

УДК 502.31:612.014.4

Г.А. Сигора, доцент, канд. биол. наук,

О.Н. Кучеренко

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА К КОЛИЧЕСТВЕННОМУ ОПИСАНИЮ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Рассмотрена возможность применения регрессионного анализа к количественной оценке зависимости заболевания населения г. Черкассы болезнями органов дыхания от загрязнения атмосферы промышленными выбросами. Построены прогностические модели регрессионного типа для количественного описания связи между уровнем заболеваемости и величиной выбросов, а также с агрегатным состоянием веществ, входящих в состав выбросов.

Загрязнение окружающей среды отражается на качестве жизни населения, особенно проживающего в больших промышленных городах. С развитием промышленности увеличивается и количество выбрасываемых вредных веществ заводами и предприятиями. В Украине проблема оценки влияния промышленных выбросов на заболеваемость населения мало исследована.

Загрязнение атмосферного воздуха, по сравнению с загрязнением других объектов среды, оказывает едва ли не наибольшую роль в экологической нагрузке на население. Заболеваемость органов дыхания является адекватным показателем неспецифического влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения [1]. Количественные характеристики зависимостей вредных эффектов от уровней влияния конкретных факторов позволят оценить реальную угрозу здоровью и дадут объективные основания для внедрения профилактических мероприятий.

Здоровье является важнейшим медико-биологическим показателем, который характеризует качественные параметры среды и степень загрязнения биосферы различными ксенобиотиками. Как известно, на организм человека, как правило, влияет не один какой-либо фактор, а их совокупность, причем основное действие оказывают не обычные их колебания, а главным образом внезапные изменения. Эти изменения приводят к развитию многих заболеваний, но наиболее подвержены воздействию органы дыхания. В развитии заболеваемости ведущую роль играют четыре этиологических фактора: медицинский, социальный, образ жизни и состояние окружающей среды, которые различны по характеру, направленности и силе влияния.

Медицинский фактор включает в себя инфекции, генетическую предрасположенность, квалифицированную медицинскую помощь. Социальный – среду обитания, отношение человека к своему здоровью. А образ жизни включает питание, занятие спортом, употребление алкоголя, курение. Безусловно, неблагоприятные социально-гигиенические факторы влияют на здоровье людей и способны изменить демографические показатели и картину заболеваемости. Тем не менее, эксперты Всемирной организации здравоохранения еще в 80-х годах прошлого столетия определили вклад состояния окружающей среды в состояние здоровья населения на уровне 20...25 %.

Как было уже сказано выше, для проведения профилактических мероприятий требуется количественный анализ связи заболеваемости с загрязнением атмосферы, необходим научно обоснованный прогноз, который может служить основой мероприятий по сохранению и укреплению здоровья населения, для чего предлагается использовать уравнения регрессии, как способ количественного описания степени влияния загрязнения атмосферы на здоровье.

Цель статьи — показать с помощью регрессионного анализа возможность установления количественной зависимости заболеваемости населения от величины выбросов загрязняющих веществ. В настоящем исследовании в качестве регрессионной переменной (фактора) взяты выбросы загрязняющих веществ, а в качестве результативного признака (отклика) выбран показатель здоровья – заболеваемость болезнями органов дыхания. Обоснования такого подхода к интерпретации данных будут приведены ниже.

Объектом исследования выбран г. Черкассы — один из наиболее загрязненных промышленными выбросами городов Украины. В Черкасской области наблюдается один из самых высоких уровней смертности, при этом в структуре смертности болезни органов дыхания идут на четвертном месте после заболеваний систем кровообращения, новообразований и внешних причин [2]. Сегодня в атмосферу Черкасс выбрасывается свыше 150 наименований вредных веществ, которые подлежат учету. В городе 2064 предприятия, которые загрязняют окружающую среду, из них 290 осуществляют выбросы в атмосферу стационарными источниками [3].

Установлено стабильное загрязнение атмосферного воздуха г. Черкассы широким спектром химических соединений, таких как: аммиак, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, сероводород,

сероуглерод, формальдегид, бензол, бенз(а)пирен, свинец. Выявлено превышение предельно допустимых концентраций указанных загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе города в 1,1...12,3 раза.

Таким образом, экологические условия в Черкассах далеки от идеальных. Тем не менее, как показано на рисунке 1 за последние 11 лет происходит стойкая тенденция снижения выбросов загрязняющих веществ в воздух от стационарных источников. Одной из причин снижения выбросов является уменьшение выбросов вредных веществ предприятиями энергетической промышленности. Объясняется это тем, что вследствие стабилизации энергетического состояния в Украине, объемы использования природного газа к 2002 году увеличились, а использование мазута и угля уменьшилось.

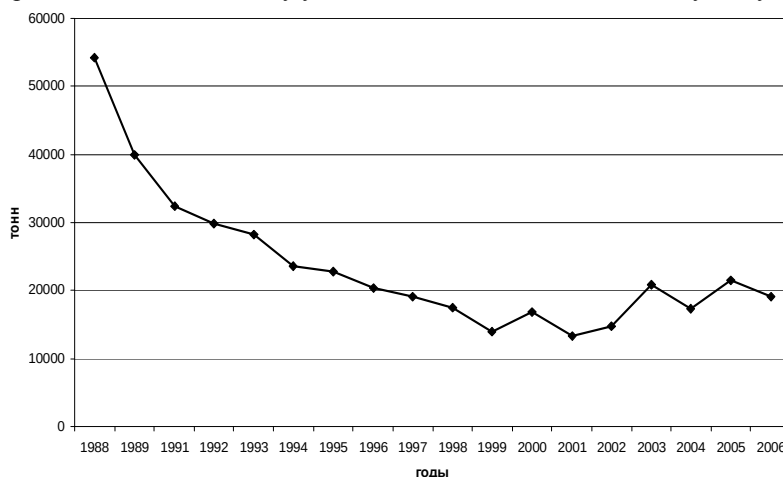


Рисунок 1 — Динамика выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух по г. Черкассы; тонн в год

Несмотря на стабильный процесс снижения выбросов, общие их объемы остаются высокими, что и обуславливает повышенные уровни загрязнения атмосферного воздуха в г. Черкассы по аммиаку 3,5 ПДК, формальдегида – 4 ПДК, сероуглерода – 3 ПДК [3].

Данные о заболеваемости населения города болезнями органов дыхания с 1988 по 2006 год и о количестве выбросов от стационарных источников за этот же период были получены в управлении здравоохранения и в управлении статистики г. Черкассы. Оказалось, что заболеваемость уменьшалась из года в год, относительно стабилизируясь после 1997 года. Тоже происходило и с промышленными выбросами – они уменьшались из года в год до 2000 года, затем начался незначительный подъем. Таким образом, получается, что экологи зря быют тревогу, обращая внимание на рост заболеваемости в результате увеличения загрязненности воздуха?

Учитывая вышесказанное и воспользовавшись статистическими методами обработки данных, попробуем показать, что на основании имеющихся в нашем распоряжении данных можно сделать определенные выводы о влиянии величины промышленных выбросов на заболеваемость населения болезнями органов дыхания. Несмотря на оптимистическую статистику по заболеваемости болезнями органов дыхания в г. Черкассы, рассмотрим эти данные не в количестве заболевших на тысячу населения, а в доле заболеваемости населения относительно заболеваемости болезнями органов дыхания в целом по Украине на тысячу населения. И здесь видим совсем другую картину (рисунок 2).

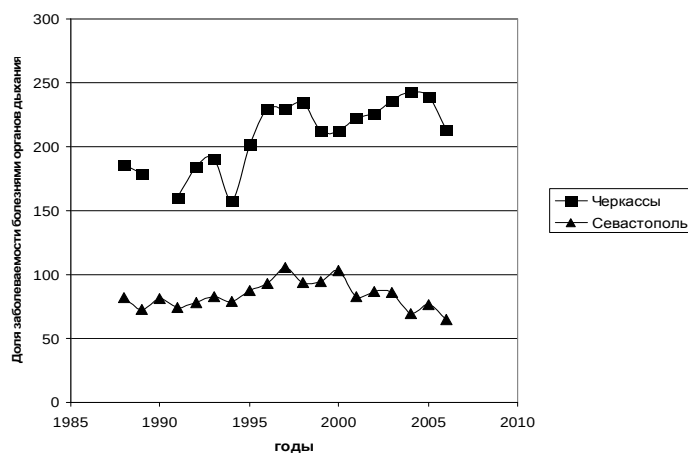


Рисунок 2 — Доля заболеваемости болезнями органов дыхания в г. Севастополе и г. Черкассы к заболеваемости болезнями органов дыхания по Украине в целом на тысячу населения

Если в г. Севастополе эта заболеваемость в период с 1988 год по 2006 в основном была меньше, чем в Украине в целом (связь заболеваемости с загрязненностью атмосферы в г. Севастополе обсуждена в [4]), то в г. Черкассах до 1995 года была в полтора раза выше, а после и до настоящего времени превышает общую заболеваемость болезнями органов дыхания в Украине на тысячу населения более чем в два раза.

Проведен корреляционный анализ данных: вычислены коэффициенты корреляции между уровнем заболеваемости болезнями органов дыхания и количеством выбросов от стационарных источников и оценена их достоверность, данные расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Коэффициенты корреляции Пирсона и уровень достоверности взаимосвязи заболеваемости болезнями органов дыхания с выбросами от стационарных источников

Выбросы от стационарных источников	Коэффициент корреляции Пирсона, R	Уровень достоверности, α
Всего	0,93	0,001
Твердых веществ	0,88	0,001
Газообразных и жидких веществ	0,94	0,001

Как видно из таблицы, существует достоверная сильная прямая корреляция между заболеваемостью болезнями органов дыхания и количеством выбросов от стационарных источников (коэффициент корреляции $R=0,93$, уровень достоверности $\alpha=0,001$). В данной работе не рассматривался состав выбросов по химическим веществам, но рассмотрено, влияет ли агрегатное состояние веществ, входящих в состав выбросов на уровень заболеваемости. Установлена достоверная очень высокая прямая корреляционная связь между заболеваемостью населения болезнями органов дыхания и количеством выбросов веществ в газообразном и жидком состоянии ($R=0,94$, $\alpha=0,001$) и высокая связь с твердыми веществами ($R=0,88$, $\alpha=0,001$). Коэффициенты корреляционной связи дали возможность оценить направление и силу зависимости между показателями заболеваемости населения и уровнем риска для здоровья.

Так как по данным ВОЗ, заболеваемость болезнями органов дыхания относится к болезням с крупным экологическим компонентом, а в работах [1, 5] достоверно установлена связь заболеваемости населения г. Черкасы с загрязнением атмосферного воздуха, то можно утверждать, что в данном случае выявлена причинно-следственная зависимость между количеством выбросов и заболеваемостью этими болезнями.

Для выявления количественной зависимости между изменением величины выбросов и заболеваемостью болезнями органов дыхания был проведен регрессионный анализ и построена регрессионная модель (рисунок 3).

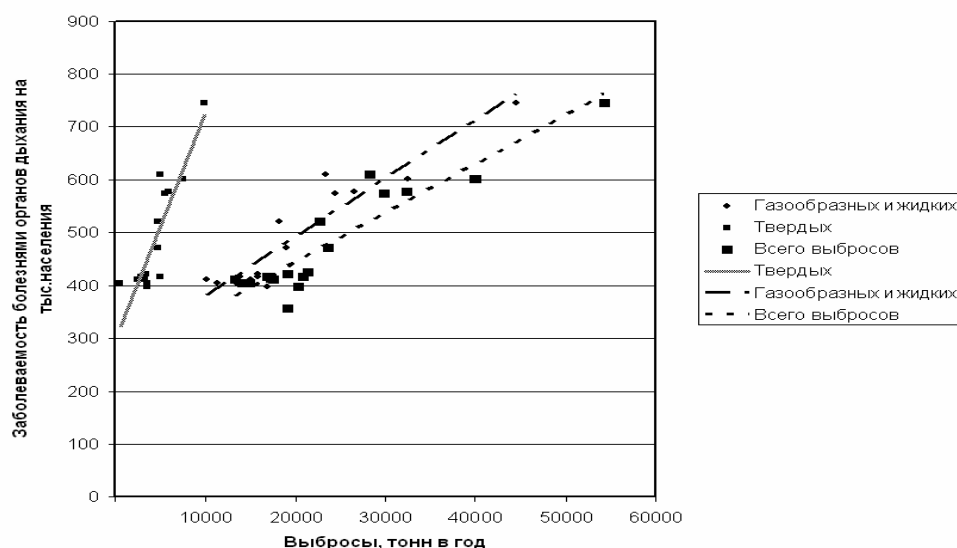


Рисунок 3 — Эмпирические линии регрессии для зависимости заболеваемости болезнями органов дыхания в г. Черкасы

Для получения количественного прогноза построены регрессионные модели (R^2 — коэффициент детерминации, который показывает, насколько значимы коэффициенты регрессии):

1. Модель, связывающая уровень заболеваемости болезнями органов дыхания в г. Черкасы с промышленными выбросами

$$y = 0,0093x + 257, \quad R^2=0,86,$$

где y – величина заболеваемости болезнями органов дыхания в г. Черкасы на тысячу населения; x – выбросы от стационарных источников, т/год.

2. Модель, связывающая заболеваемость болезнями органов дыхания в г. Черкасы с агрегатным состоянием промышленных выбросов:

а) газообразное и жидкое состояние

$$y = 0,011x + 272, \quad R^2=0,89,$$

где y – величина заболеваемости болезнями органов дыхания в г. Черкасы на тысячу населения; x – выбросы от стационарных источников в газообразном и жидком состоянии, т/год;

б) твердое состояние

$$y = 0,043x + 301, \quad R^2=0,77,$$

где y – величина заболеваемости болезнями органов дыхания в г. Черкасы на тысячу населения; x – выбросы от стационарных источников в твердом состоянии, т/год.

Полученные уравнения линейной регрессии показывают изменение уровня заболеваемости при изменении количества выбросов. Величина коэффициента при x показывает, как изменится заболеваемость при увеличении или снижении соответствующих выбросов.

Таким образом, представлены регрессионные модели, связывающие заболеваемость болезнями органов дыхания с величиной промышленных выбросов в г. Черкасы и с агрегатным состоянием веществ в составе промышленных выбросов. Эти уравнения можно использовать в практических целях, например, для оценки возможной эффективности природоохранных мероприятий или в прогностических целях.

В дальнейших исследованиях предполагается установить вклад конкретных загрязняющих веществ (таких как оксиды серы, оксиды азота, пыль, сероводород и т.д.) влияющих на заболеваемость и развитие болезней органов дыхания.

Бібліографічний список

1. Завгородній В.В. Гігієнічна оцінка забруднення атмосферного повітря м. Черкаси / В.В. Завгородній // Довкілля та здоров'я. — 2005. — № 4 (35). — С. 58–61.
2. Деревянко Я.Я. Факторы, влияющие на здоровье населения, и возможные пути снижения их воздействия / Я.Я. Деревянко, Т.Б. Рахимова // Сб. науч. статей XV Международ. науч.-практ. конф. в 2-х т. — Харьков: Изд-во Сага, 2007. — Т. 1. — С. 3–6.
3. Довкілля Черкащини // Статистичний збірник. — Черкасы, 2006. — С. 19–25.
4. О влиянии состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на заболеваемость ОРВИ населения г. Севастополя / Г.А. Сигора [и др.] // Сб. науч. статей XV Международ. науч.-практ. конф. в 2-х т. — Харьков: Изд-во «Сага», 2007. — Т. 1. — С. 93–96.

Поступила в редакцию 05.11.2008 г