



Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»

Лаборатория технологий анализа рисков здоровью

**ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, АССОЦИИРОВАННАЯ
С КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ**

**АВТОРЫ: к.б.н. Гриценко Т.Д., к.м.н. Просвирякова И.А.,
к.м.н. Ганькин А.Н., Пшегорода А.Е., д.м.н., профессор Соколов С.М.**

**Научная сессия учреждения образования
«Белорусский государственный медицинский университет»**

Минск, 2021





Твердые мелкодисперсные частицы, содержащиеся в атмосферном воздухе, по степени своего вредного воздействия отнесены к одним из наиболее значимых факторов влияния воздуха на здоровье населения.

На проникающую способность твердых частиц в организм человека влияет размер частиц.

Наиболее часто обнаруживаются следующие размерные фракции взвешенных частиц:

- общая пыль (TSP) – сумма взвешенных веществ, включает все находящиеся в воздухе частицы;
- PM₁₀ используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм;
- PM_{2,5} применяется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм;
- PM-1 употребляется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 1,0 мкм и мельчайшие частицы (наночастицы) используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 0,1 мкм.

Так, частицы с аэродинамическим диаметром 2,5 – 10 мкм (PM₁₀) достигают бронхов и могут накапливаться в тканях легких.

Респирабельные или ультрамелкодисперсные частицы размером менее 2,5 мкм (PM_{2,5}) могут достигать бронхиол и альвеол, проникать в кровотоки и далее попадать в любую ткань организма человека.



По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), мелкодисперсные твердые частицы ежегодно обуславливают 3 % случаев смерти от кардиопульмональной патологии и 5 % от рака легких.

С увеличением концентрации мелкодисперсных твердых частиц на 10 мкг/м³, относительный риск снижения легочной функции и роста заболеваний бронхитом, среди детей, составляет 1,9 % и 1,3 % соответственно (ВОЗ, 2013).

Мелкодисперсные частицы являются причиной воспалительных реакций в легких, развития респираторных симптомов, обострения хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы, увеличения частоты приема лекарственных средств, а также роста госпитализации и смертности.



На первом этапе проведения оценки риска здоровью населения мелкодисперсных твердых частиц, сформирован список городов с численностью населения свыше 100 тысяч.

Гигиеническая оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами проведена на основании фоновых концентраций $PM_{2,5}$, PM_{10} и TSP, установленных по результатам наблюдений на стационарных постах наблюдений ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» в период 2010–2016 гг. на территориях 15 выбранных городов.

Гигиеническая оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха проведена на основании результатов сравнения фактических значений фоновых концентраций $PM_{2,5}$, PM_{10} , TSP со значениями гигиенических нормативов, оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха по величине комплексного показателя «Р».



Список городов Белоруссии с численностью населения свыше 100 тысяч человек

| № | Город | Область | Численность населения |
|----|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1 | Минск | Минская обл. | 1 992 685 |
| 2 | Гомель | Гомельская обл. | 536 938 |
| 3 | Могилев | Могилевская обл. | 383 313 |
| 4 | Витебск | Витебская обл. | 378 459 |
| 5 | Гродно | Гродненская обл. | 373 547 |
| 6 | Брест | Брестская обл. | 350 616 |
| 7 | Бобруйск | Могилёвская обл. | 216 793 |
| 8 | Барановичи | Брестская обл. | 179 000 |
| 9 | Борисов | Минская обл. | 142 681 |
| 10 | Пинск | Брестская обл. | 137 960 |
| 11 | Орша | Витебская обл. | 114 135 |
| 12 | Мозырь | Гомельская обл. | 112 348 |
| 13 | Солигорск | Минская обл. | 106 289 |
| 14 | Лида | Гродненская обл. | 101 928 |
| 15 | Новополоцк | Витебская обл. | 101 125 |

В ходе ранжирования были выделены приоритетные территории по содержанию $PM_{2,5}$, PM_{10} и TSP в атмосферном воздухе.

Наибольшие значения фоновых концентраций отмечались: в г. Гомеле (144 мкг/м^3), г. Борисове (136 мкг/м^3) и г. Могилеве (130 мкг/м^3) – по твердым частицам TSP; в г. Минске (76 мкг/м^3), г. Гомеле (72 мкг/м^3) и г. Могилеве (59 мкг/м^3) – по твердым частицам PM_{10} ; в г. Минске (53 мкг/м^3), г. Барановичи (44 мкг/м^3) и г. Бресте (40 мкг/м^3) – по твердым частицам $PM_{2,5}$.

Суммарный показатель фонового загрязнения атмосферного воздуха «Р» комплексом загрязняющих веществ колебался от 1,08 до 1,94, среднее значение показателя «Р» составило $1,35 \pm 0,04$, что соответствует «допустимой» степени фонового загрязнения атмосферного воздуха. Вклад частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ в суммарный показатель «Р» колебался от 29,19% в г. Могилеве до 73,89% в г. Минске и в среднем составил $52,45 \pm 2,52\%$.

Суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха «Р» частицами PM_{10} и $PM_{2,5}$ ($0,69 \pm 0,028$) соответствует «допустимой» степени фонового загрязнения атмосферного воздуха. Ранжирование городов по уровню загрязнения атмосферного воздуха позволило отнести изучаемые территории к I степени загрязнения являющейся безопасной для здоровья населения, и соответствующей фоновому уровню заболеваемости (адаптация).



Для оценки влияния твердых частиц в атмосферном воздухе на здоровье, в качестве критерия относительной опасности, применяется Индекс качества атмосферного воздуха. Оценка величины индекса качества атмосферного воздуха проводится в соответствии в диапазоне 0 – 500 условных единиц, шкала разделена на 6 степеней, соответствующих определенному диапазону концентраций и степени выраженности вредных эффектов.

При установлении величины потенциального риска немедленного (острого) действия в качестве эффекта оценивается вероятность появления рефлекторных реакций.

Для оценки эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием твердых частиц, загрязняющих атмосферный воздух, проводится расчет величины потенциального риска длительного (хронического).

Эффекты влияния на здоровье населения, соответствующие значениям индекса качества атмосферного воздуха

| Индекс качества атмосферного воздуха | Интервалы концентраций (мкг/м ³) | | | Градации популяционного здоровья |
|--------------------------------------|--|------------------|----------------|---|
| | PM _{2,5} | PM ₁₀ | TSP | |
| 0 – 50 | 0,0 – 15,4 | 0,0 – 50,0 | 0,0 – 98,0 | фоновый уровень заболеваемости; отсутствуют неблагоприятные медико-экологические тенденции |
| 51 – 100 | 15,5 – 40,4 | 51,0 – 150,0 | 99,0 – 280,0 | фоновый уровень заболеваемости; вероятность развития респираторных симптомов у чувствительных групп населения |
| 101 – 150 | 40,5 – 65,4 | 151,0 – 220,0 | 281,0 – 462,0 | увеличение вероятности респираторных симптомов у чувствительных групп населения; тенденция к росту фонового уровня заболеваний сердца и легких; появление случаев преждевременной смерти лиц с заболеваниями сердца и легких, а также пожилых лиц |
| 151 – 200 | 65,5 – 150,4 | 221,0 – 354,0 | 463,0 – 644,0 | достоверное превышение фонового уровня заболеваний сердца и легких; увеличение случаев преждевременной смерти лиц с заболеваниями сердца и легких, а также пожилых лиц; увеличение случаев респираторных эффектов в общей популяции |
| 201 – 300 | 150,5 – 250,4 | 355,0 – 424,0 | 645,0 – 770,0 | достоверное превышение верхней границы фонового уровня заболеваний сердца и легких; увеличение случаев преждевременной смерти лиц с заболеваниями сердца и легких, а также пожилых лиц; увеличение случаев респираторных эффектов в общей популяции |
| 301 – 500 | 250,5 – 500,4 | 425,0 – 604,0 | 771,0 – 1100,0 | |



Величины потенциального риска немедленного (острого) действия и потенциального риска длительного (хронического) воздействия твердых частиц в атмосферном воздухе на здоровье населения, оцениваются в следующих интервалах:

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| приемлемый (минимальный) | до 0,05; |
| удовлетворительный | свыше 0,05 до 0,16; |
| неудовлетворительный | свыше 0,16 до 0,50; |
| опасный | более 0,50; |
| чрезвычайно опасный | близкий к 100% (или 1). |



Учет критических органов/систем, связанных с наиболее чувствительными и специфическими вредными биологическими изменениями, проводится при расчете коэффициента и индекса опасности. В качестве критических рассматриваются органы/системы, поражаемые на уровне пороговых доз (концентраций) анализируемого загрязняющего вещества.

Величины коэффициента опасности (индекса опасности) оценивается в следующих интервалах:

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Чрезвычайно высокий | до 10; |
| Высокий | свыше 5 до 10; |
| Средний | свыше 1 до 5; |
| Низкий (минимальный) | до 1; |



Коэффициент опасности отражает потенциальный риск развития неканцерогенных эффектов, рассчитывается отдельно при условиях кратковременного (острого) и длительного (хронического) воздействий $PM_{2,5}$, PM_{10} , TSP

Величины коэффициента опасности (индекса опасности) оценивается в следующих интервалах:

| | |
|----------------------|----------------|
| Чрезвычайно высокий | до 10; |
| Высокий | свыше 5 до 10; |
| Средний | свыше 1 до 5; |
| Низкий (минимальный) | до 1; |



Алгоритм количественной оценки дополнительных случаев заболеваемости и смертности, заключается в последовательном выполнении следующих этапов:

Этап 1. Расчет и оценка риска здоровью населения с учетом и без учета экспозиции факторов среды обитания.

Этап 2. Расчет средних популяционных фоновых показателей заболеваемости и смертности населения.

Этап 3. Расчет средних популяционных показателей заболеваемости и смертности экспонируемого населения.

Этап 4. Расчет и оценка дополнительных случаев заболеваемости и смертности, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха твердыми частицами.



Установление дополнительных случаев заболеваемости и смертности, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха твердыми частицами, проводится по показателям относительного риска и атрибутивного риска.

Относительный риск показывает, во сколько раз экспозиция увеличивает фоновую вероятность заболеть или умереть от того или иного заболевания при воздействии фактора риска, в данном случае мелкодисперсных частиц.

$$OR = RE / PO$$

где OR – относительный риск;

RE – величина показателя заболеваемости, смертности экспонируемого населения (уровень риска здоровью экспонируемого населения);

PO – величина фонового показателя заболеваемости, смертности (фоновый уровень риска).

Разность рисков (или атрибутивный риск) определяют как разницу значений риска в группах, подвергающихся и не подвергавшихся воздействию:

$$RR = RE - PO ,$$

где RR – атрибутивный риск;

RE – величина показателя заболеваемости, смертности экспонируемого населения (уровень риска здоровью экспонируемого населения);

PO – величина фонового показателя заболеваемости, смертности (фоновый уровень риска).

Оценка риска влияния загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами на здоровье населения оценивается в следующих интервалах:

| | |
|------------------|-----------------------|
| минимальный риск | $R < 0,312$; |
| умеренный риск | $R = 0,313 - 0,500$; |
| повышенный риск | $R = 0,501 - 0,688$; |
| высокий риск | $R > 0,689$. |

Разработана инструкция по применению, содержащая метод оценки воздействия и определения вклада мелкодисперсных твердых частиц в атмосферном воздухе населенных пунктов на формирование дополнительных случаев заболеваемости и смертности населения :

Инструкция по применению «Метод оценки риска здоровью населения, обусловленного воздействием мелкодисперсных твердых частиц в атмосферном воздухе населенных пунктов» Регистрационный №001-1120.