

УДК 574:669.1

Перятинский А.Ю., Сомова Ю.В., Глухов Ю.А.

## О ТЕХНОСФЕРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ

**Аннотация:** В статье проведен анализ содержания основных загрязняющих веществ в атмосфере города Магнитогорска как факторов его экологического неблагополучия. Приведены результаты лабораторных исследований атмосферного воздуха в зоне влияния на жилую застройку и динамика медико-демографических показателей населения города.

**Ключевые слова:** выбросы загрязняющих веществ, предельно допустимая концентрация, максимально наблюдаемая концентрация, эффект суммации.

Загрязнение атмосферы промышленными выбросами было и остается тяжелой экологической проблемой современного мира. Это особенно актуально для промышленных городов. Город Магнитогорск по праву называют «стальное сердце Родины». Вся его история связана с Магнитогорским металлургическим комбинатом (ныне ПАО «ММК»), на долю которого приходится 80% промышленных выбросов в атмосферу города. Большинство технологических процессов ПАО «ММК» связано с неорганизованными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, среди них наибольшее воздействие оказывают агломерационное, коксохимическое и доменное производства.

В настоящее время ПАО «ММК» строит свою деятельность в соответствии с требованиями законодательства РФ в области охраны окружающей среды и международного стандарта ISO 14001:2015 «Системы экологического менеджмента», что подтверждено соответствующим сертификатом. Компания приняла на себя обязательства по выполнению мероприятий, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, которые включены в экологическую программу ПАО «ММК» до 2025 года (цель - снизить к 2025 году комплексный индекс загрязнения атмосферы города Магнитогорска до уровня 5 единиц) [6].

В ПАО «ММК» действуют 274 газоочистные установки (рукавные фильтры, электрофильтры и аппараты мокрой очистки), фактические затраты на реализацию мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу только в 2017 году составили 3076,3 млн руб. (в том числе на капитальное строительство – 2577,8 млн руб.) [6]. В табл. 1 представлены наиболее значимые природоохранные мероприятия экологической программы ПАО «ММК» в 2015-2017 годах.

Валовые выбросы загрязняющих веществ за 2017 год составили 199,3 тыс. т (табл. 2), удельные выбросы загрязняющих веществ на 1 т металлопродукции – 17,58 кг/т [5]. То есть можно

отметить, что за последние пять лет значительно снижено количество выбросов фенола, прослеживается положительная динамика снижения выбросов пыли, диоксида азота и диоксида серы, в то же время увеличилась масса выбросов оксида углерода.

Планомерная работа ПАО «ММК» по выполнению экологической программы с 2014 года способствует устойчивой тенденции по сокращению выбросов в атмосферу (рис.1). Несмотря на то, что выбросы вредных веществ в атмосферу сократились, экологическая ситуация в городе не улучшается. В «Год экологии» (2017) в государственном докладе Минприроды «Об охране окружающей среды» Магнитогорск опять вошел в список 15 максимально загрязненных территорий, наиболее неблагоприятных, по оценкам экологов, с точки зрения, прежде всего, атмосферного воздуха, а ПАО «ММК» назван основным источником загрязнения [2].

К основным загрязняющим веществам, содержащимся в воздушной среде города Магнитогорска, по-прежнему, относятся взвешенные вещества, диоксид азота и серы, оксид углерода и фенол.

Для оценки состояния атмосферного воздуха в городе использованы результаты лабораторных исследований атмосферного воздуха в зоне влияния на жилую застройку города. Данные исследования проведены лабораторией контроля атмосферы ПАО «ММК» на 5 постах: №19 (пр. Металлургов), №22 (п. Старая Магнитка), №7 (п. Брусково), №5 (п. Ново-Северный) и №13 (п. Новостройка) [5].

Наблюдения проводятся ежедневно 3 раза в сутки. На постах измеряются концентрации взвешенных веществ (пыли), диоксида серы, диоксида азота, оксида углерода, формальдегида, тяжелых металлов, бенз(а)пирена, оксида азота, аммиака, сероводорода.

Учитывая, что отбор проб воздуха на постах наблюдения осуществляется по разным программам (полная, неполная, сокращенная), количество исследованных ингредиентов на каждом посту индивидуально, в основу оценки результатов принято

«число проб с концентрацией выше ПДК» (табл.3)

Таблица 1

Значимые природоохранные мероприятия экологической программы [5]

Мероприятие	Экологический эффект
Реконструкция СУУ-2: запуск в работу первой поглотительной системы с выводом из работы старых систем № 1-5	Сокращение выбросов SO <sub>2</sub> – на 3150 т/год
Реконструкция СУУ-4	Сокращение выбросов SO <sub>2</sub> – на 500 т/год,
Реконструкция цикла охлаждения коксового газа блока № 1	Сокращение выбросов водорода цианистого – 97,6 т/год, аммиака – 88 т/год, фенола – 82,7 т/год, бензоа – 17 т/год, нафталина – 13 т/год, сероводорода – 3 т/год
Реконструкция СУУ-2, запуск в работу второй и третьей поглотительной системы	Сокращение валовых выбросов ЗВ – на 24750 т/год; сокращение выбросов SO <sub>2</sub> – на 3322 т/год, пыли – 200 т/год
Реконструкция газоочистной установки двухваннового сталеплавильного агрегата	Сокращение выбросов пыли на 1800 т/год
Реконструкция бора сероулавливающей установки № 2	Сокращение выбросов диоксида серы на 1120 т/год

Таблица 2

Масса выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферу, т

Загрязняющее вещество	Год				
	2013	2014	2015	2016	2017
1 Твердые вещества (пыль)	26141	26826	27412	23425	23165
2 Азота диоксид	15580	13036	10291	10378	-
3 Серы диоксид	16101	17413	13989	11645	9370
4 Углерода оксид	153509	154774	147646	150350	150374
5 Фенол	96,1	86	14	14	14
Валовые выбросы	220 001	219060	205343	201820	199284

Таблица 3

Превышение предельно-допустимых концентраций за период 2014-2017 г г.

Годы	Всего исследований, абс./%	Число случаев с >ПДК	В том числе, абс/%	
			>5 ПДК	>10 ПДК
2014	12768/100	226/1,77	104/0,8	10/0,08
2015	17169/100	447/2,6	83/0,48	36/0,21
2016	18654/100	376/2,02	90/0,48	22/0,12
2017	15110/100	486/3,2	135/0,89	93/0,61

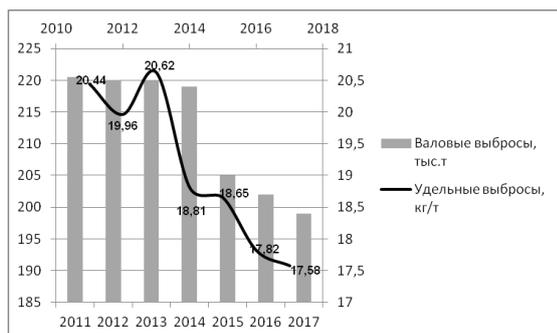


Рис. 1. Динамика валовых и удельных выбросов в атмосферу

Анализ имеющихся данных по атмосферному воздуху за 4 года показывает, что число случаев с превышением ПДК в 2017 году увеличилось на 58,4%, причем >5 ПДК – в 1,58 раза, а >10 ПДК - в 5 раз по сравнению с 2016 годом. По превышению ПДК приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха в городе являются: бенз(а)пирен, гидроксибензол; взвешенные вещества; диоксид серы; углерод оксид.

Ежегодно средняя концентрация бенз(а)пирена (рис. 2) превышает ПДК 1,6 - 2,8 раза. А это один из самых мощных канцерогенов. Предельно допустимое среднесуточное количество бенз(а)пирена в воздухе (ПДК<sub>сс</sub>) не должно превышать 0,001 мкг/м<sup>3</sup>.

Бенз(а)пирен опасен не только как фоновый загрязнитель атмосферы, отличающийся химической и термической устойчивостью, но наиболее опасен еще и биоаккумуляцией. То есть вещество легко наращивает концентрацию и в почве, и в растениях (корм для скота), и в продуктах питания. Попадая в организм человека, бенз(а)пирен, помимо канцерогенного действия, оказывает еще и гематотоксическое, мутагенное и эмбриотоксическое действие. Все случаи превышения ПДК>5 и ПДК>10, наблюдаемые в городе Магнитогорске, относятся к бенз(а)пирену (рис.3).

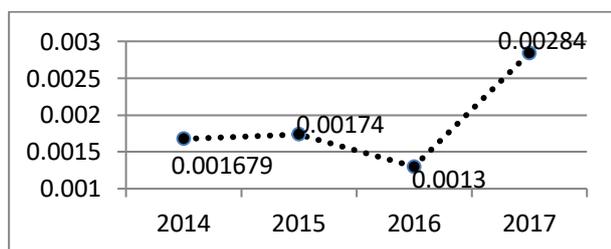


Рис. 2. Средние концентрации бензапирена по городу, мкг/м<sup>3</sup>

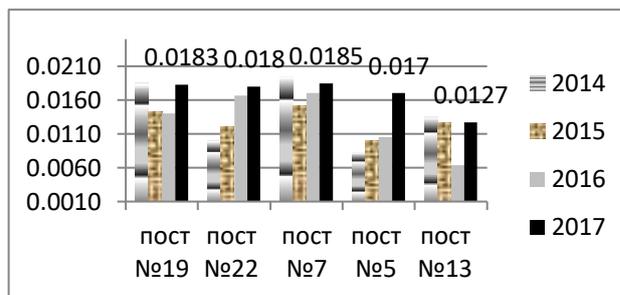


Рис. 3. Максимальные концентрации бенз(а)пирена по городу, мкг/м<sup>3</sup>

Как видно из графика, на всех постах ежегодно наблюдается максимальная концентрация бенз(а)пирена.

Гидроксибензол (фенол) - по своей токсичности соединение относится ко 2-му классу опасности. ПДК<sub>мр</sub>=0,010 мг/м<sup>3</sup>. Такой низкий порог доказывает опасность вещества. Он довольно быстро всасывается в организм и влияет на сердечнососудистую систему, дыхательные пути, легки и бронхи, а также нервную систему, вызывая такие побочные эффекты, как головные боли, потерю сознания, тошноту, головокружение и т.п.

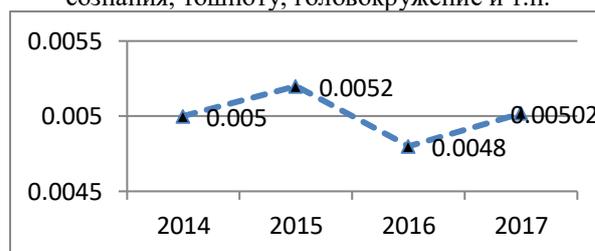


Рис. 4. Средние концентрации гидроксибензола по городу, мг/м<sup>3</sup>

Как видно из графика, среднегодовые концентрации гидроксибензола в пределах 0,5 ПДК<sub>мр</sub>. Между тем максимально наблюдаемые концентрации гидроксибензола в атмосфере города в 2,5 раза превышают ПДК<sub>мр</sub> (рис.5).

В атмосфере города присутствует также и формальдегид, среднегодовой концентрации в 2017г. 0,8 ПДК<sub>м.р</sub>. Гидроксибензол и формальдегид - вещества однонаправленного действия, поэтому с учетом эффекта суммации фактические уровни загрязнения воздуха будут выше.

Общий показатель загрязнения по гидроксибензолу и формальдегиду для города Магнитогорска составил в 2017 году 0,582. Так как этот показатель меньше 1, уровень загрязнения признается допустимым.

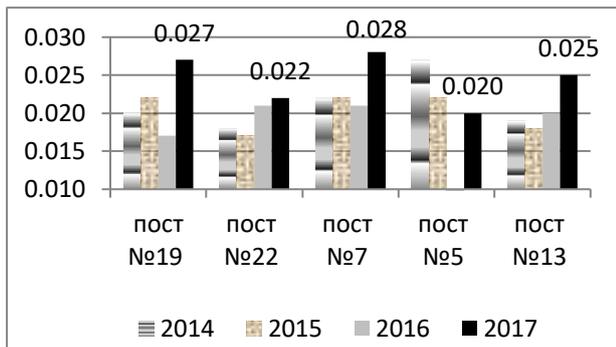


Рис.5. Максимально наблюдаемая концентрация гидрохинона

Оксид углерода - газ без цвета и запаха, малоопасен (4 класс). Тем не менее нельзя его назвать безобидным. При хронических отравлениях токсичен, вызывает головную боль, способствует ухудшению памяти и внимания, возникновению эмоциональной неустойчивости и бессонницы, а при острых отравлениях может вызвать нарушение кровообращения и дыхания и даже потерю сознания.

Как видно из графика (рис.6), среднегодовые концентрации оксида углерода существенно снизилась и составили в 2017 году 1,132 мг/м<sup>3</sup> (0,22 ПДК<sub>м.р.</sub>), что на 10,2% ниже, чем в 2016 году.

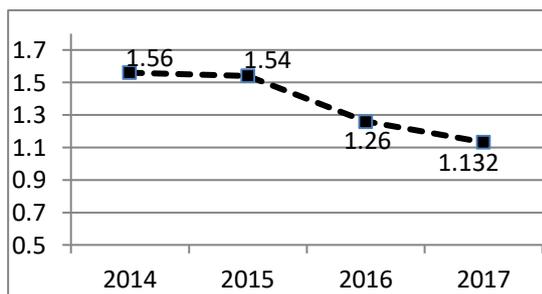


Рис. 6. Средние концентрации оксида углерода по городу, мг/м<sup>3</sup>

В то же время на трех постах (рис.7) наблюдаются максимальные концентрации оксида углерода с превышением ПДК<sub>мр</sub> (в среднем по городу в 2017 году на 42%).

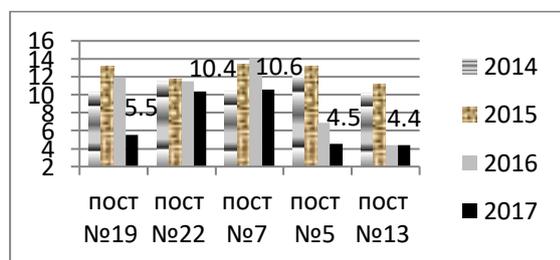


Рис. 7. Максимально наблюдаемая концентрация оксида углерода

Средняя за год концентрация взвешенных веществ в целом по Магнитогорску в 2017 году

составила 0,2 ПДК<sub>м.р.</sub>, что на 14% ниже, чем в 2016 году (рис. 8). Взвешенные вещества включают много компонентов: пыль, сажа, сульфаты, нитраты и другие твердые составляющие, имеющие различные уровни опасности.

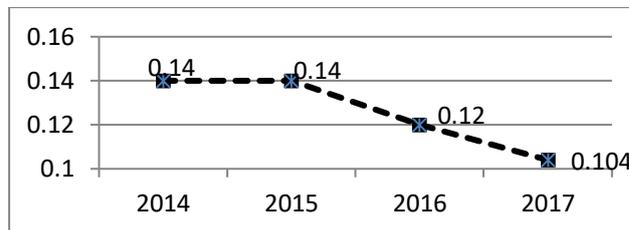


Рис. 8. Средние концентрации взвешенных веществ, мг/м<sup>3</sup>

Взвешенные вещества относят к 3 классу опасности. Если крупные части могут отфильтровываться верхними дыхательными путями, то более мелкие частицы могут проникнуть не только глубоко в дыхательные пути, но и в кровь, заноса ядовитые примеси. Это приводит к заболеваниям органов дыхания и кровообращения. Наибольшее загрязнение взвешенными веществами отмечается в левобережной части города Магнитогорска, вблизи промышленной зоны ПАО «ММК» (рис. 9).

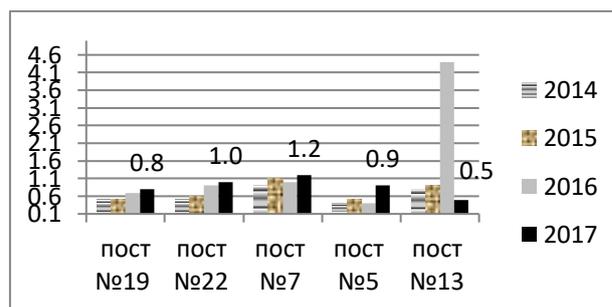


Рис. 9. Максимально наблюдаемая концентрация взвешенных веществ, мг/м<sup>3</sup>

Среднегодовая концентрация диоксида серы в 2017 году составила 0,02 ПДК<sub>м.р.</sub> (рис.10), максимальная разовая концентрация отмечалась на уровне 0,1ПДК<sub>мр</sub>. (рис.11).

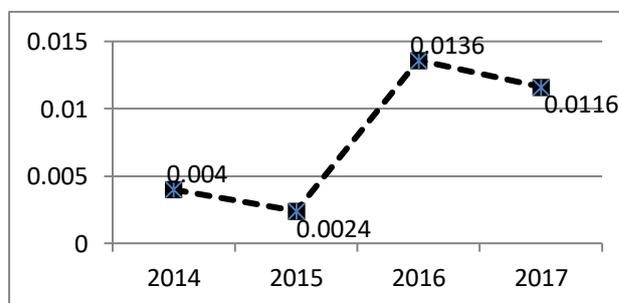


Рис. 10. Средние концентрации диоксида серы, мг/м<sup>3</sup>

Общий показатель загрязнения с учетом эффекта суммации диоксида серы, оксида углерода и бенз(а)пирена в 2017 году составил 3,0896, что больше 1, поэтому, несмотря на абсолютные низкие показатели концентрации диоксида серы и оксида углерода, уровень загрязнения признается вредным.

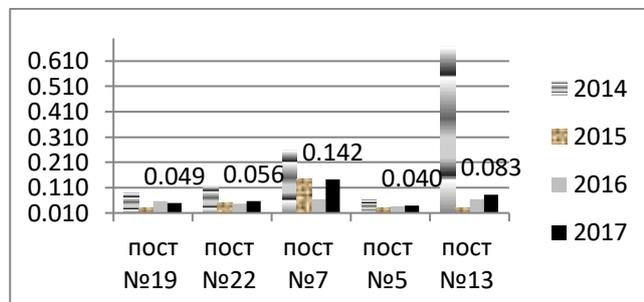


Рис. 11. Максимальная концентрация диоксида серы, мг/м³

Следует отметить опасное сочетание высоких концентраций взвешенных веществ и диоксида серы, повышающее вероятность развития злокачественных новообразований.

Атмосферный путь поступления токсичных веществ в организм человека остается ведущим, так как в течение суток человек потребляет около 15 кг воздуха, кроме того, при ингаляции химические элементы поглощаются организмом наиболее интенсивно.

По данным Минприроды РФ, Управления Роспотребнадзора по Челябинской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» медико-демографические показатели (табл.4) Российской Федерации, Уральского Федерального округа и города Магнитогорска имеют положительную тенденцию снижения младенческой смертности. В 2016 году в Магнитогорске снизились показатели рождаемости и смертности на 3 и 2,3% соответственно, но превышают эти показатели по РФ на 8,9 и 10,5% [3].

Таблица 4

Динамика медико-демографических показателей населения города Магнитогорска за 2014-2016 гг. (на 1000 человек)

Годы	Рождаемость			Смертность			Естественный прирост			Младенческая смертность		
	Магн.	УрФО	РФ	Магн.	УрФО	РФ	Магн.	УрФО	РФ	Магн.	УрФО	РФ
2014	14,5	15,1	13,3	13,2	12,4	13,1	1,3	2,7	0,2	6,03	6,4	7,4
2015	14,47	14,8	13,3	13,91	12,5	13,0	0,56	2,3	0,2	6,20	5,8	6,5
2016	14,05	14,1	12,9	13,6	12,3	12,9	0,45	1,8	0	4,30	5,5	6,0

Общий коэффициент рождаемости в городе (согласно Критериям оценки показателей естественного движения населения) характеризуется как «низкий» (10–14,9 на 1000 населения), а общий коэффициент смертности - как «средний» (11,0– 15,0 на 1000 населения) [4].

С ростом загрязнения атмосферы растет частота хронических патологических процессов: хронических заболеваний органов дыхания, печени, язвенной болезни желудка и 12- перстной кишки; генетических и врожденных пороков; хронических отравлений и аллергии; злокачественных опухолей и болезней крови; артериальной гипертензии, атеросклероза и ишемической болезни сердца; неврозов, неврастении и нейроциркуляторных астений; кариеса и атрофии десен; нарушений зрения и слуха [1].

Таким образом, жители города Магнитогорска, включая неработающих пенсионеров и детей, не участвуя непосредственно в технологических процессах ПАО «ММК», а также работники сферы образования, медицины и культуры, офисные работники, постоянно подвергаются повышенному риску для здоровья. Он может проявиться в снижении

работоспособности, общей утомляемости и повышенной заболеваемости.

Анализ приведенных показателей позволяет сделать вывод о том, что город Магнитогорск можно рассматривать как очаг экологического напряжения, а загрязнение атмосферы – доминирующим фактором экологического неблагополучия города.

#### Список литературы

1. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека /Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, - 2003. 138 с.
2. Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды в РФ в 2014-2017 годах: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru>
3. Государственные доклады о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2015-2016 годах: [Электронный ресурс]. Режим доступа: [74.rospotrebнадзора.ru](http://74.rospotrebнадзора.ru)
4. Марченко Б.И. Оценка и прогнозирование влияния антропогенного загрязнения

- атмосферного воздуха на здоровье населения как элемент социально-гигиенического мониторинга: автореф. дис. канд. мед. наук. М.: МНИИГ им. Ф.Ф. Эрисмана, 1997. 25 с.
5. Результаты лабораторных исследований атмосферного воздуха на маршрутных постах

- на границе ССЗ ПАО «ММК» и в зоне влияния на жилую застройку за 2014-2017 годы.
6. Сайт ПАО «ММК»: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mmk.ru>.

#### Сведения об авторах

**Перятинский Алексей Юрьевич** – канд. техн. наук, зав. кафедрой промышленной экологии и безопасности ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

**Сомова Юлия Васильевна** – канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

**Глухов Юрий Александрович** – магистрант направления подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность профиль Экологическая и промышленная безопасность ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

---

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

---

#### AIR POLLUTION AS THE DOMINANT FACTOR OF ECOLOGICAL ILL-BEING OF AN INDUSTRIAL CITY

**Alexey Yu. Peryatinskiy** – Ph. D. (Eng.), Head of the Department of Industrial Ecology, Health and Safety, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

**Julia. V. Somova** - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Industrial Ecology, Health and Safety, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

**Yuriy A. Glukhov** – Master Degree Student, Direction of Training - 20.04.01 “Techno-sphere Safety”, Profile “Environmental and Industrial Safety”, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

***Abstract:** The article analyzes the content of the main pollutants in the atmosphere of Magnitogorsk, as factors of its ecological ill-being. The results of atmospheric air laboratory studies in the zone of influence on dwelling building and the dynamics of medical and demographic indicators of the city population are discussed.*

***Keywords:** pollutant emissions, maximum permissible concentration, maximum observed concentration, summation effect.*

---

Ссылка на статью:

Перятинский А.Ю., Сомова Ю.В., Глухов Ю.А. О техносферном взаимодействии предприятий черной металлургии с внешней средой // Теория и технология металлургического производства. 2018. №4(27). С. 41-46.  
Peryatinsky A.Y., Somova Y.V., Glukhov Y.A. Air pollution as the dominant factor of ecological ill-being of an industrial city. *Teoriia i tehnologia metallurgicheskogo proizvodstva*. [The theory and process engineering of metallurgical production]. 2018, vol. 27, no. 4, pp.41-46.