

## **ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ НОВО-ИРКУТСКОЙ ТЭЦ НА АКВАТОРИЮ ЮЖНОГО БАЙКАЛА**

*Сафаров А.С.*

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, alexssss@list.ru

Бурное развитие энергетики, машиностроения, химии, транспорта в результате промышленной революции XX в. привело к тому, что человеческая деятельность стала сравнима по масштабам с естественными энергетическими и материальными процессами, происходящими в биосфере. Последствия антропогенной деятельности проявляются в истощении природных ресурсов, загрязнении биосферы отходами производства, разрушении природных экосистем, изменении структуры поверхности Земли, изменении климата. Антропогенные воздействия приводят к нарушению практически всех природных биогеохимических циклов.

Выброс в атмосферу окислов серы и азота в результате сгорания органического топлива (уголь, нефть, мазут, газ) приводит к образованию кислотных дождей. Это изменяет окружающую среду: ведет к закислению водоемов и почв, а также угнетению жизнедеятельности растений и животных. Важно установить, как и в каких количествах распространяются соединения серы и азота в атмосфере и в каких количествах перемещаются на акваторию озера Байкал – участка Всемирного природного наследия.

В настоящее время для описания распространения и трансформации атмосферных примесей и выявления причинно-следственных связей широко используются математические модели, позволяющие оценить возможные последствия тех или иных воздействий на окружающую среду.

Развитие промышленности в юго-западной части Иркутской области повлекло за собой загрязнение акватории озера и прилегающих территорий за счет переноса загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от хозяйственной деятельности предприятий городов, расположенных по долине р. Ангары: Черемхово, Усолье-Сибирского, Ангарска, Шелехова, Иркутска. Преимущественное направление ветров в этом районе северо-западное, поэтому все воздушные выбросы переносятся на акваторию озера.

Ранее на основе простых балансных соотношений и аналитических решений, была сделана оценка антропогенных потоков ряда химических элементов из атмосферы на акваторию озера [1]. Трансформация соединений серы и азота над акваторией озера Байкал исследовалась с помощью аналитической модели, балансовой с элементами статистики и двумерной стационарной диффузионной [2]. Существенным недостатком этих моделей, не учитывающих влияние рельефа, является то, что вертикальное распределение примесей предполагается равномерным.

Целью данной работы было исследование процессов распространения и трансформации соединений серы и азота, а также твердых аэрозолей, выбрасываемых в атмосферу Ново-Иркутской ТЭЦ (НИТЭЦ) на регион Южного Байкала.

Процессы распространения и трансформации примесей в регионе озера Байкал изучались с помощью нелинейной нестационарной пространственной модели, основанной на численном решении полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии примеси [3]. Использовалась система уравнений в следующем виде:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + V \cdot \text{grad} S - W_g \frac{\partial S}{\partial x_3} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} K_i \frac{\partial S}{\partial x_i} - AS + F,$$

где  $t$  – время;  $V=(u,v,w)$  – вектор скорости;  $u,v$  – горизонтальные и  $w$  – вертикальная компоненты вектора скорости движения воздуха вдоль осей декартовой прямоугольной системы координат  $(x_1, x_2, x_3)$ ;  $S=\{S_j\}$  – тензор массовых концентраций исследуемых примесей ( $j=1, \dots, n$ );  $K_1, K_2, K_3$  – коэффициенты турбулентной диффузии по осям  $x_1, x_2, x_3$  соответственно;  $A(x_i, t) = \{A_{jk}(x_i, t)\}$  – матричный оператор, описывающий взаимодействие различных субстанций между собой и их локальные изменения;  $i=1, 2, 3, k=1, \dots, L$ ;  $L=n \cdot (n^2 + n + 1)$ ;  $F(x_i, t)$  – вектор-функция, описывающая источники примесей;  $W_g = \{W_{gij}\}$  – тензор скоростей гравитационного оседания субстанций;  $n$  – количество субстанций в многокомпонентной среде.

Для оценки вклада источников в загрязнение атмосферы и подстилающей поверхности района Южного Байкала использовалось моделирование процессов распределения примесей в области площадью  $200 \times 200 \text{ км}^2$  и высотой 4 км над поверхностью оз. Байкал. Шаги по времени и горизонтали составляли соответственно 150 с и 1 км; шаг по вертикали задавался следующим образом: до высоты 350 м он равнялся 50 м, далее – 150 м, 500, 1000 и 2000 м. Начальная концентрация молекулярного азота  $[N_2]$  принималась равной  $0.93 \text{ кг/м}^3$ , молекулярного кислорода  $[O_2]$  –  $0.297 \text{ кг/м}^3$ , воды  $[H_2O]$  –  $2.23 \times 10^{-4} \text{ кг/м}^3$ ,  $[H_2]$  –  $10^{-7} \text{ кг/м}^3$ . Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности.

Полученные результаты распределения концентраций твердых взвесей, соединений серы и азота рассчитывались при северо-западном ветре со скоростью 2 м/с с учетом влияния рельефа местности на перенос загрязняющих веществ в Прибайкалье. Примеси по долине Ангары выносятся к озеру Байкал. Самая высокая концентрация примесей от 0.01 до  $1.2 \text{ мкг/м}^3$  характерна для сульфатов, концентрация твердых взвесей составляет от 0.01 до  $1.0 \text{ мкг/м}^3$ , диоксида серы – до  $0.1 \text{ мкг/м}^3$  и нитратов – до  $0.5 \text{ мкг/м}^3$ . Получено, что все рассматриваемые примеси переносятся по долине р. Ангары к п. Листвянка, далее через акваторию Байкала к п. Танхой и затем распространяются к дельте р. Селенги.

Таким образом, выбросы НИТЭЦ вносят определенный вклад в загрязнение атмосферы Южного Байкала, как акватории озера, так и населенных пунктов Прибайкалья и Забайкалья.

Выражаю благодарность своему руководителю профессору, д.т.н. В.А. Верховиной за помощь в работе, ценные замечания и предложения.

#### **Литература**

1. Аргучинцев В.К., Куценогий К.П., Макухин В.Л. и др. Экспериментальное исследование и численное моделирование аэрозолей и газовых примесей в атмосфере Южного Байкала // *Оптика атмосферы и океана*. 1997. Т. 10, № 6. С. 598–604.
2. Анохин Ю.А., Острогомилский А.Х., Пословин А.Л., Хицкая Е.В. Оценка антропогенного потока микроэлементов из атмосферы на зеркало оз. Байкал // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. 1981. Т. IV. С. 32–40.
3. Makukhin V.L., Potemkin V.L. Numerical simulation of sulfur and nitrogen compounds distribution near the lake Baikal // *J. Aerosol Sci.* 2000. V. 31. Suppl. 1. P. S424–S425.