

## Atmosferin çirklənməsinin insanların sağlamlığı üçün yaratdığı risklərinin proqnozlaşdırılması haqqında

Svetlana Nadir qızı Əkbərova

Azərbaycan Texniki Universitetinin dosenti

Çiçək Yasəf qızı Qafarova

Azərbaycan Texniki Universiteti

**Rəyçilər:** r.ü.f.d., dos. F.Ə. Məsimov,  
r.ü.f.d., dos. Ə.S. Haxıyev

**Açar sözlər:** kanserogen riskin qiymətləndirilməsi, çirklənmə konsentrasiyası, emissiyalar intensivliyi

**Ключевые слова:** оценка канцерогенного риска, концентрация загрязнения, интенсивность выбросов

**Key words:** carcinogenic risk assessment, pollution concentration, emission intensity

İnsan sağlamlığına bioloji effekt təsirləri baxımından havanın çirklənməsi prioritet yerlərdən birini tutur. İnsanlar üçün zərərli olan iyirmidən çox maddə havaya yalnız yol nəqliyyatından çıxan tullantılar ilə atılır. Ətraf mühitin çirklənməsi bəzi xəstəliklərin həm yayılmasına, həm də şiddətinə təsir göstərir. Beləliklə, ekoloji cəhətdən əlverişsiz bir bölgədə xəstəliklərin və əlillik dərəcəsinin nisbətən təmiz ərazilərdən çox olması müşahidə olunur.

**1. Atmosferin çirklənməsinin insanların sağlamlığı üçün yaratdığı risklərinin proqnozlaşdırılması metod və vasitələri.** Havanın çirklənməsi ilə əlaqədar sağlamlıq riskini qiymətləndirməyin (proqnozlaşdırma) mühüm mərhələsi havadakı zərərli maddələrin konsentrasiyasının paylanması qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Ümumiyyətlə, havanın çirklənməsinin qiymətləndirilməsi ölçmələr və ya havadakı konsentrasiyanın paylanması riyazi modelləşdirilməsi ilə həyata keçirilə bilər. Risk proqnozlaşdırma problemi üçün ən optimal seçim hava çirklənməsinin ədədi modelləşdirilməsidir (havanın çirklənməsinin ədədi proqnozu). Sağlamlıq riski proqnozunun mənfə faktora məruz qalma müddəti müəyyən vaxtda (bir il və ya daha çox) həyata keçirilməsindən irəli gəlir. Buna görə də, riskin hesablanması il ərzində müxtəlif meteoroloji şəraiti, zərərli maddələrin tullantı mənbələrinin müxtəlif iş rejimlərini və digər amilləri nəzərə alan havadakı zərərli maddələrin orta illik konsentrasiyasının müəyyənləşdirilməsi əsasında aparılır (həmçinin bu amillərin illik dinamikası). Yerində konsentrasiya ölçüləri qısa müddətli kəskin təsirlərdən sağlamlıq risklərini qiymətləndirmək üçün istifadə edilə bilər. Uzunmüddətli xroniki təsirlər üçün, zəruri hallarda, model hesablamalarını təsdiqləmək üçün çirkləndirici səviyyələrin ölçüləri istifadə edilə bilər. Ətraf mühitin çirklənməsi ilə əlaqəli insan sağlamlığı üçün risk zəruri və kafi şərtlər, yəni risk mənbəyinin olması, bu risk mənbəyinin insan sağlamlığına zərərli müəyyən bir dozada və ya konsentrasiyada olması, zərərli maddənin insan dozasına məruz qalması altında yaranır. Sadalanan şərtlər birlikdə insan sağlamlığı üçün real bir təhlükə yaradır. Sağlamlıq riskinin belə bir təqdimatına uyğun olaraq, risk qiymətləndirmə prosedurunun (onun mərhələləri) əsas elementləri müəyyənləşdirilə bilər.

1. Bir riskin müəyyən edilməsi və ya potensial bir təhlükənin müəyyənləşdirilməsi) - bir kimyəvi maddənin insanlar üçün toksikliyinin müəyyənləşdirilməsini əhatə edir.

2. İkinci mərhələ ekspozisiya qiymətləndirmədir - yəni zərərli bir maddənin insanlar üzə-

rində real təsiri. Təsirin miqyasını (real səviyyəsini), tezliyini və müddətini təyin etməyi əhatə edir.

3. “Doza-cavab” əlaqəsinin qiymətləndirilməsidir - bədənin toksik maddələrə məruz qalmağın müəyyən bir dozasına reaksiyasının kəmiyyət qiymətləndirilməsi.

4. Risk qiymətləndirmə prosedurunun son mərhələsi (əvvəlki mərhələlərin nəticəsi) - Riskin kəmiyyət bölgüsü daxil olmaqla (ərazi, zaman, çirkləndiricilər və s.) riskin xarakterizə edilməsidir. Bu vəziyyətdə, risk xarakteristikası insan orqanizminin müəyyən bir intensivliklə nəzərdən keçirilən çirkləndiricilərin təsirinə gözlənilən reaksiyasının keyfiyyət təsvirini əhatə edə bilər.

Havanın çirklənməsində kanserogen riskin qiymətləndirilməsi, havada orta illik konsentrasiyası  $1 \frac{mkq}{m^3}$  bərabər olan kimyəvi maddəyə məruz qalması səbəbindən bir insanın həyatı boyunca xərçəng ehtimalını xarakterizə edən tək bir risk faktorundan istifadə edilməsinə əsaslanır. Riskin ümumi zərərli təsirlərin inkişaf ehtimalı kimi qiymətləndirilməsi (havada olan kəskin və xroniki maddələr, məruz qalma (konsentrasiya) səviyyəsini maddənin nisbi təhlükə göstəricisi (kritik konsentrasiya) ilə müqayisə etməklə həyata keçirilir.

$$r = \sum_{i=1}^N R_i q_i, \quad h = \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{H_i},$$

Burada -  $r$  fərdi xərçəng riski;  $q_i$  - atmosfer havasındakı  $i$  maddənin orta illik konsentrasiyası  $\frac{mkq}{m^3}$ ,  $R_i$  -  $i$ -ci maddə üçün tək risk faktorudur,  $\frac{mkq}{m^3}$ ,  $h$  - xərçəngdən kənar xəstəliklərin nisbi riskinin göstəricisi (indeksi),  $H_i$  -  $i$  maddəsinin nisbi təhlükə indeksidir,  $\frac{mkq}{m^3}$ .

## 2. Müəyyən bölgəsində atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılmasının metodları.

Abşeron bölgəsində atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması üçün ədədi model məhdud bir ərazidə düzbucaqlı paralelepiped şəklində həyata keçirilir

$$\Omega = (-X \leq x \leq X, -Y \leq y \leq Y, 0 \leq z \leq Z)$$

Həssaslıq funksiyasını -  $Q_i$  hesablamaq üçün model çirklənmə mənbəyi olduğu halda atmosferdəki çirklərin daşınması və diffuziyasının ifadə edən tənliklər sistemindən ibarətdir [1,2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} + (w - w_g) \frac{\partial q}{\partial z} + \sigma q - \frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial q}{\partial z} - \mu \nabla^2 q - f \\ f = \sum_i I q_i \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \delta(z - z_i) \\ z = z_0 \rightarrow k \frac{\partial q}{\partial z} + (w_g - \beta) q = 0, z = Z \rightarrow k \frac{\partial q}{\partial z} = 0. \\ u_n < 0 \rightarrow q|_r = 0, u_n \geq 0 \rightarrow \frac{\partial q}{\partial n} \Big|_{r=0} = 0, q|_{r=0} = q_0 \end{array} \right.$$

Burada  $q$  -çirklənmə konsentrasiyası,  $u, v, w$  -müvafiq olaraq  $x, y, z$  oxları boyunca külək sürəti vektorunun komponentləri,  $w_g$  - maddənin çökmə sürəti,  $\sigma$  - ilkin dəyərlə müqayisədə çirklərin sərtləşməsinin intensivliyinin bir dəfə azaldığı zaman aralığının dəyərində tərs parametrdir,  $k, \mu$  –şaquli və üfüqi turbuləntlik əmsalıdır,  $i q_i$  - i-ci çirklilik mənbəyinin intensivliyi,  $\delta$  -Dirak delta funksiyası,  $\Delta^2$  - Laplas operatorudur,  $z = z_m - r(x, y)$ ,  $z_m$  - dəniz səviyyəsindən olan hündürlük,  $z = r(x, y)$  tənliyi relyefi təsvir edir,  $\beta$  - çirкли səthlə təmiz səthin qarşılıqlı təsirini xarakterizə edən parametrdir, G-həll oblastının yan səthi,  $n$  -G üçün normal,  $z_0$  - səthin codluq səviyyəsi,  $Z$  - həll oblastının yuxarı sərhədir. Bu tip tənliklərin həlli üçün monoton fərq sxemlərindən istifadə olunur, lakin birdən yüksək tərtiblərdə monotonik sxemlərin qurulması bir sıra çətinliklərlə əlaqələndirilir. Bu səbəbdən  $Q = \sqrt{q}$  alternativ bir funksiya təqdim olunur və tənlik həll olunur. Növbəti halda tənliklər qovma metodu ilə həll olunur. Bakı şəhərində atmosferin çirkləndirilməsində nəqliyyat sisteminin də bir mənbə olmasını variantlarını qiymətləndirmək üçün nəqliyyat kompleksinin xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək zəruridir. Bakıda atmosfer çirkləndiricilərinin ümumi tullantılarının 90% -dən çoxu havaya nəqliyyat vasitələrindən çıxan işlənmiş qazlarla daxil olur. Müəyyən analizlər aparmaqla 2055-ci ilədək olan dövr üçün nəqliyyat vasitələrinin inkişafı ilə əlaqəli 3 ilkin fərziyyə irəli sürmək olar. Ölkənin və şəhərin sonrakı sosial-iqtisadi inkişafı, siyasi vəziyyət, mümkün elmi və texniki nailiyyətlər və digər hələ bilinməyən amillər üçün bu fərziyyələr 20-30 ildən çox müddətə nəqliyyat sisteminin vəziyyətini proqnozlaşdırmaq üçün göstəricidir (1).

1. “Pessimist” - bu fərziyyəyə əsasən, şəhərin əhalisi artdıqca nəqliyyat vasitələrinin emissiyaları (tullantılar) artacaq. Beləliklə, nəqliyyatda emissiyalar intensivliyi

Emissiyalar 2055 il= emissiyalar 2005 il+  $\Delta$ ,

Burada  $\Delta$  - Bakı şəhərində nəqliyyat parkına uyğun olan emissiya artımıdır.

2. Sıfır vəziyyəti - tullantıların miqdarı və havanın çirklənmə səviyyəsinə təsir göstərən amillərin dəyişməsi (görünüşü ilə yanaşı) hər hansı bir dinamikanı qəbul etmir:

Emissiyalar 2055-ci il = 2005-ci il .

3. Optimist vəziyyət - bu fərziyyəyə görə 2055-ci ilədək avtomobillərdən atmosfərə atılan antropogen yük azalaşacaq. Əhəlinin və nəticədə nəqliyyat vasitələri parkının artmasına baxmayaraq, tullantıların intensivliyi şəkildə olur:

Emissiyalar 2055 r=(Emissiyalar 2005 +  $\Delta$  )K,

Burada K fərqli dəyər ilə bilər, amma emissiya azaldılmasının hipotetik bir yuxarı həddi olaraq  $K = 0,3$  məqbul ola bilər. Nəqliyyat sistemindən atmosfərə atılan maddələr üçün cədvəldə kanserogen risk faktorları  $R_i (MKZ / M^3)^{-1}$  və istinad konsentrasiyaları  $H_i (MKZ / M^3)$  verilmişdir. Bu göstəricilər bir insanın orta çəkisi 70 kq, orta ömür uzunluğu 70 il və tənəffüs olunan havanın gündəlik həcmi 20 m<sup>3</sup>-dir. Təcrübələr zamanı atmosfer havasının çirklənməsi və nəticədə ortaya çıxan kanserogen risk və xərçəngdən kənar xəstəliklərin riskinin proqnozlaşdırılması metodologiyası təqdim olunur. Bu vəziyyətdə, 3 ümumi zəhərli və 2 maddə kanserogen təsir göstərən beş kimyəvi maddə nəzərdən keçirilmişdir [2].

Sağlamlıq risklərinin hesablanması, nəzərdən keçirilən maddələrin insan orqanizminə

ümumi təsiri prinsipi əsasında aparılır. Kanserojen riskin tək amilləri  $(\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1}$  və xərçəngdən kənar xəstəliklərin təhlükə indeksləri  $(\text{мкг} / \text{м}^3)$  ölçülür.

Maddələr	$R_i (\text{мкг} / \text{м}^3)^{-1}$	Mənbələr	$H_i (\text{мкг} - \text{м}^3)$	Mənbələr
Azot dioksid	-	-	40	288
kükürd dioksid	-	-	80	288
Karbon oksidi	-	-	3000	127
Qurğuşun	$1,2 \cdot 10^{-5}$	235	0,15	238
Formaldehid	$1,3 \cdot 10^{-5}$	238	3	238

Atmosferin çirklənməsinin insanların sağlamlığı üçün yaratdığı risklərinin proqnozlaşdırılması metodlarının ətraflı təsviri mövcud ədəbiyyatlarda ətraflı şərh olunur.

**Məqalənin aktuallığı.** İnsanlar üçün zərərli olan iyirmidən çox maddə havaya yalnız yol nəqliyyatından çıxan tullantılar ilə atılır. İnsan sağlamlığına effekt təsirləri baxımından havanın çirklənməsi məsələsi mühüm aktuallığa malikdir.

**Məqalənin elmi yeniliyi.** Müşahidələr zamanı atmosfer havasının çirklənməsi və nəticədə ortaya çıxan kanserojen risk və xərçəngdən kənar xəstəliklər riskinin proqnozlaşdırılması metodu təqdim olunur.

**Məqalənin praktik əhəmiyyəti və tətbiqi.** Atmosferin çirklənməsinin insanların sağlamlığı üçün yaratdığı risklərinin proqnozlaşdırılması ekoloji baxımdan mühüm əhəmiyyətə malikdir. Havanın çirklənməsi ilə əlaqədar sağlamlıq riskini qiymətləndirməyin mühüm mərhələsi havadakı zərərli maddələrin konsentrasiyasının paylanması qiymətləndirilməsinə elmi yanaşma praktiki əhəmiyyətə malikdir.

## Ədəbiyyat

1. Шалманов С.В. Экотранспорт: учеб, пособие /– М.: МАДИ, 2018.
2. Борисюк Н. В. Автомобильно – дорожный комплекс в системе городской экологии / Н. В. Борисюк, С. М. Дмитриев // Экология и жизнь. - 2013. - № 1. - С.63-67.

С.Н. Акбарова, Ч.Я. Гафарова

## О прогнозировании рисков загрязнения атмосферного воздуха для здоровья человека

### Резюме

Метод прогнозирования загрязнения воздуха и соответственно, рисков для здоровья основан на изучении состояния загрязнителей воздуха, применении диффузионных методов.

Такой подход обеспечивает простоту математической и вычислительной реализации при решении задач. Он не только диагностирует и оценивает риск изменений в выбросах, но также предоставляет прогноз, который учитывает метеорологические условия

и возможные изменения климата, которые определяют распределение загрязняющих веществ в атмосфере.

**S.N. Akbarova, Ch.Y. Gafarova**

**On forecasting the risks of atmospheric  
air pollution for human health**

**Summary**

The method for predicting air pollution and accordingly, health risks is based on the study of the state of air pollutants, the use of diffusion methods.

This approach provides simplicity of mathematical and computational implementation when solving problems. It not only diagnoses and assesses the risk of changes in emissions, but also provides a forecast that takes into account meteorological conditions and possible climate changes that determine the distribution of pollutants in the atmosphere.

**Redaksiyaya daxil olub: 26.03.2021**