

В.К. Аргучинцев, В.Л. Макухин

Моделирование накопления на подстилающей поверхности полициклических ароматических углеводородов в регионе Южного Байкала

*Иркутский государственный университет
Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск*

Поступила в редакцию 9.02.2000 г.

Проведены численные эксперименты для оценки накопления углеводородов на подстилающей поверхности региона Южного Байкала для различных сезонов года.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) включены в число приоритетных загрязняющих веществ, в первую очередь, из-за наличия канцерогенных свойств [1]. Исследование процессов их распространения, трансформации и осаждения осуществляется различными методами. Анализ проб снежного покрова методом высокоэффективной жидкостной хроматографии применялся для оценки уровня загрязнения ПАУ на южном побережье оз. Байкал [1]. Определение среднесуточных фоновых концентраций бенз(а)пирена в Новосибирском академгородке и его окрестностях осуществлялось методом низкотемпературной селективной флуоресценции, а также с помощью математического моделирования на основе решения обратной задачи – нахождения неизвестных интенсивностей выбросов по измеренным значениям концентраций в отдельных точках [2]. Эта же модель использовалась для восстановления полей удельных концентраций бенз(а)пирена в районе Беловской ГРЭС и Новосибирского завода конденсаторов [3].

Нами исследовались процессы распространения ПАУ в регионе Южного Байкала в течение длительных периодов порядка месяцев и сезонов с помощью численного решения нестационарного пространственного полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии [4]. Модель применялась ранее для расчетов полей концентраций суммы углеводородов при типичных метеорологических ситуациях в Южном Прибайкалье [5].

Рассматривалось распространение различных ПАУ, выбрасываемых стационарными источниками и автотранспортом Иркутско-Черемховского промышленного узла, Слюдянки, Байкальска, Каменска, Селенгинска, Улан-Удэ и Гусиноозерска. Оценки массового расхода ПАУ были выполнены на основе работ [6–11]. Статистические характеристики поля ветра, использованные в расчетах, были получены при обработке данных многолетних наблюдений за вектором скорости ветра [12, 13].

Плотность массового расхода ПАУ рассчитывалась в области площадью 500×250 км и высотой 3 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 300 м он рав-

нялся 20 м, далее – 200, 500, 800 и 1200 м. Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности [5].

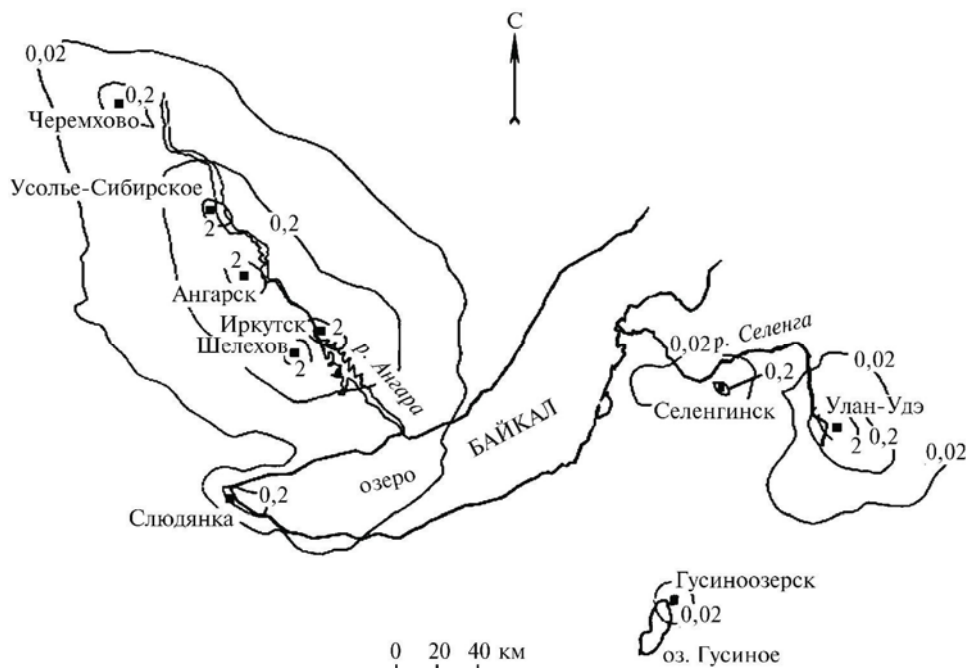
Осуществлено численное моделирование накопления на подстилающей поверхности ПАУ для каждого месяца. Для сопоставления результатов расчетов с имеющимися данными измерений накопления ПАУ в снежном покрове был проведен численный эксперимент, характеризующий распределение плотности массового расхода этих ингредиентов за период снежного покрова (150 дней). Полученные с помощью модели значения скорости потока оказались того же порядка, что и измеренные [1, 10], за исключением района Танхой, где расчетные величины существенно меньше измеренных, что связано, по-видимому, с учетом локальных источников. Определена масса ПАУ, попадающих на поверхность Южного Байкала площадью 9000 км² за этот же период, которая равна 280 кг.

Проведены исследования накопления за год одиннадцати ПАУ, составляющих около 98% массы всех ПАУ, выделяющихся при сжигании разных видов органического топлива [10]. На рисунке представлено распределение рассчитанной массовой скорости потока указанных примесей. Максимальные значения скорости потока отмечены вблизи источников выбросов. Масса ароматических углеводородов, осевших на поверхность Южного Байкала за год, оказалась равной 400 кг.

Выполнена оценка вклада отдельных групп предприятий в загрязнение оз. Байкал ПАУ, результат представлен в таблице.

Таким образом, основной вклад в загрязнение озера ПАУ вносят предприятия Слюдянки: он почти в 5 раз больше, чем вклад остальных источников выбросов, вместе взятых.

Группа Предприятий	Относительный вклад, %	
	Период снежного покрова	Год
Иркутск – Шелехов	1,5	3
Слюдянка	84	83
Байкальск	7	8
Селенгинск – Каменск	7,5	6



Изолинии рассчитанной массовой скорости потока суммы 11 ПАУ, мг/(м² · год)

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 98-05-64021, и гранта Минобразования РФ № 97-0-13.3-12.

1. Горшков А.Г., Мариняйте И.И., Оболкин В.А. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1998. Т. 11. № 8. С. 913–918.
2. Макаров В.Н., Самсонов Ю.Н., Королев В.В., Рапута В.Ф. // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. № 6. С. 837–842.
3. Рапута В.Ф., Садовский А.П., Олькин С.Е. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1999. Т. 12. № 6. С. 540–543.
4. Аргучинцев В.К., Макухин В.Л. // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. № 6. С. 804–814.
5. Аргучинцев В.К., Макухин В.Л. // Оптика атмосферы и океана. 1999. Т. 12. № 6. С. 544–546.
6. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Иркутской области в 1996 году / Гл. ред. Ю.Н. Удодов. Иркутск: Гос. комитет по охране окр. среды Иркутской обл., 1997. 231 с.
7. 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 обл., 1996. 131 с.
8. 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.
9. Экологическая обстановка в Иркутской области в 1993 г.: Ежегодный доклад. Иркутск: Ирк. обл. комитет по охр. окр. среды и прир. ресурсов, 1994. 204 с.
10. Суздорф А.Р., Морозов С.В., Кузубова Л.И. и др. // Химия в интересах устойчивого развития. 1994. Т. 2. № 2–3. С. 511–540.
11. Филиппов С.П., Павлов П.П., Кейко А.В. и др. Экологические характеристики теплоисточников малой мощности. Иркутск, 1999. 48 с. (Препринт/ИСЭМ СО РАН, № 5).
12. Метеорологические ежемесячники. Вып. 22. Ч. 2. Новосибирск. 1985–1994.
13. Метеорологические ежемесячники. Вып. 23. Ч. 2. Чита. 1985–1994.

V.K. Arguchintsev, V.L. Makukhin. Simulation of polycyclic aromatic hydrocarbons accumulation on the underlying surface of Southern Baikal region.

Estimate of hydrocarbons accumulation on the underlying surface of the Southern Baikal Region for different seasons are carried out by numerical experiments.