

УДК 502.55:031.1

А.В. Звягинцева, канд. техн. наук, доцент
(ГВУЗ «ДонНТУ»)**ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ УКРАИНЫ****Г.В. Звягинцева**, канд. техн. наук, доцент
(ДВНЗ «ДонНТУ»)**ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
ПРОМИСЛОВИХ МІСТ УКРАЇНИ****A.V. Zviagintseva**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(Donetsk National Technical University)**HAZARD ASSESSMENT OF AIR POLLUTION OF INDUSTRIAL CITIES
OF UKRAINE**

Аннотация. В настоящей статье приведены результаты оценки опасности загрязнения атмосферного воздуха для 53 городов Украины, в которых Украинским гидрометеоцентром осуществляется мониторинг состояния атмосферы. Рассмотрены вопросы, связанные с выбросами загрязняющих веществ и уровнем загрязнения атмосферы по приоритетным веществам, которые контролируются в этих городах. Дано сравнение норм оценки опасности, исходя из украинского и европейского законодательства, а также рекомендаций ВОЗ. Выполнено обобщение содержания основных загрязнителей в атмосферном воздухе городов за 2012 год. Проанализированы тенденции и динамика загрязнения атмосферного воздуха, исходя из различных норм опасности загрязнения атмосферы. Дана оценка количества случаев опасного загрязнения воздуха, исходя из действующих норм, а также показаны соответствующие тенденции за последние 10 лет. Проанализированы зависимости для расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы (*КИЗА*) и показателя загрязнения (*ПЗ*), которые рекомендуются в нормативных документах для обобщенной оценки загрязнения атмосферы. Полученные результаты могут быть использованы субъектами экологического мониторинга и природоохранными организациями в регионах Украины.

Ключевые слова: оценка опасности, города Украины, индекс загрязнения атмосферы, вещества, динамика загрязнения

В настоящее время в Украине в 15 крупных промышленных городах осуществляется более 50% всех валовых выбросов вредных веществ в атмосферу, а объемы выбросов на предприятиях Донецко-Приднепровского региона составляют более 50% от общего объема валовых выбросов вредных веществ по стране. В указанном регионе, занимающем 18% от всей территории Украины, проживает 28% населения и производится 40% всей промышленной продукции.

Интенсивная промышленная и хозяйственная деятельность в городах приводит к повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха. Согласно данным Госслужбы статистики Украины в атмосферу в 2012 году выброшено 6,8 млн. тонн загрязняющих веществ, из которых 4,3 млн. тонн приходится на стационарные источники выбросов и 2,5 млн тонн – на передвижные источники. По сравнению с 2000 годом суммарные объемы выбросов загрязняющих веществ выросли на 15%, при этом объемы выбросов от стационарных источников увеличились на 0,3 млн тонн, а передвижных источников возросли на 0,6 млн тонн.

Количество предприятий, которые осуществляли выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников составляло более 8,5 тысяч (что почти на четверть меньше, чем в 2005 – 2006 годах). Следует отметить, что при уменьшении числа предприятий, которые выбрасывают вредные вещества в атмосферный воздух, объем выбросов от стационарных источников с 2005 года снизился всего на 3%.

В структуре выбросов преобладают соединения серы (31 %), оксид углерода (24 %), метан (20 %), пыль (14%) и соединения азота (9 %). Анализ состава выбросов в атмосферу свидетельствует, что за последние 10 лет снизились выбросы пыли и оксида углерода, в свою очередь, увеличились выбросы соединений серы, метана и оксидов азота, также более чем на 50% увеличились выбросы диоксида углерода [1].

Основными загрязнителями воздуха Украины являются предприятия-производители электроэнергии, газа и воды (41%), предприятия металлургической, добывающей и химической промышленности (соответственно 25% , 20% и 4% всех выбросов).

Среди населенных пунктов страны наибольшей антропогенной нагрузке от стационарных источников выбросов (более 100 тыс. тонн выбросов в год) подверглась атмосфера 14 городов, преимущественно Донецкой, Днепропетровской и Луганской областей. В основном это города, где размещены теплоэлектростанции и предприятия металлургии и коксохимии. Данные города страны обеспечивают более 50 % всех выбросов вредных веществ в атмосферу [1].

Основные выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников приходятся на автомобильный транспорт (более 90 % всех выбросов) и производственную передвижную технику. В структуре выбросов основными химическими веществами, которые поступали в атмосферный воздух при эксплуатации транспортных средств и производственной техники, являлись: оксид углерода (более 70%), диоксид азота (более 10%), неметановые легкие органические соединения (более 10%), сажа и диоксид серы.

Таким образом, объем валовых выбросов вредных веществ в Украине, даже на фоне уменьшения количества предприятий, загрязняющих атмосферу, имеет тенденцию к увеличению. Эта одна из причин, почему уровень загрязнения атмосферного воздуха в промышленных городах не снижается.

Постановка задачи. Целью исследований является оценка опасности загрязнения атмосферного воздуха в городах Украины и изучение тенденций в этой области за последние десять лет. Основная проблема изучения опасности загрязнения атмосферы связана с необходимостью проведения комплексных оценок. Однако существующие методы позволяют проводить относительные сопоставления по сравнению с предельно-допустимыми концентрациями вредных веществ и уровнями фактического загрязнения атмосферного воздуха в городах Украины по ограниченному перечню приоритетных веществ. Соответствующие зависимости для установления комплексных показателей и классификация степени опасности, определяющейся загрязнением атмосферного воздуха

(безопасная, слабо опасная, умеренно опасная, опасная, очень опасная), не связаны с рисками воздействий на население.

Методика исследований предусматривает изучение и анализ существующей базы данных Украинского гидрометеоцентра за 2003 – 2012 годы по всем контролируемым вредным веществам в 53 городах Украины (около 50 тыс. данных), а также сравнение степени загрязнения с действующими нормами.

Изложение материала и результатов. Украинским гидрометеоцентром осуществляются наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в 53 городах Украины на 163 стационарных, двух маршрутных постах наблюдений и двух станциях трансграничного переноса. Контроль загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах наблюдения осуществляется 2 – 4 раза в сутки кроме воскресенья и праздничных дней.

Обычно программа мониторинга качества атмосферного воздуха включает основные загрязняющие вещества: пыль, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, формальдегид, тяжелые металлы и бенз(а)пирен. Исходя из местных особенностей на стационарных постах ведется также наблюдение за специфическими загрязняющими веществами. В настоящее время в городах Украины определяется содержание 31 вредной примеси в атмосферном воздухе. Наблюдения осуществляются в соответствии с требованиями РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [2].

Контроль качества воздуха проводится согласно утвержденного перечня вредных веществ, который принят для каждого из 53 городов Украины, в том числе:

- пыль, диоксид азота, диоксид серы в 53 городах;
- оксид углерода в 48 городах;
- оксид азота в 27 городах;
- тяжелые металлы и бенз(а)пирен в 50 городах;
- формальдегид в 43 городах;
- фенол и аммиак в 23 городах;
- фтористый водород в 14 городах;
- сероводород в 16 городах;
- хлористый водород в 11 городах;
- сажа в 6 городах;
- растворенные сульфаты в 19 городах;
- серная кислота, бензол, толуол, этилбензол и ксилол в 2 городах;
- анилин в 1 городе.

Оценка загрязнения атмосферы проводится в соответствии с Государственными санитарными правилами охраны атмосферного воздуха населенных мест [3]. В нашей стране для атмосферы населенных пунктов существующий принцип нормирования [3] предусматривает установление двух типов *ПДК* вредного вещества – предельно допустимая максимально разовая (*ПДК_{м.р.}*) и предельно допустимая среднесуточная (*ПДК_{с.с.}*). Величина *ПДК_{с.с.}* в настоящее время выступает в качестве порога нормы для оценки благополучия воздушной среды в

селитебной зоне. Величина $ПДК_{м.р.}$ используется при установлении научно-технических нормативов – предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ. Сравнение украинских норм качества воздуха с европейскими нормами дано в таблице 1. В свою очередь, среднегодовые уровни загрязнения воздуха в 12 крупных городах Украины за 2012 год приведены в таблице 2.

Таблица 1. – Нормы качества атмосферного воздуха

Вредные вещества, единица измерения	Норма	Численное значение		
		Украина	Страны ЕС	Рекомендации ВОЗ*
Диоксид серы, мг/м ³	Максимальное за 20 минут	0,5	--	0,5
	Среднее за 1 час	--	0,35	
	Среднее за 24 часа	0,05	0,125	0,02
Диоксид азота, мг/м ³	Максимальное за 20 минут	0,2		
	Среднее за 1 час	--	0,2	0,2
	Среднее за 24 часа	0,04		
	Среднегодовое значение	--	--	0,04
Твердые частицы, ТЧ ₁₀ мг/м ³	Среднее за 24 часа	--	0,05	0,05
	Среднегодовое значение	--	0,04	0,02
Твердые частицы, ТЧ _{2,5} мг/м ³	Среднее за 24 часа	--	--	0,025
	Среднегодовое значение	--	0,025	0,01
Пыль (суммарные взвешенные частицы), мг/м ³	Максимальное за 20 минут	0,5	--	--
	Среднее за 24 часа	0,15	--	--
Оксид углерода, мг/м ³	Максимальное за 20 минут	5,0	--	--
	Среднее за 1 час	--	--	30,0
	Среднее за 8 часов	--	10,0	10,0
	Среднее за 24 часа	3,0	--	--
Озон, мг/м ³	Максимальное за 20 минут	0,16	--	--
	Среднее за 8 часов	--	0,120	0,100
	Среднее за 24 часа	0,03	--	--
Бенз(а)пирен, нг/м ³	Среднее за 24 часа	1,0	--	--
	Среднегодовое значение	--	1,0	--

* ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

Сегодня по данным наблюдений Укргидрометеоцентра в 2012 году наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха, который оценивается по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА), как очень высокий и высокий, зарегистрирован в 24 городах Украины: Горловке, Одессе, Армянске, Славянске, Днепродзержинске, Красноперекопске, Мариуполе, Донецке, Кривом Роге, Макеевке, Ужгороде, Ровно, Днепропетровске, Дзержинске, Рубежном, Енакиево,

Лисичанске, Киеве, Херсоне, Северодонцке, Запорожье, Краматорске, Николаеве, Луцке.

Первые пять городов относятся к городам с очень высоким, остальные 19 – к городам с высоким уровнем загрязнения атмосферы.

Основное количество городов с очень высоким и высоким уровнем загрязнения атмосферы находится в Донецкой области (8 городов), в Луганской и Днепропетровской областях (по 3 города) и в Автономной Республике Крым (2 города). Другие города – это столица страны и семь областных центров. Высокий уровень загрязнения воздуха указанных городов был обусловлен преимущественно повышенным содержанием специфических вредных веществ – формальдегида, фенола, фтористого водорода, бенз(а)пирена, аммиака.

Таблица 2. – Качество атмосферного воздуха наиболее загрязненных городов Украины, 2012

Города	Среднегодовые концентрации вредных веществ, доли ПДК _{с.с.}						КИЗА
	Пыль	Диоксид серы	Оксид углерода	Диоксид азота	Фенол	Формальдегид	
Горловка	2,67	0,52	1,33	1,25	1,67	2,33	16,0
Одесса	1,13	0,66	1,00	1,50	1,33	5,66	15,5
Славянск	1,13	0,20	1,33	1,00	0,67	5,33	14,2
Днепродзержинск	2,13	0,16	1,00	2,00	2,33	3,67	14,0
Мариуполь	1,27	0,14	0,33	1,50	0,67	4,67	13,2
Донецк	2,33	0,22	0,67	3,25	1,33	2,67	13,1
Кривой Рог	4,67	0,46	1,00	1,50	0,67	3,33	13,0
Макеевка	3,33	0,28	0,67	2,50	0,67	1,67	12,2
Ужгород	0,33	0,04	1,00	1,00	--	5,33	11,7
Днепропетровск	1,73	0,12	1,00	2,25	1,00	3,67	11,6
Киев	0,87	0,32	0,33	2,75	1,33	3,00	9,8
Запорожье	0,67	0,18	0,67	2,25	2,00	1,67	8,7

В городах страны из основных контролируемых примесей наблюдалось превышение норм взвешенных веществ, диоксида азота, оксида углерода. В 2012 году средние за год наблюдаемые концентрации вредных веществ превышали предельно допустимую среднесуточную концентрацию для следующих веществ:

- пыль в 25 городах (из 53 городов, где ведутся наблюдения);
- диоксид азота в 29 и диоксид серы в 2 городах (из 53 городов);
- оксид азота в 1 городе (из 27 городов);
- оксид углерода в 9 городах (из 48 городов);
- бенз(а)пирен в 4 городах (из 50 городов);
- формальдегид в 37 городах (из 43 городов);
- фенол в 13 и аммиак в 6 городах (из 23 городов);
- фтористый водород в 4 городах (из 14 городов);
- сероводород в 9 городах (из 16 городов);
- сажа в 1 городе (из 6 городов);
- растворенные сульфаты в 3 городах (из 19 городов).

В остальных городах страны наблюдаемые среднегодовые концентрации вредных веществ были ниже допустимых норм. В настоящее время динамика

загрязнения атмосферы в городах анализируется в соответствии с принятой в гидрометеослужбе методикой оценки среднегодовых частот возникновения опасных событий (количество случаев, превышающих 1 ПДК, 5 ПДК, 10 ПДК). Результаты анализа уровней загрязнения атмосферного воздуха в городах Украины приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание основных загрязнителей в атмосферном воздухе городов по данным наблюдений Укргидрометеоцентра в 2012 году

Загрязнитель	Кол-во городов с наблюдениями	Максимальное содержание, мг/м ³	Доля городов (%), где содержание					
			среднегодовое превысило:			максимально разовое превысило:		
			1ПДК	5ПДК	10ПДК	1ПДК	5ПДК	10ПДК
Пыль	53	3,800	47	0	0	49	6	0
Диоксид серы	53	0,600	4	0	0	2	0	0
Оксид углерода	48	20,000	19	0	0	65	0	0
Диоксид азота	53	0,810	55	0	0	55	0	0
Оксид азота	27	0,290	4	0	0	0	0	0
Аммиак	23	0,790	26	0	0	22	0	0
Сероводород	16	0,034	ПДК _{сс} не установлена			56	0	0
Фтороводород	14	0,097	29	0	0	57	0	0
Формальдегид	43	0,168	86	7	0	53	0	0
Хлороводород	11	1,700	0	0	0	45	9	0
Бенз(а)пирен	50	9,400*	8	0	0	ПДК _{мр} не установлена		

* – максимальное из среднемесячного содержания

За последние 12 лет значительно увеличилось количество городов, в которых Укргидрометеоцентром осуществляются наблюдения за загрязнением атмосферы формальдегидом (в 2000 году это 30 городов, в 2012 – 43). По сравнению с 2000 годом также возросло количество городов, где Укргидрометеоцентр проводит измерения фтористого водорода и аммиака (добавилось еще по 2 города), а также диоксида серы, диоксида азота и бенз(а)пирена (еще по одному). Что касается самого уровня загрязнения, то следует отметить, что в 2012 году по сравнению с 2000 годом значительно возросли концентрации формальдегида, причем как средние за год, так и разовые наблюдаемые. В городах Украины наблюдается тенденция роста случаев превышения ПДК_{м.р.} по диоксиду азоту и аммиаку, а также тенденции увеличения фоновой концентрации пыли и аммиака.

Гидрометеослужба Украины систематически проводит интегральную оценку загрязнения атмосферы городов по комплексному индексу (КИЗА). Оценка качества атмосферы обычно ведется по приоритетным веществам, загрязняющим атмосферный воздух, список которых устанавливается индивидуально для

каждого города (5 наиболее опасных веществ). Ежегодно загрязнение атмосферного воздуха по комплексному индексу загрязнения атмосферы в 5 – 6 городах Украины классифицируется как чрезвычайно опасное и в 15 – 20 городах как опасное.

В основу расчета индекса загрязнения атмосферы положены следующие положения. Опасность воздействия на здоровье человека отдельных вредных веществ, содержащихся в атмосфере, по мере увеличения уровня превышения концентрации по отношению к ПДК различно возрастает в зависимости от класса опасности конкретного вещества. В соответствии с этим степень загрязненности атмосферы одним веществом выражается в общем виде через единственный (парциальный) индекс загрязнения:

$$ИЗА = \left(\frac{C_i}{ПДК_{с.с.i}} \right)^{\beta_i}, \quad (1)$$

где C_i – осредненная по времени (месяц или год) и рассчитанная для поста, города или группы городов концентрация i -ой примеси; β_i – безразмерная константа приведения степени вредности i -ого вещества к вредности диоксида серы, которая принимает значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 для 1, 2, 3, 4 классов опасности вредных веществ соответственно.

Степень загрязненности атмосферы несколькими веществами выражается через комплексный (суммарный) индекс загрязнения [2]:

$$КИЗА = \sum_{i=1}^n ИЗА_i, \quad (2)$$

где n – число загрязняющих атмосферу вредных веществ, учитываемых при определении индекса (обычно $n=5$). Данный показатель определяет не абсолютный, а относительный уровень загрязнения местности. Для составления списка городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха используется убывающий вариационный ряд значений $КИЗА$, полученных по одинаковому количеству примесей [1]. Исходя из расчета значений $КИЗА$ для определенного города определяется уровень загрязнения воздуха. Если значение $КИЗА \leq 5$ уровень загрязнения воздуха города считается ниже среднего по городам страны, если $5 < КИЗА \leq 8$ – примерно равен среднему, если $8 < КИЗА \leq 15$ – выше среднего, если $КИЗА > 15$ – значительно выше среднего. Таким образом, показатель $КИЗА$ не дает оценки уровня опасности загрязнения воздуха, так как никак не связан с риском неблагоприятных воздействий на человека или вероятностями суммарного загрязнения воздуха.

В нормативном документе [3], который введен в действие МОЗ Украины в 1997 году, оценка загрязнения атмосферного воздуха проводится с учетом

кратности превышения показателя загрязнения ($ПЗ$) относительно нормативного значения предельно допустимого загрязнения ($ПДЗ$).

Основу расчета показателя загрязнения атмосферы составляют положения, которые близки по своей сути соответствующим положениям, использованным при разработке методологии *КИЗА*. Однако $ПДЗ$ рассматривается уже как относительный интегральный критерий оценки загрязнения атмосферного воздуха, который характеризует интенсивность и характер совместного влияния всей совокупности присутствующих в нем вредных примесей. Данный норматив рассчитывается для каждого случая на основе экспериментально найденных и утвержденных в установленном порядке коэффициентов комбинированного действия вредных веществ [3].

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха проводится путем сопоставления показателя загрязнения ($ПЗ$) одним веществом или суммарного показателя загрязнения $\left(\sum_1^n ПЗ_i \right)$ смесью веществ с показателем $ПДЗ$.

Исходя из расчета значений $ПЗ$ определяется уровень загрязнения воздуха. Если значение $ПЗ \leq 1,0 ПДЗ$, то уровень загрязнения воздуха считается допустимым, степень опасности загрязнения – безопасной; если $1,0 ПДЗ < ПЗ \leq 2,0 ПДЗ$, то уровень загрязнения воздуха считается недопустимым, степень опасности загрязнения – слабо опасной; если $2,0 ПДЗ < ПЗ \leq 4,4 ПДЗ$, то уровень загрязнения воздуха считается недопустимым, степень опасности загрязнения – умеренно опасной; если $4,4 ПДЗ < ПЗ \leq 8,0 ПДЗ$, то уровень загрязнения воздуха считается недопустимым, степень опасности загрязнения – опасной; если $ПЗ > 8,0 ПДЗ$, то уровень загрязнения воздуха считается недопустимым, степень опасности загрязнения – очень опасной.

Показатель загрязнения рассчитывается по формуле:

$$ПЗ_i = \left(\frac{C_i}{ПДК_{с.с.i}} \right). \quad (3)$$

Суммарный показатель загрязнения смесью веществ равен [3]:

$$ПЗ = \sum_{i=1}^n \frac{ПЗ_i}{K_i}, \quad (4)$$

где K_i – значения коэффициентов, которые учитывают класс опасности i -ого вещества, которые принимают значения: для веществ 1-го класса опасности – 0,8; 2-го класса опасности – 0,9; 3-го класса опасности – 1,0; для веществ 4-го класса опасности – 1,1.

Таким образом, показатель $ПЗ$ может давать оценку уровня опасности загрязнения воздуха, однако норма кратности превышения $ПДЗ$ введена времен-

но, процесс накопления новых данных идет очень медленно и субъекты государственного мониторинга данную норму используют существенно реже, чем комплексный индекс *КИЗА*.

В Санитарных правилах [3], также как и в Руководстве [2] используются показатели, определяющие процент наблюдаемых опасных случаев, в Санитарных правилах – это процент случаев превышения *ПДЗ*, а в Руководстве – это процент превышения *ПДК_{м.р.}* за год. При этом, если в первом случае существует норма опасности (например, больше 25 % случаев – это очень опасная степень опасности загрязнения), то во втором случае процент превышения *ПДК_{м.р.}* не регламентируется. Определить процент случаев превышения *ПДЗ* для данных наблюдений в 53 городах Украины достаточно сложно, т.к. соответствующая автоматизация расчетов не предусмотрена программным обеспечением Укргидрометеоцентра. В свою очередь, процент превышения *ПДК_{м.р.}* за год не регламентирует опасность загрязнения воздуха.

Таким образом, оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Украины может осуществляться по двум разным нормативным документам; при этом субъекты экологического мониторинга используют одни нормы, а субъекты социально-гигиенического мониторинга (организации МОЗ Украины) совсем другие, хотя систематические государственные наблюдения за состоянием атмосферы в городах осуществляются преимущественно субъектами экологического мониторинга.

Выводы. В настоящее время субъектами мониторинга используются несколько нормативных документов по оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха, которые имеют отличающиеся между собой методические положения. В основу методик по большому счету положены подходы, которые были разработаны в 1980 – 1990 годах на основе индикативных методов с использованием элементов экспертных оценок. Ни один из методов не дает полной картины оценки опасности и риска загрязнения атмосферного воздуха. Введенные в действие МОЗ Украины в 2007 году Методические рекомендации «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» ориентированы на использование зарубежных данных и норм в области оценки рисков, которые априори переносятся на условия нашей страны без какой-либо гармонизации.

В настоящее время в Украине накоплены значительные объемы информации по загрязнению атмосферного воздуха в городах и заболеваемости населения при ингаляционных воздействиях, которые представлены в статистических базах данных. Соответствующие базы данных позволяют применить методы интеллектуального анализа информации для поиска закономерностей и установления связей между уровнем загрязнения атмосферного воздуха в городах, а также опасностью и риском этого загрязнения для населения. Для этой цели предлагается использовать алгоритмы расчета вероятности сложных событий, когда в совокупности по всему контролируемому перечню вредных веществ в каждом городе наблюдается одновременное превышение содержания веществ

относительно действующих норм. Соответствующие вероятности могут быть сопоставлены с вероятностями заболеваемости и смертности населения в городах. Цель такого подхода заключается в выявлении аспектов опасности, связанной с ингаляционными воздействиями (заболеваемость бронхитом и бронхиальной астмой, новообразования органов дыхания, младенческая и детская смертность и т.д.). Сегодня из-за различных социально-экономических факторов, имеющих более существенный вес, нежели экологическая составляющая, очень тяжело выявить связь загрязнения атмосферного воздуха с заболеваемостью и смертностью населения. Однако при наличии больших баз данных и применения интеллектуальных алгоритмов поиска вероятностных связей между параметрами установление соответствующих закономерностей вполне возможно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – 258 с.
2. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М.: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии – Мин. здравоохранения СССР. 1991. – 691 с.
3. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) ДСП-201-97/ МОЗ України: Затв. 9.07.97. – К., 1997р. № 201 від 09.07.97. – 40 с.

REFERENCES

1. *Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnyogo prirodnogo seredovishcha v Ukrayini u 2011 roci* – [National report on the state of the environment of Ukraine in 2011] (2012). – Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, LAT & K, Kiev, Ukraine.
2. Ministry of health of USSR (1991), *РД 52.04.186-89. Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery* [Guidelines for air pollution control], Gov. com. of USSR on hydrometeorology, Ministry of health of USSR, Moscow, USSR.
3. Ministry of Health of Ukraine (1997), *ДСП-201-97. Derzhavni sanitarni pravila okhorony atmosfernogo povitrya naselenikh mistsh (vid zabrudnennya khimichnemi ta biologichnemi rechovinami)* [State Sanitary Rules of protection of atmospheric air in populated areas (from pollution by chemical and biological substances)], Kiev, Ukraine.

Об авторе

Звягинцева Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры компьютерных систем мониторинга Государственного высшего учебного заведения «Донецкий национальный технический университет» (ГВУЗ «ДонНТУ»), Донецк, Украина, anna_zv@ukr.net

About the author

Zviagintseva Anna Victorovna, Ph.D, Associate Professor in the Department of computer systems for monitoring of Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine, anna_zv@ukr.net

Анотація. У цій статті наведено результати оцінки небезпечності забруднення атмосферного повітря для 53 міст України, в яких Українським гідрометеоцентром здійснюється моніторинг стану атмосфери. Розглянуті питання, які пов'язані з викидами забруднюючих речовин та рівнем забруднення атмосфери за пріоритетними речовинами, що контролюються в цих містах. Надано порівняння норм оцінки безпеки, виходячи з українського та європейського законодавства, а також рекомендацій ВОЗ. Виконано узагальнення вмісту основних забруднювачів у атмосферному повітрі міст за 2012 рік. Проаналізовано тенденції та динаміку забруднення атмосферного повітря, виходячи з різних норм безпеки забруднення атмо-

сфери. Дана оцінка кількості випадків небезпечного забруднення повітря, виходячи з діючих норм, а також показано відповідні тенденції за останні 10 років. Проаналізовано залежності для розрахунку комплексного індексу забруднення атмосфери (КІЗА) та показника забруднення (ІЗ), які рекомендуються в нормативних документах для узагальненої оцінки забруднення атмосфери. Отримані результати можуть бути використані суб'єктами екологічного моніторингу та природоохоронними організаціями у регіонах України.

Ключові слова: оцінка безпеки, міста України, індекс забруднення атмосфери, речовини, динаміка забруднення

Abstract. This paper presents the results of air pollution hazard assessment for 53 cities of Ukraine where Ukrainian Hydrometeorological Center carries out the monitoring of air state. The questions are examined related to the emission of pollutants and the level of air pollution by priority substances that are controlled in these cities. A comparison of hazard assessment standards are given on the basis of Ukrainian and European legislation as well as the recommendations of the WHO. Generalization of the content level of the main pollutants in the ambient air of cities for 2012 is given. The trends and dynamics of air pollution according to different air pollution standards are analyzed. The estimation of the number of cases of dangerous air pollution is given based on the existing rules as well as the corresponding trends over the past 10 years are shown. The dependences for calculation of integrated air pollution index and pollution index which are recommended in the regulations for a generalized assessment of air pollution are analyzed. The results obtained can be used by environmental monitoring actors and nature protection organizations in the regions of Ukraine.

Keywords: hazard assessment, Ukrainian cities, air pollution index, substances, pollution dynamics

Стаття постуила в редакцію 25.02. 2013

Рекомендовано к публікації д-ром техн. наук Т.В. Бунько