

УДК 504.064.36;351.777.6;351.777.8

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ СУММАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Антон Алексеевич Буцких

магистрант

Иван Павлович Криволапов

кандидат технических наук, доцент

ivan0068@bk.ru

Иван Дмитриевич Чечевицын

студент

Сергей Юрьевич Щербаков

кандидат технических наук, доцент

scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье определены актуальные нормативных документы и способы оценки степени суммарного загрязнения атмосферы комплексом веществ.

Ключевые слова: предельно-допустимая концентрация; индекс загрязнения атмосферы, класс опасности вещества.

В настоящее время наблюдается значительное изменение, унификация, объединение и актуализация нормативного обеспечения в сфере охраны окружающей среды и экологии, так с 1 марта 2021 г. вступило в силу Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Данный нормативный документ представляет собой единый свод нормативов и требований, обеспечивающих сокращение или исключение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, чем установлены [1]:

- ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ);
- предельные допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны, водных объектах, системах питьевого водоснабжения;
- аварийные пределы воздействия (АПВ);
- ПДК и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) веществ в почве;
- ориентировочно-допустимые уровни (ОДУ) в воде.

Кроме того, документ содержит:

- органолептические показатели качества технической воды;
- обобщенные показатели качества различных видов вод;
- санитарно-микробиологические и паразитологические показатели безопасности воды систем водоснабжения и водоотведения; водных объектов;
- показатели радиационной безопасности воды;
- оценка степени загрязнения почв;
- нормативы по физическим факторам для рабочей зоны, жилых и общественных зданий.

Основным показателем при оценке химического фактора является концентрация вредных веществ, поэтому гигиеническое нормирование, ограничивающее содержание вредных веществ путем установления предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны, мест обитания имеет особенно

важное значение в оздоровлении условий труда и проживании населения на определенной территории [2-4].

ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе — это концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного воздействия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни. При этом как правило, на определенной территории сложно выделить какой либо один компонент, целесообразно учитывать ряд химических веществ, в этом случае для организации оценки степени суммарного загрязнения атмосферы рядом веществ используются два основных способа [2, 3, 5]:

1. Расчет индекса загрязнения атмосферы I (ИЗА);
2. Комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха (P).

Расчет ИЗА выполняется, как правило, для пяти веществ, нормированное содержание которых в атмосферном воздухе максимально. Расчет нормированного содержания для одного вещества проводится по формуле:

$$I_i = \frac{q_{cp.i} \times k_i}{ПДК_{cc.i}} \quad (1)$$

где $q_{cp.i}$ — среднее содержание i -го вещества в атмосферном воздухе в пункте наблюдения, мг/м³; $ПДК_{cc.i}$ — предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества, мг/м³; k_i — безразмерный коэффициент, учитывающий принадлежность к разным классам опасности, табл. 1.

Таблица 1

Значение коэффициента k_i для веществ с учетом класса их опасности вещества [2]

k_i	0,85	1,0	1,3	1,5
Класс опасности	4	3	2	1

Далее отбираются пять веществ с максимальными значениями нормированного параметра I_i . Расчет ИЗА проводится по этим веществам в соответствии с формулой:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=0}^5 \frac{q_{\text{ср.}i} \times k_i}{\text{ПДК}_{\text{СС.}i}} \quad (2)$$

В соответствии со значениями ИЗА установлена качественная характеристика загрязнения атмосферного воздуха:

- менее 5 – удовлетворительная обстановка,
- 6 – 15 – относительно напряженная,
- 16 – 50 - существенно напряженная,
- 51 – 100 - критическая,
- более 100 - катастрофическая обстановка.

Данный способ оценки качества атмосферного воздуха в достаточной степени условен и ориентирован в основном на получение сравнительных характеристик загрязнения [2, 3].

При загрязнении воздуха чаще проявляется эффект неполной суммации, который следовало бы принимать во внимание при оценке качества воздуха. В расчете значений комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха (P) эффект частичной суммации учитывается с помощью коэффициента \sqrt{n} , где n — число веществ в смеси.

Комплексный показатель P рассчитывается по выражению 3:

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

где $\sum_{i=1}^n K_i^2$ — сумма квадратов концентраций, нормированных по ПДК и приведенных к концентрациям веществ 3-го класса опасности с использованием коэффициента изоэффективности R_i , табл. 2.

Таблица 2

Значение коэффициента R_i в зависимости от класса опасности вещества

R_i	0,87	1,0	1,3	2,3
Класс опасности	4	3	2	1

При значениях K_i для 1-го класса опасности более 2,5; для 2-го — более 5, для 3-го — более 8 и для 4-го — более 11 приведение к 3-му классу осуществляется с применением других коэффициентов изоэффективности:

Таблица 3

Значение коэффициента R_i в зависимости от класса опасности вещества и коэффициента

K_i

R_i	0,87	1,0	1,3	2,3
Класс опасности	4	3	2	1

Значение K_i определяется следующим образом:

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \times R_i \quad (4)$$

где C_i — фактическая концентрация i -го вещества, мг/м³; R_i — коэффициент изоэффективности i -го вещества. Степень загрязнения атмосферного воздуха по комплексному показателю оценивается в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

Оценка степени среднегодового загрязнения атмосферы

Уровень загрязнения	Показатель P в зависимости от числа веществ				
	1	2-4	5-9	10-16	16-25
Допустимое	≤1	2	3	4	5
Слабое	1-2	2-4	3-6	4-8	8-10
Умеренное	2-4	4-8	6-12	9-16	10-20
Сильное	4-8	8-16	12-24	16-32	20-40
Зона чрезвычайной экологической ситуации	8-16	16-32	24-48	32-64	40-80
Зона экологического действия	>16	>32	>48	>64	>80

Согласно требованиям ГОСТ 12.1.005-88 [6] при определении концентрации вредных веществ отбор проб должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях, причем для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны [7].

При наличии в воздухе нескольких вредных веществ контроль воздушной среды допускается проводить по наиболее опасным и характерным веществам, устанавливаемым органами государственного санитарного надзора.

Список литературы:

1. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к

обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // СПС Гарант

2. Экологическое нормирование и техническое регулирование [Электронный ресурс] : практикум по дисциплинам «Экологическое нормирование и техническое регулирование», «Нормативы по защите окружающей среды», «Нормирование промышленных стоков», «Разработка проектов нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ» для студентов направлений подготовки бакалавриата 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 20.03.01 «Техносферная безопасность», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 27.03.01 «Технология транспортных процессов» всех форм обучения : самостоятельное учебное электронное издание / сост. О. А. Конык, Т. В. Шахова ; Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. — Загл. с экрана.

3. Determination of the energy efficiency of drying hawthorn fruit in a drum dryer with a paddle mixing device / S.Yu. Shcherbakov, V.A. Babushkin, I.P. Krivolapov, P.S. Lazin, A.A. Korotkov // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia. - 2020. – С. 32009.

4. Формирование комплекса мероприятий по снижению количества выбросов от крупного рогатого скота в Тамбовской области / И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков, В.С. Новикова, Н.Е. Крестинин // В сб.: Статистические методы исследования социально-экономических и экологических систем региона: материалы III Международной научно-практической конференции. – Тамбов, 2020. С. 252-255.

5. Криволапов И.П., Колдин М.С., Щербаков С.Ю. Исследование эффективности очистки воздуха в животноводческих комплексах от аммиака и

сероводорода // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016. № 3 (11). С. 9-18.

6. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Стандартинформ, 2016. 78 с.

7. Коротков А.А., Прохорцев И.Д., Криволапов И.П. Уровни расчета выбросов от сельскохозяйственных животных // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2. С. 12.

UDC 504.064.36;351.777.6;351.777.8

METHODS FOR ASSESSING TOTAL ATMOSPHERIC POLLUTION

Anton A. Butskikh

student

Ivan P. Krivolapov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

ivan0068@bk.ru

Ivan D. Chehevitsyn

student

Sergey Yu. Shcherbakov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article defines the current regulatory documents and methods for assessing the degree of total atmospheric pollution by a complex of substances.

Key words: maximum permissible concentration; atmospheric pollution index, substance hazard class.