

УДК 004.041

М. М. Олексієнко

Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького

## ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПІД ВПЛИВОМ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

*Розглянуто проблему створення на базі математичного апарату теорії несилової взаємодії інформаційних систем та технологій для прогнозування захворюваності населення під впливом шкідливих домішок оточуючого середовища.*

**Ключові слова:** інформаційна система, метод прогнозування, теорія несилової взаємодії, дискретизація, взаємозв'язок числових рядів

### Постановка проблеми

Останнім часом екологічні проблеми усе більше привертають увагу вчених і фахівців різних напрямків, оскільки в результаті технічного прогресу й нераціонального використання природних ресурсів антропогенне забруднення навколишнього середовища набуло таких розмірів, що стало загрожувати здоров'ю людини. Негативні тенденції в зміні показників здоров'я населення та стану середовища життєдіяльності людини ставлять цю проблему в розряд найбільш пріоритетних завдань державної політики. Для оперативного і якісного екологічного управління, що ґрунтується на глибокому аналізі якості навколишнього середовища та стану здоров'я населення, актуальним є створення екологічних інформаційних систем спостереження, в основі яких лежить принцип формування статистичних баз даних про стан здоров'я населення, стан об'єктів навколишнього середовища і паралельний аналіз динаміки їх зміни.

### Аналіз останніх досліджень

В більшості робіт, присвячених дослідженню впливу чинників оточуючого середовища на здоров'я населення [1-4], визначені кореляційні зв'язки між показниками, здійснений дисперсійний аналіз та показані рівняння регресії.

Існуючі методи, які застосовуються для прогнозування впливу шкідливих речовин на здоров'я населення (методи математичної статистики, евристичні методи, методи математичного програмування – оптимізаційні, точні і наближені, балансові і факторні) повною мірою не розв'язують задачу прогнозування рівня захворювань при заданому вмісті шкідливих речовин, оскільки існує велика невизначеність

впливів на стан здоров'я населення комбінацій різних шкідливих речовин. Достовірність даних по вмісту шкідливих речовин не висока, оскільки постійно змінюються характеристики забруднення. Спроби застосувати методи регресійного аналізу для вирішення поставленої задачі зазнали невдачі саме через наведені причини. Перспективним було б застосування методу групового обліку аргументів (МГОА). Але застосування цього методу до наведеної задачі вимагає значної операційної підтримки (при адаптації та розробці застосування), що значно ускладнює саму інформаційну технологію. Тому було прийнято рішення застосувати новий науково-методичний інструментарій прогнозування статистичних характеристик об'єктів середовищ інтелектуальної діяльності людини, який розроблено в теорії несилової взаємодії. Результат розрахунку несилової дії є визначення величини впливу шкідливих речовин на захворюваність населення. Сама ж величина дії відображає першопричину захворювання.

### Формулювання цілей статті

Мета роботи полягає в розробці на базі математичного апарату теорії несилової взаємодії інформаційної системи прогнозування захворювання населення під впливом шкідливих домішок оточуючого середовища (ІСПЗ), інформаційний продукт якої можна було б використовувати в екологічному управлінні для запобігання підвищення рівня захворюваності населення в зв'язку з дією негативних чинників оточуючого середовища.

### Основний матеріал дослідження

ІСПЗ – це сукупність інформаційних, технічних, програмних і технологічних засобів,

методів і процедур, що реалізують функцію збирання, обробки, передачі, прогнозування, аналізу, і накопичення інформації про забруднення довкілля та пов'язаного з ним рівня захворюваності населення для підготовки і прийняття ефективних управлінських рішень у поліпшенні стану довкілля.

Програмні засоби являють собою модуль MS Access 2003, який забезпечує збирання, представлення і перероблення інформації в процесі прогнозування впливу забруднювачів оточуючого середовища на здоров'я населення. Модуль системи призначений для ведення статистичної інформації по вмісту шкідливих домішок в об'єктах оточуючого середовища місцевості (атмосферне повітря, питна вода, вода поверхневих водоймищ, ґрунти), по захворюваності в регіоні, а також для прогнозування захворюваності в регіоні при зміні вмісту шкідливих домішок. Модуль включає головну форму MS Access 2003 з іменем «Нормалізація параметрів». Форма містить такі вкладки:

1. Прогноз – прогнозування захворювання у процесі зміни вмісту шкідливих речовин.
2. Дискретизація – кнопки переходу від неперервних значень вмісту шкідливих речовин до дискретних.
3. Шкідливі речовини – інформація щодо вмісту шкідливих речовин.
4. Захворюваність дітей – інформація щодо захворюваності дітей в регіоні.
5. Захворюваність – інформація щодо захворюваності дорослих в регіоні.

Узагальнений алгоритм переробки інформації показаний на рис. 1.

Розглянемо компоненти інформаційної системи відповідно щодо зведеного узагальненого алгоритму.

1. Блок ведення даних щодо вмісту шкідливих речовин (вкладка «Шкідливі речовини»). Блок використовуються для введення і коригування інформації щодо вмісту шкідливих речовин. Форму, в якій реалізується блок, наведено на рис. 2.

2. Блок ведення даних щодо захворюваності дітей (вкладка «Захворюваність дітей»). Блок використовується для введення і коригування інформації щодо захворюваності дітей. Форму, в якій реалізується блок наведено на рис. 3.

3. Блок ведення даних щодо захворюваності дорослих (вкладка «Захворюваність»). Блок використовується для введення і коригування інформації щодо захворюваності дорослих. Форма, в якій реалізується блок, аналогічна формі введення і редагування даних щодо захворюваності дітей.

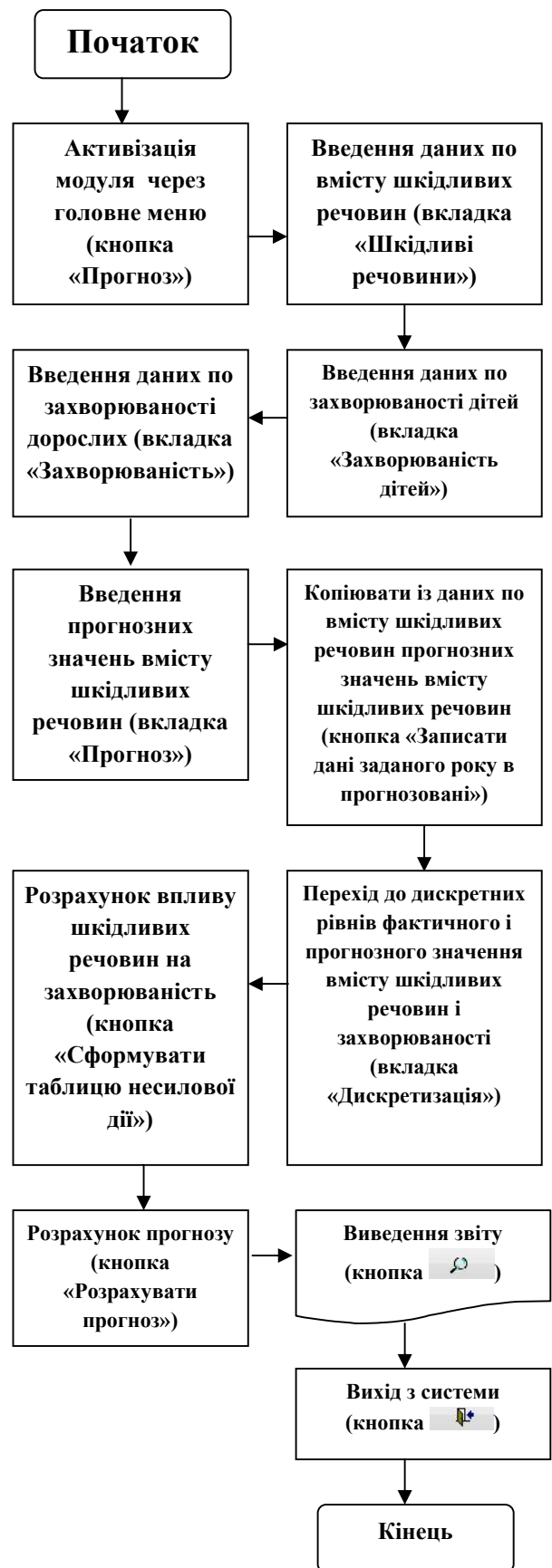


Рис.1. Схема узагальненого алгоритму переробки інформації в ІСПЗ



Рис. 2. Форма ведення інформації щодо вмісту шкідливих речовин

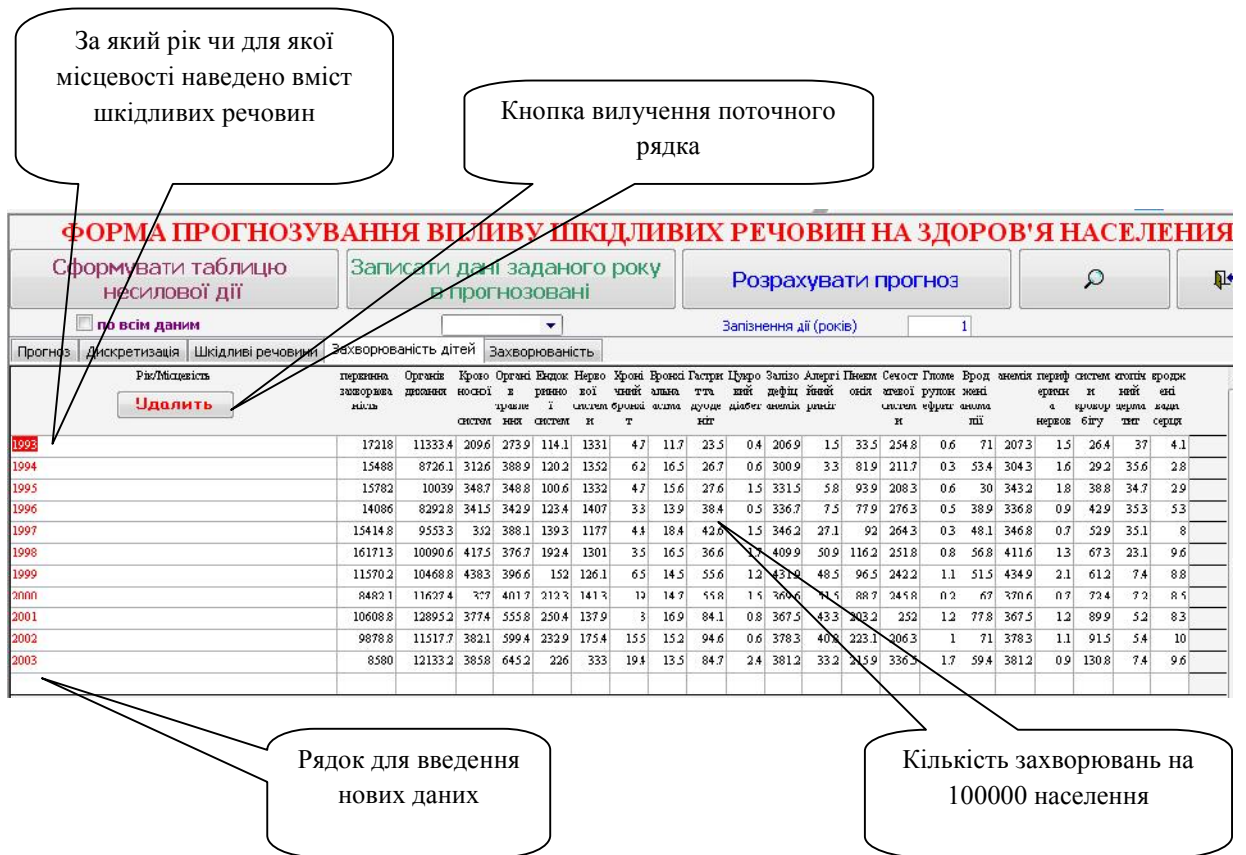


Рис. 3. Форма ведення інформації щодо захворювання дітей

4. Блок формування до дискретних значень фактичного і прогнозного значення вмісту шкідливих речовин і захворюваності (вкладка «Дискретизація»)

Блок використовується для переходу від неперервних до дискретних значень вмісту шкідливих речовин та захворюваності населення. Дискретні значення формуються на основі методу несилової взаємодії [5]. Для кожного поля (параметра) формується свій набір дискретних значень. В основі формування дискретних значень знаходяться три величини:

- Z\_Min – мінімальне значення параметра;
  - Z\_Max – максимальне значення параметра;
  - Kol – кількість дискретних значень.
- Крок для дискретних значень дорівнює:

$$Z\_Isa = \text{Int} \left( \frac{Z\_Max - Z\_Min}{Kol} + 0,5 \right),$$

де  $\text{Int}(X)$  – ціла частина  $X$ .

Тоді для будь-якого значення фактичного і прогнозного вмісту шкідливих речовин і захворюваності дискретний рівень буде дорівнювати:

$$\text{Nom} = \text{Int} \left( \frac{Z - Z\_Min - \Delta}{Z\_Isa} \right) + 1,$$

де  $\Delta$  – число, близьке до 0 (в роботі приймається  $10^{-6}$ );  $\text{Nom}$  – дискретний рівень значення параметра.

При дискретизації інформація із таблиць з неперервними значеннями записується в таблиці з таким же іменем, але з доповненням «\_Dis».

5. Вкладка «Прогноз». Використовується для прогнозування захворюваності у процесі зміни вмісту шкідливих речовин. Користувач може вказувати будь-які комбінації вмісту шкідливих речовин в досліджуваному об'єкті навколишнього середовища.

Активізується натисканням кнопки головного меню «Прогнозування». Вкладка – «Прогноз». Обов'язково для прогнозування виконання таких кроків:

1. Занесення в таблицю прогнозних значень вмісту шкідливих речовин. Скопіювати із значень, що є серед фактичних, вказавши в полі «За який рік/місцевість копіювати фактичні дані щодо вмісту шкідливих речовин в область прогнозування» рік, або місцевість, які введені у вкладці «Шкідливі речовини» і, натиснувши кнопку, «Записати дані заданого року в прогнозовані». За цими даним перевіряється ефективність методу прогнозування. Дані вносяться в два рядки. В першому рядку – значення вмісту шкідливих речовин. В другий рядок вводиться рік або місцевість, для яких формуються прогнозні значення вмісту шкідливих речовин.

Інформація автоматично заноситься в таблицю *Metod\_Prognoz*.

2. Дискретизації введених значень.

3. Розрахунок величини несилової дії вмісту шкідливих речовин на захворюваність населення. Розраховані значення заносяться в таблиці *Metod\_V\_1* і *Metod\_V\_2*.

Рис. 4. Кнопки формування до дискретних значень фактичного і прогнозного значення вмісту шкідливих речовин і захворюваності

4. Вказати область прогнозування: по всіх даних (прапорець «по всіх даних» встановити, чи тільки по тих даних, які не було скопійовано в робоче вікно 1 (прогнозовані дані).

Наприклад якщо дані за 1999 рік було скопійовано в робоче вікно 1 (див.п.2) і прапорець не встановлено, то дані за 1999 р. не будуть включатися під час розрахунку величини несилової дії вмісту шкідливих речовин на захворюваність населення. Це зберігає «чистоту експерименту». Якщо прапорець встановлено – то будуть враховані всі дані, в тому числі й ті, що прогножуються.

5. Вказати запізнення в дії шкідливих речовин на захворюваність. Наприклад, якщо досліджується як впливатиме вміст шкідливих речовин на захворюваність населення в наступному році, то треба ввести в поле «Запізнення дії (років)» значення +1. Якщо в поточному році – 0. Якщо через рік – 1.

6. Спрогнозувати захворюваність населення за введеними в робоче вікно 1 даним. Прогнозування виконується на основі методу, наведеного в підрозділі 2.3. Результат прогнозування записується в таблиці: Metod\_Prognoz\_Dor\_Dis (дискретне прогнозоване значення захворюваності дорослих), Metod\_Prognoz\_Dit\_Dis (дискретне прогнозоване значення захворюваності дітей), Metod\_Prognoz\_Dor\_Dis\_1 (величина дії на дискретні прогнозовані значення захворюваності дорослих), Metod\_Prognoz\_Dit\_Dis\_1 (величина дії на дискретні прогнозовані значення захворюваності дітей) Metod\_Prognoz\_Dor (середнє прогнозоване значення захворюваності дорослих), Metod\_Prognoz\_Dit (середнє прогнозоване значення захворюваності дітей). Після розрахунку вказується середньоквадратичне відхилення прогнозованих значень захворюваності від фактичних.

7. Виведення звітів натисканням кнопки



При цьому потрібно відповісти на запитання – який звіт потрібен: по захворюванням дорослих чи дітей.

Для проведення експерименту використовувались вхідні дані по захворюваності дитячого і дорослого населення (близько 20 хвороб для кожної групи населення) та вмісту шкідливих домішок в питній воді м. Черкаси (25 показників забруднення).

Порядок дій в експерименті такий:

1. Для розрахунку прогнозу вибиралися дані по забрудненню питної води за один рік (почергово від 1993 до 2003).

2. За іншими даними формувалась таблиця впливу забруднень питної води на захворюваність,

через деяку кількість років  $S$  (почергово від -2 до 10).

3. На основі таблиці впливу забруднення на захворюваність прогнозувалась захворюваність через  $S$  років. Прогнозування закінчувалось віднесенням оцінки можливості захворювання до тієї чи іншої групи (проводились три експерименти по трьох, п'яти і десяти групах).

4. Таким чином було отримано порівняльні ряди номерів груп: номер прогнозованої і номер фактичної для дітей, номер прогнозованої і номер фактичної для дорослих.

5. Розраховувалась сума квадратів відхилення прогнозованих номерів груп рівня захворюваності від фактичних за формулою:

$$V_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^{K^{\text{Зах}}} (N_i^{\text{факт}} - N_i^{\text{прогн}})^2,$$

де  $N_i^{\text{факт}}$  – номер групи фактичної  $i$ -ї захворюваності;  $N_i^{\text{прогн}}$  – номер групи прогнозованої  $i$ -ї захворюваності;  $V_{\text{факт}}$  – фактична сума квадратів відхилення;  $K^{\text{Зах}}$  – кількість видів захворювань.

6. Розраховувалась сума квадратів очікуваного відхилення (з рівномірним розподілом ймовірностей теоретичного ряду) за формулою:

$$V_{\text{теор}} = \frac{1}{K} \cdot \sum_{i=1}^{K^{\text{Зах}}} \left( \sum_{j=1}^K (N_i^{\text{факт}} - j)^2 \right),$$

де  $K$  – кількість груп захворювань.

7. Ефективність прогнозування захворювання оцінимо за формулою:

$$E = \frac{V_{\text{факт}}}{V_{\text{теор}}}.$$

8. Система прогнозування впливу шкідливих домішок на стан здоров'я населення буде ефективною в тому випадку, для якого виконується умова  $E \rightarrow \text{мір}$ .

9. В результаті проведених експериментів отримано результати, які представлено в таблиці.

Таблиця

**Ефективність прогнозування  
захворюваності населення від вмісту шкідливих  
речовин**

Відста- вання (років)	Кількість груп дискретизації вхідних даних					
	3		5		10	
	$E^{дор.}$	$E^{дит.}$	$E^{дор.}$	$E^{дит.}$	$E^{дор.}$	$E^{дит.}$
-2	1,21	0,82	1,22	0,73	1,07	1,04
-1	1,23	0,83	1,33	0,82	1,09	0,89
0	1,25	1,17	1,29	0,87	1,25	0,98
1	1,04	0,89	1,05	0,97	1,14	1,05
2	1,00	0,85	0,90	0,83	1,00	1,05
3	0,77	0,75	0,73	0,81	0,91	1,06
4	0,71	0,70	0,63	0,77	0,65	0,91
5	0,69	0,58	0,62	0,57	0,57	0,53
6	0,53	0,53	0,40	0,56	0,52	0,67
7	0,50	0,37	0,59	0,44	0,58	0,49
<b>8</b>	<b>0,44</b>	<b>0,45</b>	<b>0,32</b>	<b>0,42</b>	<b>0,36</b>	<b>0,38</b>
9	0,46	0,40	0,53	0,41	0,53	0,48
10	2,90	4,21	2,15	3,36	1,76	2,89

Аналіз таблиці показав, що вплив вмісту шкідливих речовин в питній воді м. Черкаси на захворюваність населення міста збільшується в інтервалі 1-8 років, після чого залежність зникає. Це спостерігається як при захворюванні дітей, так і дорослих.

### Висновки

Як слідує з експериментів, розроблена інформаційна система дозволяє довести існування досить значної залежності рівня захворювань від вмісту шкідливих речовин, яка збільшується і досягає максимуму через 8 років. Крім того система досить точно прогнозує рівень захворюваності населення при апріорних даних, якими є вміст шкідливих речовин у водних ресурсах.

Перспективним є застосування розробленої інформаційної системи для оцінки впливу шкідливих домішок атмосферного повітря, ґрунтів та води поверхневих водоймищ на стан захворюваності дорослого та дитячого населення на дослідженій території.

Планується розширити функціональні можливості інформаційної системи прогнозування захворювання населення під впливом шкідливих домішок оточуючого середовища для здійснення паралельного аналізу взаємозв'язків «оточуюче середовище – здоров'я населення» декількох територіальних одиниць.

### Список літератури

1. Вараксин А. Н. Статистические модели регрессионного типа в экологии и медицине / А. Н. Вараксин – Екатеринбург: Изд-во "Гоицинский", 2006. – 256 с.
2. Кірсанова О.В. Аналіз причинно-наслідкових зв'язків між забрудненням повітряного середовища та станом здоров'я дітей в умовах м.Запоріжжя / О. В. Кірсанова // Тези 44-ої обласної науково-практичної конференції з напрямів впровадження досягнень науки в практику державного санітарно-епідеміологічного нагляду. – Запоріжжя: Обл. СЕС, Запорізький держ.мед.ун-т, 2004. – С.17-18.
3. Нагорный С.В. Основные задачи региональных эколого-гигиенических исследований критических медико-экологических ситуаций / С. В. Нагорный — М.: ВИНТИ, 1993. — Вып. 6. — 124 с.
4. Шмандий В.М. Снижение степени влияния на население проявлений экологической опасности в техногенно нагруженном регионе / В.М. Шмандий, Е.В.Харламова, Т.Е. Ригас // Екологічна безпека. – 2010. - № 9. –С.18-22.
5. Олексієнко М.М. Метод прогнозування чисельності захворювань під впливом шкідливих речовин, який базується на моделі несилової взаємодії / М. М. Олексієнко // "Східноєвропейський журнал передових технологій". – Харків. – 2009.-№1. – С.34-38.

Стаття надійшла до редколегії 30.10.2011

**Рецензент:** д-р. техн. наук, проф. Ю.М.Тесля, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ