

---

Секция 6. **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Section 6. **MATHEMATICAL MODELING OF ENVIRONMENTAL SYSTEMS**

---

УДК 614.71

© 2013 Савельев С.И.<sup>1</sup>, Нахичеванская Н.В.<sup>2</sup>,  
Юрьев Г.А.<sup>2</sup>, Полякова М.Ф.<sup>3</sup>

**ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

*Проведены исследования для изучения оценки риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями с использованием математической модели, применяемой*

*в программе УПРЗА «Эколог» (версия 3.0).*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: математическое моделирование, атмосферный воздух, риски, здоровье населения.*

<sup>1</sup>д-р мед. наук, проф., СЗГМУ, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», г. Липецк, Россия; e-mail: kafedra\_SPb\_lipetsk@mail.ru

<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», г. Липецк, Россия

<sup>3</sup>канд. мед. наук, СЗГМУ, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», г. Липецк, Россия; e-mail: kafedra\_SPb\_lipetsk@mail.ru

Экосистемы - чрезвычайно сложны, в них возникает множество взаимосвязей, сила и постоянство которых непрерывно меняются. Одни и те же внешние воздействия могут привести к различным результатам, в зависимости от того, в каком состоянии находилась система в момент воздействия.

Изучение техногенного загрязнения и реакции на него живой составляющей экосистем - одна из наиболее актуальных проблем как экологии, так и гигиены.

Исследование загрязнения атмосферного воздуха затруднено из-за высокой подвижности воздушных масс, наложения шлейфов загрязнения от локальных, региональных и глобальных источников.

Предвидеть ответные реакции системы на действие конкретных факторов можно лишь через сложный анализ существующих в ней количественных взаимоотношений и закономерностей. Поэтому широкое распространение получил метод математического моделирования как средство изучения и прогнозирования природных процессов.

Суть метода заключается в том, что с помощью математических символов строится абстрактное упрощенное подобие изучаемой системы. Затем, меняя значение отдельных параметров, исследуют, как поведет себя данная искусственная система, т.е. как изменится конечный результат.

В своей деятельности отделение СГМ и ОР ФБУЗ «ЦГиЭ» использует математическое моделирование для оценки риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями. Для этого применяются программные средства серии «Эколог», в частности - УПРЗА «Эколог» (версия 3.0). УПРЗА «Эколог» позволяет рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД-86)». Использование дополнительных расчетных блоков: «Средние», для определения осредненных за длительный период концентраций загрязняющих веществ и блок «Риски» - для оценки риска для здоровья, который характеризует собой вероятность развития у населения неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды.

ФБУЗ «ЦГиЭ» было проведено 19 исследований, в которых изучалось влияние загрязнения атмосферного воздуха выбросами стационарных и передвижных источников промышленных предприятий на состояние здоровья наиболее чувствительных групп населения. Итогом стала количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции.

Полученные данные показывают, что канцерогенный риск на рассматриваемых территориях соответствует в основном первому диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни равен или менее  $1E-06$ ). Первый диапазон характеризует такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми как пренебрежительно малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков (уровень *De minimis*). При этом под пожизненным риском для химических канцерогенов понимается их непрерывное действие на протяжении 70 лет. Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению и их уровни подлежат только периодическому контролю.

Ко второму диапазону отнесены ЗАО «Липецкцемент» и ООО «Липецкое карьероуправление»; ТЭЦ (индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1E-06$ , но менее  $1E-04$ ). Второй диапазон соответствует предельно допустимому риску, то есть верхней границе приемлемого риска. Такие риски и соответствующие им экспозиции подлежат постоянному контролю.

Коэффициенты опасности (или неканцерогенный риск) для всех предприятий не превышает 1, то есть вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение всей жизни незначительна и такое воздействие характеризуется как допустимое.

Результаты выполненных работ были использованы при рассмотрении проектов по обоснованию СЗЗ.

Однако выполненные исследования не могут в полной мере отразить влияние выбросов промышленных предприятий на здоровье населения, так как данная математическая модель не может считаться достаточно объективной, она учитывает влияние только одного промышленного предприятия, тогда как на территории с развитой промышленностью такое трудно представить.

Необходимо проведение дополнительных исследований с определением доли вкладов различных предприятий (по территориальному или отрасле-

вому принципу) в загрязнение воздуха, а соответственно и в риск развития неблагоприятных эффектов у человека.

В настоящее время существуют программные продукты для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. В частности система «Эколог-город» 3, которая позволяет не только определить долевое участие предприятия в загрязнении атмосферного воздуха, но и позволит определить фоновые концентрации по всем веществам, содержащимся в выбросах промышленности и автотранспорта; оценить ожидаемые изменения качества атмосферного воздуха города (региона) с учетом динамики выбросов предприятий и автотранспорта города (региона), а также определить допустимые вклады выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями.

Другой причиной высокой доли неопределенности при математическом моделировании экологических систем является то, что не учитывается влияние всех веществ, поступающих в атмосферный воздух, большое количество веществ, не прошедших ранжирование отсеивается. Это может быть из-за низкой концентрация вещества в выбросах, а также отсутствия данных о биологическом действии вещества. Таким образом, существует большая вероятность, что вещество со слабо изученными свойствами и влиянием на здоровье человека может быть исключено из исследования.

Таким образом, для совершенствования работы и снижения доли неопределенности, при проведении гигиенических исследований по оценке риска с применением математического моделирования, необходимо использование современных программных продуктов, позволяющих провести интегральную оценку загрязнения атмосферного воздуха на исследуемой территории.

Savelyev S.I. (Federal budget institution of health  
«Center for hygiene and epidemiology in the Lipetsk region»,  
NWSMU n.a. I.I. Mechnikov, Lipetsk)  
Nakhichevanskaya N.V. (Federal budget institution of health «Center  
for hygiene and epidemiology in the Lipetsk region»)  
Yuryev G.A. (Federal budget institution of health  
«Center for hygiene and epidemiology in the Lipetsk region».)  
Polyakova M.F. (Federal budget institution of health  
«Center for hygiene and epidemiology in the Lipetsk region»,  
NWSMU n.a. I.I. Mechnikov, Lipetsk)

#### **RISK EVALUATION FROM AIR POLLUTION BY INDUSTRIAL ENTERPRISES EMISSIONS OF THE LIPETSK REGION**

The present article is devoted to the research which was conducted for the study of human health risk evaluation from air pollution by industrial enterprises emissions with the help of mathematical model used in the programme UPRZA "Ecolog" (Version 3.0).

Key words: mathematical modeling, air, risks, human health.

Поступила в редакцию 22.11.2013 г.