

С. В. КАКАРЕКА

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

ОЦЕНКА СУММАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Приведены методы оценки суммарного (интегрального) загрязнения атмосферного воздуха. Описаны принципы, положенные в основу расчета индекса загрязнения атмосферы, используемого уже почти 30 лет для оценки загрязнения атмосферного воздуха в Беларуси и других странах СНГ. Обоснована целесообразность совершенствования системы интегральной оценки качества атмосферного воздуха в Беларуси на основе использования международного опыта с целью расширения его возможностей для оперативного отражения состояния воздушной среды городов.

Ключевые слова: атмосферный воздух, качество, загрязнение, оценка, интегральный показатель.

Assessment techniques for total (integral) atmospheric air pollution are presented. An account is given of the principles forming the basis for calculating the atmospheric pollution index that has been used for nearly 30 years in assessing atmospheric air pollution in Belarus and in other CIS countries. The advisability of improving the system for integral assessment of the atmospheric air quality in Belarus is substantiated, drawing on international experience, with the purpose of enhancing its potentialities as regards a real-time monitoring of the state of urban air environment.

Keywords: atmospheric air, quality, pollution, assessment, integral index.

Качество атмосферного воздуха — важнейший экологический фактор, определяющий здоровье населения и состояние экосистем. В первую очередь, качество атмосферного воздуха обусловлено уровнем содержания в нем загрязняющих веществ, и их количество весьма велико. Так, в Беларуси сеть мониторинга атмосферного воздуха, охватывающей 18 крупнейших городов и включающей более 60 стационарных постов [1, 2], контролируется более 40 загрязняющих веществ. С учетом мультиполлютантного характера загрязнения атмосферного воздуха, его динамичности и пространственной неоднородности важной задачей представляется характеристика в сопоставимом и наглядном виде уровня суммарного (интегрального) загрязнения атмосферного воздуха, осредненного за различные периоды времени, и обусловленных им рисков для здоровья населения определенной территории.

ПОКАЗАТЕЛИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Для целей интегральной оценки степени загрязнения атмосферы в Беларуси и других странах СНГ используется комплексный показатель — индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Введение в практику служб мониторинга воздушной среды расчета ИЗА связано с выходом в 1979 г. «Руководства по контролю загрязнения атмосферы» [3]; в Беларуси комплексный ИЗА начал регулярно рассчитываться с 1982 г.

Расчет ИЗА основан на предположении, что при значениях на уровне ПДК все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при дальнейшем увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества.

Фактически используются два индекса загрязнения атмосферы — ИЗА по каждому веществу и комплексный ИЗА, учитывающий загрязнение атмосферного воздуха суммой веществ. Для расчета комплексного ИЗА предварительно рассчитывается ИЗА по каждому компоненту. Его вычисление для одного i -го вещества (I_i) проводится по формуле:

$$I_i = \left(\frac{q_{cp.i}}{\text{ПДК}_{c.c.i}} \right) K_i, \quad (1)$$

где $q_{cp.i}$ — среднегодовая (или среднемесячная) концентрация i -го вещества; $\text{ПДК}_{c.c.i}$ — его среднесуточная предельно допустимая концентрация; K_i — безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы. Значения K_i равны 0,85; 1,0; 1,3; 1,5 соответственно для 4-, 3-, 2- и 1-го классов опасности вещества.

Затем составляется убывающий вариационный ряд величины I_i . Комплексный ИЗА, учитывающий m веществ, присутствующих в атмосфере, рассчитывается по формуле

$$I(m) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{q_{c.c.i}}{\text{ПДК}_{c.c.i}} \right) K_i, \quad (2)$$

где $q_{c.c.i}$ — среднесуточная концентрация i -го вещества.

ИЗА, рассчитанный по формуле (2), показывает, какому уровню загрязнения атмосферы (в ед. ПДК SO_2) соответствуют фактически наблюдаемые концентрации m веществ, т. е. показывает, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности загрязняющих веществ в целом. Чтобы значения комплексного ИЗА были сравнимы для разных станций, их рассчитывают для одинакового количества (обычно пяти) веществ. В зависимости от значения ИЗА уровень загрязнения воздуха оценивается по пятиступенчатой шкале [3].

В других странах СНГ, в частности в России, используются аналогичные принципы интегральной оценки состояния воздушной среды, в том числе рассчитывается комплексный ИЗА [4].

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В БЕЛАРУСИ ПО ИЗА

Индекс загрязнения атмосферы широко используется уже почти 30 лет. Основные сферы применения — интегральная оценка уровня загрязнения воздушной среды города в целом или его районов, сопоставление уровней загрязнения атмосферного воздуха, выявление многолетних изменений качества атмосферного воздуха (рис. 1). Индекс служит в качестве инструмента принятия решений в природопользовании. В частности, на основании величин ИЗА атмосферы в Беларуси составлялись перечни городов с особо неблагоприятной воздушной средой [5].

Осредненное значение ИЗА по всем городам Беларуси было максимальным в 1991 г. (8,3). К 1994 г. оно снизилось до 4,8, позже колебалось в диапазоне 4,3 (2000 г.)–6,1 (1996 г.). За период с 1991 по 2005 г. среднегодовое значение ИЗА изменялось в диапазоне 1,4–15,2 (эти значения зарегистрированы в 1991 г., соответственно, в городах Пинске и Витебске). Характерно сужение диапазона различий по данному показателю между городами. После 2000 г. среднегодовой ИЗА лишь в пяти случаях превышал значение 7, которое соответствует границе между повышенным и высоким уровнями загрязнения.

Анализ показал, что решающую роль в формировании значения ИЗА играют малые примеси, загрязняющие атмосферный воздух, и в особенности формальдегид. Фактически в Беларуси изменение ИЗА отражает изменение среднего содержания формальдегида в атмосферном воздухе (рис. 2), что обусловлено вкладом формальдегида в суммарный индекс загрязнения ИЗА практически во всех городах, который до недавнего времени составлял от 50 до 80 % (средний вклад за период с 1991 по 2004 г. около 62 %).

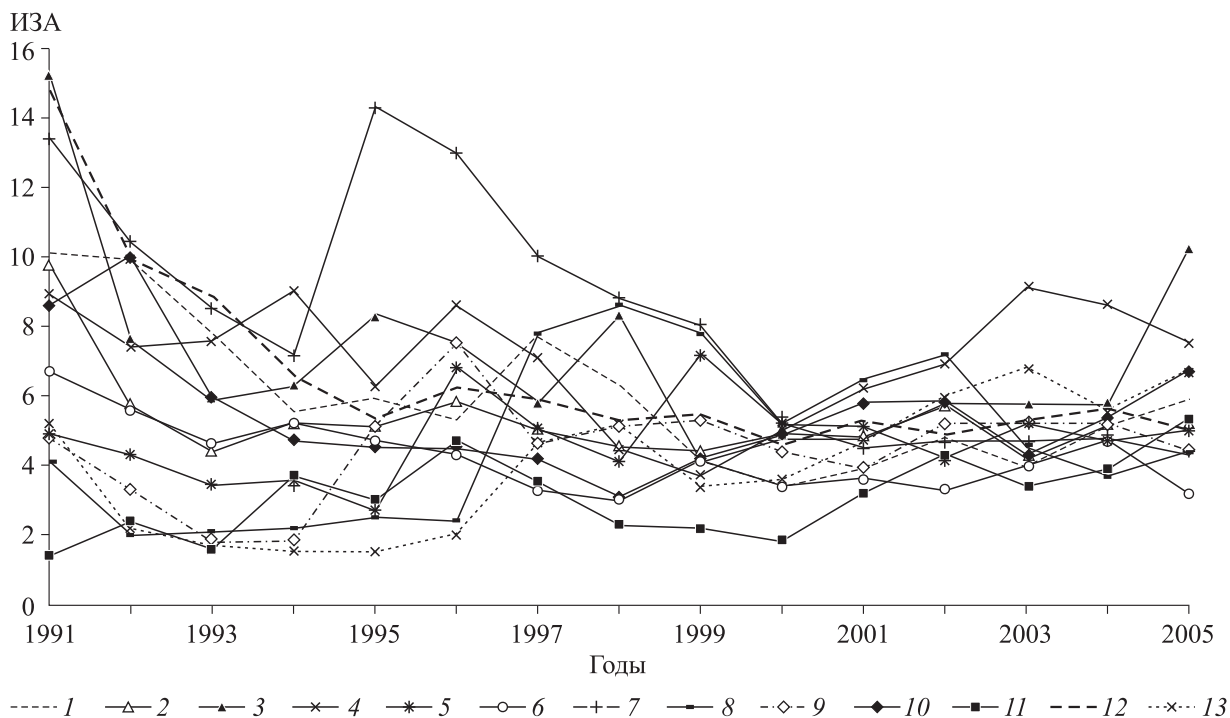


Рис. 1. Динамика индекса загрязнения атмосферы городов Беларуси.

1 — Бобруйск, 2 — Минск, 3 — Пинск, 4 — Брест, 5 — Могилёв, 6 — Полоцк, 7 — Витебск, 8 — Мозырь, 9 — Светлогорск, 10 — Гомель, 11 — Новополоцк, 12 — Гродно, 13 — Орша.

Следующие по величине вклада в ИЗА примеси — аммиак и пыль: средний вклад данных поллютантов за этот же период равнялся 15–16 % при максимальном 25–28 %; вклад NO_2 в значение ИЗА не превышал 10 %, составляя в среднем 5–6 %, а вклад CO был не более 18 % при среднем вкладе около 10 %.

Таким образом, роль «классических» (основных) загрязняющих веществ — NO_2 и CO , а также пыли (SO_2 в воздухе городов Беларуси находится на пределе обнаружения) — в формировании состава атмосферного воздуха затушевывается, как и различия этого состава между городами. В целом возникают сомнения в обоснованности сделанных на основании ИЗА выводов о разнице в уровнях загрязнения атмосферного воздуха между городами. Выявлен также ряд других ограничений в использовании данного показателя. В частности, то, что ИЗА базируется на среднегодовых (либо среднемесячных) концентрациях, не позволяет использовать его для оперативного контроля состояния воздушной среды.

Сходная ситуация характерна и для городов других стран СНГ. Суммарное загрязнение атмосферного воздуха, согласно ИЗА, определяют малые примеси, в первую очередь формальдегид. В частности, он представляет собой один из основных газовых компонентов-загрязнителей атмосферного воздуха городов России [6], причем проблема загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом обостряется с каждым годом.

В 2008 г. средняя концентрация формальдегида в городах РФ была выше ПДК в 3 раза, бенз(а)-пирена — в 2,1, CS_2 — в 1,6 раза, NO_2 превысила ПДК, а других веществ не превышала ПДК [4]. Приоритетный список городов с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный ИЗА равен или выше 14, в 2008 г. включал 30. В 12 из них перечень веществ, определяющих высокий уровень загрязнения атмосферы, возглавляет формальдегид, еще в восьми он на втором месте. Только в трех на первом месте в перечне не находится ни одна из малых примесей.

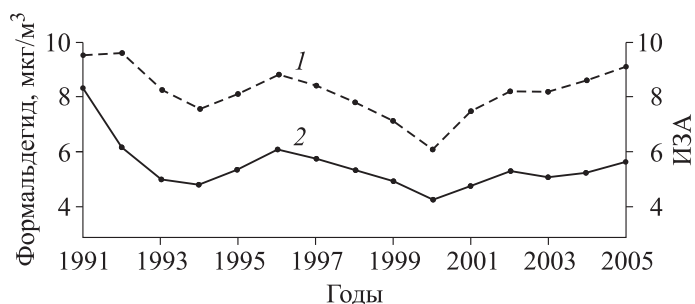


Рис. 2. Динамика среднего годового содержания формальдегида в атмосферном воздухе и среднего индекса загрязнения атмосферы городов Беларуси.

1 — формальдегид; 2 — ИЗА.

Предпринимались попытки предложить другие показатели интегрального загрязнения атмосферного воздуха. В частности, в системе социально-гигиенического мониторинга Беларуси используется суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха P [7], расчет которого проводится по формуле

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2}, \quad (3)$$

где P — суммарный показатель загрязнения; K_i — нормированные по ПДК концентрации веществ 1-, 2-, 4-го классов опасности, приведенные к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности, равным: 1-й класс — 2,0; 2-й — 1,5; 3-й — 1,0; 4-й класс — 0,8. Таким образом, основное отличие показателя P от традиционного ИЗА — несколько иные значения изоэффективности для веществ 1-, 2- и 4-го классов опасности. Опыт использования показателя P не выявил его преимуществ по сравнению с традиционным ИЗА.

В связи с вышесказанным целесообразно учесть опыт других стран в разработке и использовании показателей суммарного загрязнения атмосферы. Ниже приведен краткий обзор ряда таких показателей.

ИНДЕКСЫ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДРУГИХ СТРАНАХ

Агентство по охране окружающей среды (АООС) США и его региональные подразделения на регулярной основе рассчитывают и публикуют индекс качества атмосферного воздуха (Air Quality Index — AQI) [8], что предусмотрено действующими нормативными актами [9]. AQI — это инструмент предоставления информации о загрязнении атмосферного воздуха широкой общественности в простой и наглядной форме. Индекс качества атмосферного воздуха рассчитывается на основе индексов концентраций пяти загрязняющих веществ: O_3 , взвешенных частиц (ВЧ), CO , SO_2 и NO_2 .

Разработана шкала индекса AQI, включающая несколько интервалов в зависимости от степени воздействия разных концентраций данных веществ на здоровье человека, а также систему цветовых обозначений каждой ступени загрязнения. Согласно действующим в США нормативам, информация об AQI должна собираться регулярно, по крайней мере, пять дней в неделю. Расчет AQI включает следующие этапы: определение самой высокой концентрации из всех измерений в каждой из контролируемых территорий и округление результатов; нахождение интервала, в который попадает данная замеренная концентрация [9]; вычисление индекса по формуле (4); округление полученного числа до целых.

Индекс рассчитывается по формуле

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}, \quad (4)$$

где I_p — значение индекса загрязнения; C_p — усредненная концентрация загрязняющего вещества; BP_{Hi} — граница интервала, большая либо равная C_p ; BP_{Lo} — граница интервала, меньше C_p ; I_{Hi} — значение AQI, соответствующее BP_{Hi} ; I_{Lo} — значение AQI, соответствующее BP_{Lo} .

Метеорологическая служба Канады использует для предоставления результатов мониторинга воздушной среды индекс качества атмосферного воздуха AQI, шкала значений которого изменяется от 0 до 100. Чем больше значение индекса, тем выше риск для здоровья. Расчет индекса проводится для шести ключевых загрязнителей: SO_2 , O_3 , NO_2 , общего содержания восстановленных соединений серы, CO и взвешенных частиц. Используя данные сети станций мониторинга, Министерство охраны окружающей среды определяет AQI для каждой территории, на которой расположены станции мониторинга. Эти данные каждый день в установленные сроки сообщаются населению и средствам массовой информации. Шкала AQI имеет следующий вид: 0–25 — хорошее качество (зеленый цвет); 26–50 — умеренное (желтый); 51–100 — плохое (оранжевый); более 100 — очень плохое качество (красный цвет).

Процедура оценки качества атмосферного воздуха в странах Евросоюза регулируется Директивой Совета 96/62/ЕС [10]. Ею предусмотрено, что после установления предельных значений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории стран Евросоюза должна выполняться оценка качества атмосферного воздуха с использованием как мониторинга воздушной среды, так и моделирующих систем. Директивами ЕС не регулируется процедура использования конкретных приемов сравнительной оценки качества атмосферного воздуха, в том числе интегрального (в виде формул, шкал и т. д.). Оценка качества атмосферного воздуха, согласно директивам Евросоюза, — это целый комплекс процедур, включая зонирование территории, критерии размещения пунктов наблюдений, отчетность и т. д. В то же время во многих странах Евросоюза широко используются показатели оценки интегрального загрязнения воздушной среды.

Шкала индекса загрязнения атмосферы АТМО (Франция) [11]

Индекс АТМО	Диапазон средних из максимальных часовых концентраций, мкг/м ³			Диапазон средних дневных концентраций (ВЧ10, мкг/м ³)
	SO ₂	O ₃	NO ₂	
Очень хороший	0–39	0–29	0–29	0–9
Очень хороший	40–79	30–54	30–54	10–19
Хороший	80–119	55–79	55–84	20–29
Хороший	120–159	80–104	85–109	30–39
Средний	160–199	105–129	110–134	40–49
Посредственный	200–249	130–149	135–164	50–64
Посредственный	250–299	150–179	165–199	65–79
Плохой	300–399	180–209	200–274	80–99
Плохой	400–499	210–239	275–399	100–124
Плохой	>= 500	<= 240	>= 400	>= 125

Во Франции для интегральной оценки загрязнения атмосферного воздуха используется индекс АТМО. Он регламентирован на национальном уровне специальным Постановлением Министерства экологии и охраны окружающей среды [11]. АТМО рассчитывается по содержаниям четырех загрязняющих веществ: SO₂, NO₂, O₃ и взвешенных частиц (ВЧ10). Для каждого из загрязнителей рассчитывается первичный индекс, а индекс загрязнения атмосферы за день рассчитывается путем суммирования самых высоких первичных индексов. В таблице представлена сетка расчета индекса АТМО.

Метеорологический департамент Великобритании публикует прогнозы качества атмосферного воздуха, в которых уровень загрязнения воздуха описывается индексом (от 1 до 10) и соответствующим ему уровнем загрязнения (от 1 до 3 — низкий, от 4 до 6 — умеренный, от 7 до 9 — высокий, 10 — очень высокий). Эти уровни установлены на основе воздействия каждого загрязняющего вещества на здоровье. При расчете индекса учитываются замеренные на станциях сети мониторинга концентрации O₃, NO₂, SO₂ и ВЧ [12].

В Бельгии для интегральной оценки состояния воздушной среды применяется Индекс качества атмосферного воздуха (BELATMO), сходный по методике расчета с AQI АООС США [13, 14]. Индекс вычисляется исходя из замеренных на станциях сети мониторинга концентраций O₃, NO₂, SO₂ и ВЧ. В зависимости от замеренного содержания компонентов значение индекса варьирует в пределах от 1 (отличное качество воздуха) до 10 (очень плохое).

Мониторинговый центр по охране окружающей среды Китая выдает ежедневно суточный отчет по ключевым городам в средства массовой информации. Он включает в себя информацию об уровне загрязнения атмосферы, основных загрязнителях, оценку качества воздуха и т. д. Для оценки качества атмосферного воздуха используется индекс загрязнения воздуха (API). При расчете индекса учитываются концентрации трех загрязняющих веществ: SO₂, NO₂ и ВЧ10 [15]. Суточный отчет рассчитывается за интервал времени от 12 ч предыдущего дня до 12 ч текущего. Для расчета API используется специальная шкала [15]. По ней определяется компонент, уровень загрязнения воздуха которым наивысший; значение API вычисляется по уровню загрязнения воздуха этим компонентом согласно формуле (5) [15]:

$$API = \max (I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n). \quad (5)$$

Качество атмосферного воздуха в соответствии со значениями API оценивается по специальной шкале. При значениях API 0–50 качество воздуха считается отличным, 51–100 — хорошим; при API 101–150 воздух рассматривается как незначительно загрязненный, 151–200 — слабо загрязненный, 201–250 — средне загрязненный, 251–300 — средне-сильно загрязненный, более 300 — сильно загрязненный.

В Индии для отчетов о состоянии атмосферного воздуха предполагается использовать индекс качества воздуха (India-AQI) [16]. Основа для его расчетов взята из опыта других стран, в первую очередь США, а также Великобритании, Малайзии, Канады и др. Перечень загрязнителей, на основе концентраций которых в Индии намереваются рассчитывать AQI, включает взвешенные частицы, SO₂, NO₂, CO, O₃ и ВЧ10.

В Гонконге с 1995 г. для оценки качества атмосферного воздуха используется индекс API. Рассчитываются два типа API: общий (General) и применимый для транспортных магистралей (Roadside). Департамент по охране окружающей среды оценивает оба типа индексов API ежедневно и строит про-

гноз API на следующий день. При этом он рассчитывается на основе замеренных на постах мониторинга уровней содержания шести загрязняющих веществ: SO₂, NO₂, ВЧ, СО, О₃, Рb. При значениях API до 25 уровень загрязнения атмосферного воздуха считается низким, 26–50 — средним, 51–100 — высоким, 100–500 — очень высоким и 201–500 — чрезвычайно высоким.

В Малайзии в 1993 г. разработана первая в стране система индексов загрязнения атмосферы, известная как малайзийский индекс загрязнения атмосферы (МАPI). В 1996 г. эта система расширена и доработана; используемая в настоящее время система расчета MAPI очень схожа с системой расчета индекса AQI в США [17]. Однако в отличие от AQI, используемого в США, индекс MAPI может быть выше 500, в таких случаях объявляется состояние чрезвычайной ситуации в соответствующем регионе.

Индексы загрязнения атмосферного воздуха рассчитываются и в некоторых других странах (в частности, в Новой Зеландии [18], Ирландии, Мексике, Таиланде, Корее, Австралии и т. д.). Принципы расчета в большинстве случаев базируются на подходах к расчету индекса AQI АООС США.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, во всех странах СНГ, где используется нормативно-методическая база СССР, инструмент для оценки среднегодового уровня загрязнения атмосферного воздуха по постам и городам представляет собой комплексный ИЗА. Для его расчета используются среднегодовые значения содержания в атмосферном воздухе пяти приоритетных контролируемых компонентов. В качестве этих компонентов может выступать практически любое контролируемое на постах вещество (при условии, что для него установлен норматив ПДК). ИЗА — показатель, нормированный по ПДК, и его особенность в том, что он находится в степенной зависимости от класса опасности загрязняющего вещества.

К настоящему времени в Беларуси утверждено более 600 ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе [19]; в то же время современный уровень эпидемиологических знаний о воздействии на человека микроколичеств загрязняющих веществ в атмосферном воздухе весьма ограничен. Так, ВОЗ установила критерии качества атмосферного воздуха лишь для 35 веществ [20]. В связи с этим обоснованность использования любого из веществ с установленным ПДК для расчета ИЗА вызывает сомнения. В большинстве стран мира национальные стандарты качества воздуха также установлены лишь для весьма ограниченного перечня загрязняющих веществ. В частности, в США установлены национальные стандарты качества атмосферного воздуха лишь для шести веществ.

Также особенностью ИЗА является его чувствительность к значению ПДК веществ и, соответственно, к значительным изменениям ПДК, что особенно характерно для специфических загрязняющих веществ. В частности, после того, как в 2005 г. в Беларуси среднесуточная ПДК формальдегида была изменена с 3 мкг/м³ до 12 мкг/м³ [19], значения ИЗА резко снизились и стали несопоставимыми с рассчитанными за период до 2005 г. Это привело к существенному сужению сферы использования ИЗА в системе мониторинга воздушной среды страны.

Основная область применения ИЗА — сопоставление городов и их ранжирование по уровню загрязнения атмосферного воздуха (с учетом упомянутых выше ограничений). В то же время этот индекс сложно использовать в системе оперативного контроля состояния воздушной среды. Анализ показал, что интегральные показатели состояния воздушной среды применяются во многих странах мира. В то же время принципы их расчета существенно отличаются от расчета ИЗА. Интегральный показатель обычно рассчитывается на основании среднесуточных концентраций ограниченного заранее заданного перечня регулярно контролируемых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (обычно от трех до шести).

При расчете предварительно вычисляются индексы загрязнения по каждому компоненту в соответствии с действующими в стране нормативами качества атмосферного воздуха и уровнями их превышений. Критериями для выделения ступеней шкалы индекса выступают нормативы качества атмосферного воздуха по учитываемым веществам. Интегральный показатель устанавливается чаще всего исходя из уровня загрязнения воздуха компонентом с наибольшими превышениями нормативов качества атмосферного воздуха. На основе рассчитанных значений показателя по специальным шкалам определяется уровень загрязнения воздуха (обычно шкала четырех- или пятиступенчатая: низкий—средний—высокий—очень высокий). Для каждой ступени шкалы закреплен определенный цвет для отображения на картах либо в таблицах.

Интегральные показатели используются, в первую очередь, как инструмент оперативного информирования общественности о текущем и прогнозном состоянии атмосферного воздуха. Отмечается [14], что для анализа причин и последствий загрязнения атмосферного воздуха необходимо исполь-

зование данных о реальных концентрациях загрязняющих веществ. В то же время как средство оперативного контроля состояния воздушной среды интегральные показатели весьма полезны. В связи с этим целесообразно совершенствование используемых в Беларуси методов оценки интегрального загрязнения атмосферного воздуха, включая разработку нового интегрального индекса загрязнения атмосферы, с учетом опыта использования таких индексов в других странах.

В целом в мировой практике наиболее широко используется (с теми или иными вариациями) показатель API, разработанный АООС США, и накоплен уже достаточно большой опыт его применения. В связи с этим целесообразно в экспериментальном порядке опробование данного показателя на одном из городов Беларуси. Это будет одним из шагов совершенствования системы мониторинга качества атмосферного воздуха в современных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Национальная** система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений за 2006 г. — Минск: РУП БелНИЦ «Экология», 2007. — 290 с.
2. **Состояние** природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 2008 г. / Под общ. ред. В. Ф. Логинова. — Минск: Минсктиппроект, 2009. — 350 с.
3. **Руководство** по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186–89. — Л.: Гидрометеоздат, 1991. — 693 с.
4. **Государственный доклад** «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году». — М.: ООО «РППР РусКонсалтинг-Групп», 2009. — 488 с.
5. **Состояние** природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 2006 г. / Под общ. ред. В. Ф. Логинова. — Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 2007. — 377 с.
6. **Государственный доклад** «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году». — <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1110>
7. **Основные** принципы организации и проведения социально-гигиенического мониторинга: Инструкция по применению № 179–1206 от 15.02.2007 г. — Минск, 2007. — 41 с.
8. **Air Quality Index (AQI)** — A Guide to Air Quality and Your Health. — <http://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi>
9. **40 CFR**. Protection of Environment. Part 58. Ambient Air Quality Surveillance. Subpart G — Federal Monitoring. 64 FR 42547, Aug. 4, 1999. — <http://www.epa.gov/ttnnaaq/ozone/rto/ozonetech/40cfr58.htm>
10. **Council Directive** 96/62/EC of 27 September 1996 on Ambient Air Quality Assessment and Management // Official Journ. of the European Communities. — 2001. — 9 p.
11. **Statistiques** indice de la Qualite de l'air. Année civile 2005. — AIRPARIF Surveillance de la Qualite de l'air en Ile-de-France. — Paris, 2005. — 9 p.
12. **Air Pollution** in the UK: 2008. AEAT/ENV/R/2823/Issue 1. — 2009. — 270 p.
13. **Bulletin** de la qualite de l'air. Lundi 29 décembre 2008. — <http://www.irceline.be>
14. **Definition of the air quality index**. — http://www.irceline.be/~celinair/english/homeen_java.html
15. **Technological** Rules Concerned «Ambient Air Quality Daily Report». — http://fire.biol.wvu.edu/trent/alles/China_API_Rules.pdf
16. **Basis** for Indian Air Quality Index (IND-AQI). — <http://home.iitk.ac.in/~mukesh/ind-aqi/basis.html>
17. **Ambient** Air Data And Monitoring. — http://www.doe.gov.my/index_
18. **Good-practice** guide for air quality monitoring and data management. — <http://www.mfe.govt.nz/publications/air/good-practice-guide-air-quality-2009>
19. **Предельно** допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: Гигиенические нормативы 2.1.12–45–2005 // Сборник официальных документов по коммунальной гигиене. — Минск: Мин-во здравоохранения Республики Беларусь, 2006. — Ч. 5. — 189 с.
20. **Air Quality Guidelines** for Europe Second Edition // WHO Region. Public. European Ser. — 2000. — № 91. — 288 p.

Поступила в редакцию 5 апреля 2010 г.