



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;
- PM<sub>10</sub> используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм;
- PM<sub>2,5</sub> 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 (PM<sub>10</sub>) достигают бронхов и могут накапливаться в тканях легких.

Респирабельные или ультрамелкодисперсные частицы размером менее 2,5 мкм (PM<sub>2,5</sub>) 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/м<sup>3</sup>, 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	<a href="#">Минск</a>	Минская обл.	1 992 685
2	<a href="#">Гомель</a>	<a href="#">Гомельская</a> обл.	536 938
3	<a href="#">Могилев</a>	<a href="#">Могилевская</a> обл.	383 313
4	<a href="#">Витебск</a>	<a href="#">Витебская</a> обл.	378 459
5	<a href="#">Гродно</a>	<a href="#">Гродненская</a> обл.	373 547
6	<a href="#">Брест</a>	<a href="#">Брестская</a> обл.	350 616
7	<a href="#">Бобруйск</a>	<a href="#">Могилёвская</a> обл.	216 793
8	<a href="#">Барановичи</a>	<a href="#">Брестская</a> обл.	179 000
9	<a href="#">Борисов</a>	<a href="#">Минская</a> обл.	142 681
10	<a href="#">Пинск</a>	<a href="#">Брестская</a> обл.	137 960
11	<a href="#">Орша</a>	<a href="#">Витебская</a> обл.	114 135
12	<a href="#">Мозырь</a>	<a href="#">Гомельская</a> обл.	112 348
13	<a href="#">Солигорск</a>	<a href="#">Минская</a> обл.	106 289
14	<a href="#">Лида</a>	<a href="#">Гродненская</a> обл.	101 928
15	<a href="#">Новополоцк</a>	<a href="#">Витебская</a> 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 ( $144 \text{ мкг/м}^3$ ), г. Борисове ( $136 \text{ мкг/м}^3$ ) и г. Могилеве ( $130 \text{ мкг/м}^3$ ) – по твердым частицам TSP; в г. Минске ( $76 \text{ мкг/м}^3$ ), г. Гомеле ( $72 \text{ мкг/м}^3$ ) и г. Могилеве ( $59 \text{ мкг/м}^3$ ) – по твердым частицам  $PM_{10}$ ; в г. Минске ( $53 \text{ мкг/м}^3$ ), г. Барановичи ( $44 \text{ мкг/м}^3$ ) и г. Бресте ( $40 \text{ мкг/м}^3$ ) – 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 <sup>3</sup> )			Градации популяционного здоровья
	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	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:

<b>приемлемый (минимальный)</b>	<b>до 0,05;</b>
<b>удовлетворительный</b>	свыше 0,05 до 0,16;
<b>неудовлетворительный</b>	свыше 0,16 до 0,50;
<b>опасный</b>	более 0,50;
<b>чрезвычайно опасный</b>	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:

<b>Чрезвычайно высокий</b>	до 10;
<b>Высокий</b>	свыше 5 до 10;
<b>Средний</b>	свыше 1 до 5;
<b>Низкий (минимальный)</b>	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:

<b>Чрезвычайно высокий</b>	до 10;
<b>Высокий</b>	свыше 5 до 10;
<b>Средний</b>	свыше 1 до 5;
<b>Низкий (минимальный)</b>	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.*