

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

ОЦЕНКА РЕФЛЕКТОРНЫХ РИСКОВ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПРИ ИНГАЛЯЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. Актуальность проблемы оценки риска неоднократно подчеркивалась специалистами здравоохранения. Цель исследования – оценка индивидуальных и популяционных рисков немедленных (рефлекторных) эффектов для населения Санкт-Петербурга при ингаляционном воздействии взвешенных веществ частицами диаметром не более 10 мкм (PM10) за период 2010-2024 годы.

Ключевые слова: Рефлекторный риск, стандартный индекс, взвешенные вещества, Санкт-Петербург.

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

Введение

Оценка риска своему здоровью является естественной поведенческой реакцией человека и сопровождает его с первых дней жизни и до смерти. На оценке риска здоровью базируется вся система информационной связи человека с окружающим его миром. Такие привычные для нас понятия, как «опасность», «угроза», связаны прежде всего с информацией о риске здоровью [Киселев, Фридман, 1997; Фрумин, 2012].

Важнейшая особенность науки о риске – ее междисциплинарный характер при теснейшем взаимодействии естественных и гуманитарных наук. Оценку опасности и риска применения вещества проводят в процессе сопоставления информации о его дозе воздействия (экспозиции) и биологическом (токсическом) действии. Качественно риск характеризуют через природу неблагоприятных последствий, а количественно – через вероятность их возникновения.

Факторы риска – это факторы, которые повышают вероятность различных нарушений здоровья, в частности, развитие заболеваний [Большаков и др., 1999].

Наш организм уязвим к воздействию мелкодисперсных взвешенных частиц. При вдыхании каждый день порядка 30–60 мг пыли и взвешенных веществ могут обостряться аллергические реакции; частицы менее 10 мкм способны проникать глубоко в легкие [Климова, Андреева, 2023].

При упрощенном подходе заболеваемость рассматривается как функция риска в соответствии со следующим уравнением [Киселев, Фридман, 1997]:

$$\text{Заболеваемость} = a + b\text{Risk}, \quad (1)$$

где Risk – потенциальный риск здоровью, а – фоновый уровень заболеваемости, то есть тот, который не зависит от загрязнения окружающей среды, b – коэффициент пропорции роста заболеваемости в зависимости от уровня потенциального риска.

«В последнее десятилетие среди взвешенных веществ стали выделять частицы размером менее 10 мкм. Международная организация по стандартизации разработала определения для этих малых частиц. Выделяют частицы диаметром 10 мкм, которые названы PM₁₀» [Безуглая, Смирнова, 2008].



Установлено, что в районах с высокой концентрацией взвешенных частиц растет распространенность бронхолегочных, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

«Даже в том случае, когда санитарные нормы (ПДК) по взвешенным веществам не превышаются или превышаются незначительно, горожане могут ощущать запыленность городской среды. Пыль видима и осязаема, она оседает на стенах домов, поверхностях предметов, обуви и одежде и т.п. Жители мегаполиса все чаще жалуются на неудобства, связанные именно с пылью» [Зив и др., 2020].

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 (от 20 до 50 дополнительных случаев на 1000 человек).

Приемлемый риск – уровень риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер по его снижению, и оцениваемый как независимый, незначительный по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности и жизни населения.

Цель проведенного исследования заключалась в оценке индивидуальных и популяционных рисков немедленных (рефлекторных) эффектов для населения Санкт-Петербурга при ингаляционном воздействии взвешенных веществ частицами диаметром не более 10 мкм (PM₁₀) за период 2010-2024 годы.

Материалы и методы

Для оценки риска (вероятности) немедленных (рефлекторных) эффектов при ингаляционном воздействии взвешенных веществ (третий класс опасности) использована следующая математическая модель [Киселев, Фридман, 1997; Киселев, 2001; Фрумин, 2024].

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

Здесь Prob – пробит, C – максимальная разовая концентрация, ПДК_{м.р} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация в приземном слое атмосферного воздуха, СИ – стандартный индекс (наибольшая разовая концентрация взвешенных веществ, деленная на ПДК_{м.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 среднегодовое количество населения в Санкт-Петербурге.

Для расчетов рефлекторных рисков были использованы данные, приведенные в аналитических обзорах Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга.

Результаты исследования

Результаты расчетов годовых индивидуальных и популяционных рефлекторных рисков для населения Санкт-Петербурга приведены в таблице.

Годовые индивидуальные и популяционные рефлекторные риски для здоровья населения Санкт-Петербурга при ингаляционном поступлении взвешенных веществ (PM₁₀)



Год	Численность населения	СИ	Риск индивидуальный	Риска популяционный
2010	4879566	2,05	0,140	683139
2011	48993449	1,25	0,019	93088
2012	4953219	1,29	0,021	104018
2013	5028000	1,38	0,028	140784
2014	5131942	1,42	0,032	164222
2015	5191690	1,21	0,017	88259
2016	5225690	0,53	0,001	5226
2017	5281579	0,67	0,002	10563
2018	5351935	0,63	0,001	5352
2019	5383890	1,12	0,012	64607
2020	5398064	0,50	0,001	5398
2021	5601911	1,05	0,009	50417
2022	5607916	0,59	0,001	5608
2023	5600044	0,60	0,001	5600
2024	5597763	1,04	0,009	50380

Как следует из данных, приведенных в таблице, величина индивидуального рефлекторного риска превысила приемлемый уровень риска (0,05) в 2010 г.

Тренд динамики популяционных рефлекторных рисков характеризуется как отрицательный. Иными словами, популяционный рефлекторный риск для здоровья населения Санкт-Петербурга при ингаляционном поступлении частиц не более 10 мкм уменьшался с 2010 г. по 2024 г.

Список литературы:

1. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. (2008) Воздух городов и его изменения. СПб.: Астерион. 254 с.
2. Бельский М.Л. (1963) Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Ленинград: Медгиз. 152 с.
3. Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. (1999) Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. Москва: Эдиториал УРСС. 256 с.
4. Зив А.Д., Двинянина О.В., Соловьева Е.А. (2020) Взвешенные вещества и диоксид азота в атмосфере Санкт-Петербурга: субъективные оценки, измерение и расчеты // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. № 597. С. 135-161.
5. Киселев А.В., Фридман К.Б. (1997) Оценка риска здоровью. СПб.: Международный институт оценки риска здоровью. 104 с.
6. Киселев А.В. (2001) Оценка риска здоровью в системе гигиенического мониторинга. СПб.: Медицинская академия последиplomного образования. 36 с.
7. Климова Д.Н., Андреева Е.С. (2023) Оптимизация системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в обеспечении экологической безопасности крупных городов // Успехи современного естествознания. №6, С. 40-46.
8. Фрумин Г.Т. (2012) Экология человека (Антропоэкология). СПб.: РГГМУ. 350 с.
9. Фрумин Г.Т. (2024) Оценка рефлекторных рисков для населения Мурманской области при ингаляционном воздействии вредных веществ // Арктика и инновации. №2. С. 62-67.

