

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 504.06:621.311.22(504.3.054)

### ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ НОВО-ИРКУТСКОЙ ТЭЦ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. ИРКУТСКА

© 2016 г. Е. В. Верхозина\*, А. С. Сафаров\*\*, В. Л. Макухин\*\*\*, В. А. Верхозина\*\*\*\*

\* *Институт Земной коры Сибирского отделения Российской академии наук,  
ул. Лермонтова, 128, г. Иркутск, 664033 Россия. E-mail: verhel@crust.irk.ru*

\*\* *Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук,  
ул. Лермонтова 132, г. Иркутск, 664033 Россия.  
E-mail: alexssss@list.ru*

\*\*\* *Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук,  
ул. Улан-Баторская 3, г. Иркутск, 664033 Россия. E-mail: aerosol@lin.irk.ru*

\*\*\*\* *Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет,  
ул. Лермонтова 83, г. Иркутск, 664033 Россия. E-mail: verhval@mail.ru*

Поступила в редакцию 27.11.2014 г.

После исправления 12.03.2015 г.

Представлены результаты исследования переноса выбросов Ново-Иркутской ТЭЦ на г. Иркутск с использованием метода уравнений турбулентной диффузии. Приведены данные распределения и трансформации соединений серы и азота, а также твердых аэрозолей. При расчетах учтено влияние рельефа местности и рассмотрены химические трансформации соединений. Построены карты распределения трансформации атмосферных выбросов Ново-Иркутской ТЭЦ на г. Иркутск и прилегающие территории. Полученные данные могут быть использованы для разработки мониторинговых наблюдений и прогнозов при различном направлении ветра.

**Ключевые слова:** *влияние выбросов, перенос примесей, уравнения турбулентной диффузии, математическое моделирование, выбросы ТЭЦ, загрязнение атмосферы.*

Оценка загрязнения атмосферного воздуха играет особую роль среди факторов природной среды, влияющей на здоровье населения [7]. Для территории г. Иркутска загрязнение атмосферного воздуха имеет особое значение. Иркутск относится к городам с развитой промышленной инфраструктурой и, к сожалению, вошел в список 36 городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха (опубликован Министерством природных ресурсов и экологии России в 2013 г.). Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в 2012 г. составил 15 (при ИЗА выше 14 уровень загрязнения считается очень высоким). С 2001 г. ИЗА не опускался ниже отметки 14. Атмосферные выбросы г. Иркутска за год составляют: 13.8% (0.8 кг/с), продукты сгорания топлива – 82.7% (4.8 кг/с) и специфические вещества – 3.4% (0.2 кг/с) [5].

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха в экологической зоне атмосферного влия-

ния (ЭЗАВ) вносят предприятия теплоэнергетики из-за длительного времени отопительного сезона ввиду климатических особенностей. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от источников предприятий теплоэнергетики ОАО “Иркутск-энерго” в границах ЭЗАВ составили (в тыс. т): в 2013 г. 234.62; в 2012 г. – 275.80, а в 2007 г. – 160.96 [5, 6], т.е. увеличились на 73.66 тыс. т., что составляет 34% от выбросов 2007 г.

Валовые выбросы в атмосферу загрязняющих веществ Ново-Иркутской ТЭЦ увеличились в 2012 г. по сравнению с 2004 г. (в тыс. т/год) на 22.929, диоксида серы – на 20.174, оксидов азота – на 2.523 [6]. Выбросы вредных веществ в атмосферу при производстве и распределении электроэнергии, газа и воды по Иркутской обл. в 2012 г. составили 389.782 тыс. т/год. Это более 54 % от валовых выбросов вредных веществ в атмосферу. По основным загрязняющим веществам именно эти предприятия вносят ощутимый вклад

в загрязнение городской среды. В связи с этим, получение информации о распределении и трансформации выбросов Ново-Иркутской ТЭЦ (НИ ТЭЦ) на территорию г. Иркутска актуально, так как загрязнение атмосферы влияет на состояние всех экосистем и, что особенно важно, на здоровье населения.

Для решения проблем прогнозирования, необходима объективная оценка воздействия на окружающую среду. Важно установить, как и в каких количествах загрязняющие вещества распределяются в атмосфере, и как они могут распространяться на рассматриваемой территории. Метод численного решения уравнения турбулентной диффузии, который применен в данной работе, является достаточно объективной оценкой при решении данной проблемы.

Цель данной работы – исследование процессов распространения и трансформации примесей методом численного решения уравнения турбулентной диффузии для оценки влияния Ново-Иркутской ТЭЦ на территорию г. Иркутска. В задачи исследований входят изучение процессов распространения и трансформации соединений серы и азота, а также твердых аэрозолей, выбрасываемых в атмосферу НИ ТЭЦ.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Иркутск – административный центр Иркутской области, расположенный в долине р. Ангары, разделен долинами впадающих в нее рек Иркут и Ушакровка. Удаленность от отепляющего влияния океанов, открытость территории с севера для проникновения воздушных арктических масс формируют резко континентальный климат с весьма малым количеством осадков, большой повторяемостью штилевых и инверсионных ситуаций, особенно при господстве Азиатского антициклона в зимние месяцы. К тому же, на глобальный перенос воздушных масс большое влияние оказывает ориентация долины р. Ангары, обуславливающая реализацию основных преобладающих ветров ЮВ и СЗ направлений с повторяемостью их в годовом цикле 32% и 28% соответственно. Приподнятые инверсии создают как бы шапку над городом, в результате чего вредные примеси могут находиться в приземном слое длительный период времени.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для исследования процессов переноса, диффузии и трансформации аэрозолей и газовых примесей разработана нелинейная нестационарная

пространственная модель, основанная на численном решении полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии примеси [2, 8]. Использовалась система уравнений в следующем виде:

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

где:  $t$  – время;  $V = (u, v, w)$  – вектор скорости:  $u$ ,  $v$  – горизонтальная 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;  $A(x_j, t) = \{A_{jk}(x_p, t)\}$  – матричный оператор, описывающий взаимодействие различных субстанций между собой и их локальные изменения;  $F(x_p, t)$  – вектор-функция, источники примесей;  $W_g = \{W_{qj}\}$  – тензор скоростей гравитационного оседания субстанций;  $n$  – количество субстанций в многокомпонентной среде.

Имея в виду решение задачи о распространении примесей над региональной областью, предполагаем фоновое распределение концентраций субстанций известным. Из-за отсутствия детальной информации из наблюдений в качестве начальных условий приняты  $S_j$ , равные фоновому распределению, а при его отсутствии  $S_j = 0$ .

В качестве краевых условий приняты:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_j}{\partial x_1} &= 0 \quad \text{при } x_1 = 0, X, \\ \frac{\partial S_j}{\partial x_2} &= 0 \quad \text{при } x_2 = 0, Y, \\ \frac{\partial S_j}{\partial x_3} &= 0 \quad \text{при } x_3 = 0, H, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $x_1 = 0, x_1 = X, x_2 = 0, x_2 = Y, x_3 = 0, x_3 = H$  – границы области счета.

На уровне подстилающей поверхности поставлено граничное условие, учитывающее отражение и поглощение примесей в зависимости от свойств поверхности.

Уравнения турбулентной диффузии примеси вместе с начальными и граничными условиями численно интегрировались в декартовой системе координат с применением метода фиктивных областей. При решении задачи использовался метод расщепления по физическим процессам. На каждом малом интервале времени рассматри-

вается схема, состоящая из двух этапов. На первом – учитываются процессы переноса примесей по траекториям турбулентной диффузии, на втором – локальные преобразования и влияние источников. Аппроксимация задачи по времени на первом этапе построена с помощью двуциклического полного расщепления. Используемая неявная схема покомпонентного расщепления даёт решение для некоммутирующих операторов со вторым порядком аппроксимации по времени и координатам.

$$\begin{aligned}(E + 0.5\Delta t\Lambda_1)S^{n+\frac{1}{7}} &= (E - 0.5\Delta t\Lambda_1)S^n, \\(E + 0.5\Delta t\Lambda_2)S^{n+\frac{2}{7}} &= (E - 0.5\Delta t\Lambda_2)S^{n+\frac{1}{7}}, \\(E + 0.5\Delta t\Lambda_3)S^{n+\frac{3}{7}} &= (E - 0.5\Delta t\Lambda_3)S^{n+\frac{2}{7}}, \\S^{n+\frac{4}{7}} &= S^{n+\frac{3}{7}} + 2\Delta tF^n, \\(E + 0.5\Delta t\Lambda_3)S^{n+\frac{5}{7}} &= (E - 0.5\Delta t\Lambda_3)S^{n+\frac{4}{7}}, \\(E + 0.5\Delta t\Lambda_2)S^{n+\frac{6}{7}} &= (E - 0.5\Delta t\Lambda_2)S^{n+\frac{5}{7}}, \\(E + 0.5\Delta t\Lambda_1)S^{n+1} &= (E - 0.5\Delta t\Lambda_1)S^{n+\frac{6}{7}},\end{aligned}$$

где  $E$  – единичная матрица.

На втором этапе при решении системы уравнений химической кинетики применена монотонная неявная схема первого порядка аппроксимации. Сравнение численных решений уравнения турбулентной диффузии примеси с известными аналитическими решениями нестационарного и стационарных уравнений распространения примесей показало, что они согласуются с аналитическими решениями с удовлетворительной степенью точности, как на высоте источника, так и у поверхности земли.

Загрязнение атмосферы автотранспортом в данной работе не учитывалось, хотя количество автомобилей в городе, в котором постоянные автомобильные пробки, вносит по отдельным ингредиентам очень существенный вклад в загрязнение городской среды [3]. Проведенные ранее исследования в основном касались изучения влияния промышленных выбросов на акваторию оз. Байкал [1, 8]. В последние годы также обратили внимание на загрязнение атмосферного воздуха промышленными предприятиями г. Иркутска [4].

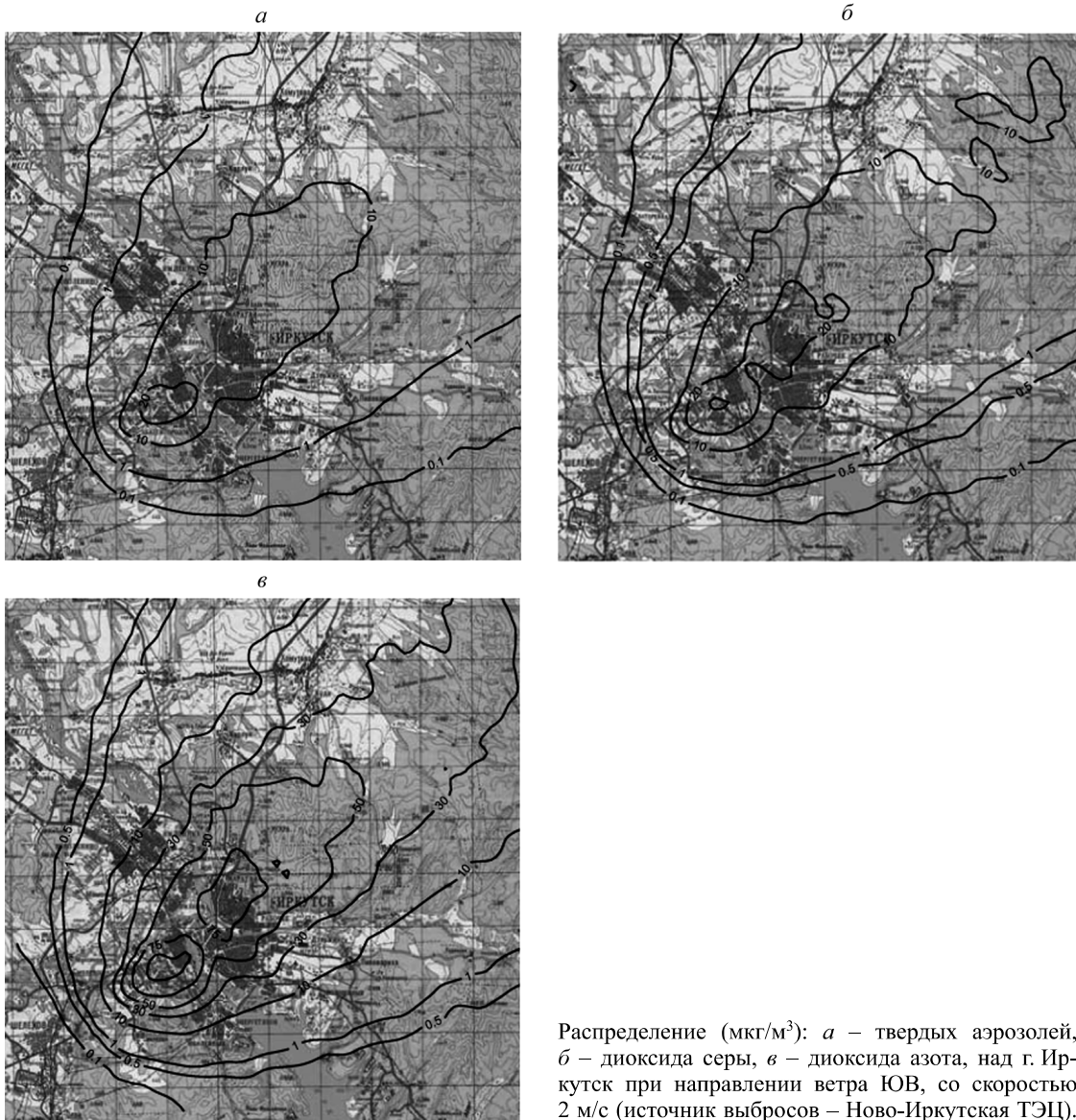
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Моделирование процессов распределения примесей проводилось в области площадью  $40 \times 40$  км<sup>2</sup> и высотой 4 км над поверхностью г. Иркутска. 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, 500, 1000 и 2000 м. Начальная концентрация (в кг/м<sup>3</sup>) молекулярного азота [N<sub>2</sub>] принималась равной 0.93, молекулярного кислорода [O<sub>2</sub>] – 0.297, воды [H<sub>2</sub>O] –  $2.23 \times 10^{-4}$ , [H<sub>2</sub>] –  $10^{-7}$ . Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности. Интенсивность выбросов твердых взвесей, диоксидов серы и азота задавалась по данным годового отчета за 2012 г. по Ново-Иркутской ТЭЦ. Высота источников выбросов – 180 и 250 м. Интенсивность выбросов взвешенных веществ составила 7464.8, диоксида серы – 33809.5, диоксида азота – 9318.8 т/год.

При оценке распределения выбросов учтено влияние рельефа местности на перенос загрязняющих веществ. Для этого сделаны расчеты с учетом рельефа местности и без него. На рисунке *a* приведены изолинии рассчитанных приземных концентраций твердых взвесей в районе г. Иркутска при преобладающем юго-восточном ветре. По результатам расчета выбросов твердых аэрозолей выявлено, что их максимальная концентрация (до 20 мкг/м<sup>3</sup>) сосредоточена в центральной части города в левобережном районе. По-видимому, воздушные турбулентные течения и приподнятые инверсии создают максимальную концентрацию не вблизи источника выбросов, а в 6 км от него. Далее они распространяются через р. Ангару, накрывая весь город, хотя их концентрация значительно уменьшается (до 0.1 мкг/м<sup>3</sup>). Твердые аэрозоли, поступающие с выбросами, уменьшают поступление к Земле ультрафиолетовых лучей и задерживают перемещение углекислого газа в лежащие выше слои атмосферы, что в результате может привести к увеличению температуры и, соответственно к образованию парникового эффекта. Увеличение объемов выбросов твердых аэрозолей отмечено не только в Иркутске, но и в г. Томске [9], что связано с локальными источниками загрязнения и с их трансграничным переносом.

Рассматриваемые выбросы НИ ТЭЦ диоксида серы и диоксида азота относятся к наиболее вредным веществам, поступающим в атмосферу. Максимальные концентрации диоксида серы (до 50 мкг/м<sup>3</sup>) сосредоточены также в центральной части города и распространяются на значительные расстояния в довольно высоких концентрациях во всех направлениях (рисунк *b*). Диоксид азота (до 20 мкг/м<sup>3</sup>) тоже переносится в центральную часть, но высокие концентрации сохраняются как



Распределение ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ ): *а* – твердых аэрозолей, *б* – диоксида серы, *в* – диоксида азота, над г. Иркутск при направлении ветра ЮВ, со скоростью 2 м/с (источник выбросов – Ново-Иркутская ТЭЦ).

в юго-восточном, так и северо-западном направлениях, распределяясь по долине р. Ангара (рисунок *в*). И хотя, в данном случае, выбросы этих соединений считаются локальными, при регулярном поступлении они могут не только накапливаться в атмосфере, но и вступать в химические реакции и трансформироваться в более вредные для окружающей среды вещества.

Увеличение химических выбросов в атмосферу приводит к нарушению практически всех природных биогеохимических циклов и влияет как на наземные, так и на водные экосистемы. Особенно опасно повышенное содержание в атмосфере концентрации оксидов N и S. Повышенное их содержание в атмосфере может вызвать возникновение кислотных дождей, что скажется на изменении кислотности среды и угнетении жизнедеятель-

ности растений и животных в водных и наземных экосистемах, а также человека.

Таким образом, отмечено ухудшение экологической обстановки по загрязнению атмосферного воздуха г. Иркутска, что обусловлено увеличением общего расхода сожженного топлива и ухудшением качественного состава сжигаемого угля.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что проблема переноса атмосферных выбросов и выявление их влияния на окружающую среду могут решаться при построении карт с использованием предложенной математической модели. Такой подход перспективен и может заменить дорогостоящую снеговую съемку или отбор почв и их химический анализ.

Применение математической модели позволяет учесть распределение атмосферных выбросов при различном направлении ветра с учетом рельефа местности и климатических факторов. Полученные результаты важны для построения карт распределения атмосферных выбросов Ново-Иркутской ТЭЦ на г. Иркутск и прилегающие территории. Модель может быть использована для прогнозов при различном направлении ветра и получения обоснованных рекомендаций по уменьшению атмосферных выбросов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин Ю.А., Кокорин А.О., Прохорова Т.А., Анисимов М.П. Аэрозольное загрязнение атмосферы над озером Байкал и влияние на него промышленных источников // Мониторинг состояния озера Байкал. Л.: Гидрометеоздат, 1991. С. 44–50.
2. Аргучинцев В.К., Макухин В.Л. Математическое моделирование распространения аэрозолей и газовых примесей в пограничном слое атмосферы // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. № 6. С. 804–814.
3. Аргучинцева А.В., Аргучинцев В.К., Новикова С.А. Оценка загрязнения воздушной среды г. Иркутска автотранспортом // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 6. № 2. С. 47–56.
4. Ахтиманкина А.В., Аргучинцева А.В. Загрязнение атмосферного воздуха промышленными предприятиями г. Иркутска // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 6. № 1. С. 3–19.
5. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2012 году”. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2013. 337 с.
6. Государственный доклад “О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2013 году”. М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ и Федеральное государственное унитарное научно-производственное предприятие “Российский федеральный геологический фонд”, 2014. 462 с.
7. Савилов Е.Д., Ильина С.В. Инфекционная патология в условиях техногенного загрязнения окружающей среды. Новосибирск: Наука, 2009. 235 с.
8. Сафаров А.С., Верхозина В.А., Макухин В.Л. Моделирование переноса выбросов Ново-Иркутской ТЭЦ на акваторию оз. Байкал // Вестн. ИрГТУ. 2013. № 11 (82). С. 115–120.
9. Таловская А.В., Язиков Е.Г., Филимонок Е.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных районов Томской области по данным изучения снегового покрова // Геоэкология. 2014. № 5. С. 408–417.

#### REFERENCES

1. Anokhin, Yu.A., Kokorin, A.O., Prokhorova, T.A., Anisimov, M.P. *Aerazol'noe zagryaznenie atmosfery nad ozerom Baikal i vliyanie na nego promyshlennykh istochnikov* [Aerosol contamination of the atmosphere over Lake Baikal and the effect of industrial sources]. *Monitoring sostoyaniya ozera Baikal* [Monitoring of Lake Baikal state]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1991, pp. 44–50.
2. Arguchintsev, V.K., Makukhin, V.L. *Matematicheskoe modelirovanie rasprostraneniya aerazolei i gazovykh primesei v pogranichnom sloe atmosfery* [Mathematical modeling of spreading aerosols and gas admixtures in the boundary layer of the atmosphere]. *Optika atmosfery i okeana*. 1996, vol. 9, no. 6, pp. 804–814.
3. Arguchintseva, A.V., Arguchintsev, V.K., Novikova, S.A. *Otsenka zagryazneniya vozduшной среды g. Irkutsk avtotransportom* [Assessment of Irkutsk atmosphere contamination by traffic]. *Izv. Irkut. gos. un-ta. Ser. Nauki o Zemle*. 2013, vol. 6, no. 2, pp. 47–56.
4. Akhtimankina, A.V., Arguchintseva, A.V. *Zagryaznenie atmosfernogo vozdukhа promyshlennymi predpriyatiyami g. Irkutsk* [Contamination of the atmosphere with industrial facilities in Irkutsk]. *Izv. Irkut. gos. un-ta. Ser. Nauki o Zemle*. 2013, vol. 6, no.1, pp. 3–19.
5. Gosudarstvennyi doklad “O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Irkutskoi oblasti v 2012 godu” [State Report “About the Condition and Protection of the Environment in Irkutsk oblast in the year of 2012”]. Irkutsk, Izd. Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN. 2013, 337 pp.
6. Gosudarstvennyi doklad “O sostoyanii ozera Baikal i merakh po ego okhrane v 2013 godu” [State Report “About the condition of Lake Baikal and the measures on its protection in the year of 2013”]. Moscow, Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii RF i Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie “Rossiiskii federal'nyi geologicheskii fond”, 2014. 462 s.
7. Savilov, E.D., Il'ina, S.V. *Infektsionnaya patologiya v usloviyakh tekhnogennoho zagryazneniya okruzhayushchei sredy* [Infection pathology under the technogenic contamination of the environment]. Novosibirsk, Nauka, 2009, 235 p.
8. Safarov, A.S., Verkhovina, V.A., Makukhin, V.L. *Modelirovanie perenosа vybrosov Novo-Irkutskoi TETs na*

- akvatoriyu oz. Baikal* [Modeling of emission transfer from Novo-Irkutskaya heating plant to the Lake Baikal water area]. *Vestn. IrGTU*, 2013, no. 11 (82), pp. 115–120.
9. Talovskaya, A.V., Yazikov, E.G., Filimonenko, E.A. *Otsenka zagryazneniya atmosfernogo vozdukha urbanizirovannykh raionov Tomskoi oblasti po dannym izucheniya snegovogo pokrova* [Assessment of atmosphere pollution in urbanized areas of Tomsk region by the results of snow cover study]. *Geoekologiya*, 2014. No. 5, pp. 408–417.

## EFFECT OF NOVO-IRKUTSKAYA HEATING PLANT EMISSIONS ON ATMOSPHERE POLLUTION IN IRKUTSK

E. V. Verkhozina\*, A. S. Safarov\*\*, V. L. Makukhin\*\*\*, V. A. Verkhozina\*\*\*\*

\**Institute of the Earth's crust, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, ul. Lermontova 128, Irkutsk, 664033 Russia. E-mail: verhel@crust.irk.ru*

\*\**Melentiev Energy Systems Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, ul. Lermontova 130, Irkutsk, 664033 Russia. E-mail: alexssss@list.ru*

\*\*\**Limnological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, ul. Ulan-Batorskaya 3, Irkutsk, 664033 Russia. E-mail: aerosol@lin.irk.ru*

\*\*\*\**National Research Irkutsk State Technical University, ul. Lermontova 83, Irkutsk, 664074 Russia. E-mail: verhval@mail.ru*

The paper presents the results of studying the transfer of emissions from Novo-Irkutskaya heating plant to the territory of Irkutsk on the basis of equations of the turbulent diffusion method. Irkutsk ranks among the cities with a well-developed industrial infrastructure and a high level of air pollution. Thermal power industry is the main source of pollution of the atmosphere-affected ecological zone, since the heating season is rather long in this region due to specific climatic conditions. The emissions from the heating enterprises of Irkutskenergo JSC increased by 34% within the atmosphere-affected ecological zone in 2013, as compared to 2007. Therefore, it is especially important to obtain the information about the distribution and transformation of Novo-Irkutskaya heating plant emissions in Irkutsk. The paper considers the distribution of such main air pollutants as sulfur, nitrogen, and solid aerosols. The distribution of atmospheric emissions from Novo-Irkutskaya heating plant within Irkutsk and its surroundings is mapped. The calculations take into account the influence of local topography and meteorological factors (low precipitation, frequent calm conditions and inversions, especially in winter time). Moreover, the orientation of the Angara River valley and the predominance of southeast and northwest winds have a great impact on the global air-mass transport. As a result, harmful emissions can stay in the atmospheric boundary layer for a long period of time. The numerical method of solving the equation of turbulent diffusion used in the paper proves to be quite an objective estimation for the given problem.

The results of calculating the emissions of solid aerosols show their maximum concentration (up to 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in the central part of the city in the left-bank district. Apparently, turbulent air fluxes and elevated inversion produce the maximum concentration not near the source of emissions, but 6 km away from it. These emissions spread over the Angara River and cover the whole city, although their concentration decreases significantly (to 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Maximum concentrations of sulfur dioxide (up to 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) and nitrogen (up to 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) are found in the central part of the city. These pollutants spread over a considerable distance in high concentrations.

The solution proposed for calculating the transfer of emissions may be used for monitoring and forecasting emissions with different wind directions in terms of the local topography and climatic factors. The application of mathematical models is very promising and may replace the costly snow survey or sampling of soils and their chemical analysis in the study of the influence of atmospheric emissions on the environment.

**Keywords:** *emission influence, transfer of admixtures, equations of turbulent diffusion, mathematical modeling, heating plant emissions, atmospheric pollution.*