

Вміст есенціальних ПНЖК у раціонах дітей шкільного віку
різної етнокультурної належності, г/добу

Типи ПНЖК	Назва	Національна кулінарна традиція		
		Українська	Молдавська	Гагаузька
ω-3	18:3, α-ліноленова	0,31±0,04	0,19±0,01*	0,28±0,03
	20:5, ейкозопентаєнова, ЕПК	0,010±0,003	0,010±0,002	0,010±0,002
	22:6, докозагексаєнова, ДГК	0,19±0,02*	0,67±0,06	0,52±0,02
ω-6	20:4, арахідонова	2,12±0,17*	3,54±0,31	3,79±0,22
	18:3, γ-ліноленова	0,83±0,05*	1,11±0,04	1,06±0,09

3. Для раціонів харчування дітей із усіх етнічних груп є характерним збільшення співвідношення ω-6/ω-3 жирних кислот до 17:1–82:1.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лук'янова О. М. Проблеми здоров'я здорової дитини та наукові аспекти профілактики його порушень / О. М. Лук'янова // Мистецтво лікування. – 2005. – № 2. – С. 6–10.

2. Баранов А. А. Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях : рук. для врачей / А. А. Баранов, В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 437 с.

3. *Dietary fat in infancy should be more focused on quality than on quantity* / I. Ohlund, A. Hörnell, T. Lind, O. Hernell / *Eur J Clin Nutr.* – 2008. – Vol. 62 (9). – P. 1058–1064.

4. *Dietary fat intake in healthy adolescents: inverse relationships between the estimated intake of saturated fatty acids and serum cholesterol* / G. Samuelson, L. E. Bratteby, R. Mohsen, B. Vessby // *Br J Nutr.* – 2001. – Vol. 85 (3). – P. 333–341.

5. *Uauy R. Fat and fatty acid requirements and recommendations for infants of 0–2 years and children of 2–18 years.*

/ *R. Uauy, A. D. Dangour // Ann Nutr Metab.* – 2009. – Vol. 55 (1–3). – P. 76–96.

6. *Weiss R. Metabolic Syndrome in Childhood – Causes and Effects.* / R. Weiss, A. D. Dangour // *Endocr Dev.* – 2010 – Vol. 19. – P. 62–72.

7. *EB115.R12 Infant and young child nutrition* / FAO/WHO Expert Meeting. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB115/EB115_R12-en.pdf

8. *Matthews A. E. Children and obesity: a pan-European project examining the role of food marketing* / A. E. Matthews // *Eur J Public Health.* – 2008. – Vol. 18 (1). – P. 7–11.

9. *Особливості харчового статусу дівчат-підлітків, які проживають у різних за рівнем екологічної безпеки умовах* / М. М. Надворний, Ю. М. Ворохта, О. М. Надворна, В. Л. Михайленко // *Одеський медичний журнал.* – 2005. – № 4 (90). – С. 82–86.

10. *USDA National Nutrient Database for Standard Reference.* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search>

11. *Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA* / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2002. – 312 с.

УДК 351.77.773:517;667.471.48

В. П. Сиденко, канд. мед. наук,
Н. И. Голубятников, канд. мед. наук,
А. М. Войтенко, д-р мед. наук,
Е. А. Солений

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУР ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ПРОБЛЕМЕ САНЭПИДНАДЗОРА НА ФЛОТЕ

Центральная СЭС на водном транспорте МЗ Украины, Одесса, Украина

УДК 351.77.773:517; 667.471.48

В. П. Сиденко, М. І. Голуб'ятников, А. М. Войтенко, Є. О. Солоний
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФРАСТРУКТУР
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У ПРОБЛЕМІ САНЕПІДНАГЛЯДУ НА ФЛОТІ

Центральна СЕС на водному транспорті МОЗ України, Одеса, Україна

В умовах високого антропогенного навантаження різних видів транспорту і їх інфраструктур на природне середовище і стан здоров'я населення актуальною проблемою є формування систем оперативного контролю.

У роботі наведена концепція формування гігієнічного оперативного нагляду на основі створення оптимальної моделі з моніторингу та прогнозування впливу транспортних засобів на навколишнє середовище. Впровадження системи інформаційного моніторингу в інфраструктурі водного транспорту є перспективним для оперативної комплексної оцінки санітарного стану портів морегосподарчого комплексу України.

Ключові слова: соціально-гігієнічний моніторинг, інформаційне забезпечення, морський транспорт, природоохоронні заходи.

THE MATHEMATIC MODELING OF
TRANSPORT MEANS INFRASTRUCTURES

IN THE PROBLEM OF SANITARY SURVEILLANCE AT THE FLEET

The central SES on the water transport of the MPH of Ukraine, Odessa, Ukraine

Formation of the operative control systems is a pertinent problem in the conditions of the high man-made load of the various transport means and their infrastructure on the environment and population health.

There is represented the concept about hygienic operative surveillance against a background of the development of the optimal model of monitoring and prognosis of transport means impact on the environment. The implementation of information monitoring in the infrastructure of the water transport is a perspective measure for the operative complex evaluation of the sanitary state of the sea ports in Ukraine.

Key words: social-hygienic monitoring, information support, sea transport, environment protection.

Актуальность проблемы формирования систем оперативного контроля за состоянием окружающей среды ныне обусловлена высокой антропогенной нагрузкой от различных видов транспорта и их инфраструктур на природную сферу и состояние здоровья населения [1–8].

Цель исследования — разработка концепции формирования гигиенического оперативного контроля на основе создания оптимальной модели мониторинга и прогноза влияния транспортных средств на окружающую среду.

Основная задача — разработка системы оперативного контроля санитарно-гигиенических составных объекта. Данная система включает:

- построение математического описания причинно-следственных связей объекта;
- определение оптимального набора контролируемых переменных (наблюдаемых либо обобщенных);
- установление алгоритма оценки системы контроля либо прогнозируемого санитарно-гигиенического состава в природоохранных объектах.

Материалы и методы исследования

На основании анализа функционирования инфраструктуры морского и наземного транспорта в Украине проведен настоящий объем исследований:

- построение линейной по отношению к преобразованным переменным модели;
- построение графиков регрессионных зависимостей с доверительными зонами и графиками остатков, по результатам которых определялось наличие аномальных точек;
- построение моделей для анализируемой выборки после исключения аномальных данных;
- сравнительный анализ моделей и определение минимального набора моделей, достаточно для адекватного описания взаимосвязи исследуемых показателей.

Анализ причинно-следственных множественных взаимосвязей проводился методами множественного регрессионного и факторного анализа. Для определения минимального набора агрегированных показателей, достаточных для адекватного описания эколого-гигиенического со-

стояния объекта, использовался метод главных компонент с косоугольным вращением (varimax, equimax, quartimax). Факторный анализ проводился для всех наборов показателей эколого-гигиенического мониторинга. Алгоритмическое обеспечение решения задач регламентировалось используемыми средствами программного обеспечения (СУБД CLARION и пакет STATGRAPHICS v. 5.0). Для решения задач картографирования использовали адаптированный применительно к русскоязычному пользователю рекомендованный ВОЗ программный пакет EPIMAP.

Результаты исследования и их обсуждение

Система формирования оперативного контроля природоохранного объекта состоит из следующих основных этапов:

- постановка и формализация конкретных задач оперативного контроля;
- определение набора наблюдаемых переменных и создание базы данных;
- проработка блочной структуры системы контроля;
- построение моделей причинно-следственных связей;
- построение набора обобщенных показателей;
- определение оптимального набора выходных показателей, используемых в алгоритмах принятия решения;
- преобразование набора выходных показателей в номинальные шкалы (относительные, натурального ряда чисел, ранговые, шкалы состояний);
- разработка алгоритмического и программного обеспечения представления информации в форме, максимально облегчающей процедуру принятия решений;
- разработка алгоритмического и программного обеспечения формализованного принятия решений.

Анализ поступающей информации в виде анкет обследования объекта включает следующие основные этапы:

- сбор, корректировка и хранение исходной информации;

Кодификация исходных данных

Показатели	Коды
Географо-демографические	
Количество областей	No
Количество городов	Ng
Численность населения, тыс. чел.	NASEL
Площадь, тыс. км ²	PL
Антропогенное загрязнение	
Расход бензина, т	RASBEN
Расход дизельного топлива, т	RASDIZ
Расход сжатого газа, тыс. м ³	GAZM
Расход сжиженного газа, тыс. дм ³	GAZL
Выбросы в атмосферу вредных веществ, тыс. т/год	VRED
Количество легковых автомобилей, тыс. шт.	Кл
Количество грузовых автомобилей, тыс. шт.	Кг
Количество автобусов, тыс. шт.	Ка
Количество мотоциклов, тыс. шт.	Км

Примечание. Индексы: область + город — OG, область — O, город — G.

— представление исходной информации пользователю в удобном для обозрения и качественного анализа виде. Подготовка и отбор информации для статистического анализа;

— статистический анализ информации;

— представление результатов анализа в виде форм выходных (отчетных) документов.

При разработке концепции формирования системы оперативного контроля эколого-гигиенического состояния транспортных средств объектом контроля являлись территориальные единицы Украины: город, область, регион. Набор наблюдаемых показателей, характеризующих объект и его эколого-гигиеническое состояние, был задан заблаговременно. Весь набор исходной информации формируется в виде базы данных, спроектированной на базе СУБД CLARION [9; 10]. Статистическую обработку информации проводили в соответствии с методикой, использовали статистический пакет STATGRAPHICS v. 5.0 [11; 12].

Исходные показатели расхода топлива и выброса вредных веществ в атмосферу были подвергнуты факторному анализу, в результате которого было установлено, что для описания данных достаточно использования одного главного фактора (FRAS) с накопленным вкладом 98,9 %.

Взаимосвязь между показателем ЕКА8 и наблюдаемыми показателями расхода топлива и выбросом вредных веществ в атмосферу может быть представлена регрессионной моделью:

$$\text{FRAS} = -0,069 + (7,44 \text{ T ASDIZO} + 1,94 \text{ RASBENO} + 4,98 \text{ GAZMO} + 17 \text{ GAZLO} + 4695 \text{ VRED}) \cdot 10^{-6}$$

либо (без существенной потери точности) моделью:

$$\text{FRAS} = -0,076 + (7,61 \text{ RASDIZO} + 2,29 \text{ RASBENO} + 4757 \text{ VRED}) \cdot 10^{-6}$$

Исходные показатели, характеризующие количество автотранспорта по областям и городам, были подвергнуты факторному анализу, в результате которого установлено, что для описания данных (отдельно по городу и по области) достаточно использования одного главного фактора (FKOLA) с накопленным вкладом для модели области — 99,2 %, города — 95,4 %.

Кроме того, был определен обобщенный показатель «условное количество автотранспорта (KOLUSL)», определяемый по формуле

$$\text{KOLUSL} = (10 \text{ Кл} + 20 \text{ Кг} + 25 \text{ Ка} + 5 \text{ Км}) : 60,$$

где Кл, Кг, Ка, Км — количество легковых, грузовых автомобилей, автобусов, мотоциклов; 10, 20, 25, 5 — соответствующие расходы горючего на 100 км пути.

Коэффициенты корреляции между этими обобщенными показателями составили $r = -0,992$ (по городу) и $r = 0,994$ (по области), что указывает на весьма высокую эффективность использо-

вания факторного анализа в качестве метода нахождения обобщенных показателей.

Для построения обобщенного показателя заболеваемости также использовали факторный анализ. Исходные показатели: количество случаев ЗВУТ по болезням нервной системы, органов дыхания, пищеварения, травм и отравлениям (6, 8, 9, 17-й классы заболеваний). Получен обобщенный показатель в виде одной главной компоненты матрицы исходных переменных ZF с накопленной долей объяснимого разброса, равного 100 %, т. е. при замене 4 исходных переменных одним обобщением значимой потери информации не происходит.

Обобщенный показатель может быть также получен просто суммированием исходных четырех показателей (SUMSL), т. к. коэффициент корреляции между показателями ZF и SUMSL $r = 0,95$ ($p < 0,01$), а определение последнего методически значительно проще.

В результате разведочного анализа данных случаев заболеваний с ВУТ по городам и областям Украины, в частности, было обнаружено, что во всех исследуемых классах заболеваний наблюдается аномально повышенная заболеваемость в Донецкой области.

Для оценки значимости различий уровня заболеваемости по областям и городам был использован аппарат проверки статистических гипотез для всего набора показателей заболеваемости по классам и в целом по всем классам. Результаты исследований для значимо различающихся показателей заболеваемости по области и городу приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Анализ количества случаев
заболеваний с ВУТ**

Класс заболеваний	Среднее значение		Т-кри- терий	Р
	Область	Город		
3	0,23	0,32	2,97	0,0005
4	0,125	0,188	2,94	0,0005
6	3,12	4,03	2,30	0,027
8	23,19	30,40	3,64	0,0007
9	3,00	3,88	3,31	0,0019

При исследовании взаимосвязи «случаи заболевания — численность населения» использовался метод корреляционного анализа, в результате которого была обнаружена статистически значимая взаимосвязь «случаи заболевания — численность населения области» по классу заболеваний «органы дыхания» ($r=0,70$) и «травмы и отравления» ($r=0,61$) и наличие существенной взаимокоррелированности показателей заболеваний по отдельным классам на уровне $r=0,5-0,8$.

Для анализа заболеваемости по регионам использовали дисперсионный анализ, в результате которого было обнаружено значимое увеличение количества случаев ЗВУТ в восточном регионе Украины по классу заболеваний нервной системы (6-й класс) и классу заболеваний «травмы и отравления» (17-й класс), а также тенденция региональной зависимости средней длительности заболеваний по 17-му классу.

В результате проведенного регрессионного анализа взаимосвязи показателей расхода топлива, выбросов вредных веществ в атмосферу, автотранспорта и численности населения, площади областей и городов было установлено, что по численности населения могут быть получены достаточно надежные количественные оценки прогнозируемых значений антропогенных факторов. Определены наборы показателей, для которых эти модели статистически значимы, и построены соответствующие регрессионные модели (табл. 3).

С целью выявления оптимального набора моделей, используемых для описания взаимосвязи между антропогенными и демографическими показателями, был проведен сравнительный анализ качества моделей и применены дополнительные этапы моделирования:

— построение графиков регрессионных зависимостей с доверительными интервалами и графиков остатков, по результатам которых определялось наличие аномальных точек;

— построение регрессионных моделей для анализируемой выборки после исключения аномальных точек;

— сравнительный анализ моделей для города и области и показателя расхода топлива на 1000 чел. населения.

В результате проведенного анализа и моделирования было установлено следующее:

— для описания взаимосвязи расхода дизтоплива, бензина и численности населения допустимо, в первом приближении, использование единой модели, построенной по данным, полученным по областям, включая город, либо показателя расхода топлива на 1000 чел. населения;

— для модели взаимосвязи расхода сжиженного газа и численности населения было обнаружено аномальное превышение расхода газа по отношению к численности населения в Донецкой области; различие между значениями расхода, оцененными по моделям, построенным по данным до и после исключения аномальной точки, отличающихся более чем в 2,9 раза;

— установлено значимое различие моделей для города и области и нецелесообразность использования в общем случае показателя расхода газа на 1000 чел. населения, т. к. при этом дополнительная ошибка для различных объектов составляет величину порядка 40–94 %.

Для оценки взаимосвязи между антропогенными и социально-демографическими показателями наиболее эффективно использование обобщенных показателей FRAS и KOLUSL и показателя численности населения. Соответствующие коэффициенты корреляции между этими показателями составляют не менее 0,94.

Таблица 3

**Линейные регрессионные модели
взаимосвязи расхода горючего,
количества автотранспорта
и численности населения областей**

Зависимая переменная	Коэффициенты регрессии		n	Коэф- фици- ент корре- ляции	Оста- точное СКО
	a	b			
VRED	77,30	0,09	24	0,94	42,55
RASBENOG	55401,60	70,75	24	0,81	62830,80
RASBENO	14336,00	94,44	13	0,78	76059,10
RASBENG	12870,80	66,93	14	0,94	17557,50
RASDIZOG	-3892,85	50,47	24	0,84	39299,60
RASDIZO	-32328,60	64,48	13	0,83	43949,00
RASDIZG	8188,72	40,98	14	0,96	8039,70
GAZLOG*	-12837,40	9,74	17	0,83	8055,30
GAZLO	-13614,40	11,62	10	0,89	6708,60
GAZLG	1059,83	3,61	12	0,66	3165,50
GAZLOGK	961,80	2,45	16	0,85	1287,78
GAZLOK	-976,10	1,82	9	0,86	672,03
GAZLGK	673,29	2,94	11	0,93	955,43
GAZMG	2267,70	7,63	13	0,82	3913,50
KOLUSLO	5642,72	24,99	24	0,96	781,50
KOLUSLG	2315,14	24,25	10	0,99	905,45

Примечание. * — Донецк исключен.

Коэффициенты корреляции между наблюдаемыми и обобщенными показателями составляли величины порядка 0,58–0,62.

Для оценки влияния антропогенных факторов на заболеваемость можно ограничиться анализом заболеваемости по 3 классам («заболевания нервной системы», «заболевания органов дыхания», «травмы и отравления»).

Более надежным и эффективным является использование обобщенного показателя заболеваемости, т. к. при этом для анализа используется существенно больший объем информации, и для принятия решения используется только один показатель, что облегчает процедуру принятия решения.

Учитывая невысокие коэффициенты корреляции для построения прогностических моделей, необходимо подтвердить полученные результаты заболеваемости на выборках большего объема (например, по параллельным данным о заболеваемости по областям и показателям антропогенного загрязнения за 10 лет).

Для системы оперативного контроля и прогнозирования состояния объекта было предложено использовать 4 показателя:

— численность населения объекта (NASELO), тыс. чел.;

— обобщенный показатель расхода топлива и выброса вредных веществ в атмосферу (FRAS);

— условное количество автотранспорта (KOLUSL), тыс. шт.;

— суммарное количество случаев ЗВУТ (SUMSL) по 6, 8, 9 и 17-му классам, нормированное на 100 работающих.

Для удобства практической работы весь диапазон изменения этих показателей представлен в виде ранговых шкал в соответствии с таблицей ранжирования (табл. 4).

Для качественного анализа расхода топлива весьма эффективным оказывается использование программного обеспечения, позволяющего проводить картографический анализ данных, разработанного на базе рекомендованного ВОЗ программного средства EPIMAP.

Согласно представленным материалам, использование информационных технологий и математического моделирования может осуществляться в процессе комплексной оценки объектов транспорта (водного, авиационного,

железнодорожного). Применительно к морскому транспорту набор показателей, характеризующих наблюдаемый объект, необходимо сконцентрировать в соответствии со схемой следующего содержания: наименование порта, географические координаты, краткая характеристика местности — территории, этнографические показатели, гигиенические оценки портов, причалов, условия стоянки судов и осуществление грузовых операций, проходные глубины к причалам, условия и необходимость приема водяного балласта при выходе из порта, требования по охране окружающей среды, условия снабжения судов водой, провизией, особенно овощами, расходными материалами; показатели заболеваемости населения, особенно эндемичными инфекционными болезнями, и особенности организации медицинской помощи.

Выводы

Представленные материалы позволяют рекомендовать создание и внедрение в инфраструктуры водного транспорта информационной системы мониторинговой оценки санитарно-эпидемиологического состояния портов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лакин Г. Ф.* Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. школа, 1990. – 480 с.
2. *Руководство по социальной гигиене и организации здравоохранения: в 2-х т. Т. 1 / под ред. Ю. П. Лисицына.* – М. : Медицина, 1987. – 432 с.
3. *Степановских А. С.* Прикладная экология: охрана окружающей среды / А. С. Степановских. – М., 2003. – 137 с.
4. *Антомонов М. Ю.* Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М. Ю. Антомонов. – К., 2006. – 558 с.
5. *Кацнельсон Б. А.* Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б. А. Кацнельсон, Л. И. Привалова, С. В. Кузьмин. – Екатеринбург : Изд-во АМБ, 2001. – 244 с.
6. *Дрейпер Н.* Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М. : Финансы и статистика, 1986–1987. – Т. 2. – 230 с.
7. *Иберла К.* Факторный анализ / К. Иберла. – М. : Статистика, 1980. – 398 с.
8. *Харман Г.* Современный факторный анализ / Г. Харман. – М. : Статистика, 1972. – 468 с.
9. *Система КЛАРИОН. Утилита Дизайнер : рук. пользователя.* – М. : Айсберг, 1991. – 126 с.
10. *Тюрин Ю. Н.* Анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров. – М. : Финансы и статистика, 1995. – 384 с.
11. *Нетудыхатка О. Ю.* Математические методы формирования системы оперативного контроля эколого-гигиенического состояния объектов, обусловленного работой транспорта / О. Ю. Нетудыхатка, Л. Б. Клейнер. – Одесса : МЗУ, УКРНИИМТ, 1997. – 79 с.
12. *S. STATGRAPHICS (Statistical graphics system by Statistical Graphics Corporation). International version (v. 5.1).* – STSC Inc., 1991.

Таблица 4

Диапазоны изменения показателей

Ранг	Диапазоны изменения показателей			
	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	Свыше 3000	4,0...5,0	Свыше 100,0	Свыше 50