

TO A QUESTION OF A SOFTWARE OF SYSTEM OF THE SANITARY-AND-EPIDEMIOLOGIC CONTROL OF AN ENVIRONMENT

Kuznetsov A., Ponomarenko A.

ДО ПИТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ САНІТАРНО-ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

A

**КУЗНЕЦОВ О.В.,
ПОНОМАРЕНКО А.М.**
Український НДІ медицини
транспорту,
м. Одеса,
Міністерство охорони здоров'я
України

УДК 351.77.773:517;557.47/.48

Актуальність проблеми формування систем оперативного контролю над станом навколишнього середовища нині зумовлена високим антропогенним навантаженням від різних видів транспорту та їхніх інфраструктур на природну сферу і стан здоров'я населення [1-5].

Метою досліджень є розробка концепції формування гігієнічного оперативного контролю на основі створення оптимальної моделі з моніторингу і прогнозу впливу транспортних засобів на навколишнє середовище.

Основне завдання — розробка системи оперативного контролю санітарно-гігієнічних складових об'єкта:

- побудова математичного опису причинно-наслідкових зв'язків об'єкта;

- визначення оптимального набору контрольованих змінних (спостережуваних або узгальнених);

- встановлення алгоритму оцінки системи контролю або прогнозованого санітарно-гігієнічного складу у т.з. природоохоронних об'єктах.

Матеріали і методи дослідження:

*К ВОПРОСУ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ*

Кузнецов А.В., Пономаренко А.Н.

В условиях высокой антропогенной нагрузки от разных видов транспорта и их инфраструктур на естественную среду и состояние здоровья населения актуальна проблема формирования систем оперативного контроля над состоянием окружающей среды.

Основным заданием, поставленным в работе, есть разработка концепции формирования гигиенического оперативного контроля на основе создания оптимальной модели по мониторингу и прогнозу влияния транспортных средств на окружающую среду.

Решение вышеизложенной задачи позволит рекомендовать создание и внедрение в инфраструктуры водного транспорта информационной системы мониторинговой оценки санитарно-эпидемиологического состояния портов мероприятия, базирования и ремонта для паромов, осуществляющих международные пассажиро-транспортные перевозки.

- побудова лінійної або лінійної за параметрами (лінійною щодо перетворених змінних) моделі;

- побудова графіків регресійних залежностей з довірчими зонами і графіками залишків, за наслідками якого визначалася наявність аномальних точок;

- побудова моделей для аналізованої вибірки після виключення аномальних даних;

- порівняльний аналіз моделей і визначення мінімального набору моделей, достатнього для адекватного опису взаємозв'язку досліджуваних показників.

Аналіз причинно-наслідкових множинних взаємозв'язків.

Методи множинної регресії: крокові методи побудови множинних регресійних моделей [6].

Методи факторного аналізу.

Для визначення мінімального набору агрегованих показників, достатніх для адекватного опису еколого-гігієнічного стану об'єкта.

Алгоритмічне забезпечення — метод головних чинників з косокутним обертанням (varimax, equimax, quartimax) [7, 8].

Факторний аналіз провадився для всіх наборів показників еколого-гігієнічного моніторингу.

Алгоритмічне забезпечення вирішення завдань регламентується використаними засобами програмного забезпечення.

Алгоритм формування системи оперативного контролю

Система формування оперативного контролю природоохоронного об'єкта складається з таких основних етапів:

- постановка і формалізація конкретних завдань оперативного контролю;

- визначення набору спостережуваних змінних і створення БАЗИ ДАНИХ;

- опрацювання блокової

структури системи контролю;

□ побудова моделей причинно-наслідкових зв'язків;

□ побудова набору узагальнених показників;

□ визначення оптимального набору вихідних показників, використаних в алгоритмах прийняття рішення;

□ перетворення набору вихідних показників на номінальні шкали (відносні, натурального ряду чисел, рангові, шкали станів);

□ розробка алгоритмічного і програмного забезпечення представлення інформації такою, що полегшує процедуру прийняття рішень;

□ розробка алгоритмічного і програмного забезпечення формалізованого прийняття рішень.

Аналіз інформації, що надходить у вигляді анкет обстеження об'єкта, передбачає такі основні етапи:

□ збір, коректування і зберігання початкової інформації;

□ представлення початкової інформації користувачеві у зручному для огляду і якісного аналізу вигляді. Підготовка і відбір інформації для статистичного аналізу;

□ статистичний аналіз інформації.

Представлення результатів аналізу у вигляді форм вихідних (звітних) документів.

Результати досліджень і їх огляд (приклад — розробка системи оперативного контролю). При розробці концепції формування системи оперативного контролю еколого-гігієнічного стану транспортних засобів об'єктом контролю були територіальні одиниці України: місто, область, регіон.

Набір спостережуваних показників, що характеризують об'єкт і його еколого-гігієнічний стан, було задано завчасно.

Увесь набір початкової інформації формується у вигляді бази даних, спроектованої на платформі СУБД CLARION [9, 10]. Статистичну обробку інформації провадили відповідно до методики при використанні статистичного пакету STATGRAPHICS, ver. 5 [11-12]. Для вирішення завдань картографування використовується адаптований для російськомовного користувача рекомендований ВОЗ програмний пакет EPIMAP.

ПОЧАТКОВІ ДАНІ

Характеристики географо-демографічних показників:



ГІГІЄНА ВОДИ ТА ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ

□ кількість областей — No,
□ кількість міст — Nr.
Чисельність населення, тис. чол. — NASEL.
Площа, тис. км² — PL (індекси: область + місто — OG, область — Про, місто — G).
Характеристики антропогенних показників:

□ витрата бензину, т — RASBEN,
□ витрата дизельного палива, т — RASDIZ,
□ витрата стислого газу, тис. м³ — GAZM,
□ витрата зрідженого газу, тис./дм³ — GAZL,
□ викиди в атмосферу шкідливих речовин, тис. т./год — VRED,
□ кількість легкових автомобілів, тис. шт. — Кл,
□ кількість вантажних автомобілів, тис. шт. — Кг, кількість автобусів, тис. шт. — Но, кількість мотоциклів, тис. шт. — Км.

ПОБЛОЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВХІДНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ Показники витрати палива і викиду шкідливих речовин в атмосферу

Початкові показники витрати палива і викиду шкідливих речовин в атмосферу були піддані факторному аналізу, у результаті якого було встановлено, що для опису даних достатнє використання одного головного чинника (FRAS) з накопиченим внеском 98,9%.

Взаємозв'язок між показником FRAS і спостережуваними показниками витрати палива і викидом шкідливих речовин в

атмосферу може бути представлений регресійною моделлю:

$$\text{FRAS} = -0.069 + 10^{-6} * (7.44 \text{ RASDIZO} + 1.94 \text{ RASBENO} + 4.98 \text{ GAZMO} + 17 \text{ GAZLO} + 4695 \text{ VRED}), \quad (5.1)$$

або (без істотної втрати точності) моделлю:

$$\text{FRAS} = -0.076 + 10^{-6} * (7.61 \text{ RASDIZO} + 2.29 \text{ RASBENO} + 4757 \text{ VRED}). \quad (5.2)$$

Показники кількості автотранспорту

Початкові показники, що характеризують кількість автотранспорту за областями і містами, були піддані факторному аналізу, у результаті якого було встановлено, що для опису даних (окремо по місту і по області) достатнє використання одного головного чинника (FKOLA), з накопиченим внеском для моделі області 99.2%, міста — 95.4 %.

Крім того було визначено узагальнений показник "умовна кількість автотранспорту (KOLUSL)" за формулою:

$$\text{KOLUSL} = (1 \text{ Окл} + 20 \text{ Кг} + 25 \text{ Ка} + 5 \text{ Км}) / 60, \quad (5.3)$$

де Кл, Кг, Но, Км — кількість легкових, вантажних автомобілів, автобусів, мотоциклів;

10, 20, 25, 5 — відповідні витрати пального на 100 км шляху.

Коефіцієнти кореляції між цими узагальненими показниками -0.992 (по місту) і 0.994 (по області), що вказує на високу ефективність використання факторного аналізу як методу знаходження узагальнених показників.

Таблиця 1

Аналіз кількості випадків захворювань з ВУТ по областях і містах України

Клас захворювань	Середнє значення		Критерій значущості	Т крит.
	Область	Місто		
3	0.23	0.32	0.0005	2.97
4	0.125	0.188	0.0005	2.94
6	3.12	4.03	0.027	2.30
8	23.19	30.40	0.0007	3.64
9	3.00	3.88	0.0019	3.31

TO THE QUESTION OF A SOFTWARE OF SYSTEM
OF THE SANITARY-AND-EPIDEMIOLOGIC
CONTROL OF AN ENVIRONMENT

Kuznetsov A., Ponomarenko A.

In conditions of high anthropogenous loading from various types of transport and their infrastructures on the natural environment and a state of health of the population the problem of formation of systems of the operative control over a condition of an environment is actual. The primary goal put in work is development of

the concept of formation of the hygienic operative control over creation of optimum model on monitoring and the forecast of influence of vehicles for an environment. The decision of the abovementioned problem will allow to recommend creation and introduction in infrastructures of a sailing charter information system estimations of a sanitary-and-epidemiologic condition of ports of call, basings and repair for steamships, shipowners which court carry out the international passenger transport connections.

**Показники захворюваності
зі ЗВУТ**

Для побудови узагальненого показника захворюваності використовувалася факторний аналіз. Початкові показники: кількість випадків ЗВУТ з хвороб нервової системи, органів дихання, травлення, травм і отруєнь (6, 8, 9, 17 класів захворювань).

Отримано узагальнений показник у вигляді однієї головної компоненти матриці початкових змінних ZF з накопиченою часткою з'ясування розкиду, рівного 100%, тобто при заміні чотирьох початкових змінних одним узагальненим ніякої втрати інформації не відбувається.

Узагальнений показник може бути також отриманий просто підсумовуванням початкових чотирьох показників (SUMSL), оскільки коефіцієнт кореляції між показниками ZF і SUMSL дорів-

нює 0.95, а визначення останнього методично значно простіше.

**ДОСЛІДЖЕННЯ
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПОКАЗНИКІВ
Взаємозв'язок захворюваності з демографо-географічними показниками**

У результаті розвідувального аналізу даних випадків захворювань з ВУТ по містах і областях України, зокрема, було виявлено, що в усіх досліджуваних класах захворювань спостерігається аномально підвищена захворюваність у Донецькій області.

Для оцінки значущості відмінностей рівня захворюваності по областях і містах було використано апарат перевірки статистичних гіпотез для всього набору показників захворюваності по класах і загалом. Результати досліджень для значущо помітних показників захворюваності по областях і місту наведено у таблиці 1.

При дослідженні взаємозв'язку "випадки захворювання — чисельність населення" використовувався метод кореляційного аналізу, у результаті якого було виявлено статистично значущий взаємозв'язок "випадки захворювання — чисельність населення області за класами захворювань "органи дихання", — $r = 0,70$ і "травми і отруєння" — $r = 0.61$ і істотну взаємодію показників захворювань за окремими класами на рівні $r = 0.5-0.8$.

Для аналізу захворюваності по регіонах використовувався дисперсійний аналіз, у результаті якого було виявлено значуще збільшення кількості випадків ЗВУТ у Східному регіоні за класами захворювань нервової системи (6 клас) і "травми і отруєння" (17 клас), а також тенденція регіональної залежності середньої тривалості захворювань за 17 класом.

Взаємозв'язок початкових антропогенних показників з демографо-географічними показниками

У результаті проведеного регресійно-кореляційного аналізу взаємозв'язку показників витрати палива, викидів шкідливих речовин в атмосферу, автотранспорту і чисельності населення, площею областей і міст було встановлено, що за чисельністю населення можуть бути отримані достатньо надійні кількісні оцінки прогнозованих значень антропогенних чинників. Визначено набори показників, для яких ці моделі статистично значущі, і побудовані відповідні регресійні моделі (табл. 2).

Для виявлення оптимального набору моделей, які використовувалися для опису взаємозв'язку між антропогенними і демографічними показниками, було проведено порівняльний аналіз якості моделей і додаткові етапи моделювання

Регресійні моделі взаємозв'язку витрати пального, кількості автотранспорту і чисельності населення областей (лінійні вигляду: $y = a + bx$)

Таблиця 2

Залежна змінна	Коефіцієнти регресії		n	Коефіцієнт кореляції	Залишок СКО
	a	b			
VRED	77.30	0.0936	24	0.936	42.55
RASBENOG	55401.60	70.7480	24	0.805	62830.80
RASBENO	14336.00	94.4440	13	0.781	76059.10
RASBENG	12870.80	66.9300	14	0.938	17557.50
RASDIZOG	-3892.85	50.4720	24	0.840	39299.60
RASDIZO	-32328.60	64.4800	13	0.827	43949.00
RASDIZG	8188.72	40.9840	14	0.964	8039.70
GAZLOG	-12837.40	9.7430	17	0.825	8055.30
GAZLO	-13614.40	11.6220	10	0.892	6708.60
GAZLG	1059.83	3.6100	12	0.656	3165.50
Виключено м. Донецьк					
GAZLOGK	961.80	2.45	16	0.848	1287.78
GAZLOK	-976.10	1.82	9	0.861	672.03
GAZLGK	673.29	2.94	11	0.926	955.43
GAZMG	2267.70	7.63	13	0.816	3931.50
KOLUSLO	5642.72	24.99	24	0.961	781.5
KOLUSLG	2315.14	24.25	10	0.988	905.45

Примітки: n — кількість точок, які використовувалися для побудови моделі; x — чисельність населення (NASEL).

тих, що включають наступні етапи:

□ побудова графіків регресійних залежностей з довірчими зонами і графіки залишків, за наслідками яких визначалася наявність аномальних точок;

□ побудова регресійних моделей для аналізованої вибірки після виключення аномальних точок;

□ порівняльний аналіз моделей для міста і області і показника витрати палива на 1000 чол. населення.

У результаті проведеного аналізу і моделювання було встановлено:

□ для опису взаємозв'язку витрати дизпалива, бензину і чисельності населення допустиме у першому наближенні використання єдиної моделі, побудованої за даними по областях, включаючи місто або показник витрати палива на 1000 чол. населення;

□ для моделі взаємозв'язку витрати зрідженого газу і чисельності населення було виявлено аномальне перевищення витрати газу щодо чисельності населення у Донецькій області; відмінність між значеннями витрати, оціненими за моделями, побудованими за даними до і після виключення аномальної точки, відрізняються більш ніж у 2,9 рази;

□ встановлено значущу відмінність моделей для міста і області і недоцільність використання у загальному випадку показника витрати газу на 1000 чол. населення, оскільки при цьому додаткова помилка для різних об'єктів становить величину близько 40-94%.

Для оцінки взаємозв'язку між антропогенними і демографічними показниками слід використовувати узагальнені показники FRAS і KOLUSL і показник чисельності населення. Відповідні коефіцієнти кореляції між цими показниками становлять величини не менше 0.94.

Взаємозв'язок антропогенних показників і показників захворюваності

Коефіцієнти кореляції між показниками, що спостерігалися, і узагальненими показниками становили величини 0.58-0.62

Для оцінки впливу антропогенних чинників на захворюваність можна обмежитися аналізом захворюваності за трьома класами ("захворювання нервової системи", "захворювання

органів дихання", "травми і отруєння").

Надійнішим і ефективнішим є використання узагальненого показника захворюваності, оскільки при цьому для аналізу використовується істотно більший об'єм інформації і для ухвалення рішення використовується тільки один показник, що полегшує процедуру прийняття рішення.

Враховуючи невисокі коефіцієнти кореляції, для побудови прогностичних моделей необхідно підтвердити отримані результати захворюваності на вибірках більшого об'єму (наприклад, за паралельними даними про захворюваність по областях і антропогенними показниками за 10 років).

Для системи оперативного контролю і прогнозування стану об'єкта було запропоновано використовувати 4 показники:

□ чисельність населення об'єкта (NASELO), тис. чол.;

□ узагальнений показник витрати палива і викиду шкідливих речовин в атмосферу (FRAS), який визначається за формулою розділу, умовна шкала;

□ умовна кількість автотранспорту (KOLUSL), який визначається за формулою розділу, тис. шт.;

□ сумарна кількість випадків ЗБУТ (SUMSL) за 6, 8, 9 і 17 класами, нормована на тих, що 100 працюють.

Для зручності практичної роботи увесь діапазон зміни цих показників представляється у вигляді рангових шкал, відповідно до таблиці ранжування (табл. 3).

Для якісного аналізу витрати

ду інших об'єктів і структур, зокрема медичного напрямку, що стосується епідеміологічного стану, наприклад морських портів України. Набір показників, які характеризують об'єкт, що спостерігається, необхідно сконцентрувати відповідно до заданої нами схеми такого змісту: найменування порту, географічні координати, коротка характеристика місцевості — території, етнографічні показники, гігієнічні оцінки портів, причалів, умови стоянки судів і здійснення вантажних операцій, прохідні глибини до причалів, умови і необхідність прийому водяного баласту при виході з порту, вимоги з охорони навколишнього середовища, умови постачання судів (водою, провізією, особливо овочами, витратними матеріалами), захворюваності населення (особливо на ендемічні інфекційні хвороби) і організації медичної допомоги.

Висновок

Представлені матеріали дозволяють рекомендувати створення і впровадження в інфраструктури водного транспорту

Таблиця 3

Ранг	Діапазони зміни показників			
	NASELO	FRAS	KOLUSL	SUMSL
1	500 1000	00 10	20 0 40 0	10-20
2	1000 ... 1500	1.0... 2.0	40.0....60.0	20-30
3	1500 ...2000	2.0... 3.0	60.0....80.0	30-40
4	2000 ... 3000	3.0... 4.0	80.0....100.0	40-50
5	понад 3000	4.0... 5.0	понад 100.0	понад 50

палива ефективно використання програмного забезпечення, що дозволяє провадити картографічний аналіз даних, розроблених на базі рекомендованого ВОЗ програмного засобу EPIMAP.

Згідно з представленими матеріалами програмне забезпечення може здійснюватись у процесі комплексної оцінки ря-

інформаційну систему моніторингової оцінки санітарно-епідеміологічного стану портів заходу, базування і ремонту для пароплавів, судновласників, судна яких здійснюють міжнародні пасажиро-транспортні перевози.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высшая школа, 1990. — 480 с.

2. Руководство по социальной гигиене и организации здравоохранения: В 2-х томах. Т. 1 / Под ред. Ю.П. Лисицина. — М.: Медицина, 1987. — 432 с.

3. Степановских А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды. — М., 2003.

4. Журнал "Eco News". — № 5, 2002. — www.statsoft.ru

5. Кацнельсон Б.А., Привалова Л.И., Кузьмин С.В. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга. — Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2001. — 244 с.

6. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1986-1987. — 2 т.

7. Иберла К. Факторный анализ. — М.: Статистика, 1980. — 398 с.

8. Харман Г. Современный факторный анализ. — М.: Статистика, 1972. — 468 с.

9. Система КЛАРИОН. Утилита Дизайнер / Руководство пользователя. — М.: Айсберг, 1991. — 126 с.

10. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере. — М.: Финансы и статистика, 1995. — 384 с.

11. Нетудихатка О.Ю., Клейнер Л.Б. Математические методы формирования системы оперативного контроля экологического состояния объектов, обусловленного работой транспорта. — Одесса: МЗУ, УКРНИИМТ, 1997.

12. S. STATGRAPHICS (Statistical graphics system by Statistical Graphics Corporation) //INTERNATIONAL VERSION (Ver. 5.1). — STSC, Inc-1991.

IMPACT OF CITY WASTE WATER ON THE FORMING OF WATER RESOURCE QUALITY IN THE BASIN OF SREDNY DNEPR

Salo T.L., Chornokosinsky A.V., Vashkulat N.P., Cherevko Ye.M.

ВЛИВ СТИЧНИХ ВОД МІСТ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ У БАСЕЙНІ СЕРЕДЬНОГО ДНІПРА



**САЛО Т.Л.,
ЧОРНОКОЗИНСЬКИЙ А.В.,
ВАШКУЛАТ М.П.,
ЧЕРЕВКО О.М.**

Інститут гідротехніки та меліорації УААН, ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України", м. Київ

УДК 628.35:361:631.67

ВЛИЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАСЕЙНЕ СРЕДНЕГО ДНЕПРА

**Сало Т.Л.,
Чорнокозинский А.В.,
Вашкулат Н.П.,
Черевко Е.М.**

В статье представлены результаты научных исследований работ, направленных на выявление основных причин загрязнения водных ресурсов в бассейне р. Днепр и изучение закономерностей формирования гидрохимических и экологических процессов в средней части р. Днепра. Проведена агрометеорологическая и санитарно-экологическая оценка качества воды.

ині в Україні досить гостро стоїть проблема щодо необхідності поліпшення екологічного стану басейнів річок різних регіонів, у тому числі басейну р. Дніпра.

Вимогами до раціонального використання водних ресурсів, запобігання їх виснаженню і забрудненню є відведення біологічно-очищених стічних вод для зрошення та вдобрення сільськогосподарських угідь.

Виробничо-господарська діяльність багатьох об'єктів народного господарства країни, у тому числі комунального, істотно впливає на гідрохімічний та екологічний стан поверхневих вод. Майже половина території України зазнає надмірного господарського навантаження на водоресурсний потенціал. Забезпечення чистою водою промислових і сільськогосподарських підприємств ускладнюється через незадовільну якість води водних ресурсів. Для переважної більшості підприємств промисловості, сільського і комунального господарства вміст забруднюючих речовин, які скидаються зі стічними водами у водні об'єкти, істотно перевищує гранично допустимі концентрації. Тому основною причиною забруднення поверхневих вод України слід вважати скидання неочищених та недостатньо очищених стічних вод у річки та інші водойми після відведення їх від численних населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь.

За даними [1], об'єм біологічно очищених стічних вод в Україні становить 1782 млн. м³. Виявлено, що у багатьох випадках у результаті скиду зі стічними водами забруднюючих речовин поверхневі води не відповідають нормам охорони вод і, як наслідок, порушується екологічна рівновага у навколишньому середовищі. Найбільш токсичними для водойм є органічні, біогенні та мінеральні сполуки групи азоту, які у різній кількості знаходяться у стічних водах, водночас вони можуть бути джерелом поживних речовин для рослин при відведенні стічних вод для зрошення, тому метою даних досліджень було встановлення особливостей формування якості стічних вод міст, які скидаються у басейні р. Дніпра, виявлення основних причин забруднення водних ресурсів та визначення подальшої спрямованості гідрохімічних та екологічних процесів у дніпровському басейні.

Методика досліджень переважно була направлена на визначення якісного складу стічних вод, що скидаються у р. Дніпро, та дніпровської води, відібраної на лівому та правому берегах середнього Дніпра, а стічних вод — після їх скиду з очисних спо-