3623.
9. Kavi K. Khedo A wireless sensor network air pollution monitoring system / Kavi K. Khedo, Rajiv Perseedoss, Avinash Mungur // International Journal of Wireless and Mobile Networks. – 2010. – Vol.2, №2. – P. 31-45.
10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області в 2009 році. – Харків, 2010. – 238 с.
11. Клименко М.О. Мониторинг довкілля: підручник / Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. – К.: Видавничий центр "Академія", 2006. – 360 с.
12. Статистичний збірник «Довкілля Харківської області 2009» / [за ред. Ракітіної О. М.]. – Х.: Головне управління статистики у Харківській області, 2010. – 135 с.
13. Про стан атмосферного повітря у м. Харкові та області та шляхи вирішення питань зменшення забруднення довкілля [Електронний ресурс] / Харківська обласна санітарно-епідеміологічна станція. – Режим доступу до статті: <http://www.ses.kharkov.ua/news.phtml?id=625>
14. Програма охорони навколишнього природного середовища м. Харкова на 2008-2012 рр. – Харків, 2008. – 27 с.
15. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 687 с.
16. Молодан Я. Е. Мониторинг атмосферного воздуха с помощью ГИС на основе данных беспроводных сенсорных сетей [Электронный ресурс] / Я. Е. Молодан // Ломоносов – 2011. – Режим доступа к статье: http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2011/1181/35618_5fc0.pdf
17. Молодан Я. Є. Розширення можливостей контролю над станом навколишнього середовища при використанні бездротових сенсорних мереж / Я. Є. Молодан // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Матеріали III регіональної наукової конференції студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених 15-16 грудня 2010 р. – Х.: Вид-во ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. – 184 с.

Надійшла до редколегії 20.06.2011

УДК 551.482.6

А. В. ХОЛОПЦЕВ, д-р геогр. наук, доц., **А. А. ШИДЛОВСКАЯ**, асп.
Севастопольский национальный технический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕЖГОДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

На примере г. Симферополь показано, что учет при идентификации моделей современной динамики среднемесячных значений скорости ветра на основе линейной множественной регрессии, где в качестве их аргументов используются временные ряды глобальных климатических индексов, позволяет получить результаты, обладающие робастностью к временным сдвигам в будущее на 1 и 2 года, что и позволяет их использовать при прогнозировании указанного процесса.

Ключевые слова: скорость ветра, множественная регрессия, модель, временные ряды, глобальный климатический индекс, прогнозирование

©Холопцев А. В., Шидловская А. А., 2011