

И.В. Латышева¹, А.С. Иванова¹, В.Л. Макухин², В.И. Мордвинов¹

Влияние метеорологических условий на процессы распространения и трансформации аэрозольных и газовых компонентов в регионе озера Байкал

¹ *Институт солнечно-земной физики СО РАН,*
² *Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск*

Поступила в редакцию 24.06.2003 г.

Путем численного моделирования проведено исследование влияния синоптических условий на распространение и трансформацию соединений серы, азота и других малых газовых компонентов в регионе озера Байкал. Источниками выбросов являлись предприятия и автотранспорт Иркутско-Черемховского промышленного комплекса, Слюдянки и Байкальска, Улан-Удэ, Селенгинска и Гусиноозерска.

Результаты инструментальных и теоретических исследований показывают, что метеорологические условия существенно влияют на процессы переноса, диффузии и трансформации загрязняющих веществ в атмосфере, поэтому важно оценить количественные характеристики этого воздействия.

Благоприятные условия для накопления примесей в Прибайкалье и акватории озера Байкал складываются в зимний и летний периоды в малоградиентных полях повышенного и пониженного давления. Наиболее полно исследован перенос примесей от локальных источников загрязнения и автотранспорта в зимний период, в условиях повышенной повторяемости приземных и приподнятых инверсий температур при значительном сжигании топлива на предприятиях теплоэнергетики Иркутско-Черемховского промышленного узла. В летние месяцы в отличие от зимнего периода интенсивность подвижного циклогенеза значительно ниже, чем зимой, но велика роль конвекции. Кроме того, летом при увеличенном потоке солнечной радиации возрастает скорость фотохимических реакций в атмосфере с образованием более токсичных химических соединений. Любопытно, что в настоящее время именно летом над данной территорией отчетливо проявляется трендовая составляющая роста приземного давления (рис. 1), указывающая на некоторое усиление антициклогенеза и наблюдается ослабление ветра (рис. 2), способствующее более слабому рассеиванию примесей в атмосфере. При сохранении подобной тенденции концентрации серу- и азотсодержащих примесей в теплый период на рассматриваемой нами территории могут возрасти.

Для оценки возможных изменений был выполнен анализ метеорологических характеристик за летний период 1994–1995 гг. по данным гидрометеорологических станций Приангарья и Прибайкалья, рассмотрены различные синоптические ситуации в этом регионе.

С помощью нелинейной нестационарной пространственной эйлеровой модели [1] выполнены исследования процессов распространения и трансформации соединений серы, азота и других малых газовых компонентов в регионе оз. Байкал при различных синоптических ситуациях. Источниками выбросов являлись предприятия и автотранспорт Иркутско-Черемховского промышленного комплекса, Слюдянки и Байкальска, Улан-Удэ, Селенгинска и Гусиноозерска, их суммарные мощности взяты из работ [2–4].

Моделирование процессов распространения примесей проводилось в области площадью 500×250 км² и высотой 5 км над поверхностью оз. Байкал. Шаги по времени и горизонтали составляли соответственно 150 с и 5 км; шаг по вертикали задавался следующим образом: до высоты 350 м он равнялся 50 м, далее — 150, 1000, 1500 и 2000 м. Начальная концентрация молекулярного азота [N₂] принималась равной 0,93 кг/м³, молекулярного кислорода [O₂] — 0,297 кг/м³, водяного пара [H₂O] — $2,23 \cdot 10^{-4}$ кг/м³, молекулярного водорода [H₂] — 10^{-7} кг/м³. Предполагалось, что в воздухе постоянно присутствует перекись водорода H₂O₂ и ее концентрация, равная 10^{-9} кг/м³, не меняется в пространстве и во времени. Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности [1].

Метеорологические характеристики первой группы численных экспериментов соответствовали усилению антициклона в южной части Прибайкалья, во второй серии наблюдалось прохождение с запада через исследуемую область глубокого циклона. На высоте ведущего потока (3 км) в момент усиления антициклона преобладали меридиональные потоки с севера, а при прохождении циклона — зональные и южные потоки. При расчетах плотности массового расхода сульфатов, нитратов и нитритов (сухое осаждение) скорость гравитационного осаждения принималась равной 0,5 см/с.

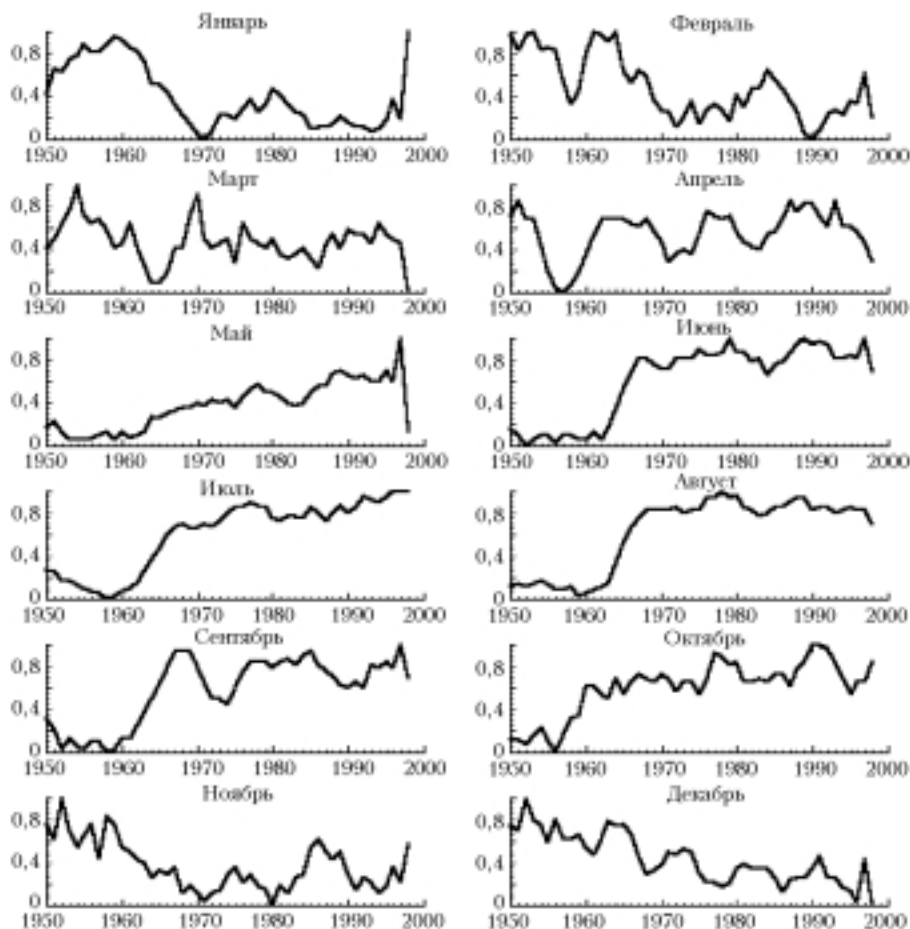


Рис. 1. Многолетний ход приземного давления в Прибайкалье (в отн. ед)

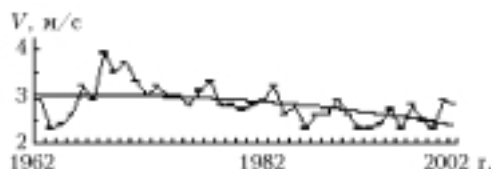


Рис. 2. Многолетний ход средней скорости ветра в июле в Прибайкалье

Для оценки вклада выбросов каждой группы предприятий (Иркутско-Черемховский промышленный узел, Слюдянка и Байкальск, Улан-Удэ, Селенгинск, Каменск, Гусиноозерск) в загрязнение южной части озера при циклонической и антициклонической циркуляциях были проведены модельные расчеты с действующими источниками выбросов указанных промышленных комплексов по отдельности. Результаты приведены в таблице. В первой колонке таблицы перечислены группы источников выбросов (ИЧ – Иркутско-Черемховский промышленный узел, СУ – промышленные комплексы Селенгинска и Улан-Удэ, СБ – предприятия и автотранспорт Слюдянки и Байкальска), работающие при условии, что остальные группы в данное время примеси не выбрасывают. Колонки со второй по седьмую содержат расчетные вели-

ны вкладов перечисленных групп источников в загрязнение Южного Байкала неорганическими кислотами при циклонической и антициклонической циркуляциях.

Вклад отдельных групп источников выбросов соединений серы и азота в загрязнение оз. Байкал кислотами

Группа источников	Вклад в загрязнение южной части озера, %, при циркуляции					
	циклонической			антициклонической		
	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HNO ₂	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HNO ₂
ИЧ	34	23	23	81	66	38
СУ	27	24	4	0	2	0
СБ	39	53	73	19	32	72

Таким образом, при антициклонической циркуляции вклад Иркутско-Черемховского промышленного комплекса в загрязнение котловины Южного Байкала неорганическими кислотами наибольший, менее значим вклад источников выбросов Слюдянки и Байкальска, влияние Селенгинска, Каменска и Улан-Удэ незначительно. При циклонической циркуляции наибольший вклад вносят предприятия и автотранспорт Слюдянки

и Байкальска, несколько меньше вклад Иркутско-Черемховского промышленного узла, еще меньше влияние источников выбросов в долине р. Селенга.

1. *Arguchintsev V.K., Makukhin V.L.* Simulation of the spreading and transformation of sulphur and nitrogen compounds in the atmosphere of the southern region around Lake Baikal // Proc. SPIE. 2000. V. 4341. P. 593–599.
2. *Природные ресурсы и охрана окружающей среды:*

I.V. Latysheva, A.S. Ivanova, V.L. Makukhin, V.I. Mordvinov. **Effect of meteorological conditions on spread and transformation of aerosol and gas components in the Lake Baikal region.**

The effect of synoptic conditions on the spread and transformation of sulfur and nitrogen compounds and other minor gas constituents in the Lake Baikal region is studied by numerical simulation. The atmospheric pollutants under study are emitted by industries and traffic in the Irkutsk-Cheremkhovo industrial area, Slyudyanka, Baikalsk, Ulan-Ude, Selenginsk, and Gusinoozersk.

Статистический бюллетень за 1994 год. Иркутск: Гос. комитет РФ по статистике, 1995. 131 с.

3. *Государственный доклад.* Экологическая обстановка в Иркутской области в 1994 году / Под ред. А.Л. Малевского. Иркутск: Ирк. обл. комитет по охране окр. среды и природных ресурсов Минприроды РФ, 1995. 198 с.
4. *Государственный доклад* о состоянии окружающей природной среды Иркутской области в 1995 году / Под ред. Ю.Н. Удодова и др. Иркутск: Гос. комитет по охране окр. среды Иркутской области, 1996. 131 с.