

из. Как показывает практика, организация занятий с этих позиций неизменно сопровождается успехом в воспитании студентов. Самостоятельная работа обучаемых, направленная на эстетическое воспитание, находится в полном соответствии с задачами современной педагогики. Учебные предметы должны содержать также программу развития творческих сил студентов и их патриотически ориентированного эмоционально-чувственного воспитания.

УДК 577.457:628.5

КОНТРОЛЬНО-ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА ПО РАСЧЕТУ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

В. С. ДЕЦУК

Белорусский государственный университет транспорта

Разработана программа для тестирования знаний студентов и выполнения расчета концентрации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Предложенная работа призвана способствовать совершенствованию учебного процесса в области экологического образования.

Главная задача преподавателя экологических дисциплин – научить студентов давать оценку экологического воздействия конкретных объектов на окружающую среду и принимать экологически ответственные управленческие решения.

Методы оценки качества воздушной среды заключаются в отыскании решений уравнений диффузии примесей и разработке способов расчета загрязнений атмосферы с учетом основных природных факторов: неблагоприятные метеорологические условия (температурные инверсии при слабых ветрах и штилевой погоде), температурная стратификация атмосферы (в частности, устойчивое состояние при сухоадиабатическом состоянии), фоновое загрязнение при существующих объемах промышленного производства, ветровой режим в данной местности, учитывающий повторяемость различных скоростей и направлений ветров по сезонам года. Учитываются также такие внешние факторы, как рост мощностей и объемов промышленного производства и ожидаемые вредные выбросы.

При разработке прогнозов загрязнения воздушного бассейна необходимо учитывать физические процессы распространения примесей. Поступившие из различных источников загрязняющие вещества переносятся в атмосфере упорядоченными (осредненными за меньшие или большие интервалы времени) воздушными потоками и распространяются под влиянием турбулентного перемешивания.

Поступающие из различных источников загрязняющие вещества (примеси) распространяются в атмосфере под влиянием: 1) переноса их воздушными течениями; 2) турбулентного обмена; 3) захвата примесей каплями облаков и туманов и последующего вымывания осадками.

С количественной стороны изменение содержания примесей во времени и пространстве описывается уравнением переноса примесей:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = - \left(u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} \right) - \omega \frac{\partial c}{\partial z} + k_s \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial c}{\partial z} - \frac{c}{\tau}.$$

В общем случае концентрация загрязняющих атмосферу веществ является сложной функцией координат и в каждой точке пространства изменяется под влиянием рассмотренных выше факторов во времени. Исследовать эту зависимость концентрации от координат и времени на основе уравнения можно в общем случае лишь с помощью численных методов с последующей реализацией построенного решения на ЭВМ.

В этой общей постановке исследование и количественная оценка загрязнения атмосферы примесями различного происхождения далеки от завершения. Однако к настоящему времени выполнено большое число оценок загрязнения атмосферы для некоторых частных случаев, которые получают на основе различных предположений об источниках примесей, характере движения, коэффициентов уравнений и др.

Одним из таких частных случаев является полумимперическое решение уравнения для точечного незатененного источника выбросов при условии $\frac{\partial c}{\partial t} = 0$, предложенное Главной геофизической обсерваторией Госкомгидромета России.

Представленная программа основана на методике расчета Главной геофизической обсерваторией Госкомгидромета России и является контрольно-обучающей. Основная ее цель – приобретение и закрепление практических навыков для решения прикладных экологических задач. В частности, она позволяет оперативно определить зону загрязнения, а также регулировать технологические параметры для оптимизации выбросов загрязняющих веществ при различных погодных условиях. Она позволяет рассчитывать горячие выбросы из одного точечного незатененного источника, а также дать рекомендации предприятию по предельно допустимым выбросам (ПДВ) и по минимально необходимой степени очистки.

Первый этап работы программы – тестовая часть. Она предназначена для проверки знаний студентов перед дальнейшим расчетом. Студенту по умолчанию предлагается стандартный набор из 20 вопросов. Правильно ответив на 75 % из них (16 из 20), пользователь получает право на доступ к расчетной части. В противном случае пользователь возвращается к началу тестовой части с соответствующими рекомендациями. Все вопросы содержатся в отдельном файле Test.tst. Количество вопросов теста может регулироваться преподавателем. К данной программе прилагается специальный файл TestEditor.exe. Запустив «Редактор тестов», преподаватель может с легкостью просматривать содержимое тестов; редактировать содержимое – добавлять, удалять, изменять вопросы; создавать новые тестовые файлы. В конце теста пользователь получает информацию о количестве правильных ответов, сопровождающуюся выводом на экран соответствующей графической информации (картинки). При необходимости пропустить тест пользователь может воспользоваться специальным паролем в командной строке при запуске программы.

Второй этап работы программы – расчетная часть. Она предназначена для вычисления и графического построения рассчитанных зависимостей.

Расчет производится одновременно для двух веществ, названия которых указаны справа от свободных полей.

Произведя расчет основных параметров, таких как максимальная концентрация обоих веществ C_m ; расстояние, на котором достигается $C_m - L$; высота, на которую распространяются загрязнения – y ; коэффициенты m, n, f ; опасная скорость ветра; степень очистки обоих веществ, пользователь получает возможность рассчитывать таблицы.

Таблица 1 – Зависимость концентрации загрязняющих веществ от расстояния до источника.

Таблица 2 – Зависимость концентрации загрязняющих веществ от высоты от поверхности земли на расстоянии X_m от источника.

Таблица 3 – Изменение концентрации загрязняющих веществ при скоростях ветра, отличных от опасной.

Выполнив расчет всех таблиц, можно вывести на экран графические зависимости с названиями, соответствующими названиям таблиц.

Построение поля концентраций с учетом розы ветров позволяет наглядно определить распространение загрязняющих веществ в различных направлениях от источника в зависимости от поры года (зима и лето). На той же форме имеется таблица, в которой приведены расстояния, на которых достигается максимальная концентрация и граница чистой зоны. Различные изолинии изображены на графике различными цветами.

Программа предоставляет возможность вывести на печать любой из графиков, а также распечатать их в скомпонованном виде в формате A1.

Использование данного программного продукта позволяет широкому кругу пользователей, занимающихся проблемами защиты окружающей среды, решать разнообразные прикладные задачи и принимать управленческие решения. Как и большинство Windows-приложений, данная программа имеет дружелюбный интерфейс. Приложение рассчитано на пользователя, а не на программиста, поэтому может широко использоваться как в учебном процессе, так и на производстве, санитарных станциях, в аварийно-спасательных службах – везде, где необходим прогноз и оперативная информация для ликвидации или предупреждения последствий эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу.