

THE COMPUTATION MODELING OF THE TASK DISTRIBUTION AIR POLLUTION IN THE ATMOSPHERE

Derbissali N.¹, Balakaeva G.² (Republic of Kazakhstan)

¹Derbissali Nurbek – magister;

²Balakayeva Gulnar – professor, doctor of physic-mathematical sciences,
DEPARTMENT COMPUTER SCIENCE,

KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY NAMED AL FARABI, ALMATY, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: modern pace of regional economic development require the construction of more and more powerful industrial and industrial facilities (plants, factories, vehicles, mining processing of energy, etc.), resulting in accumulated and dispersed workforce near these facilities. The problem of assessing the pollution of the atmosphere and the underlying surface of the passive and active aerosol emissions and impurities, placement of industrial enterprises in compliance with the sanitary standards, determine the amount of particulate matter over the region, dropped out of the particles on the underlying surface and predict the spread of the environment and the surface layer of the atmosphere, are relevant in the problem of environmental protection. To account for the above-mentioned factors for the prediction and prevention of adverse environmental impacts of the region, it is necessary to create an effective tool -mathematical model (MM) and the numerical algorithm, implemented in the form of software and tool set for computational experiment.

Keywords: mathematical model, analysis, air pollution, computing, diffusion.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЙ ПРИМЕСИ В АТМОСФЕРЕ ОТ ОДНОГО ИСТОЧНИКА

Дербисали Н. Н.¹, Балакаева Г. Т.² (Республика Казахстан)

¹Дербисали Нурбек Надирбекулы – магистрант;

²Балакаева Гульнар Тултаевна – доктор физико-математических наук, профессор,
кафедра информатики, механико-математический факультет,

Казахский национальный университет им. аль Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: современные темпы развития экономики региона требуют строительства все более мощных индустриальных и промышленных объектов (заводов, фабрик, транспортных средств, добычи переработки энергоносителей и т.д.), в результате чего накапливаются и рассредоточиваются трудовые ресурсы вблизи этих объектов. Задачи об оценке загрязнения атмосферы и подстилающей поверхности пассивными и активными аэрозольными выбросами и примесями, размещения промышленных предприятий с соблюдением санитарных норм, определения количества взвешенных частиц над регионом, выпавших частиц на подстилающую поверхность и прогнозирования распространения их в окружающую среду и приземном слое атмосфере являются актуальными в проблеме охраны окружающей среды. С целью учета указанных выше факторов для прогнозирования и предотвращения от нежелательных экологических последствий рассматриваемого региона, необходимо создать эффективный инструмент – математическую модель (ММ) и численный алгоритм, реализуемый в виде программно-инструментального комплекса для проведения вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: математическая модель, анализ, диффузия, уравнение, загрязнение атмосферы.

Современный уровень развития вычислительной техники позволяет моделировать сложные физические процессы, используя при этом более совершенные численные методы, повышающие точность результатов расчетов. Одной из сфер практического применения математического моделирования и вычислительных методов являются, в частности, задачи о процессах распространения загрязняющей примеси в атмосфере.

Выброс вредных веществ в окружающую среду - явление сложное, не ограничивающееся сбрасыванием отходов в реку или выбросом дымов в атмосферу из заводских труб. Все загрязняющие вещества, выбрасываемые человеком в атмосферу, не остаются на месте и перемещаются воздушными потоками на значительные расстояния. Скорость и направление их движения определяются соответствующими метеорологическими условиями. При этом во время переноса между компонентами примесей, водяными парами происходят различные химические и фотохимические реакции, в результате чего часто выпадают кислотные дожди, образуются новые канцерогенные вещества, отрицательно воздействующие на окружающую среду и человека.

Наиболее распространенными загрязнителями атмосферы являются производные углерода и серы, хлора, окиси азота, галогены, пыль, аэрозоли, ОВЧ, аммиак и др. (рисунки 1).

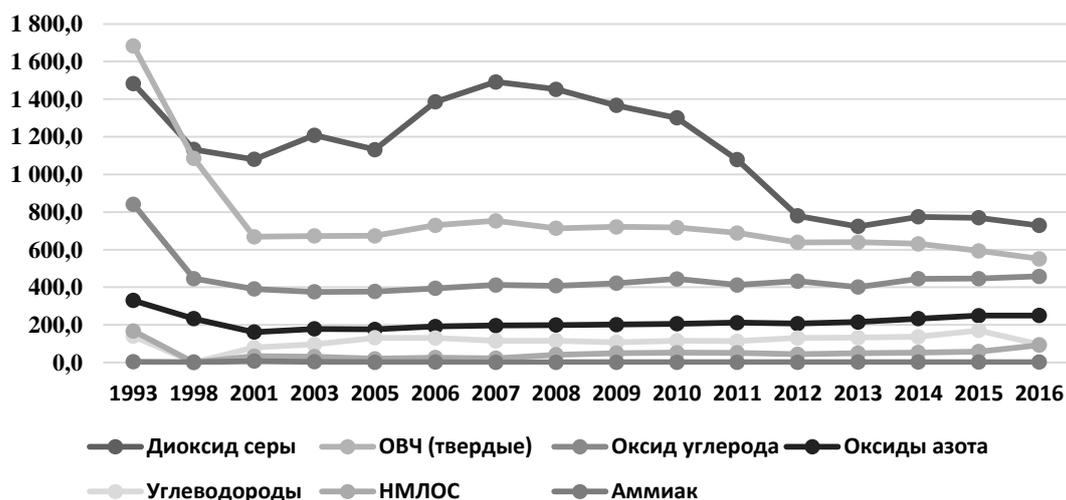


Рис.1. Выбросы основных загрязняющих веществ за 1993-2016 гг.

Одним из методов исследования атмосферных процессов, описывающих перенос и диффузию примесей в атмосфере, является численное моделирование. В этом случае возможно два подхода. Первый – это решение «прямых» задач, когда по известным характеристикам источников примеси требуется найти поле её концентрации. Второй – решение «обратных» задач, когда по информации о концентрации примеси, измеренной в ряде контрольных точек, требуется найти тип, координаты и мощность её источников. Наиболее универсальными моделями для получения количественных и качественных картин распространения загрязнений в атмосфере являются полумпирические модели.

Различные модели переноса и диффузии, используемые в экологии, представлены, в частности, в [2]. Для описания процессов распространения примеси в атмосфере может быть использовано двумерное уравнение турбулентной диффузии [1-4], которое имеет вид:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \omega \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \mu \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) + v \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - \delta \varphi + f \quad (1)$$

здесь,

x, y, z – оси декартовой прямоугольной системы координат,

φ – концентрация примеси,

u, v, ω – компоненты вектора скорости ветра,

δ – коэффициент распада примеси,

t – время.

Численное решение. Метод расщепления [2].

$$\frac{d\varphi}{dt} + A\varphi = f$$

Это эволюционная задача математической физики. Здесь $A = \sum_{\alpha=1}^n A_{\alpha}$ (при $A_{\alpha} \geq 0, n \geq 2$) – операторы. В нашем случае оператор имеет вид $A = A_1 + A_2 + A_3$. Для решения этой задачи используется методы расщепления. Конечно-разностная аппроксимация операторов:

$$A_1 \varphi = \frac{\partial u \varphi}{\partial x} - \mu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2};$$

$$A_2 \varphi = \frac{\partial v \varphi}{\partial y} - \mu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2};$$

$$A_3 \varphi = \frac{\partial \omega \varphi}{\partial z} - \nu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}.$$

После этого решается по следующему алгоритму:

$$\frac{\varphi^{j+1/n} - \varphi^j}{\tau} + A_1 \varphi^{j+1/n} = 0,$$

$$\dots$$

$$\frac{\varphi^{j+1} - \varphi^{j+(n-1)/n}}{\tau} + A_n \varphi^{j+1} = 0.$$

$$\begin{cases} \varphi^n \rightarrow \varphi^{n+1/3} \\ \varphi^{n+1/3} \rightarrow \varphi^{n+2/3} \\ \varphi^{n+2/3} \rightarrow \varphi^{n+1} \end{cases}$$

Построена неявная разностная схема с использованием метода прогонки для вычисления значений искомой функции на каждом дробном шаге. Программа численного счета реализуется на языке C++ с использованием современных технологий визуального программирования.

1. *Марчук Г. И.* Методы расщепления // М.: Наука, 1988. - 263 с.
2. *Каримбердиева С.* Численные решения дифференциально-разностных уравнений в параллелепипеде, шаре и цилиндре // Т. «Фан», 1983. 112 с.
3. *Балакаева Г. Т., Микебаева Э. С.* Численное моделирование распространения примеси // Вестник КазГУ. Серия механика, математика, информатика. Алматы, 2000 г.

Список литературы на английском языке / References in English

1. *Marchuk G. I.* Metody rasshchepleniya // М.: Nauka, 1988. 263 s. [in Russian].
2. *Karimberdiyeva S.* Chislennyye resheniya differentsial'no-raznostnykh uravneniy v parallelepipedе, share i tsilindre // Т. «Fan», 1983. 112 s. [in Russian].
3. *Balakayeva G. T., Mikebayeva E. S.* Chislennoye modelirovaniye rasprostraneniya primesi // Vestnik KazGU, seriya mekhanika, matematika, informatika. Almaty, 2000g. [in Russian].