Определение границ зон экотоксикологической опасности на территории города

Под зоной экотоксикологической опасности (ЗЭО) понимают территорию, на которой комплексный (обобщенный) показатель качества окружающей среды (ОС) превышает некоторое предельное (пороговое) значение. Граница ЗЭО – это изолиния, удовлетворяющая условию:

*,*

где *Rпр*– предельно допустимое качество ОС на территории, проживание на которой не принесет ущерба для здоровья населения. Комплексный показатель качества ОС, в общем случае, должен учитывать качество всех компонент среды: воздуха, почвы, подземной и поверхностной воды и др. компонент территории. В данной работе предлагается рассматривать только качество атмосферного воздуха. В качестве комплексного показателя (показателя, который учитывает наличие в воздухе всех веществ, даже тех, у которых их концентрация не превышает ПДК) качества атмосферного воздуха наиболее часто используют индекс загрязнения атмосферы (ИЗА):

****,

где *i* – количество вредных веществ, обнаруженных в атмосферном воздухе территории; *Ci* – концентрация *i-*того вещества, мг/м3; *ПДКi* – предельно допустимая концентрация *i*-того вещества; *μi* – коэффициент экологической опасности *i*-того вещества.

Коэффициент опасности (вредности) веществ, обнаруженных в воздухе, определяется в зависимости от класса опасности вещества, который, в свою очередь, оценивается через величину предельно допустимой концентрации. Существуют четыре класса веществ, правила определения которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики химических веществ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Класс вещества | Характеристика вещества | Правило определения | Значение μi |
| 1 | особо опасные | ПДК<0,1 | 1,37 |
| 2 | опасные | 0,1< ПДК< 1 | 1,1 |
| 3 | умеренно опасные | 1< ПДК<10 | 1,0 |
| 4 | неопасные | ПДК>10 | 0,9 |

Если участок территории характеризуется качеством атмосферного воздуха в пределах **0 ÷1 ИЗА**, то такая территория является экологически безопасной (зоной экологического благополучия). На ней могут быть размещены любые (в том числе и экологически уязвимые) объекты: детские учреждения, больницы, санатории и др. Такой территории присваивается первый класс загрязненности воздуха.

Если качество воздуха лежит в пределах **1 ÷ 5 ИЗА**, то у людей, длительно (постоянно) пребывающих в таких условиях, могут наблюдаться изменения в здоровье функционального характера, проходящие бесследно при временном выходе из такой зоны. Поэтому на такой территории возможно размещение производственных объектов и, в виде исключения, жилого фонда. Класс загрязненности равен двум.

При качестве воздуха **5 ÷10 ИЗА** – территория считается сильно загрязненной. При проживании на такой территории возможны изменения здоровья патологического характера, приводящие к хроническим заболеваниям. На такой территории допустимо строительство лишь производственных объектов, на которых работники, как правило, снабжены дополнительными средствами защиты, имеют льготный режим работы. Такая территория принадлежит третьему классу загрязненности.

При **ИЗА>10** – территория является **зоной экологической опасности** (четвертый класс). На такой территории срочно должны быть приняты меры по улучшению экологической обстановки.

Общее задание на контрольную работу:

Для заданного предприятия города:

1. Провести моделирование распространения выбрасываемого вещества в атмосфере:

– определить максимально возможную концентрацию *См* загрязняющего вещества, которая может быть достигнута в атмосферном воздухе города при самых неблагоприятных метеорологических условиях;

– определить наиболее опасную скорость ветра, при которой может быть достигнута максимальная концентрация;

– построить графики зависимости концентраций всех загрязняющих веществ от расстояния до источника выбросов (до труб предприятий). На графиках провести линии ПДК – предельно допустимой концентрации;

– по графикам сделать вывод о влиянии предприятия на окружающую среду, т.е. сравнить полученные значения концентрации с величиной ПДК;

– определить расстояния (по две точки для каждого графика), на которых концентрация равна ПДК, т.е. определить зону (в виде кольца вокруг трубы) повышенного влияния предприятия на окружающую среду. Определить расстояние, на котором влияние предприятия практически отсутствует (дальнюю точку, на которой концентрация равна 0,1×ПДК);

– на карте города нарисовать изолинии концентраций, равных ПДК, для каждого выбрасываемого вещества.

2. Определить границы зон экотоксикологической опасности на территории населенного пункта (см. рис. 1), для этого выполнить следующие действия:

* разделить картосхему населенного пункта на 25 прямоугольных участков (геоквантов);
* рассчитать в каждом геокванте ИЗА;
* определить границы участков территории, принадлежащие разным классам загрязнения воздуха;
* особо выделить зону экотоксикологической опасности и определить, какие объекты попали в эту зону.

Примечания. 1. Карта города ***N*** изображена на рис. 1. Масштаб карты определяется следующим образом: расстояние от точки А до точки В (по прямой) равно 7 км. Скорость выхода газовоздушной смеси из трубы (*Omo*) принять равной 7 м/с.

**Практическая часть**

Исходные данные:

Предприятие №17. Имеет один источник выбросов высотой 44 м и диаметром 2,7 м. Температура ГВС = 87 градусов Цельсия.

Выбрасывает: фенол – 2,2 г/с акролеин – 9,3 г/с хром 0,02-г/с.

Средняя температура воздуха самого жаркого месяца (июля) в городе равна 24.7 °С. Разность температур между температурой ГВС и окружающим воздухом равна:

 градусов Цельсия.

##### Расход газовоздушной смеси равен:

.

Рассчитаем параметры, необходимые для определения максимальной концентрации акролеина, фенола и хрома.

;



так как *f* < 100, то определим коэффициент *m*:



Так как то n=1.

Подставив все вычисленные параметры в основную формулу, получим значение максимальной концентрации акролеина, фенола и хрома в воздухе:

.





Определим расстояние от источника выбросов, на котором эта концентрация акролеина, фенола и хрома может возникнуть при неблагоприятных метеорологических условиях.

Так как а *f* < 100, то безразмерный коэффициент d определяется по формуле:



Расстояние от источника выбросов до точки территории, в которой достигается максимальная концентрация, равна для акролеина:



Для фенола и хрома оно составило при расчёте по данной формуле 497 и 513 м соответственно.

Максимальная концентрация акролеина (9,3 мг/куб. м), фенола (2,2 мг/куб. м) и хрома (0,02 мг/куб. м) может возникнуть только при определенной скорости ветра, которая определяется по формуле:



Построим график зависимости концентрации акролеина, фенола и хрома в воздухе от расстояния от источника выбросов, для этого введем величину , где *Х* – расстояние от источника выбросов (в метрах),  − расстояние, на котором достигается максимальная концентрация вещества. Определим параметр , который рассчитывается по трем формулам в зависимости от величины Х: если точка, для которой определяется лежит до , то  для точек, лежащих за , но не дальше, чем (8×), , иначе 

Определив , рассчитаем концентрацию акролеина, фенола и хрома для различных значений Х и построим график , на котором покажем линию концентрации, равной предельно допустимой (для акролеина ПДК=0,03 мг/м3, для хрома 0,0015 мг/м3, для фенола 0,01 мг/м3).

График приведен на рис. 2–4.



Рис. 2 − Зависимость концентрации акролеина в воздухе от расстояния до источника выбросов



Рис. 3 − Зависимость концентрации фенола в воздухе от расстояния до источника выбросов



Рис. 4 − Зависимость концентрации хрома в воздухе от расстояния до источника выбросов

По графику делаем следующие выводы:

1. Максимальная концентрация акролеина в воздухе на расстоянии 562 м от трубы достигает 0,126 мг/куб. м, что более, чем в 4 раза превышает предельно допустимую концентрацию. Максимальная концентрация фенола в воздухе на расстоянии 497 м от трубы достигает 0,018 мг/куб. м, что почти в 2 раза превышает предельно допустимую концентрацию. Максимальная концентрация хрома в воздухе на расстоянии 513 м от трубы достигает 0,0043 мг/куб. м, что почти в 3 раза превышает предельно допустимую концентрацию.
2. Максимальная концентрация достигается при скорости ветра около 4,64 м/с, что очень вероятно для метеорологических условий заданного города.
3. Зона повышенной концентрации акролеина на территории города (зона превышения ПДК) представляет кольцо вокруг источника с меньшим радиусом 139 м и большим – 2796 м. Для фенола 115 и 2689, для хрома 128 и 2717 м соответственно.
4. Влияние источника выбросов на атмосферу можно не учитывать только на расстоянии 4590 м (на этом расстоянии концентрация меньше 0,1×ПДК для всех трёх веществ).
5. Чтобы снизить влияние предприятия на окружающую среду, можно рекомендовать увеличение высоты дымовой трубы, либо повышение температуры газовоздушной смеси, либо установление фильтров-уловителей акролеина, фенола и хрома.

Определим зоны экотоксикологической опасности (ЗЭО) на территории города, которые могут сформироваться под воздействием выбросов предприятия №17 (в частности, из-за выбросов акролеина, фенола и хрома). Условно разделим территорию города на участки прямоугольной формы (которые будем называть геоквантами) так, чтобы концентрация вещества в воздухе изменялась несильно. В случае выполнения контрольной работы предлагается делить условно территорию населенного пункта на 5×5=25 участков. Для каждого геокванта территории необходимо определить индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) по формуле:

****

где *i* – количество вредных веществ, обнаруженных в атмосферном воздухе территории, в нашем случае равно 3; *Ci* – концентрация акролеина, фенола, хрома в центрах геоквантов, мг/м3; *ПДКi* – предельно допустимая концентрация; *μi* – коэффициент экологической опасности акролеина, равен1,37, фенола 1,1 и хрома 1,37.

Таким образом, в каждом геокванте определяется суммарная загрязненность воздуха всеми (даже веществами с концентрацией, не превышающей соответствующие ПДК) веществами. Затем поставим в соответствие с каждым ИЗА класс качества воздушной среды, объединим соседние геокванты, имеющие одинаковые номера классов, в зоны.

Для этого сформируем таблицу (табл. 11.3) расстояний от источника выбросов до центров каждого из 25 геоквантов (в метрах), для каждого расстояния определим концентрацию акролеина, фенола и хрома в воздухе, затем оценим индекс ИЗА.

Таблица 2. Основные характеристики геоквантов для строения зон экотоксикологической опасности на карте города

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № геокванта | Расстояние до источника | Концентрация веществ | ИЗА |
| 1 | 2800 | 0,043 | 4,4 |
| 2 | 2800 | 0,043 | 4,2 |
| 3 | 3500 | 0,018 | 1,7 |
| 4 | 5600 | 0,006 | 0,59 |
| 5 | 9100 | 0,003 | 0,29 |
| 6 | 1000 | 0,05 | 4,9 |
| 7 | 2800 | 0,021 | 2,2 |
| 8 | 4900 | 0,0044 | 0,43 |
| 9 | 7000 | 0,0038 | 0,39 |
| 10 | 9100 | 0,028 | 2,9 |
| 11 | 2800 | 0,015 | 1,51 |
| 12 | 4200 | 0,024 | 2,41 |
| 13 | 5600 | 0,0054 | 0,5 |
| 14 | 7700 | 0,0033 | 0,34 |
| 15 | 10000 | 0,021 | 2,06 |
| 16 | 5600 | 0,013 | 1,28 |
| 17 | 6300 | 0,0043 | 0,44 |
| 18 | 7700 | 0,0036 | 0,37 |
| 19 | 9100 | 0,0032 | 0,33 |
| 20 | 10500 | 0,0019 | 0,2 |
| 21 | 7700 | 0,0038 | 0,39 |
| 22 | 8400 | 0,0039 | 0,4 |
| 23 | 9800 | 0,0046 | 0,47 |
| 24 | 10500 | 0,0018 | 0,19 |
| 25 | 11900 | 0,0005 | 0,08 |

Анализ таблицы показывает, что практически вся территория города не является загрязненной акролеином, фенолом и хромом, и лишь воздух двух геоквантов – первого и шестого вызывает некоторое опасение. Всей территории населенного пункта присвоен первый класс загрязненности воздуха, на карте все участки окажутся незаштрихованными.

В геоквантах 1–3, 6, 7, 10–12, 15 и 16 качество воздуха лежит в пределах 1÷5 *ИЗА*. Класс загрязненности на этих территориях равен двум. Экологически опасных участков на территории города нет. Если качество воздуха лежит в пределах 1 ÷ 5 ИЗА, то у людей, длительно (постоянно) пребывающих в таких условиях, могут наблюдаться изменения в здоровье функционального характера, проходящие бесследно при временном выходе из такой зоны. Поэтому на такой территории возможно размещение производственных объектов и, в виде исключения, жилого фонда. Класс загрязненности равен двум.

Данная ситуация дает не полную картину загрязнения атмосферного воздуха города ***N***, так как принято в рассмотрение только одно предприятие (из нескольких десятков) и выброс из трубы только трёх веществ (акролеина, фенола и хрома). В реальном случае картина загрязнения воздуха будет более серьезной.

**Список литературы**

1. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов производств (Охрана труда) / П.П. Кукин, ВЛ. Лапин, Е.А. Подгорных и др. – М.: Высшая школа, 2007. – 457 с.

2. Безопасность жизнедеятельности. Конспект лекций. Ч. 2/ П.Г. Белов, А.Ф. Козьяков. С.В. Белов и др.; Под ред. С.В. Белова. – М.: ВАСОТ. 2003. – 193 с.

3. Безопасность жизнедеятельности / Н.Г. Занько. Г.А. Корсаков, К.Р. Малаян и др. Под ред. О.Н. Русака. – СПб.: Изд-во Петербургской лесотехнической академии, 2006. – 451 с.