



Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»

Лаборатория технологий анализа рисков здоровью

**Влияние метеорологических параметров
на уровни комплексного загрязнения
атмосферного воздуха селитебных территорий**

Авторы: Соловьев В.В., Гриценко Т.Д., Пшегорода А.Е.,

Научная сессия

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Минск, 25 января 2024 г.

Исследования проводились в рамках этапа задания 01.14. подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы.

Цель НИР (задание 01.14): научно обосновать и разработать метод оценки риска здоровью населения от комбинированного воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов.

Основные методы исследования - санитарно-гигиенические, аналитические, статистические. Для определения уровней комплексного загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий. Использовались архивные данные ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» о фоновых уровнях загрязнения селитебных территорий.

Влияние метеорологических параметров на уровни комплексного загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий

Основные факторы, определяющие актуальность:

- Экологические проблемы городов, связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, образующих антропогенные территории, очень далекие от состояния экологического равновесия.
- В современных условиях развития промышленности, роста городов и экономического освоения новых территорий усиливается воздействие на окружающую среду.
- Изменения климатических условий в динамике. Периодическая фиксация признаков т.н. «глобального потепления»

Влияние метеорологических параметров на уровни комплексного загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий

В ходе проведения этапных исследований отмечено, что период действия неблагоприятных метеорологических условий для рассеивания производственных выбросов загрязняющих веществ зависит от характеристики выбросов и метеорологических параметров.

Для горячих и высоких источников выбросов загрязняющих веществ неблагоприятный комплекс метеорологических параметров составляют: неустойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, скорость ветра 3–6 м/с, скорость выброса 6–12 м/с и приподнятая инверсия – 100–300 м над источником;

для холодных источников: неустойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, скорость ветра 1–2 м/с, скорость выброса 2–4 м/с и приподнятая инверсия – 0–200 м над источником.

для низких источников: устойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, штиль, скорость выброса 2–5 м/с.

Определение комплексных уровней загрязнения атмосферного воздуха проводилось в этапных исследованиях с учетом вариабельности метеорологических показателей для жилых территорий по данным, максимально приближенным к критериям базовой модели Альфа (ведущие критериальные параметры – низкие линейные источники выбросов; скорость выброса 5 м/сек; основные выбрасываемые ЗВ: азота (IV) оксид (азота диоксид), сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ), углерод оксид (окись углерода, угарный газ); устойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, штиль (скорость ветра 0 – 1 м/сек)) и критериям базовой модели Гамма (ведущие критериальные параметры – высокие источники выбросов (высота 30 м), температура отходящей газовой смеси 20°C; скорость выброса 4 м/сек; основные выбрасываемые ЗВ: азота (IV) оксид (азота диоксид), твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), твердые частицы и фракции размером до 10 мкм и до 2,5 мкм, фенол (гидроксибензол), формальдегид (метаналь), свинец и его соединения; неустойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, приподнятая инверсия над источником 100 м, скорость ветра 2 м/сек).

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

КОМПЛЕКСНЫЙ
показатель «Р»

КОМПЛЕКСНЫЙ
показатель ИЗА

Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких загрязняющих химических веществ в воздухе проводилась по величине суммарного показателя загрязнения «Р», учитывающего кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере, и показателю комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА)

Показатель «Р» учитывает характер комбинированного действия загрязняющих веществ по типу неполной суммы.

Комплексный ИЗА отражает уровень загрязнения атмосферы (в единицах ПДК диоксида серы) которому соответствуют фактически наблюдаемые концентрации m веществ в атмосфере

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ «Р»

Расчет комплексного показателя «Р» проводится по формуле:

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2} ,$$

где K_i – «нормированные» по ПДК концентрации веществ 1, 2, 4 классов опасности «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности:

Класс опасности	1	2	3	4
K_i	2,0	1,5	1,0	0,8

ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (ИЗА)

Расчет ИЗА для одного вещества проводится по формуле:

$$Li = \left(\frac{qi}{ПДКi} \right)^{Ki}$$

где qi – концентрация i -того вещества;

$ПДКi$ – предельно допустимая концентрация соответствующего периода осреднения;

Ki – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы.

Комплексный ИЗА, учитывающий m веществ, присутствующих в атмосфере, рассчитывается по формуле:

$$I(m) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{qi}{ПДКi} \right)^{Ki}$$

где qi – концентрация i -того вещества;

$ПДКi$ – предельно допустимая концентрация соответствующего периода осреднения;

Ki – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы.

Комплексный ИЗА отражает уровень загрязнения атмосферы (в единицах ПДК диоксида серы) которому соответствует фактически наблюдаемые концентрации m веществ в городской атмосфере, т. е. показывает во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом.

Класс опасности	1	2	3	4
K_i	1,7	1,3	1,0	0,9

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ВЕЛИЧИНЕ КОМПЛЕКСНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (КИЗА)

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ по максимальным разовым концентрациям

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
I – допустимая	до 1,6	до 3,0	до 5,0	до 7,1
II – слабая	1,7-3,2	3,1-4,8	5,1-6,4	7,2-8,0
III – умеренная	3,3-6,4	4,9-9,6	6,5-12,8	8,1-16,0
IV – сильная	6,5-12,8	9,7-19,2	12,9-25,6	16,1-32,0
V – опасная	12,9 и выше	19,3 и выше	25,7 и выше	32,1 и выше

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
I – допустимая	до 1,0	до 1,9	до 3,1	до 4,4
II – слабая	1,1-2,0	2,0-3,0	3,2-4,0	4,5-5,0
III – умеренная	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	5,1-10,0
IV – сильная	4,1-8,0	6,1-12,0	8,1-16,0	10,1-20,0
V – опасная	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ по среднесуточным концентрациям

Влияние метеорологических параметров на уровни комплексного загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий

Результаты и выводы:

- **В ходе проведения этапных исследований** отмечена сопоставимость числовых значений показателей комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха и суммарного загрязнения «Р» при наличии различий в спектрах химических загрязнителей и расчетных концентрациях, использованных в разных расчетных моделях. Получение подобных данных, на наш взгляд, подтверждает влияние неблагоприятных метеорологических параметров на условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, что в конечном итоге отражается на степени комплексного загрязнения атмосферы на селитебных территориях, находящихся в зонах влияния источников выбросов. Соответственно при сходности иных параметров, влияющих на качество атмосферного воздуха и условия рассеивания, метеорологические параметры способны выполнять определяющую роль в формировании уровней комплексного загрязнения атмосферы.
- Результаты моделирования также обосновывают определяющую роль приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха на селитебных территориях, что позволяет составить приоритетный перечень с учетом вариабельности влияющих метеопараметров. Приоритетную роль в атмосфере городской среды в Республике Беларусь играют твердые частицы, фракции размером 10 и менее мкм, азот (IV) оксид (азота диоксид), формальдегид (метаналь), аммиак, фенол (гидроксибензол), озон, сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ), углерод оксид (окись углерода, угарный газ), твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) и некоторые другие химические вещества. Перечень метеорологических показателей (в том числе в период неблагоприятных метеорологических условий), определяющих условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; коэффициент рельефа местности; средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года; средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца; среднегодовая роза ветров; скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость превышения которой составляет 5%; скорость и направление ветра.