

**УДК 502.31:612.014.4**  
**РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА УРОВЕНЬ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ г.МЕЛИТОПОЛЯ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

*О.Н. Данильчук, Г.А. Сигора*

*Севастопольский национальный технический университет*

Рассмотрено влияние количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Запорожской области на динамику заболеваемости органов дыхания населения г. Мелитополь. Установлена высокая корреляционная связь между уровнем заболеваемости органов дыхания населения г. Мелитополя и уровнем загрязненности атмосферного воздуха города. Построены прогностические модели регрессионного типа для количественного описания связи уровня заболеваемости с концентрациями и выбросами в воздушную среду оксида углерода, попавшего в атмосферу от передвижных источников, с концентрациями диоксида серы и формальдегида, попавших в атмосферу от стационарных источников.

*Загрязнение атмосферного воздуха, корреляция, модель регрессионного типа, патологии органов дыхания.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Атмосферный воздух является одним из основных факторов среды обитания, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. Уровень его загрязнения относится к числу важнейших показателей, влияющих на здоровье человека.

Неблагоприятному влиянию всех веществ, загрязняющих атмосферный воздух, подвержены, прежде всего, органы дыхания. Широкое распространение болезней органов дыхания является неизбежным следствием загрязнения окружающей среды. Патологии органов дыхания в 40–60 % случаев развиваются вследствие действия неблагоприятных экологических факторов [2].

На сегодняшний день проблема загрязнения атмосферного воздуха в Украине стоит очень остро. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на протяжении ряда лет являются автотранспорт и промышленные предприятия. Так, по данным государственной службы статистики Украины в 2011 году в атмосферу страны попало 6877,3 тысяч тонн загрязняющих веществ (ЗВ). Из них только на долю Запорожской области приходится 341,2 тысячи тонн загрязняющих веществ [6].

Целью данной работы является проведение регрессионного анализа для оценки связи загрязненности атмосферного воздуха с уровнем заболеваемости населения г.Мелитополя болезнями органов дыхания.

### **МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

При написании работы исходными материалами послужили данные Главного управления статистикой в Запорожской области, стационарного поста Санитарно-эпидемиологической станции г. Мелитополя, специализированной медико-санитарной части № 1 и городского архива г. Энергодара. Были составлены базы данных по заболеваемости органов дыхания для населения Запорожской области в целом с 1990 по 2011 годы, а также для г. Мелитополь и Энергодара с 2000 по 2010 годы, базы данных о количестве ЗВ в атмосфере Запорожской области, г.Энергодара и г.Мелитополя и базы данных о количестве населения в разбивке на: всего, взрослые, дети за аналогичный период.

В работе показана возможность установить количественную зависимость заболеваемости населения от величины выбросов ЗВ с помощью методов статистического анализа (регрессионного и корреляционного). В настоящем исследовании в качестве регрессионной переменной (фактора) взяты выбросы и концентрации ЗВ, а в качестве результативного признака (отклика) выбран показатель здоровья – заболеваемость болезнями органов дыхания на тысячу населения. В качестве модели выбрана парная линейная регрессия.

Был проведен корреляционный анализ данных: вычислены коэффициенты корреляции между уровнем заболеваемости органов дыхания и количеством выбросов и концентраций от стационарных источников, а также выполнена оценка их достоверности.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Экология воздушного бассейна городской территории во многом определяется физико-географическими условиями, из которых не последнее место занимает рельеф местности и микроклиматические особенности [2]. Необходимо заметить, что Запорожская область расположена, в основном, на Приднепровской низменности, из чего следует сделать вывод, что

она подвержены неблагоприятным условиям проветриваемости территории и, следовательно, ведет к застойным явлениям в атмосфере и накоплению промышленных и транспортных загрязнителей.

Наибольшее суммарное загрязнение атмосферного воздуха области принадлежит промышленным предприятиям. В регионе действуют более чем 160 крупных промышленных предприятий. На территории региона (г. Энергодар) размещена Запорожская атомная электростанция – крупнейшая АЭС в Европе и Запорожская ТЭС. Не последнее место в загрязнении воздушной среды региона занимают передвижные источники. Выбросы оксида углерода в Запорожской области увеличиваются с каждым годом: в 2004 году эта цифра составляла 8,9 млн. тонн, к 2011 году она увеличилась практически в 2 раза (15,5 млн.тон) [6].

Используя составленные базы данных, был проведен корреляционный анализ.

Корреляции заболеваемости населения Запорожской области болезнями органов дыхания с выбросами загрязняющих веществ от стационарных источников, от передвижных источников, с выбросами оксида углерода не является статистически значимой.

Анализ полученных данных по г.Энергодар показал, что между заболеваемостью населения (всего, взрослого и детского) болезнями органов дыхания и выбросами загрязняющих веществ, выбросами твердых загрязняющих веществ, диоксида серы, оксида углерода и оксида азота корреляция не установлена. Причиной этого, возможно, послужило небольшое число выборки, а также погрешность в имеющихся статистических данных, которую пришлось исключить.

Анализ полученных данных по г. Мелитополь показал, что существует достаточно тесная корреляция заболеваемости органов дыхания населения г. Мелитополя с концентрациями веществ в атмосферном воздухе в целом, а также выбросами оксида углерода непосредственно от стационарных источников. Полученные данные приведены в таблице 1.

Исходя из полученных данных видно, что самая тесная связь существует в основном между количеством ЗВ в атмосферной среде г.Мелитополя и заболеваемостью детского населения. Возможно, это связано с тем, что организм детей находится в процессе роста и развития и в большей степени подвержен влиянию различных факторов внешней среды, в частности через органы дыхания.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции Пирсона и уровень достоверности взаимосвязи заболеваемости органов дыхания населения г.Мелитополя с выбросами и концентрациями загрязняющих веществ

Вещество	Размерность	Население	Коэффициент Пирсона, r	Уровень значимости, b
Оксид углерода	м <sup>3</sup>	дети	0,94	0,001
Диоксид серы	мг/м <sup>3</sup>	всего	0,75	0,02
Диоксид серы	мг/м <sup>3</sup>	дети	0,72	0,02
Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	всего	0,73	0,02
Оксид углерода	мг/м <sup>3</sup>	дети	0,77	0,02
Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	дети	0,87	0,001

Полученные данные дают повод задуматься о состоянии атмосферного воздуха на территории области. Воздействие загрязняющих веществ на организм человека не проходит бесследно. Данные соединения, поступая в организм человека с вдыхаемым воздухом, оказывают токсическое, канцерогенное, мутагенное, тератогенное и аллергическое действия. Например, диоксид серы повышает частоту заболеваемости верхних дыхательных путей, способствует возникновению респираторных заболеваний. Формальдегиды оказывают раздражающее действие на верхние дыхательные пути, могут послужить причиной назофарингиального рака [4].

Для оценки влияния конкретных поллютантов необходимо получить прямое количественное соотношение между различными концентрациями и выбросами загрязняющих веществ, а также результирующим влиянием на здоровье человека (в данной работе – на заболеваемость органов дыхания). На основании полученных результатов был проведен регрессионный анализ (рис. 1–4) и построены соответствующие модели.

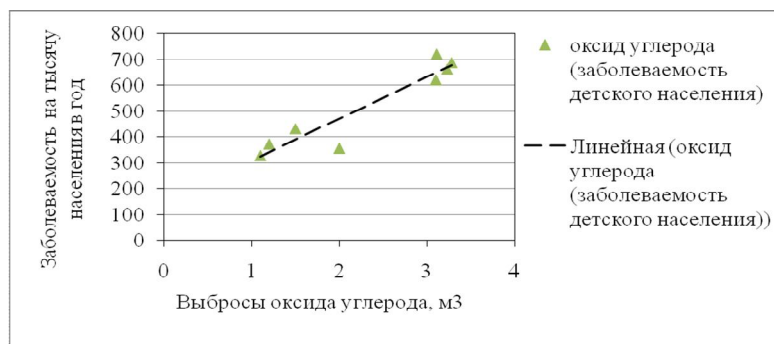


Рисунок 1 – Эмпирические линии регрессии для зависимости заболеваемости населения г. Мелитополь от количества выбросов оксида углерода попавших в атмосферу от передвижных источников

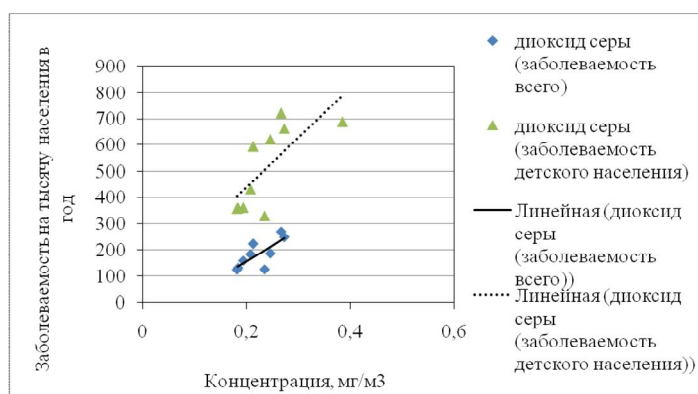


Рисунок 2 – Эмпирические линии регрессии зависимости заболеваемости населения г. Мелитополь от концентрации диоксида серы, попавшего в атмосферу от передвижных источников

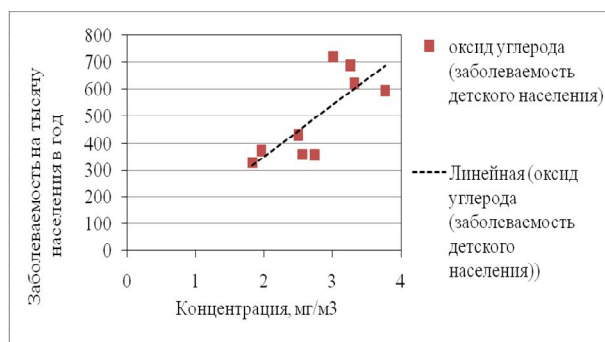


Рисунок 3 – Эмпирические линии регрессии для зависимости заболеваемости населения г. Мелитополь от концентрации оксида углерода, попавшего в атмосферу от стационарных источников

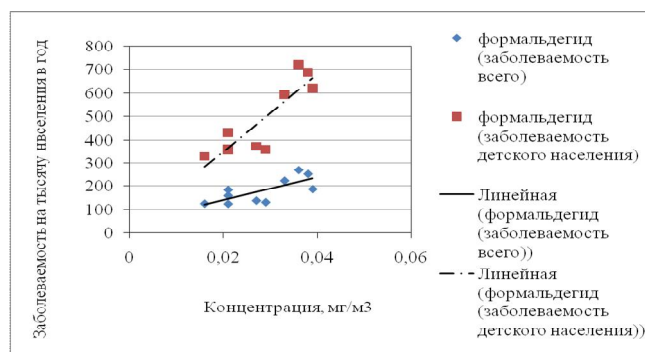


Рисунок 4 – Эмпирические линии регрессии для зависимости заболеваемости населения г. Мелитополь от концентрации формальдегида, попавшего в атмосферу от стационарных источников

Модели, связывающие уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания с выбросами и концентрациями загрязняющих веществ, попавших в атмосферу г. Мелитополь от передвижных источников приведены ниже:

1. Модель, связывающая уровень заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в г.Мелитополь с выбросами оксида углерода:

$$y = 161,58x + 148,57 \quad R^2 = 0,89,$$

где  $y$  – величина заболеваемости в г. Мелитополь болезнями органов дыхания на тысячу детского населения в год;  $x$  – выбросы оксида углерода,  $\text{м}^3$ .

2. Модель, связывающая уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания в г.Мелитополь с концентрацией диоксида серы:

$$y = 1177,9x - 78,684 \quad R^2 = 0,56,$$

где  $y$  – величина заболеваемости в г. Мелитополь болезнями органов дыхания на тысячу населения в год;  $x$  – концентрация диоксида серы,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

3. Модель, связывающая уровень заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в г.Мелитополь с концентрацией диоксида серы:

$$y = 1881,9x + 62,879 \quad R^2 = 0,5,$$

где  $y$  – величина заболеваемости в г.Мелитополь болезнями органов дыхания на тысячу детского населения в год;  $x$  – концентрация диоксида серы,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Модели, связывающие уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания с выбросами и концентрациями загрязняющих веществ, попавших в атмосферу г. Мелитополь от стационарных источников следующие:

1. Модель, связывающая уровень заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в г.Мелитополь с концентрацией оксида углерода:

$$y = 190,43x - 31,128 \quad R^2 = 0,6,$$

где  $y$  – величина заболеваемости в г.Мелитополь болезнями органов дыхания на тысячу детского населения в год;  $x$  – концентрация оксида углерода,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

2. Модель, связывающая уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания в г.Мелитополь с концентрацией формальдегида:

$$y = 4791,5x + 44,559 \quad R^2 = 0,53,$$

где  $y$  – величина заболеваемости в г.Мелитополь болезнями органов дыхания на тысячу населения в год;  $x$  – концентрация формальдегида,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

3. Модель, связывающая уровень заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в г.Мелитополь с концентрацией формальдегида:

$$y = 16495x + 19,692 \quad R^2 = 0,76,$$

где  $y$  – величина заболеваемости в г.Мелитополь болезнями органов дыхания на тысячу детского населения в год;  $x$  – концентрация формальдегида,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

$R^2$  – коэффициент детерминации, в данных моделях показывает в какой степени изменение концентрации пыли, диоксида азота, диоксида серы могут влиять на уровень заболеваемости населения г.Мелитополя болезнями органов дыхания.

## ВЫВОДЫ

1. Обнаружена значимая корреляция заболеваемости населения г.Мелитополя болезнями органов дыхания с выбросами и концентрацией диоксида серы попавшего в атмосферу от передвижных источников, с концентрацией формальдегида от передвижных и стационарных источников, с концентрацией оксида углерода от стационарных источников.
2. Построены прогностические модели регрессионного типа для количественного описания связи уровня заболеваемости с концентрациями в воздушной среде оксида углерода, попавшего в атмосферу от передвижных источников, с концентрациями диоксида серы и формальдегида, попавших в атмосферу от стационарных источников.
3. Необходимо продолжить изучение влияние уровня загрязненности атмосферного воздуха на заболеваемость населения Запорожской области болезнями органов дыхания. Для выполнения более полной оценки влияния загрязненности атмосферного воздуха Запорожской области на заболеваемость населения болезнями органов дыхания необходимо увеличить список городов и расширить уже существующие базы статистической информации по г.Мелитополь и г.Энергодар.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. *Влияние выбросов загрязняющих веществ на заболеваемость населения г.Энергодара: Материалы IV всеукраинской конференции «Биосфера XXI века», (Севастополь, 4–11 апреля 2012 год) / М-во науки и образования Украины, Севаст. нац. техн. университет. – С.: СевНТУ, 2012. – С. 212.*
2. *Гичев Ю.П. Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни / Ю.П. Гичев. – Новосибирск: Сибирский отдел РАМН, 2000. – 90 с.*
3. *Динаміка викидів забруднюючих речовин і діоксиду вуглецю в атмосферне повітря [Електронний ресурс] / Головне управління статистикою у Запорізькій області. – Режим доступа: <http://www.zp.ukrstat.gov.ua/>.*
4. *Диагностика, профилактика и лечение острых респираторных заболеваний / Г.И. Карпухин, О.Г. Карпухина. – Санкт-Петербург: «ГИПОКРАТ», 2000. – 347 с.*
5. *Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха города Ярославля на заболеваемость органов дыхания / И.С. Синицын // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – № 1. – Том III (Естественные науки). – С. 190–194.*
6. *Сравнительная характеристика уровней заболеваемости ОРВИ населения г. Энергодара и г.Севастополя: Материалы III всеукраинской конференции «Биосфера XXI века», (Севастополь, 4-11 апреля 2011 год) / М-во науки и образования Украины, Севаст. нац. техн. университет. – С.: СевНТУ, 2011. – С. 180.*

## REGRESSION ANALYSIS OF AIR POLLUTION'S IMPACT ON POPULATION'S INCIDENCE OF RESPIRATORY DISEASES IN MELITOPOL

*O.N. Danilchuk, G.A. Sigora*

Atmospheric air is one of the main environmental factors characterizing the sanitary and epidemiological population welfare. Unfavorable air pollution effects expose the respiratory system especially. In 40–60 % of cases respiratory diseases develop as a result of unfavorable environmental factors.

The main aim of this article is to carry out a regression analysis to assess the connection between air pollution and the respiratory diseases morbidity level of Melitopol.

This research shows the possibility of establishing a quantitative population morbidity dependence from the pollutant emissions value using the statistical analysis methods.

A correlation analysis was carried out. The correlation coefficients between the morbidity level of respiratory system and the pollutant emissions value from stationary sources were calculated. The correlation reliability was assessed.

In Zaporizhzhia region the respiratory diseases morbidity correlations with pollutant emissions from stationary sources, pollutant emissions from mobile sources, carbon monoxide emissions are not revealed.

The data analysis of Energodar showed that the correlation between the respiratory diseases population morbidity (total, adult and children) and pollutant emissions, solid pollutant emissions, sulfur dioxide emissions, carbon monoxide emissions and nitrogen oxide emissions wasn't revealed.

The data analysis of Melitopol showed that there is a close enough correlation between Melitopol respiratory diseases population morbidity and emissions and sulfur dioxide concentration released into the atmosphere from mobile sources, formaldehyde concentration from mobile and stationary sources, carbon dioxide concentration from stationary sources.

The data analysis revealed that the close connection between the pollutant emissions value released into the atmosphere and child morbidity exists in Melitopol.

To assess the specific pollutants effect, a direct quantitative correlation between different concentrations and pollutant emissions and the resulting effects on human health must be obtained. The regression analysis was carried out and the corresponding regular models were formulated.

The prediction regression-type models of quantitative description of the connection between the morbidity level in the concentrations and carbon monoxide emissions released into the atmosphere from mobile sources, sulfur dioxide concentrations and formaldehyde released into the atmosphere from stationary sources were formulated.

The quantitative characteristics of the harmful effect dependencies on the impact proper factors levels allow us to assess the real threat to the health and provide an objective basis for the preventive measures implementation.

УДК 502.31:612.014.4

Данильчук О.М. Регресійний аналіз впливу забруднення атмосферного повітря на рівень захворюваності населення м.Мелітополь хворобами органів дихання / Данильчук О.М., Сигора Г.А. // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 335–345.

Розглянуто вплив кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Запорізької області на динаміку захворюваності населення хворобами органів дихання. Встановлено високий кореляційний зв'язок між рівнем захворюваності населення м.Мелітополь цими хворобами і рівнем забруднення атмосферного повітря міста. Побудовані прогностичні моделі регресійного типу для кількісного опису зв'язку рівня захворюваності з концентраціями та викидами в повітряному середовищі оксиду вуглецю, що потрапили в атмосферу від пересувних джерел, з концентраціями діоксиду сірки і формальдегіду, що потрапили в атмосферу від стаціонарних джерел.

Бібл. 6. Табл. 4. Рис. 4.