[https://studopedia.info/5-61912.html](https://studopedia.info/5-61912.html" \t "_blank)

# Методика расчета. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).Это один из показателей, характеризующих загрязнение атмосферы, наиболее часто используемых на практике

*Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).*Это один из показателей, характеризующих загрязнение атмосферы, наиболее часто используемых на практике. Это количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, учитывающая различие в скорости возрастания степени вредности веществ, приведенной к вредности диоксида серы, по мере увеличения превышения ПДК

|  |  |
| --- | --- |
| *Ii =* ﴾*Qг/ПДКсс* c﴿*i i или Ii =* ﴾*qг/ПДКсс* c﴿*i*, | (4.1) |

где *Ii* – индекс загрязнения атмосферы;

*i* – примесь (ЗВ);

*Qг* – среднегодовая (среднеарифметическая по постам) концентрация примеси для города (района);

*qг* – среднегодовая (среднеарифметическая разовых или среднесуточных в течение года) концентрация примеси;

*сi* – константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9, соответственно для 1, 2, 3, 4 классов опасности веществ, позволяющая привести степень вредности *i*-го вещества к степени вредности диоксида серы.

Комплексный показатель загрязнения атмосферы *I* приоритетными веществами, определяющими состояние загрязнения атмосферы в определенном пункте, определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| *Il = ∑ Ii*, | (4.2) |

где *Ii –* сумма приоритетных ЗВ для данного района.

Другая методика расчета ИЗА разработана ГГО им. А.И. Воейкова. ИЗА рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| *(ИЗА)r = ∑*﴾*ajlg (crj/(ПДК сутj)*﴿*2 / j*, | (4.3) |

где r = *1*, *crj* – среднее по городу r значение концентрации загрязнителя *j*;

*aj* – взвешивающий коэффициент вредности вещества *j* в зависимости от класса опасности этого вещества.

Параметры *aj* отражают принадлежность конкретного вещества *j* к определенному классу опасности. Степень опасности вещества, на основе которой выбирается показатель *aj*, стандартизируется по «эталонному» классу опасности. В качестве эталона в методике выбран III класс. Для оценки стандартизированных уровней загрязнения по классам используются следующие уравнения:

|  |  |
| --- | --- |
| (I) *хст = 4,0 х1* –*3,0* (II) *хст = 1,5 х2* – *0,5* (III) *хст = х3* (IV) *хст = 0,75 х4 + 0,25*, | (4.4) |

где *х1 ….х4* – средние значения концентрации ЗВ. Показатели *aj*, равные *хст* , рассчитываются в соответствие с классом опасности (того, к которому относится загрязняющее вещество).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Информация о качестве воздуха предоставляется при помощи Европейского индекса качества воздуха, который соответствует определению Европейского агентства по охране окружающей среды (EEA, eea.europa.eu). Индекс рассчитывается по пяти основным загрязняющим веществам, регулируемых Европейским законодательством: O3 (озон), NO2 (диоксид азота), SO2 (диоксид серы), PM2,5 и PM10 (взвешенные частицы диаметром меньше 2,5 микрометров и 10 микрометров соответственно). Для каждого загрязняющего вещества, значение индекса варьируется от 1 (хорошо) до 5 (очень плохо). Европейский индекс качества воздуха рассчитывается по разным загрязняющим веществам раздельно в соответствии с концентрациями (моментально или в среднем за день, в зависимости от загрязняющего вещества): чем выше концентрация, тем выше индекс. Европейский индекс качества воздуха представлен целым числом, соответствующим пяти диапазонам концентраций, характерным для каждого загрязняющего вещества, как указано в таблице ниже.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pollutant** | **Index level  (based on polluant concentrations in µg/m3 (**мкг / м3)**)** | | | | |
|  | **1**  **Очень хорошее** | **2**  **Хорошее** | **3**  **Среднее** | **4**  **Плохое** | **5**  **Очень плохое** |
| Ozone (O3) | 0-80 | 80-120 | 120-180 | 180-240 | 240-600 |
| Nitrogen dioxide (NO2) | 0-40 | 40-100 | 100-200 | 200-400 | 400-1000 |
| Sulphur dioxide (So2) | 0-100 | 100-200 | 200-350 | 350-500 | 500-1250 |
| Particules less than 10 µm (PM10) | 0-20 | 20-35 | 35-50 | 50-100 | 100-1200 |
| Particules less than 2.5 µm (PM2.5) | 0-10 | 10-20 | 20-25 | 25-50 | 50-800 |

**Примечание:** Значения PM10 и PM2,5 рассчитываются в течение 24-часового рабочего режима

Общий почасовой Европейский индекс качества воздуха определяется как самое высокое значение из пяти индивидуальных индексов загрязняющих веществ, рассчитанных за одно и тоже время. Для примера, если индексы O3, NO2, SO2, PM2,5 и PM10 равны 1, 3, 1, 2, 2 соответственно, средний индекс будет равен трем. Общий ежедневный Европейский индекс качества воздуха - это самое высокое значение общего почасового Европейского индекса качества воздуха за соответствующий день. Общий ежедневный Европейский индекс качества воздуха используется в сводках новостей на канале Euronews, eea.europa.eu/themes/air/air-quality-standards. Для более подробной информации о принципе прогнозирования качества воздуха CAMS перейдите по ссылке ([www.regional.atmosphere.copernicus.eu/](http://www.regional.atmosphere.copernicus.eu/" \t "_blank), в разделе «Часто задаваемые вопросы»). ([atmosphere.copernicus.eu/cams-user-service-desk](http://atmosphere.copernicus.eu/cams-user-service-desk)) или <http://atmosphere.copernicus.eu/contact-us>.

<http://aqicn.org/city/bulgaria/ruse-vazrazhdane/>

<https://www.numbeo.com/quality-of-life/rankings_current.jsp>

<http://human.snauka.ru/2016/08/16158> - *В статье анализируются комплексные показатели оценки качества атмосферного воздуха разных стран. Приводится их сравнение, выделяются общие особенности комплексных показателей.*

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА (ЗАГРЯЗНЕНИЯ) АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Темеров Тимофей Владимирович1, Голубничий Артем Александрович2  
1Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, студент кафедры инженерной экологии и основ производства  
2Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, ассистент кафедры инженерной экологии и основ производства

**Аннотация**  
*В статье анализируются комплексные показатели оценки качества атмосферного воздуха разных стран. Приводится их сравнение, выделяются общие особенности комплексных показателей.*

**Ключевые слова:** [атмосферный воздух](http://human.snauka.ru/tag/atmosfernyiy-vozduh), [показатели качества атмосферного воздуха](http://human.snauka.ru/tag/pokazateli-kachestva-atmosfernogo-vozduha)

**COMPLEX INDICATORS OF QUALITY (POLLUTION) AIR**

Temerov Timofey Vladimirovich1, Golubnichiy Artem Aleksandrovich2  
1Katanov Khakass State University, Student at the Department of Engineer Ecology and Bases of Production  
2Katanov Khakass State University, Assistant at the Department of Engineer Ecology and Bases of Production

В различных странах мира используются разные подходы для определения состояния качества воздушного бассейна. При этом основной целью применения комплексного показателя является оценка качества атмосферного воздуха по содержанию приоритетных загрязнителей и донесение данной информации до общественности, через отчеты и доклады, представляемые органами государственной власти.

В разных странах используются разные показатели для расчета комплексного индекса, разные методы усреднения, а также отличен и подход в наименовании индексов [1,2]. По формальному наименованию страны условны делятся на те, которые используют понятие «качество» и понятие «загрязнение» применительно к комплексному показателю.

В качестве сравнения систем нормирования были выбраны страны и регионы принципиально отличающиеся по физико-географическим характеристикам, экономической развитости, а также страны принципиально отличающиеся по подходу в оценке уровня качества атмосферного воздуха.

**Система нормирования в Канаде**

В качестве комплексного показателя в Канаде используется индекс The Air Quality Health Index (AQHI) [3]. Наиболее точный и полный перевод данного термина: индекс здоровья по качеству атмосферного воздуха. Данный индекс используется прежде всего, чтобы дать ответ на вопрос о риске пребывания людей чувствительных к загрязнению воздуха в те или иные часы на улице.

Данный индекс используется сравнительно недавно для страны. Изначально в качестве комплексного показателя применялся Индекс качества воздуха, используемый в США. Применение нового индекса началось в качестве пилотного проекта в Британской Колумбии и Новой Шотландии в 2005 году, в настоящее время сеть мониторинга включает 79 постов, покрывающих всю территорию страны [4].

Показатель рассчитывается на основе 3 загрязняющих веществ: O3, Взвешенные частицы, NO2.

Рассматриваемый индекс принимает значения от 1 до 10+ (рисунок 1)

[http://human.snauka.ru/wp-content/uploads/2016/08/Risunok-11.png](http://human.snauka.ru/2016/08/16158/risunok-1-11)

Рисунок 1 – Ранжирование индекса здоровья по качеству атмосферного воздуха

Соотношение показателя индекса и уровня воздействия сведено в таблицу 1.

Таблица 1 – Зависимость уровня риска для здоровья от значения индекса AQHI [3]

|  |  |
| --- | --- |
| **Значение индекса здоровья** | **Оценка уровня риска для здоровья** |
| От 1 до 3 | Низкий |
| От 4 до 6 | Умеренный |
| От 7 до 10 | Высокий |
| Более 10 | Очень высокий |

**Стандарты Агентства по охране окружающей среды США**

В качестве комплексного показателя в США используется индекс качества атмосферного воздуха (Air Quality Index – AQI). Индекс качества атмосферного воздуха рассчитывается на основе индексов концентрации 5 загрязняющих веществ: O3, взвешенные частицы (ВЧ), CO, SO2, NO2.

Таблица 2 – Шкала индексов AQI [5]

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень воздействия на здоровье** | **Числовое значение** |
| хороший | 0-50 |
| умеренный | 51-100 |
| вредный для чувствительных групп | 101-150 |
| вредный | 151-200 |
| очень вредный | 201-300 |
| опасный | 301-500 |

Формула расчета значения индекса загрязнения:

Ip= (IHi- Ilo/BPHi-BPLo)(Cp-BPLo)+ILo (1)

Ip – значение индекса загрязнения; Cp – усредненная концентрация загрязняющего вещества; BPHi – граница интервала, большая либо равная Cp; BPLo – граница интервала, меньше Cp; IHi – значение AQI, соответствующее BPHi; ILo – значение AQI, соответствующее BPLo.

Информация об AQI должна собираться регулярно (5 раз в неделю).

Расчет AQI:

1. Определение самой высокой концентрации из всех измерений в каждой из контролируемых территорий,
2. Округление результатов,
3. Нахождение интервала таблицы AQI, в который попадает полученное значение концентрации,
4. Вычисление индекса по формуле (1),
5. Округление полученного числа до целых [5].

**Стандарты Австралии**

EPA (Environment Protection authority) использует сводный индекс качества воздуха (AQI), чтобы дать общую оценку качества воздуха на каждом участке мониторинга воздуха. Для этого выполняются следующие шаги:

1. Расчет средних значений вредных веществ. Для разных веществ расчет ведется разными методами:

O3 – рассчитывается среднее значение за каждый час;

NO2 –рассчитывается среднее значение за каждый час;

SO2 – рассчитывается среднее значение за каждый час;

CO – рассчитывается среднее значение за последние 8 часов;

Взвешенные частицы (ВЧ) – рассчитывается среднее значение за последние 24 часа.

2. Расчет индекса загрязнения проходит по формуле IP= (CP/CPs)\*100%

где IP – индекс загрязнения; CP – концентрация загрязнителя; Cps – стандартная концентрация загрязнителя.

Индексом загрязнителя является его концентрация выраженная в процентах от соответствующего стандарта воздуха.

3. Вычисление значения (AQI) для станции мониторинга.

Выделяют пять категорий качества атмосферного воздуха по AQI:

Таблица 3 – Определение категории качества воздуха [6]

|  |  |
| --- | --- |
| **Категория** | **Числовое значение** |
| Очень хорошее качество воздуха (VG) | 0-33 |
| Хорошее качество воздуха (G) | 34-66 |
| Нормальное качество воздуха (F) | 67-99 |
| Плохое качество воздуха (P) | 100-149 |
| Очень плохое качество воздуха (VP) | 150< |

**Система нормирования в России**

Для характеристики качества воздуха используются следующие показатели:

ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей и рассчитывающийся по значениям среднегодовых концентраций (характеризует уровень хронического загрязнения воздуха),

СИ – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Она рассчитывается из данных наблюдений на станции за одной примесью, или на всех станциях рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год [7-9].

Степень загрязнения воздуха оценивается при сравнении фактических данных с ПДК.

Расчет СИ производится по формуле 2

СИ=(Ci.max/ПДКмр (2)

Расчет (ИЗА) – для расчета комплексного (ИЗА), предварительно рассчитывается (ИЗА) по отдельным компонентам (формула 3)

Ii= (qср.i/ПДКс.с.i)Ki(3)

где qср.i – средняя концентрация загрязняющего вещества; ПДКс.с.i –  среднесуточная предельно допустимая концентрация вещества; Ki –  коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i-м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы. Установлены значения Кiдля веществ 1, 2, 3, 4 классов опасности.

Таблица 4 – Значение коэффициента Кi для веществ разных классов опасности

|  |  |
| --- | --- |
| **Значение Кi** | **Класс опасности вещества** |
| 1,5 | 1 |
| 1,3 | 2 |
| 1 | 3 |
| 0,85 | 4 |

Затем рассчитывается комплексный показатель качества (ИЗА) (формула 3)

I(m)=∑mi=1(qср.i/ПДКс.с.i)\*Ki ()

В зависимости от значения показателей определяется уровень загрязнения на рассматриваемой территории (таблица 5)

Таблица 5 – Категории качества атмосферного воздуха [7]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Уровень загрязнения** | **Значение (ИЗА)** | **Значение (СИ)** |
| низкий | Менее 5 | – |
| повышенный | От 5 до 6 | Менее 5 |
| высокий | От 7 до 13 | От 5 до 10 |
| очень высокий | 14 и более | Более 10 |

Рассмотренные нами комплексные показатели используются и другими странами в том же виде, что и в указанных выше странах, так и в несколько измененном. ИЗА – используется во множестве стран СНГ (Белоруссия, Украина, Казахстан и др.), базирующиеся на AQI комплексы используются по всему земному шару (Мексика, Индия, Бельгия). Перечисленные показатели обладают рядом преимуществ и недостатков. Для сравнения и расчета показателя необходимо наличие стандартов или ПДК по конкретным загрязнителям, а они установлены не для всех загрязняющих веществ. Показатель AQHI, в отличии от прочих, показывает опасность совместного воздействия загрязняющих веществ на здоровье человека, и имеет научное обоснование того, что даже низкие уровни воздействия оказывают негативное воздействие на здоровье, что особенно важно для людей из группы риска (люди страдающие заболеваниями Дыхательной и сердечно-сосудистой систем, дети).

В Канаде и США к результатам индекса прилагаются рекомендации для населения. С данными об изменении загрязнения атмосферного воздуха в Канаде, США, Австралии можно ознакомиться каждый час. В отличии от зарубежных стран, комплекс ИЗА является годовым показателем.

Усовершенствование и создание новых комплексных показателей на основе лучших качеств уже существующих является очень важной задачей, лучшие системы будут способствовать улучшению качества атмосферного воздуха, созданию более удобной системы информирования, расширению спектра анализируемых загрязнителей.

**Библиографический список**

1. Голубничий, А.А. Система нормирования выбросов в атмосферу Агентства по охране окружающей среды США / А.А. Голубничий, М.В. Замулина // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/45763> (дата обращения: 19.08.2016).
2. Голубничий, А.А. Нормирование стандартов качества атмосферного воздуха (европейский и российский опыт) / А.А. Голубничий, М.В. Замулина // Политика, государство и право. 2015. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://politika.snauka.ru/2015/01/2276> (дата обращения: 19.08.2016).
3. Environment Canada – Air – About the Air Quality Health Index. Ec.gc.ca. 2013-07-16. Retrieved 2013-07-23.
4. Environment Canada – Air – National Map. Ec.gc.ca. 2013-07-16. Retrieved 2013-07-23.
5. Environmental protection agency. Part 3, 40 CFR Part 58, Air Quality Index Reporting, Final Rule.
6. Environment Protection Authority Victoria // Calculating a station air quality index, [Электронный ресурс] URL <http://www.epa.vic.gov.au/your-environment/air/air-pollution/air-quality-index/calculating-a-station-air-quality-index> (дата обращения: 19.08.2016).
7. Какарека, С. В. Оценка суммарного загрязнения атмосферного воздуха // Институт природопользования НАН Белоруссии, г. Минск, 2012 г.
8. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году. 2009 г. Москва, ООО «РППР РусКонсалтингГрупп» по заказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2009. – 488 с.
9. Безуглая, Э. Ю. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2007 г. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Э. Ю. Безуглая, Е. К. Завадская, Т. П. Ивлева, И. В. Смирнова, И.А. Воробьева // Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, 2009 г. Санкт-Петербург.