

THE ESTIMATION AND FORECASTING RISK FOR HEALTH OF THE POPULATION ON TERRITORY TECHNOGENIC LOADS BY INDUSTRIAL WASTES

Shevchenko A.A., Ogir K.Y., Ogir L.B.

ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ НА ТЕРИТОРІЯХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ



**ШЕВЧЕНКО О.А.,
ОГІР К.Ю.,
ОГІР Л.Б.**

Дніпропетровська державна
медична академія

УДК 658.382.1:614.77:574.2

верді промислові відходи (ТПВ), які утворюються та зберігаються на індустріально навантажених територіях, виступають одним з суттєвих негативних чинників навколишнього середовища, оскільки являють собою джерело забруднення всіх об'єктів довкілля, насамперед ґрунтів, а також суміжних середовищ: атмосферного повітря, підземних та поверхневих вод, продуктів харчування рослинного та (опосередковано) тваринного походження. Кінцевим етапом вказаних екологічних ланцюжків є людина, тому ТПВ можна вважати екзогенним керованим фактором ризику для здоров'я населення, що мешкає на прилеглих територіях. Виявлення закономірностей впливу твердих промислових відходів на стан здоров'я населення є необхідним підґрунтям для розробки адекватних профілактичних заходів захисту навколишнього середовища та мешканців даних територій [1].

Метою нашого дослідження було комплексне вивчення стану здоров'я населення міст Дніпропетровської області за групами статистичних показників та побудова математичних мо-

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ

Шевченко А.А., Огир К.Ю., Огир Л.Б.

В статье отражены выявленные закономерности влияния техногенной нагрузки территорий городов промышленными отходами на состояние здоровья населения. Установлены статистически достоверные корреляционные зависимости между удельными показателями техногенной нагрузки территорий городов твердыми промышленными отходами (в кг/км² и кг/чел.) и показателями здоровья различных контингентов населения (беременных, родильниц, новорожденных, детского и взрослого населения), построены уравнения линейной регрессии разных типов и рассчитаны показатели относительного риска нарушений здоровья населения. Сделаны выводы о приоритетных видах нарушений здоровья населения при загрязнении территорий городов промышленными отходами.

© Шевченко О.А., Огир К.Ю., Огир Л.Б.
СТАТТЯ, 2009.

Таблиця 1

Показники кореляційного зв'язку між кількістю утворених твердих промислових відходів I-III класів (кг/км² — X₁ та кг/особу X₂) та показниками порушень здоров'я населення

| Показник здоров'я населення | Питомий рівень техногенного навантаження ТПВ | Коефіцієнт кореляції Пірсона (r _{xy}) | Стандартна похибка (m) | Критерій Ст'юдента (t) | Рівень значимості (p) |
|--|--|---|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Питома вага передчасних пологів (%) | X ₁ | 0,6104 | 0,0896 | 2,0386 | 0,0809 |
| | X ₂ | 0,582 | 0,0945 | 1,8936 | 0,1001 |
| Питома вага народжених з малою масою тіла (%) | X ₁ | 0,7215 | 0,0685 | 2,757 | 0,0282 |
| | X ₂ | 0,7075 | 0,0713 | 2,6489 | 0,033 |
| Питома вага народжених недоношеними (%) | X ₁ | 0,8477 | 0,0402 | 4,2284 | 0,0039 |
| | X ₂ | 0,8116 | 0,0487 | 3,6761 | 0,0079 |
| Захворюваність новонароджених (на 1000 нар. живими) | X ₁ | 0,7885 | 0,054 | 3,3923 | 0,0116 |
| | X ₂ | 0,7829 | 0,0553 | 3,3299 | 0,0126 |
| Поширеність хвороб нервової системи серед дитячого населення (на 10000 дітей) | X ₁ | 0,6104 | 0,0896 | 2,0386 | 0,0809 |
| | X ₂ | 0,582 | 0,0945 | 1,8936 | 0,1001 |
| Поширеність хвороб органів травлення серед дитячого населення (на 10000 дітей) | X ₁ | 0,7595 | 0,0604 | 3,0893 | 0,0176 |
| | X ₂ | 0,7442 | 0,0637 | 2,9475 | 0,0215 |

делей їх залежності від техногенного навантаження території промисловими відходами.

Об'єкти та методи досліджень. Для аналізу забруднення навколишнього середовища ТПВ були досліджені території міських агломерацій Придніпров'я з різним рівнем техногенного навантаження. У якості показників техногенного навантаження прийнято питомі показники: утворення небезпечних відходів I-III класів небезпеки у кг на 1 квадратний кілометр території міст та утворення небезпечних відходів I-III класів небезпеки у містах області у кг на 1 особу, за даними офіційної статистики за 2002-2007 роки [2].

Вивчення впливу промислових відходів на стан здоров'я населення здійснено методом ретроспективного суцільного спостереження на підставі аналізу загальноприйнятих показників здоров'я, отриманих за даними офіційних статистичних звітів про стан здоров'я населення, що мешкає на території міст Дніпропетровської області (12 поселень) за той саме період [3].

Оцінку рівня популяційного здоров'я проведено за групами медико-демографічних показників (народжуваність, смертність, природний приріст населення), показників поширеності захворювань серед дитячого та дорослого населення за 15 класами МКХ-X [4], показників порушень перебігу вагітності та пологів у жінок та показників порушень здоров'я новонароджених дітей. Загальна кількість результативних ознак (показників здоров'я), що були проаналізовані, становила 49.

Статистичну обробку та аналіз результатів проведено за за-

галуприйнятими методиками методом кореляційно-регресійного аналізу з побудовою рів-

нянь лінійної регресії різних типів на персональному комп'ютері з використанням стандартних

Рисунок 1

Апроксимація залежності навантаження території промисловими відходами I-III класів (кг/км²) на питому вагу народжених недоношеними (%)

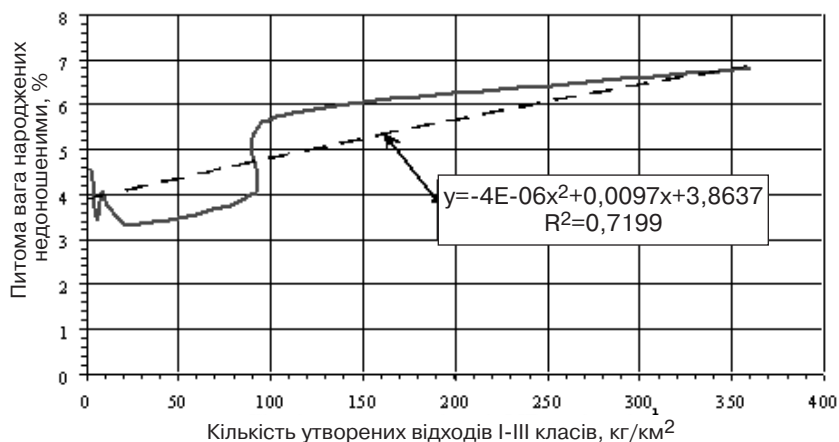
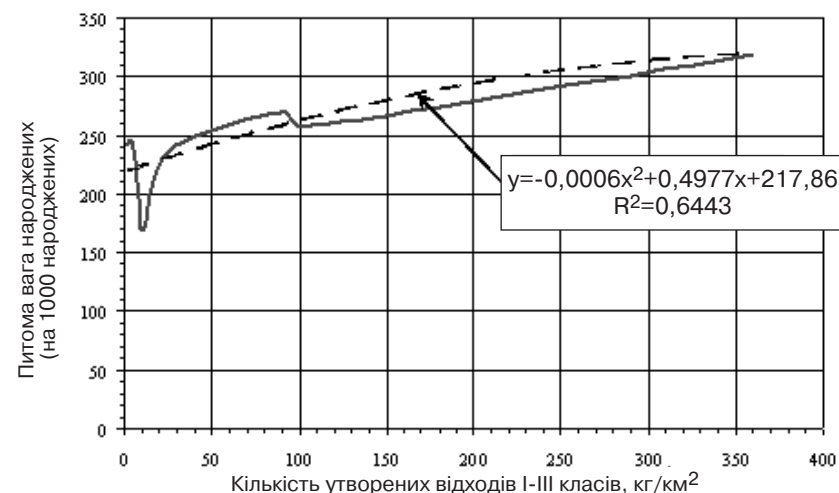


Рисунок 2

Апроксимація залежності навантаження території промисловими відходами I-III класів (кг/км²) на рівень захворюваності новонароджених (на 1000 народжених живими)



THE ESTIMATION AND FORECASTING RISK FOR HEALTH OF THE POPULATION ON TERRITORY TECHNOGENIC LOADS BY INDUSTRIAL WASTES
Shevchenko A.A., Ogir K.Y., Ogir L.B.

In article reflected revealed regularities of the influence technogenic loads territory city industrial wastes on picture of health populations. They are installed statistical reliable correlatives dependencies between specific factor technogenic loads territory city hard industrial depart-

ure (kg/km² and kgs/forehead) and factor of health different contingent populations (pregnant, woman recently confined, newborn, children and adult population), is built equations to linear regression of the different types and is calculated factors of the relative risk of the breaches of health of the population. Findings about priority type of the breaches of health of the population when soiling territory city industrial departure are made.

статистичних пакетів STATISTICA 5.0, SPSS 10.0 [5]. Для первинної підготовки таблиць та проміжних розрахунків використовувався пакет Excel [6]. Розраховано показники відносного ризику порушень здоров'я населення (relative risk) з використанням методик [7].

Результати та їх обговорення. Аналіз кореляційних матриць взаємозв'язку питомого навантаження територій ТПВ та показниками здоров'я населення свідчить, що найбільш уразливою до забруднення довкілля ТПВ групою населення виявилися вагітні жінки та новонароджені діти (табл. 1). Виявлено пряму середньої сили кореляційну залежність між кількістю утворених твердих промислових відходів на 1 км² території міста та питомою вагою передчасних пологів ($r_{xy} = 0,55$, $p > 0,05$). Встановлено сильну статистично вірогідну кореляційну залежність між тим же показником забруднення довкілля та питомою вагою народжених з малою масою тіла ($r_{xy} = 0,72$, $p < 0,05$), а також питомою вагою народжених недоношеними ($r_{xy} = 0,85$, $p < 0,05$).

Виявлено також сильну кореляційну залежність з високим ступенем вірогідності отриманих результатів між питомими показниками навантаження території міст ТПВ та показниками захворюваності новонароджених ($r_{xy} = 0,79$, $p < 0,01$).

Аналіз кореляційних матриць, які включали показники захворюваності серед дитячого та дорослого населення за усіма класами хвороб, свідчить про вірогідну наявність впливу ТПВ на показники поширеності хвороб нервової системи та органів травлення серед дитячого населення ($r_{xy} = 0,61$, $p > 0,05$ та $r_{xy} = 0,76$, $p < 0,05$ відповідно).

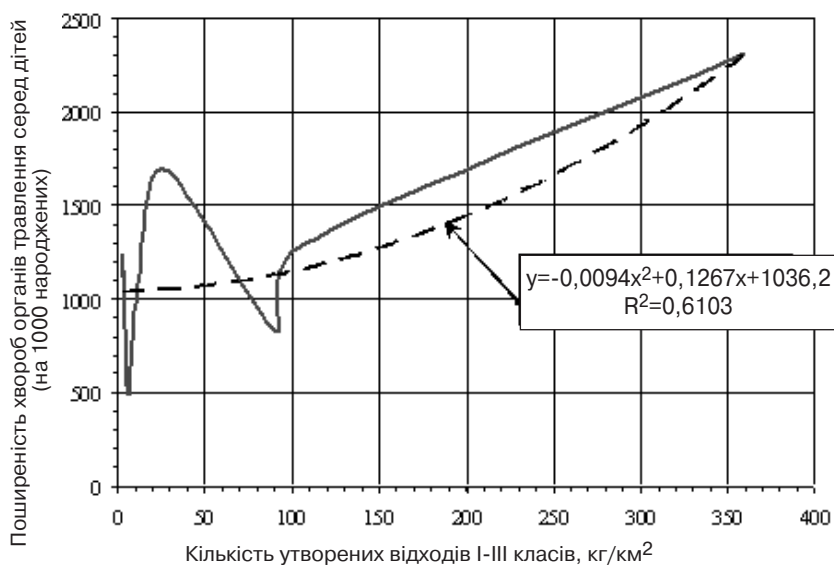
Графічне зображення окремих виявлених залежностей з побудовою кривої лінії тренда представлено на рисунках 1-3.

Віражі кривих залежності навантаження територій проми-

словими відходами у зоні малих навантажень, які спостерігаються на всіх представлених графіках (рис. 1-3), пояснюються, на нашу думку, тим фактом, що на території Дніпропетров-

ської області розташовані промислові міста з наявністю небезпечних радіоактивних відходів (м. Жовті Води) та специфічних відходів хімічного підприємства (м. Павлоград). Питоме на-

Рисунок 3
Апроксимація залежності навантаження території промисловими відходами I-III класів (кг/км²) на поширеність хвороб органів травлення серед дитячого населення (на 10000 дітей)



Таблиця 2
Рівняння регресії між кількістю утворених промислових відходів I-III класів на території населених міст (кг/км²) та показниками здоров'я населення

| Показник порушень здоров'я | Рівняння регресії | Вірогідність апроксимації R ² |
|--|---------------------------------|--|
| Питома вага передчасних пологів (%) | $1E-0,5x^2 - 0,0003x + 3,4382$ | 0,3213 |
| Питома вага народжених з малою масою тіла (%) | $1E-05x^2 + 0,0053x + 5,1869$ | 0,526 |
| Питома вага народжених недоношеними (%) | $-4E-0,6x^2 + 0,0097x + 3,8637$ | 0,7199 |
| Захворюваність новонароджених (на 1000 народжених живими) | $-0,0006x^2 + 0,4977x + 217,86$ | 0,6443 |
| Поширеність хвороб нервової системи серед дитячого населення (на 10000 дітей) | $-0,006x^2 + 3,0109x + 323,14$ | 0,5021 |
| Поширеність хвороб органів травлення серед дитячого населення (на 10000 дітей) | $0,0094x^2 + 0,1267x + 1036,2$ | 0,6103 |

Таблиця 3

Показники відносного ризику порушень здоров'я вагітних жінок, породіль та новонароджених на територіях інтенсивного впливу твердих промислових відходів

| Показник порушень здоров'я | Рівень показника ($P \pm m$) | | Відносний ризик (RR) |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | серед населення Дніпродзержинська | серед населення Новомосковська | |
| Питома вага ускладнених пологів (%) | 52,5 ± 1,03 | 41,6 ± 0,76 | 1,26 |
| Питома вага передчасних пологів (%) | 4,7 ± 0,2 | 2,45 ± 0,24 | 1,92 |
| Питома вага народжених з малою вагою (%) | 8,35 ± 0,78 | 5,2 ± 0,36 | 1,61 |
| Питома вага народжених недоношеними (%) | 8,82 ± 0,22 | 3,77 ± 0,17 | 1,81 |
| Захворюваність новонароджених (на 1000 нар. живими) | 318,2 ± 4,12 | 169,6 ± 6,08 | 1,88 |
| Частота вроджених аномалій як причин смерті новонароджених (на 10000 новонар.) | 32,85 ± 5,06 | 15,35 ± 6,34 | 2,14 |

вантаження цими відходами, порівняно з іншими містами області, де переважають відходи гірничо-видобувної, металургійної та машинобудівної га-

лузей промисловості, значно менші. Разом з тим спостерігаються виражені ефекти їхнього впливу на показники здоров'я населення.

Подібна обробка матеріалів дослідження дозволила отримати поліномні (другого порядку) моделі прогнозування впливу навантаження території твердими промисловими відходами (y кг/км²) на показники здоров'я населення. Результати обробки матеріалів кореляційно-регресійного аналізу можна використати для побудови математичної моделі "навантаження території промисловими відходами — здоров'я населення", які апроксимуються квадратичною залежністю виду

$$y = a_1 + a_2x + a_3x^2,$$

де y — показник здоров'я населення; x — показники питомого навантаження території промисловими відходами (кг/км²); a_1, a_2, a_3 — коефіцієнти квадратичної регресії.

У таблиці 2 наведено рівняння регресії, які описують виявлені нами залежності, а також моделі впливу у системі "навколишнє середовище — здоров'я населення" лише тих показників здоров'я, що дали статистично достовірні відгуки на питоми по-

Таблиця 4

Показники відносного ризику поширеності захворювань серед дитячого населення на територіях інтенсивного впливу твердих промислових відходів

| Клас хвороб (МКХ-10) | Рівень показника поширеності захворювань, на 10000 дітей ($P \pm m$) | | Відносний ризик (RR) |
|---|--|--------------------------------|----------------------|
| | серед населення Дніпродзержинська | серед населення Новомосковська | |
| I. Інфекційні та паразитарні хвороби | 719,9 ± 1,04 | 616,9 ± 10,82 | 1,23 |
| II. Новоутворення | 93,1 ± 2,14 | 71,8 ± 3,39 | 1,53 |
| IV. Ендокринні хвороби, розлади харчування та порушення імунітету | 860,5 ± 0,81 | 598,6 ± 10,82 | 1,44 |
| VI. Хвороби нервової системи | 632,8 ± 1,13 | 465,8 ± 9,59 | 1,36 |
| VII. Хвороби ока та його додаткового апарату | 1156,4 ± 7,47 | 912,6 ± 13,08 | 1,27 |
| X. Хвороби органів дихання | 11152,8 ± 0,01 | 8811,7 ± 14,76 | 1,27 |
| XI. Хвороби органів травлення | 2308,4 ± 9,86 | 1010,2 ± 13,03 | 2,29 |
| XII. Хвороби шкіри та підшкірної клітковини | 1149,3 ± 7,45 | 795,8 ± 12,36 | 1,44 |
| XVII. Вроджені вади розвитку та хромосомні аномалії | 346,8 ± 4,28 | 207,6 ± 6,48 | 1,67 |
| XIX. Травми, отруєння | 533,1 ± 5,25 | 432,2 ± 9,57 | 1,23 |

Таблиця 5

Показники відносного ризику поширеності захворювань серед дорослого населення на територіях інтенсивного впливу твердих промислових відходів

| Клас хвороб (МКХ-10) | Рівень показника поширеності захворювань, на 10000 дорослого населення ($P \pm m$) | | Відносний ризик (RR) |
|---|--|--------------------------------|----------------------|
| | серед населення Дніпродзержинська | серед населення Новомосковська | |
| II. Новоутворення | 519,2 ± 2,13 | 319,1 ± 2,98 | 1,63 |
| IV. Ендокринні хвороби, розлади харчування та порушення імунітету | 656,4 ± 0,42 | 463,5 ± 0,85 | 1,42 |

казники забруднення територій промисловими відходами. Для оцінки адекватності моделей вихідним даним нами визначено величину вірогідності апроксимації (R^2).

Серед показників ризику найбільш адекватним для нашого дослідження виявився розрахунок відносного ризику (relative risk — RR), який свідчить, у скільки разів відповідний показник здоров'я тих, хто підпав під вплив фактора ризику, вищий,

ніж в осіб без нього. При цьому найбільш несприятливою територією (з найвищими рівнями питомого навантаження ТПВ та показників порушень здоров'я) ми прийняли місто Дніпродзержинськ. Територією відносного контролю за тими саме критеріями прийнято місто Новомосковськ.

Показники відносного ризику прояву порушень здоров'я на територіях інтенсивного техногенного навантаження твердими промисловими відходами наведено у таблицях 3-5.

Враховані коефіцієнти відносного ризику свідчать про підвищений ризик виникнення порушень здоров'я у різних контингентів експонованого населення. Відносний ризик достатньо показує силу причинного зв'язку між патологією населення та забрудненням територій твердими промисловими відходами і являє собою суттєве доповнення до попередніх даних кореляційно-регресійного аналізу.

Висновки

1. Між питомими показниками навантаження територій ТПВ та показниками порушень здоров'я вагітних жінок (питомою вагою передчасних пологів) та новонароджених (питомою вагою народжених з малою масою тіла, народжених недоношеними та захворюваністю новонароджених) виявлено статистичну значиму кореляційну залежність.

2. Сильну кореляційну залежність з високим ступенем вірогідності отриманих результатів виявлено між показниками поширеності хвороб нервової системи та органів травлення серед дитячого населення та техногенного навантаження територій ТПВ.

3. Результати дослідження дозволили отримати математичні моделі "навантаження території промисловими відходами — здоров'я населення" у вигляді поліномів другого порядку, які дозволяють прогнозувати очікувані порушення стану здоров'я населення залежно від накопичення ТПВ.

4. Доведено підвищення відносного ризику виникнення у населення, що мешкає на території інтенсивного техногенного навантаження

ТПВ, частоти передчасних пологів ($RR=1,92$), питомої ваги народжених недоношеними (1,81), захворюваності новонароджених (1,88), частоти вроджених аномалій як причин смерті новонароджених (2,14). Установлено також підвищені відносні ризики серед експонованого дитячого населення поширеності новоутворень, ендокринних хвороб, хвороб органів травлення та вроджених вад розвитку та хромосомних аномалій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дрозд І.П., Коломієць В.І. Основні завдання управління відходами в Україні у контексті екологічної безпеки / Сотрудничество для решения проблемы отходов. Матер. IV Междунар. конф. (31.01-01.02.2007, Харьков). — Харьков, 2007. — С. 17-19.

2. Статистичний щорічник Дніпропетровської області за 2007 рік. Головне управління статистики у Дніпропетровській області. — Дніпропетровськ, 2008.

3. Показники стану здоров'я населення Дніпропетровської області у 2006-2007 рр. / Головне управління охорони здоров'я облдержадміністрації, Обл. центр медичної статистики. — Дніпропетровськ, 2008.

4. МКБ X: Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. 10-й пересмотр. — Женева: ВОЗ, 1995. — Т. 1, ч. 1. — 698 с., ч. 2. — 633 с. Т. 2. — 172 с.

5. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. — СПб: Питер, 2001.

6. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в микро-биологических исследованиях с использованием Excel. — К.: МОРИОН, 2000.

7. Лехан В.М., Вороненко Ю.В. та ін. Епідеміологічні методи виняткової неінфекційних захворювань. — Д.: АРТ-ПРЕС, 2004. — 184 с.

8. Рахманін Ю.А., Новиков С.М., Шашина Т.А., Абалкіна І.Л. Оценка и снижение стратегических рисков в социальной сфере (на примере риска для здоровья человека) / Управление риском. — Спецвыпуск, 2002. — С. 53-59.

Надійшла до редакції
10.04.2009.