

УДК 004.9+616.248

Т. Є. ВУЖ¹, В. Б. МОКІН²

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНИХ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВО-ХРОНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ДАНИХ

¹Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова
вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, E-mail: tasya_v@inbox.ru

²Вінницький національний технічний університет
21021, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна,
E-mail: vbmokin@gmail.com

Анотація. У статті розглянуто побудову інформаційної моделі впливу просторово-розподілених шкідливих факторів на стан здоров'я людей, з урахуванням закономірностей змін цих факторів на основі просторово-хронологічної моделі даних, а також удосконалено метод для оцінювання цього впливу. Наведено приклад для аналізу захворюваності населення на бронхіальну астму з урахуванням метеоумов.

Анотація. В статье рассмотрено построение информационной модели влияния пространственно-распределенных вредных факторов на состояние здоровья людей, с учетом закономерностей изменений этих факторов на основе пространственно-хронологической модели данных, а также усовершенствован метод для оценки этого влияния. Приведен пример анализа заболеваемости населения бронхиальной астмой с учетом метеоусловий.

Abstract. In the article the creation of an information model of the influence of spatially-distributed of harmful factors on human health are considered, taking into account patterns of changes in these factors on the basis of temporal-spatial data model, also a method for estimating this impact are improved. There is an example of analysis of the bronchial asthma incidence of population taking into account weather conditions.

Ключові слова: просторово-хронологічна модель даних, просторово-розподілені шкідливі фактори, метод кошиків, здоров'я населення, бронхіальна астма, амброзія

ВСТУП

Однією із проблем сучасності є розробка та застосування інформаційних технологій для комплексного аналізу даних про просторово-розподілені природні чи антропогенні шкідливі фактори, які впливають на стан здоров'я людей, особливо, коли вони впливають не постійно, а лише у певний час та у певних місцях на певні категорії людей, які ще й не постійно знаходяться у цій зоні впливу. Типовими прикладами є вплив алергенних рослин, викидів підприємств чи автомобільного транспорту на здоров'я людей, які знаходяться (проживають, працюють, навчаються тощо) у зоні цього впливу. Існують численні заходи, які дозволяють запобігти чи хоча б зменшити шкідливість впливу цих факторів на стан здоров'я населення. Але вони, як правило, дороговартісні та довготривалі, оскільки потребують неодноразового застосування заходів або капітального будівництва захисних споруд, або кардинальних змін у підходах щодо містобудування. Тому важливо визначити місця, де такі заходи є найбільш пріоритетними або дадуть найбільший ефект.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для оцінювання впливу природних чи антропогенних шкідливих факторів на стан здоров'я людей, які знаходяться у зоні цього впливу, існує багато моделей та інформаційних технологій, з урахуванням різних факторів та умов, але основна складність полягає в урахуванні просторово-часових закономірностей змін цих факторів, тобто ситуацій, коли дія одних факторів має місце тільки за умови дії інших факторів. Головна складність моделювання цих процесів полягає у підходах до формалізації предметної області та усіх факторів, які дозволяють б урахувувати зміну дії факторів і у часі, і у просторі. Таку формалізацію забезпечують просторово-хронологічні моделі даних (інша назва: просторово-часові, spatial-temporal data (англ.)). Розроблення методів обробки просторово-хронологічних моделей даних (ПХМД) є одним із найсучасніших напрямків розвитку інформаційних технологій [1—3]. Однак,

основною складністю поки лишається розробка підходів до формалізації ПХМД для тих чи інших предметних областей та процесів і факторів.

Отже, метою даної статті є розробка підходів до побудови інформаційної моделі просторово-розподілених природних чи антропогенних шкідливих факторів, які впливають на стан здоров'я людей, що знаходяться у зоні цього впливу, з урахуванням просторово-часових закономірностей змін цих факторів на основі просторово-хронологічних моделей даних, а також удосконалення методу оцінювання цього впливу.

ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Розглянемо задачу, коли, наприклад, уздовж вулиці розташовані будинки, навколо яких поширювалась амброзія, яка є одним із факторів, що викликають у вразливих верств населення алергію, наприклад, бронхіальну астму (БА) (рисунок 1).

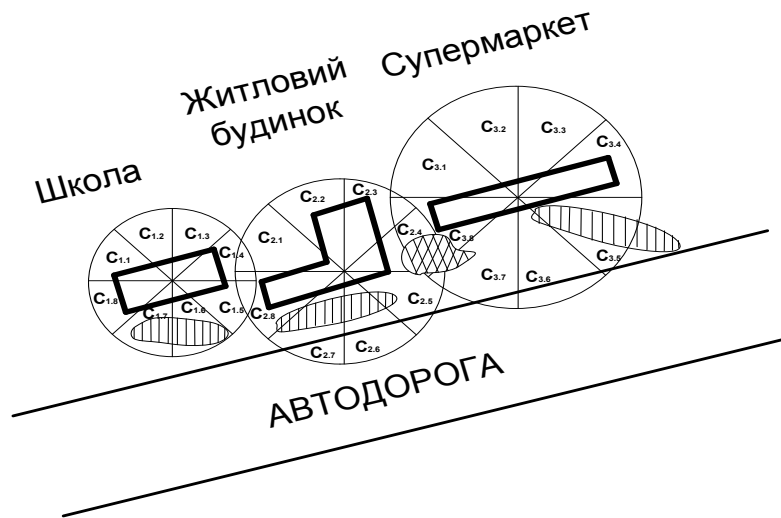


Рис. 1. Схема ділянки вулиці міста з 3-ма типами будинків та 4-ма ареалами поширення амброзії

Формалізуємо задачу [4]:

1) Алергія виникає тільки у вразливих верств населення, тому варто розглядати задачу відносно не усіх жителів кожного будинку, а відносно окремих людей, які можуть (чи вже) захворіти на БА.

2) Алергія спричиняється пилом амброзії, який утворюється тільки у період цвітіння (пилкування), тобто у певні моменти часу (початок пилкування — перша декада серпня, закінчення пилкування — перша декада жовтня).

3) Люди (у т. ч. діти, які є найбільш вразливою частиною населення) не весь час знаходяться в одному будинку: удома, у школі, у супермаркеті та біля них вони бувають тільки у певний час.

4) На ступінь поширення пилка амброзії впливають просторово-розподілені природні фактори, серед яких основним є вітер (розносить пилок), хоча можуть бути й інші фактори такі, як опади, вологість повітря тощо, але зупинимось тільки на основному).

5) Ризик захворюваності на алергію у людини має місце (або підсилюється) тільки за умови, коли, по-перше, амброзія цвіте і пилок може поширюватись (див. п. 2), людина знаходиться у певному будинку, біля якого розташована амброзія (див. п. 3), а у бік цього будинку дують вітер (див. п. 4).

Аналогічно у вигляді комплексу умов, що змінюються у часі й просторі, можна формалізувати й інші аналогічні задачі, пов'язані з просторово-розподіленими природними чи антропогенними шкідливими факторами, які впливають на стан здоров'я людей (вплив викидів автотранспорту чи підприємств на оточуючі будинки тощо).

Традиційно фактори, що формалізуються, відносяться до об'єктів, де розташовані об'єкти дослідження — в даному випадку, до будинків. Але це вносить значну похибку при формалізації метеоумов. При формалізації дії вітру слід обов'язково враховувати не тільки силу вітру, але й його напрям. Але напрям дії вітру слід якось віднести до місць розташування людей та ареалів поширення амброзії. Тому, для формалізації просторових закономірностей пропонується місцевість навколо будинків, де проживають люди, в усіх напрямках розбивати на сектори, які кодуються від 1 до 8 (рис. 1) (або до 16 чи 32 для підвищення точності) і потім формалізувати усі фактори окремо по цих секторах.

Запропонуємо формалізацію параметрів усіх вище зазначених факторів детальніше на прикладі ситуації, відображеної на рис. 1. Наведемо їх у таблицях із прикладами значень вхідних даних для 3-х типів будинків, як на рис. 1 та для двох різних осіб (пацієнтів) — для підлітка та для дорослого (табл. 1—8).

Таблиця 1.

Будинок (B)		
Будинок	Місце знаходження	Максимальна кількість осіб у будівлі
B1 — Школа	Координати 1	2000
B2 — Житловий будинок	Координати 2	1000
B3 — Супермаркет	Координати 3	1500

Таблиця 2.

Сектори (C_{ij}) місцевості навколо i-го будинку (B_i)	
Сектор	Опис за напрямком горизонту
C_{i1}	З-Пн-З
C_{i2}	Пн-Пн-З
C_{i3}	Пн-Пн-С
C_{i4}	С-Пн-С
C_{i5}	С-Пд-С
C_{i6}	Пд-Пд-С
C_{i7}	Пд-Пд-З
C_{i8}	З-Пд-З

Таблиця 3.

Ареал розташування рослини (наприклад, амброзії) (A)			
Назва карантинного організму	Ареали (S)	Місце знаходження	Площа, га
Амброзія полюнолистна	1	Координати 1	0,09
	2	Координати 2	0,12
	3	Координати 3	0,07
	4	Координати 4	0,16

Таблиця 4.

Площа ареалу (S) розташування рослини біля кожного будинку по секторах				
Будинок	Назва карантинного організму	Ареали (S)	Сектор	Площа, га
Школа (B1)	Амброзія	1	C_{16}	0,070
		1	C_{17}	0,020
Житловий будинок (B2)	Амброзія	3	C_{24}	0,050
		3	C_{25}	0,001
		2		0,006
		2	C_{26}	0,050
		2	C_{27}	0,060
		2	C_{28}	0,004
Супермаркет (B3)	Амброзія	4	C_{35}	0,100
		4	C_{36}	0,005
		3	C_{37}	0,015
		3	C_{38}	0,044

Таблиця 5.

Час продукування пилку рослинами-алергенами (цвітіння, викид пилка чи ін.) (T_d)

Назва карантинного організму	Ареали (S)	Сектори	Дата викиду пилка	Години викиду пилку у форматі [...—...]
Амброзія полинолиста	1	C ₁₆ , C ₁₇	01.09.2014	9.00—18.00
	2	C ₂₅ , C ₂₆ , C ₂₇ , C ₂₈	02.09.2014	10.00—19.00
	3	C ₂₄ , C ₂₅ , C ₃₇ , C ₃₈	01.09.2014	9.00—18.00
			03.09.2014	10.00—19.00
4	C ₃₅ , C ₃₆	03.09.2014	10.00—19.00	

Таблиця 6.

Інформація про кожного пацієнта (P), тобто людину, що хворіє чи потенційно може захворіти, у кожному будинку

Пацієнт	Будинок	Вік	Чи вже була виявлена БА
P1	B ₁ , B ₂ , B ₃	14	+
P2	B ₁ , B ₃	38	+

Таблиця 7.

Розпорядок дня пацієнтів P — перебування їх у різних будинках (T_p)*

Пацієнт	Будинок	Дата	Години у форматі [...—...]
P1	B ₂	01.09.2014	00.00—10.00
			17.00—24.00
	B ₁	02.09.2014	10.30—15.00
			0.00—08.30
	B ₂	02.09.2014	18.00—24.00
			10.30—15.00
B ₃	02.09.2014	15.30—16.00	
P2	B ₂	03.09.2014	0.00—11.00
			16.00—24.00
	B ₃	03.09.2014	13.00—14.30
			00.00—08.00
	B ₂	01.09.2014	18.00—24.00
			14.00—15.00
B ₃	01.09.2014	00.00—13.00	
		15.00—00.00	
P2	B ₂	02.09.2014	14.00—14.30
			00.00—08.00
	B ₃	02.09.2014	19.00—24.00
			10.00—11.30
	B ₂	03.09.2014	16.00—16.30
			14.20—15.10
B ₃	03.09.2014		

*Примітка: для спрощення прикладу застосування технології будемо вважати, що пацієнти перебувають протягом періоду дослідження виключно в одному із будинків B1-B3 (для більшої кількості будинків технологія формалізації та аналізу даних буде аналогічною).

Таблиця 8.

Напрямок вітру (V)

Дата	Години у форматі [...—...]	Напрямок, тобто через який ij -й сектор вітер дує в бік i -го будинку
01.09.2014	8.00—11.00	C ₁₇
	11.20—16.00	C ₃₈
02.09.2014	7.00—10.35	C ₂₇
	12.00—15.00	C ₂₄
03.09.2014	11.00—19.00	C ₃₅

Якщо кожну таблицю 1—8 розглядати як множину даних із відповідним позначенням, зазначеним у її назві, тоді можна записати інформаційну модель, яка дозволить знайти величину W , що характеризує наявність впливу пилку рослин-алергенів на людей:

$$\begin{aligned} W &= F(D, L, H), \\ D &= G(E, V), \\ L &= [P, T_p], \\ H &= [B, C], \\ E &= [A, T_A, S], \end{aligned} \quad (1)$$

де F — функція (чи алгоритм), яка визначає вплив пилку рослин-алергенів на людей (пацієнтів), що знаходяться у зоні дії цього пилка у відповідному місці (будинку); G — функція (чи алгоритм), яка визначає місце D , куди вітер (метеофактори), за наявності, переносить пилок рослин-алергенів; H — характеристики будинку та місцевості навколо нього; L — характеристики людей, потенційний вплив на які досліджується; E — характеристики рослин-алергенів (шкідливих природних факторів).

Співвідношення (1) разом із таблицями даних 1—8 утворюють інформаційну модель просторово-часових даних (ПЧД), за якими можна формалізувати та проаналізувати вплив алергенних рослин на здоров'я дітей чи дорослих за одним із відомих методів, наприклад за методом «кошиків» (basket-метод) обробки просторово-часових даних, запропонованим Г. Гідофалфі [3].

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ПРОСТОРОВО-ХРОНОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ТА ПРИКЛАД ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

У методі «кошиків» Г. Гідофалфі усі змінні групуються по «кошиках» і порівнюються між собою для виявлення збігів між ними, що мають місце в один і той самий момент часу та в одному місці простору. Однак, його формальне застосування до прикладу даних, поданих у таблицях 1—9, призведе до значних неточностей через різну дискретність часової прив'язки різних факторів. Якщо проводити аналіз з точністю до хвилин, тоді можна втратити важливі загальні закономірності даних, а якщо тільки по добах, тоді — навпаки, результати будуть надто загальні і не враховувати головне — порядок дій об'єкту дослідження — людей протягом доби. Пропонується компроміс = ввести так звані характерні періоди доби. Їх кількість слід визначати по дискретності зміни фактора, який змінюється найчастіше і дія якого найменш тривала. З табл. 1—8 видно, що це — вітер.

У табл. 9 пропонується 8 таких характерних періодів (T_v).

Таблиця 9.

Характерні періоди доби T_v

Узагальнені періоди T_v	Інтервал часу у форматі [...—...]
T_{v1}	00.00—03.00
T_{v2}	03.00—06.00
T_{v3}	06.00—09.00
T_{v4}	09.00—12.00
T_{v5}	12.00—15.00
T_{v6}	15.00—18.00
T_{v7}	18.00—21.00
T_{v8}	21.00—24.00

Далі слід віднести до цих характерних періодів усі інші фактори, що мають часову прив'язку, зокрема, дані таблиць 5, 7, 8 за кожну добу окремо. Результат подано у табл. 10—12.

Таблиця 10.

Визначення характерних періодів (T_{AV}) із табл. 9, в які рослини-алергени продукують пилок у заданих секторах, за даними із табл. 5

Дата викиду пилка	Сектори	Характерні періоди часу продукування пилку рослинами- алергенами
01.09.2014	$C_{16}, C_{17}, C_{24}, C_{25}, C_{37}, C_{38}$	T_{v4}, T_{v5}, T_{v6}
02.09.2014	$C_{25}, C_{26}, C_{27}, C_{28}$	$T_{v4}, T_{v5}, T_{v6}, T_{v7}$
03.09.2014	$C_{24}, C_{25}, C_{37}, C_{38}, C_{35}, C_{36}$	$T_{v4}, T_{v5}, T_{v6}, T_{v7}$

Таблиця 11.

Визначення характерних періодів (T_{VV}) із табл. 9, в які вітер дує в бік будинків через задані сектори, за даними із табл. 8

Дата	Сектор, через який вітер дує в бік будинку	Характерні періоди часу, коли вітер дує в бік будинку через відповідний сектор у задану дату
01.09.2014	C_{17}	T_{v3}, T_{v4}
01.09.2014	C_{38}	T_{v4}, T_{v5}, T_{v6}
02.09.2014	C_{27}	T_{v3}, T_{v4}
02.09.2014	C_{24}	T_{v5}
03.09.2014	C_{35}	$T_{v4}, T_{v5}, T_{v6}, T_{v7}$

Таблиця 12.

Визначення характерних періодів (T_{PV}) із табл. 9, в які пацієнти перебувають протягом кожної доби у будинках з табл. 1, за даними із табл. 7

Пацієнт	Будинок	Дата	Характерні періоди часу для перебування пацієнтів у різних будинках у різні дати
P1	B_2	01.09.2014	$T_{v1} T_{v2} T_{v3} T_{v4} T_{v6} T_{v7} T_{v8}$
	B_1		$T_{v4} T_{v5} T_{v7}$
	B_2	02.09.2014	$T_{v1} T_{v2} T_{v3} T_{v8}$
	B_1		$T_{v4} T_{v5}$
	B_3	03.09.2014	T_{v6}
	B_2		$T_{v1} T_{v2} T_{v3} T_{v4} T_{v6} T_{v7} T_{v8}$
B_3	T_{v5}		
P2	B_2	01.09.2014	$T_{v1} T_{v2} T_{v3} T_{v7} T_{v8}$
	B_3		T_{v5}
	B_2	02.09.2014	$T_{v1} T_{v2} T_{v3} T_{v4} T_{v5} T_{v6} T_{v7} T_{v8}$
	B_3		T_{v5}
	B_2	03.09.2014	$T_{v1} T_{v2} T_{v3} T_{v7} T_{v8}$
B_3	$T_{v4} T_{v6} T_{v5}$		

Далі, згідно, алгоритму відомого методу «кошиків» визначається наявність у секторах досліджуваної території ареалів розповсюдження рослин-алергенів, визначаються періоди їх цвітіння і визначається наявність пилку у кожному секторі у кожний характерний період часу. Аналізується частота повторень викидів пилку у секторах і таким чином формуються «кошики» даних.

Отже, для розв'язання задачі щодо визначення того, які люди і як часто зазнають впливу рослин-алергенів, пропонуємо застосовувати метод кошиків у три етапи. На першому етапі визначаємо, коли саме має місце дія просторово-розподілених шкідливих природних факторів. На другому етапі — аналізуємо наявність людей у зоні теоретично можливого впливу цих шкідливих природних факторів. А на третьому етапі поєднуємо теорію і практику та визначаємо для яких саме пацієнтів дійсно мав місце вплив цих просторово-розподілених шкідливих факторів за відповідних метеоумов.

У позначеннях моделі (1) з урахуванням позначень таблиць 1—12 етапи запропонованого удосконаленого методу аналізу просторово-розподілених шкідливих природних факторів на здоров'я людей можна записати у такому вигляді:

— Етап 1 — формування таблиці R_{AV} , яка характеризує збіг дії просторово-розподілених шкідливих природних факторів продукування пилку та вітру, тобто в яких секторах в які характерні періоди у кожену дату одночасно і продукувався пилок, і дув вітер в бік одного з будинків із табл. 1, тобто швидкість вітру була більшою нуля:

$$R_{AV} = F_{AV}(T_{AV}, T_{VV}), \quad (2)$$

де F_{AV} — функція, яка означає вибірку збігів дат, секторів та характерних періодів із таблиць T_{AV} та T_{VV} з віднесенням їх до дат і секторів;

— Етап 2 — формування таблиці R_{PS} , яка характеризує наявність людей (пацієнтів) у зоні можливого впливу шкідливих природних факторів, тобто в яких секторах, де розташовані ареали поширення рослини-алергена S (за даними табл. 4), в які характерні періоди у кожену дату був розташований кожен пацієнт (наявність пацієнта у певному будинку автоматично означає, що він є в усіх секторах навколо цього будинку):

$$R_{PS} = F_{PS}(T_{PV}, S), \quad (3)$$

де F_{AP} — функція, яка означає вибірку усіх даних із таблиці 12 з одночасною заміною номерів будинків на відповідні сектори із таблиці 4;

— Етап 3 — формування таблиці W (у позначеннях моделі (1)), яка кінцевий результат оцінювання впливу просторово-розподілених шкідливих факторів на стан здоров'я пацієнтів, тобто для яких пацієнтів мав місце цей вплив, а для яких — ні, у задані дати на основі порівняння даних таблиць R_{AV} та R_{PS} у кожний характерний період часу та у кожному секторі, де була на попередніх етапах виявлена можливість такого впливу:

$$W = F(R_{AV}, R_{PS}), \quad (4)$$

де F — функція із моделі (1), яка у позначеннях (2), (3) означає вибірку збігів секторів та характерних періодів часу для кожного пацієнта у кожен дату із таблиць R_{AV} та R_{PS} з віднесенням їх до дат і пацієнтів.

Продемонструємо застосування удосконаленого у такий спосіб методу «кошиків» для розв'язання задачі, що відповідає прикладу на рис. 1. Результат формування таблиць, згідно співвідношень (2)—(4), подано на рис. 2—4, відповідно.

Характерні періоди T_{AV} , в які рослини-алергени продукують пилок у заданих секторах

Дата викиду пилка	Сектори	Характерні періоди часу продукування пилку рослинами-алергенами
01.09.2014	C16, C17, C24, C25, C37, C38	Tv4, Tv5, Tv6
02.09.2014	C25, C26, C27, C28	Tv4, Tv5, Tv6, Tv7
03.09.2014	C24, C25, C37, C38, C35, C36	Tv4, Tv5, Tv6, Tv7

Характерні періоди T_{AV} , в які вітер дує в бік будинків через задані сектори

Дата	Сектор, через який вітер дує в бік будинку	Характерні періоди часу, коли вітер дує в бік будинку через відповідний сектор у задану дату
01.09.2014	C17	Tv3, Tv4
01.09.2014	C38	Tv4, Tv5, Tv6
02.09.2014	C27	Tv3, Tv4
02.09.2014	C24	Tv5
03.09.2014	C35	Tv4, Tv5, Tv6, Tv7

Збіг інтервалів та секторів продукування пилку та напрямку вітру R_{AV}

Дата	Сектор, через який вітер дує в бік будинку та в якому продукувався пилок	Характерні періоди, коли одночасно і продукувався пилок, і дув вітер в бік відповідного сектора
01.09.2014	C17	Tv4
02.09.2014	C27	Tv4
03.09.2014	C35	Tv4, Tv5, Tv6, Tv7

Рис. 2. Визначення збігу дії просторово-розподілених шкідливих природних факторів продукування пилку та вітру

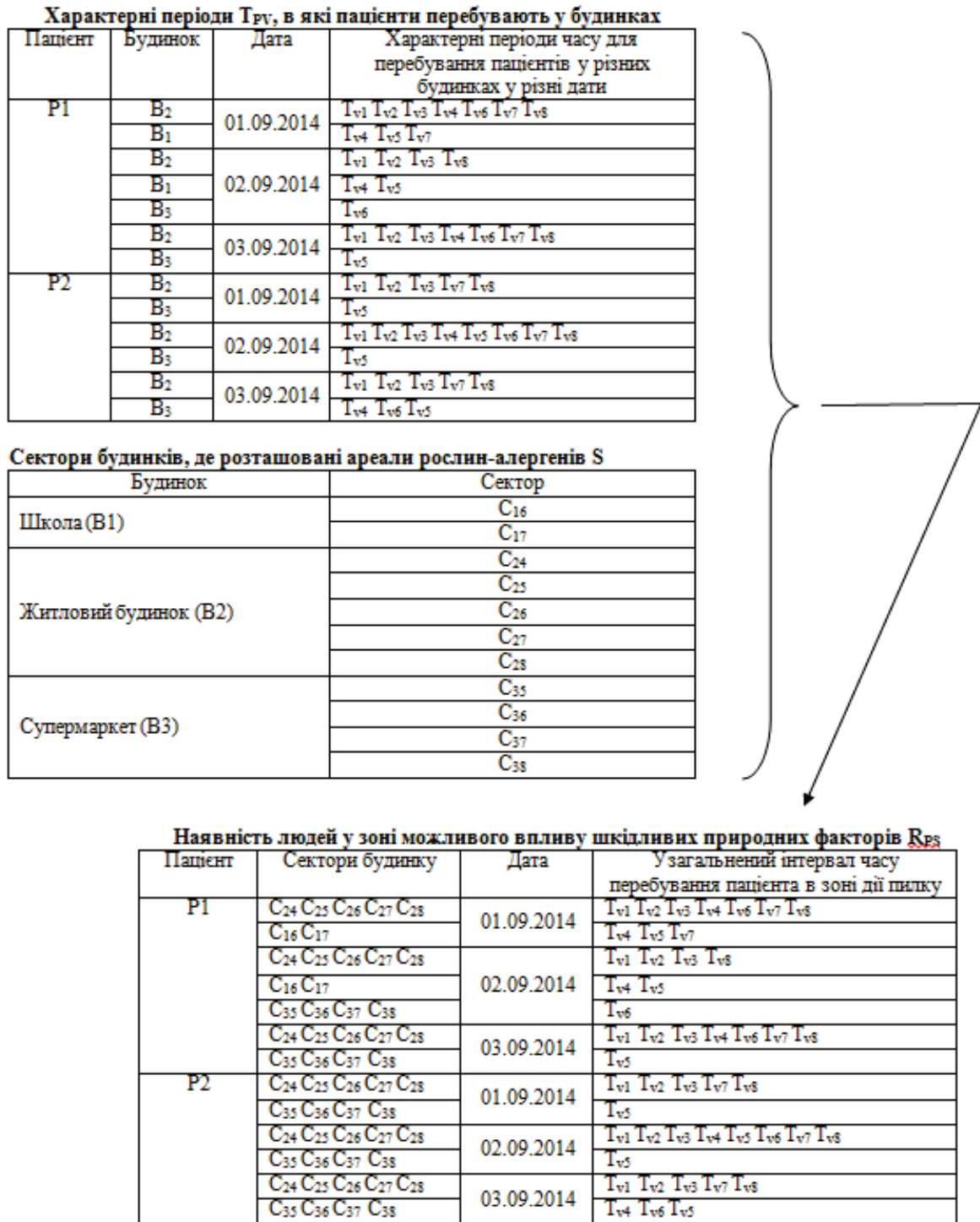


Рис. 3. Визначення наявності людей (пацієнтів) у зоні можливого впливу шкідливих природних факторів

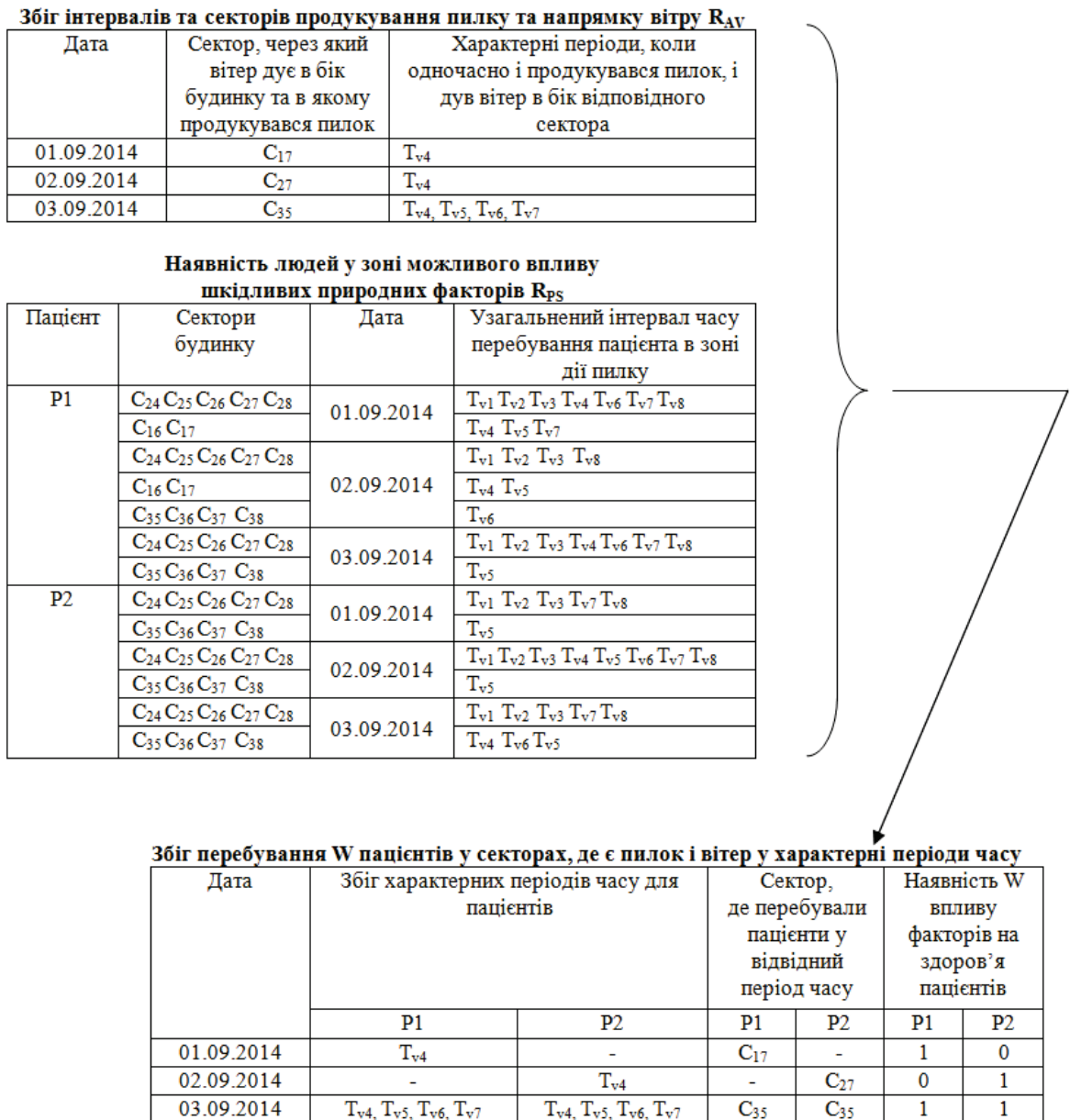


Рис. 4. Визначення збігу перебування пацієнтів у секторах, де є і пилко і вітер у бік пацієнтів у характерні періоди часу

Таким чином, ми визначили наявність впливу просторово-розподілених шкідливих природних факторів на стан здоров'я пацієнтів, який може призвести до появи чи підсилення їх захворювання, наприклад на бронхіальну астму. Запропонована структура інформаційної моделі та удосконалений метод «кошиків» для аналізу даних на основі просторово-хронологічної моделі можуть бути застосовані і до інших аналогічних задач: вплив викидів автотранспорту чи підприємств на стан здоров'я населення тощо.

В результаті застосування удосконаленого методу «кошиків» до запропонованої інформаційної моделі можна визначити наступне:

1) ареали поширення амброзії, які найбільш негативно впливають на здоров'я дітей і які слід знищувати в першу чергу;

2) за яким розпорядком краще жити та по яких маршрутах рухатись дітям чи дорослим, щоб не зазнати негативного впливу (чи мінімізувати) вплив амброзії на них.

Результати цього аналізу, також, можуть бути основою для прийняття рішень з поліпшення та підвищення ефективності діагностування захворювання на бронхіальну астму у дітей та дорослих.

ВИСНОВКИ

У статті розглянуто задачу побудови інформаційної моделі просторово-розподілених природних чи антропогенних шкідливих факторів, які впливають на стан здоров'я людей, що знаходяться у зоні цього впливу, з урахуванням просторово-часових закономірностей змін цих факторів на основі просторово-хронологічних моделей даних, а також удосконалення методу оцінювання цього впливу. Зокрема:

1. Дістали подальшого розвитку підходи щодо побудови інформаційної моделі просторово-розподілених природних чи антропогенних шкідливих факторів, які впливають на стан здоров'я людей, що знаходяться у зоні цього впливу, з урахуванням просторово-часових закономірностей змін цих факторів на основі просторово-хронологічних моделей даних.

2. Удосконалено метод «кошиків» (basket-метод) для комплексного оцінювання впливу просторово-розподілених шкідливих факторів на стан здоров'я людей на основі просторово-хронологічної інформаційної моделі, за рахунок просторової формалізації усіх факторів по секторах навколо будинків, де можуть знаходитись люди протягом доби, та узагальнення значень показників цих факторів по характерних періодах протягом кожної доби.

Наведений приклад проілюстрував реалістичність запропонованої інформаційної моделі та працездатність удосконаленого методу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Parametric database approach integration for handling temporal data in GIS / Sugam S., Shashi G., Udoyara Sunday T. // *Geo-Spatial Information Science*. — 2013. — Volume 16, Issue 2. — Pages 91—99.
2. The geographical pattern of thyroid cancer mortality between 1980 and 2009 in Italy / Minelli G., Conti S., Manno V., Olivieri A., Ascoli V. // *Thyroid*. — 2013. — Volume 23, Issue 12. — Pages 1609—1618.
3. Guozo Gidofalvi. Spatio-Temporal Data Mining for Location-Based Services // *Daisy Associate*. — Dec. 17, 2007. — Pages: 104—109.
4. Вуж Т. Є. Контроль та мінімізація впливу алергенних рослин на стан захворюваності населення на бронхіальну астму на основі просторово-хронологічної моделі / Т. Є. Вуж, В. Б. Мокін : збірник тез доповідей XII Міжнародної конференції [Контроль і управління в складних системах «КУСС—2014»], Вінниця, 14—16 жовтня 2014 р. — Вінниця : ВНТУ, 2014. — С. 205.

Надійшла до редакції 10.10.2014 р.

ВУЖ ТЕТЯНА ЄВГЕНІВНА — асистент кафедри біологічної фізики, інформатики та медичної апаратури, Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, м. Вінниця, Україна.

МОКІН ВІТАЛІЙ БОРИСОВИЧ — д. т. н., професор, завідувач кафедри комп'ютерного еколого-економічного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна