

УДК 551.513.7:551.465.7

**ОСОБЕННОСТИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ
НАД КАЗАХСТАНОМ И ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ПЕРЕНОС
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Канд.геогр.наук
Канд.геогр.наук
Канд.геогр.наук
Канд. с.-х. наук

Г. К. Турулина
М.А. Мурадов
В. Г. Сальников
В. П. Богачев

Собрана необходимая информация для решения первой задачи-анализа и типизации атмосферных процессов, наблюдавшихся над территорией Республики Казахстан (РК) за исследуемый период (1964-1986 гг.). Изучены особенности атмосферных процессов и трансграничного переноса загрязняющих веществ над территорией Казахстана. Полученные результаты указывают на актуальность данной проблемы для РК и необходимость подписания международной Конвенции по трансграничному загрязнению с целью интеграции в выполнении международной программы наблюдений и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе.

Все экологические проблемы имеют местное происхождение, но могут оказывать воздействие на более обширные территории. Одной из них является трансграничное загрязнение атмосферного воздуха соединениями серы, окислами азота, тяжелыми металлами, радиоактивными веществами и легкими органическими соединениями.

Проблема распространения загрязняющих веществ впервые возникла в связи с переносом в атмосфере на большие расстояния радиоактивных компонентов и появлением дальних и глобальных радиоактивных выпадений [8]. Такой процесс имел преимущественно широтный характер, хотя наблюдались и меридиональные составляющие и даже обмен радиоактивных веществ между северным и южным полушариями. В настоящее время отмечено распространение на большие расстояния в атмосфере многих загрязняющих веществ. Дальность переноса определяется количеством выбрасываемых в атмосферу веществ, временем жизни самих веществ и продуктов их превращений. Учитывая это, приоритетное внимание должно быть уделено переносу на большие расстояния наиболее опасных веществ: соединений серы и азота, тяжелых металлов (особенно ртути), пестицидов и радиоактивных веществ.

В результате поступления в атмосферу большого количества токсичных веществ и их переноса возможны катастрофические последствия для окружающей среды на межгосударственном и глобальном уровнях. Ущерб может составлять значительную долю валового национального дохода каждого государства (сотни миллионов долларов). Поэтому проблема оценки переноса загрязнения не может быть решена только путём организации измерений, но требует также развития соответствующих математических моделей, а современная экологическая политика должна учитывать потоки токсичных веществ через государственные границы и объединять усилия всех стран по их снижению [7].

В связи с этим, страны Европы начали с 1978 года выполнение программы ЕМЕП. Эта программа выполняется на базе Европейской Экономической Комиссии ООН и при поддержке Всемирной Метеорологической Организации. Выводы, полученные в результате её реализации, показали необходимость международного сотрудничества и явились существенной причиной заключения странами Европы Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [10]. Программа ЕМЕП стала постоянно действующим инструментом реализации положений Конвенции. В частности, благодаря исследованиям, проведённым в рамках ЕМЕП, в 1985 г. странами Европы подписан Протокол о сокращении выбросов серы или их трансграничных потоков по крайней мере на 30 %. Подготовлены и подписаны аналогичные протоколы по окислам азота и летучим органическим соединениям. В настоящее время ведётся интенсивная подготовка протоколов по дальнейшим сокращениям эмиссии окислов серы, ограничению выбросов тяжёлых металлов и опасных устойчивых органических соединений. Соответственно этому расширяется область работ по программе ЕМЕП.

Решением таких проблем занимаются главным образом в синтезирующих центрах "Восток" (г.Москва, Россия), "Запад" (г.Осло, Норвегия) и координационном химическом центре (г.Лиллестрем, Норвегия). Первые два центра осуществляют, начиная с 1978 г., модельные расчёты дальнего трансграничного переноса загрязнителей воздуха, а химический центр обеспечивает сбор и обобщение данных соответствующих измерений в Европе, интеркалибрацию методов измерений и методическое руководство измерительной сетью ЕМЕП. Казахстан в решении данного класса задач не участвует. Но, учитывая необходимость урегулирования правовых межгосударственных отношений в области охраны окружающей среды, а также актуальность вопросов управления качеством атмосферного воздуха в Республике Казахстан, необходимость таких исследований не вызывает сомнений.

Прежде, чем оценить трансграничный перенос загрязняющих веществ через территорию Казахстана, необходимо знать характер крупномасштабных атмосферных процессов. Основной особенностью тропосферной циркуляции во внетропической зоне является преобладание западных ветров. Для характеристики зональной циркуляции наиболее часто используется индекс Е.Н.Блиновой α , который представляет собой угловую скорость вращения атмосферы, рассматриваемой как твёрдое тело, относительно земной поверхности. Каталог параметров α для изобарической поверхности 500 гПа имеется с 1949 г. Анализ временного хода индексов α показал, что в январе и апреле наблюдается усиление западного переноса, а в июле и октяб্রে его ослабление.

Интенсивность меридионального воздухообмена можно оценить с помощью индексов циркуляции А.Л. Каца (I , I_M , I_3). Анализ тенденции их изменения во времени для января, апреля, июля и октября показывает, что интенсивность меридионального воздухообмена также возрастает от лета к зиме. Горизонтальный перенос загрязняющих веществ определяется ветровыми потоками и может быть рассчитан по данным о структуре барических полей на различных уровнях. Для оценки переноса достаточно использовать информацию на уровнях 1000, 850 и 500 гПа.

Для того, чтобы иметь полное представление о совокупности синоптических ситуаций, определяющих многообразие погодных условий в казахстанском регионе, необходимо уметь надежно отличать эти ситуации друг от друга и отработать приемы их объективной типизации. Как известно, при всем многообразии таких приемов принцип их довольно прост - учет поведения барических объектов на пространстве регионального масштаба. Именно он использован при типизации и каталогизации синоптических ситуаций. Для изучения особенностей трансграничных потоков над РК применена типизация синоптических процессов, проведённая М.А. Мурадовым [11], которая выполнена с использованием алгоритма объективного распознавания образов - алгоритм Б.А. Головкина [1-6]. Для проведения классификации выбирается набор признаков, которые описывают наиболее важные, с точки зрения проводимого исследования, черты рассматриваемых объектов. В зависимости от конкретных особенностей классифицируемого множества, а также цели, для которой она проводится, устанавливается мера близости объектов. Последняя представляет собой числовую функцию, заданную на парах наборов признаков. Говоря о близости или удалённости объектов друг от друга, имеют в виду значение меры близости для данной пары объектов: чем оно меньше, тем "ближе" расположены объекты в пространстве признаков. Значения меры близости для каждой пары объектов поступают на вход алгоритма классификации. В процессе выполнения алгоритма из

всех возможных разбиений рассматриваемого множества выбирается оптимальное, которое представляет собой искомую классификацию.

В результате проведенной типизации выделены основные типы синоптических ситуаций, формирующих разнообразные условия погоды в Казахстане. К ним отнесены случаи с доминированием циклонических и антициклонических воздействий. Подробная их характеристика приведена в [9]. Анализ в оперативном режиме работы типовых полей погоды автоматизированного каталога позволит выяснить синоптическую картину пространственно-временного распределения трансграничных потоков загрязняющих веществ над территорией Казахстана. К примеру, анализ общециркуляционных режимов над рассматриваемым регионом показывает, что максимальный вклад выпадения на Казахстан загрязняющих веществ (после собственных источников) вносят Россия, Украина, Узбекистан, европейские государства. Эти выводы подтверждаются предварительными расчетами по материалам метеорологического Синтезирующего Центра "Восток" (МСЦ "Восток"). По данным отчета ЕМЕП "Трансграничный перенос соединений серы и азота в 1994 г. на территории стран СНГ" [7], соотношение объемов выпадений загрязняющих веществ на территорию Казахстана от собственных источников и за счет трансграничного переноса представлено в табл. 1.

Таблица 1
Выпадения загрязняющих веществ на территорию Казахстана за счет собственных источников (СИ) и трансграничного переноса (ТГП)

Вещество	СИ		ТГП	
	%	тыс. т	%	тыс. т
Сера	46	380,0	54	446,0
Азот (окисленный)	19	46,4	81	198,0
Азот (восстановленный)	51	11,3	49	10,9

Анализ данных показывает, что примерно половина объёмов выпадений восстановленного азота (49 %), более половины серы (54 %) и большая часть азота окисленного (81 %) на территорию Казахстана осуществляется трансграничным переносом (см. табл. 1). Максимальный вклад в загрязнение Казахстана соединениями серы (после собственных источников) вносят: Россия (28 %), Узбекистан (10 %), Украина (8 %) . Вклад стран Западной Европы, Юго-Восточной Азии, Польши, Кыргызстана и Беларуси составил, соответственно 3, 1, 2, 1, 1 %.

Основная масса окисленного азота поступает на территорию РК от источников загрязнения России (43 %), несколько меньший вклад вносит Узбекистан и страны Западной Европы (по 8 %), Украи-

на (7 %). В размере 1-2 % оценён трансграничный перенос окисленного азота из Кыргызстана, Беларуси, Грузии, Туркмении, Финляндии, Румынии, стран Юго-Восточной Азии. Как было отмечено выше, примерно половина объёма выпадения восстановленного азота (49 %) на территорию Казахстана осуществляется трансграничным переносом. Из них на долю России приходится 22 %, Узбекистана 8 %, Украины и стран Юго-Восточной Азии по 5 %, Кыргызстана - 3 % и по 1 % привносят Азербайджан, Беларусь, Таджикистан, Туркмения.

Из Казахстана, в свою очередь, осуществляется трансграничный перенос загрязняющих веществ на территории соседних стран (табл.2).

Таблица 2

Выпадения соединений серы и азота от Казахстана на территории сопредельных государств (в процентах от суммарного выпадения на регион)

Государство	Сера(S)	Азот (N)	
		окисленный	восстановленный
Кыргызстан	12	16	11
Россия	6	4	6
Таджикистан	2	3	2
Туркмения	9	6	14
Узбекистан	7	7	17
Страны Ближнего Востока	1	-	1

Анализ данных (см. табл. 2) показывает, что наибольшее перемещение соединений серы от источников загрязнения Республики Казахстан совершается на территории Кыргызстана (12 %), Туркмении (9 %), Узбекистана (7 %) и России (6 %). Такие же тенденции прослеживаются и при трансграничном переносе окисленного азота. Так, наибольшее его количество в процентном выражении опять переносится на территорию Кыргызстана (16 %). На территории Узбекистана, Туркмении и России соответственно 7, 6 и 4 %, несколько иная картина наблюдается при переносе восстановленного азота. Наибольшее его количество от казахстанских источников выпадает на Узбекистан (17 %). Несколько меньше на территории Туркмении (14 %) и Кыргызстана (11 %). На территорию России попадает только 6 % восстановленного азота. Очень незначителен вклад Казахстана в общий уровень выпадения рассмотренных загрязняющих веществ в Таджикистане и странах Ближнего Востока.

Таким образом, полученные результаты указывают на актуальность данной проблемы для РК и необходимость подписания между-

народной Конвенции по трансграничному загрязнению с целью интеграции в выполнении программы ЕМЕП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.А., Мякишева Н.И. Некоторые характеристики аномалий средних месячных температур воздуха//Тр. ММЦ.- 1966.- Вып. 9.- С. 3-17.
2. Бурцев А.А. Вероятностный подход к задаче объективной классификации//Метеорология и гидрология. - 1980.- № 3.- С. 39- 44.
3. Бурцев А.А. Эксперименты по объективной классификации метеорологических полей// Тр. Гидрометцентра СССР.- 1980.- Вып.226.- С. 11-22.
4. Вильфанд Р.М. Применение объективной типизации метеорологических полей к месячному прогнозу аномалии температуры воздуха на Европейской территории СССР// Метеорология и гидрология.- 1977.- № 10.- С. 28-36.
5. Вильфанд Р.М. Применение объективной типизации полей Н-500 к прогнозу месячного количества осадков//Тр. Гидрометцентра СССР.- 1977.- Вып. 188.- С. 3-11.
6. Головкин Б.А. Машинное распознавание и линейное программирование. - М.: Советское радио, 1973.- 100 с.
7. Трансграничный перенос соединений серы и азота в 1992 году на территории Российской Федерации, Украины, Беларуси, Молдовы, Казахстана, стран Балтии, Закавказья и Средней Азии / Л.К. Эрдман, И.С. Дедкова, О.В. Розовская, И.Е. Стрижкина // Текущий отчет ЕМЕП / МСЦ-В.- 12/ 94.- 74 с.
8. Информационный экологический бюллетень Республики Казахстан. - Алматы, 1996.- 91 с.
9. Мурадов М.А. О каталоге синоптических ситуаций в Казахстане // Гидрометеорология и экология.- 1996.- №1.- С. 76-92.
10. Convention on long-range transboundary air pollution.- United Nations Economic Commission for Europe, Environment and Human Settlements Division.- Switzerland.- 1994.- 19 p.

Казахский Государственный Национальный
Университет им. аль-Фараби

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АТМОСФЕРАНЫҢ ЖАЛПЫ АЙНАЛЫМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІГІ ЖӘНЕ ЛАСТАУ ЗАТТАРЫНЫҢ ТРАНСШЕКТІЛІК АУЫСУЫ

Геогр. г. канд. Г.К. Турулина
Геогр. г. канд. М.А. Мурадов
Геогр. г. канд. В.Г. Сальников
Ауыл-ш. г. канд. В.П. Богачев

Алғашқы тақырыпқа толық түсініктеме беру үшін Қазақстан Республикасы жерінде 1964-1986 жылдарда жүргізілген байқаулардан толық қорытындылар жиналды. Қазақстандағы атмосфераның жалпы айналымының ерекшелігі және ластау заттарының трансшектілік ауысуы толықтай зерттелді. Бұл тақырыпта алынған қорытындылар Қазақстан Республикасы үшін өте маңызды және бүкіл дүниежүзілік трансшектілік ластау заттарын Еуропаның өте қашық жерлерінде бақылау программасының орындалуымен оның құндылығын жүзеге асыру үшін бүкіл дүниежүзілік Конвенцияға мүше ретінде қол қоюға мүмкіндік береді.