

Фрумин Григорий Тевелевич,
Доктор химических наук, профессор.
Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена

ОЦЕНКА РЕФЛЕКТОРНЫХ РИСКОВ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ИНГАЛЯЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация: Цель исследования – оценка индивидуальных рисков немедленных (рефлекторных) эффектов для населения девяти городов Ленинградской области при ингаляционном воздействии взвешенных веществ (третий класс опасности) за период 2014–2023 годы. Установлено, что приемлемое значение ежегодно превышено в городе Кириши, а в отдельные годы – в городах Выборг, Кингисепп, Луга и Тихвин.

Ключевые слова: рефлекторный риск, стандартный индекс, взвешенные вещества, Ленинградская область.

Введение

Оценка риска – вид экспертных работ, направленных на определение числа людей, способных проявить негативные реакции на воздействие конкретного неблагоприятного фактора, действующего с определенной силой и в заданный промежуток времени.

Создатель гелиобиологической науки А.Л. Чижевский писал следующее: «Мы уделяем больше внимания тому, что мы едим и пьем, однако мы поразительно мало внимания уделяем воздуху, которым дышим» [Чижевский, 1995]. Эти слова не потеряли своего значения и в настоящее время.

«Качество атмосферного воздуха значительно влияет на здоровье человека. Действительно, количество воздуха, проходящего в сутки через легкие человека составляет 13–15 килограммов, что в 6–7 раз превышает количество потребляемой пищи и воды» [Ульянов, Сергеенко, 2016].

Наш организм уязвим к воздействию мелкодисперсных взвешенных частиц. Каждый день человек вдыхает порядка 30–60 мг пыли и взвешенных веществ. Если обилие пыли в окружающей среде врачи связывают с обострением аллергических реакций, то частицы менее 10 мкм уже способны проникать глубоко в лёгкие, а вещества менее 2,5 мкм беспрепятственно попадают из лёгких в кровеносную систему. Установлено, что в районах с высокой концентрацией взвешенных частиц растет распространенность бронхолегочных, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Практика определения потенциальных эффектов неблагоприятного воздействия, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, предполагает расчет риска немедленных эффектов, проявляющегося непосредственно в момент воздействия (неприятные запахи, раздражающие эффекты, различные физиологические реакции, обострение хронических заболеваний и прочее, а при значительных концентрациях – острые отравления).

В соответствии с российским законодательством анализ экологической безопасности необходимо строить на основе концепции приемлемого риска. Приемлемое значение немедленного (рефлекторного) риска 0,02–0,05.

Цель проведенного исследования заключалась в оценке индивидуальных рисков немедленных (рефлекторных) эффектов для населения девяти городов Ленинградской области при ингаляционном воздействии взвешенных веществ (третий класс опасности) за период 2014–2023 годы.

Материалы

Для оценки риска (вероятности) немедленных (рефлекторных) эффектов при ингаляционном воздействии взвешенных веществ (третий класс опасности) использована следующая математическая модель [Киселев, Фридман, 1997; Фрумин, 2024].



$$\text{Prob} = -2,35 + 3,73 \lg (C/\text{ПДКм.р}) = -2,35 + 3,73 \lg (СИ)$$

Здесь Prob – пробит, С- максимальная разовая концентрация, ПДКм.р – предельно допустимая максимальная разовая концентрация в приземном слое атмосферного воздуха, СИ – стандартный индекс (наибольшая разовая концентрация взвешенных веществ, деленная на ПДКм.р).

Для перевода пробитов в риски использована таблица нормального вероятностного распределения [Беленький, 1963].

Расчет рисков для здоровья населения был проведен в два этапа. На первом этапе были рассчитаны индивидуальные риски здоровью. На втором этапе – популяционные риски. Популяционные риски рассчитаны как произведение индивидуальных рисков на среднее годовое число населения в городе Кириши.

Для расчетов рефлекторных рисков была использована информация Комитета по природным ресурсам Ленинградской области. Наблюдения проводились подразделениями ФГБУ «Северо-Западное УГМС».

Расчеты индивидуальных рефлекторных рисков был проведен с использованием данных о величинах СИ в девяти следующих городах Ленинградской области: Выборг, Волосово, Волхов, Кингисепп, Кириши, Луга, Тихвин, Светогорск, Сланцы.

Обсуждение

В обобщенном виде результаты расчетов индивидуальных рисков приведены в табл. 1. Полужирным шрифтом выделены величины рисков, превысивших приемлемое значение. Величины популяционных рисков представлены в табл. 2.

Таблица 1

Стандартные индексы и индивидуальные рефлекторные риски для населения городов Ленинградской области

Город	Год	СИ	Риск индивидуальный
Кириши	2014	9,8	0,903
	2015	1,6	0,055
	2016	9,6	0,903
	2017	2,4	0,184
	2018	8,2	0,864
	2019	4,0	0,460
	2020	1,8	0,081
	2021	2,4	0,184
	2022	1,5	0,055
	2023	1,6	0,055
Кингисепп	2014	5,0	0,618
	2015	1,9	0,097
	2016	1,8	0,081
	2017	2,0	0,115
	2018	1,6	0,055
	2019	1,0	0,007
	2020	1,0	0,007
	2021	1,0	0,007
	2022	0,8	0,003
	2023	0,6	0
Луга	2014	5,6	0,655
	2015	0,8	0,003
	2016	1,8	0,081
	2017	1,0	0,007
	2018	1,0	0,007



	2019	2,4	0,184
	2020	1,0	0,007
	2021	0,6	0
	2022	0,8	0,003
	2023	0,6	0
Выборг	2014	2,8	0,242
	2015	1,3	0,029
	2016	1,8	0,081
	2017	2,6	0,212
	2018	1,0	0,007
	2019	1,0	0,007
	2020	-	-
	2021	0,6	0
	2022	0,8	0,003
	2023	0,7	0,002
Тихвин	2014	0,9	0,006
	2015	0,2	0
	2016	0,7	0,002
	2017	0,5	0
	2018	0,5	0
	2019	0,7	0,002
	2020	3,3	0,345
	2021	0,4	0
	2022	0,5	0
	2023	0,3	0
Волосово	2014	0,6	0
	2015	0,2	0
	2016	0,3	0
	2017	0,5	0
	2018	0,4	0
	2019	0,3	0
	2020	0,2	0
	2021	0	0
	2022	-	-
	2023	-	-
Волхов	2014	0,3	0
	2015	0	0
	2016	0	0
	2017	0,5	0
	2018	0,5	0
	2019	0	0
	2020	0	0
	2021	0	0
	2022	-	-
	2023	-	-
Светогорск	2014	0	0
	2015	0	0
	2016	0	0
	2017	0	0
	2018	0,8	0,003



	2019	0,6	0
	2020	0,2	0
	2021	0,2	0
	2022	0,2	0
	2023	0,2	0
Сланцы	2014	0,6	0
	2015	0,3	0
	2016	0,5	0
	2017	0,7	0,002
	2018	0,5	0
	2019	0,6	0
	2020	0,7	0,002
	2021	0,6	0
	2022	-	-
	2023	-	-

Как следует из данных, приведенных в табл. 1, в городе Кириши индивидуальные рефлекторные риски ежегодно превышали приемлемое значение. В городе Кингисеппе превышение приемлемого значения зафиксировано в период 2014-2018 гг., в городе Луга – в 2014 г., 2016 г. и 2019 г., в городе Выборг – в 2014 и 2017 годах, в городе Тихвин – в 2020 году. В других из рассмотренных в статье городах за весь период наблюдений 2014-2023 гг. превышения приемлемого значения не установлено.

Таблица 2

Популяционные рефлекторные риски для населения города Кириши

Год	Численность населения	Риск популяционный	Год	Численность населения	Риск популяционный
2014	52549	47452	2019	50750	23345
2015	52494	2887	2020	50525	4093
2016	52338	47261	2021	51028	9389
2017	51930	95555	2022	50687	2788
2018	50885	43965	2023	50346	2769

Результаты расчетов рефлекторных популяционных рисков, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о значительной их вариабельности (минимальное значение зафиксировано в 2023 г. – годовой популяционный риск был равен 2769, а максимальное значение – в 2017 г. – 95555).

Заключение

Впервые рассчитаны рефлекторные индивидуальные риски здоровью для населения девяти городов Ленинградской области при ингаляционном поступлении взвешенных веществ (2014-2023 гг.). Выявлено, что среди рассмотренных городов в наибольшей степени взвешенными веществами загрязнен приземный слой атмосферного воздуха в городе Кириши. Впервые рассчитаны рефлекторные популяционные риски здоровью для населения города Кириши при ингаляционном воздействии взвешенных веществ.

Работа выполнена в Российском государственном гидрометеорологическом университете в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FSZU-2023-0002.



Список литературы:

1. Беленький М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Ленинград: Медгиз, 1963. 152 с.
2. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. СПб.: Международный институт оценки риска здоровью, 1997. 103 с.
3. Ульянов Н.Б., Сергиенко О.И. Определение условий выпуска загрязняющих веществ в окружающую среду: Учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 182 с.
4. Фруммин Г.Т. Оценка рефлекторных рисков для населения Мурманской области при ингаляционном воздействии вредных веществ // Арктика и инновации. 2024 | 2 | 2 | С. 62–67.
5. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. Москва: Мысль, 1995. 772 с.

