

УДК 551.513

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЦЕНКИ ПОВТОРЯЕМОСТИ
КРУПНОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНОСОВ
ВОЗДУШНЫХ МАСС ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ НОВЫХ СТАНЦИЙ
ТРАНСГРАНИЧНОГО МОНИТОРИНГА ЕМЕП**

А. Ю. Волков¹⁾, Е. С. Конькова¹⁾, С. А. Громов^{1,2)}

¹⁾ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля», ул. Глебовская, д. 20Б, 107258, г. Москва, Российская Федерация, Alex.u.volkov4@gmail.com, E.Konkova.IGCE@gmail.com

²⁾ФГБУН «Институт географии РАН», Старомонетный переулок, дом 29, стр. 4, 119017, г. Москва, Российская Федерация, gromov@igras.ru

В статье приведено использование повторяемости приходящих воздушных масс для определения направлений переносов и ориентировочных размеров площадей области покрытия для двух станций мониторинга, которые удалены друг от друга на несколько сот километров. Показаны различия районов возможного охвата территории, с которой приносится атмосферное загрязнение. По полученным выводам предложены возможные районы размещения новых станций мониторинга ЕМЕП на территории Республики Беларусь.

Ключевые слова: станции мониторинга; воздушные массы; трансграничный перенос; загрязнение атмосферы; ЕМЕП.

**USING THE FREQUENCY ASSESSMENT OF LARGE-SCALE
ATMOSPHERIC AIR MASS TRANSFERS IN PLANNING NEW
EMEP TRANSBOUNDARY MONITORING STATIONS**

A. Yu. Volkov¹⁾, E. S. Konkova¹⁾, S. A. Gromov^{1,2)}

¹⁾*Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, st. Glebovskaya, 20B, 107258, Moscow, Russian Federation, Alex.u.volkov4@gmail.com, E.Konkova.IGCE@gmail.com*

²⁾*Institute of GeographyRAS, Staromonetny Lane, 29, 119017, Moscow, Russian Federation, gromov@igras.ru*

The paper presents the use of the recurrence of incoming air masses to determine the directions of transports and the approximate sizes of the areas of the coverage area for two monitoring stations that are several hundred kilometers away from each other. Differences of areas of possible coverage of the territory from which atmospheric pollution is brought are shown. According to the obtained conclusions, possible areas of location of new EMEP monitoring stations on the territory of the Republic of Belarus are proposed.

Keywords: monitoring stations; air masses; transboundary transport; atmospheric pollution; EMEP.

На химический состав атмосферных примесей всегда влияло множество факторов. С развитием промышленности к природным факторам воздействия добавился также антропогенный, который включает в себя выбросы с промышленных объектов, средств транспорта и др.

С усовершенствованием технологий люди стали замечать накопление загрязняющих веществ (ЗВ) не только в районах расположения производственных объектов, но и на территориях, удаленных от них на сотни и тысячи километров, в том числе, за границами стран. Появилось понятие трансграничного атмосферного загрязнения как части дальнего переноса ЗВ в атмосфере. Этим термином обозначают ситуацию, когда физически источники загрязнения находятся на территории одной страны и оказывают влияние на качество воздуха в других государствах. Для контроля и оценки переноса атмосферного загрязнения организована программа ЕМЕП — Международная совместная программа мониторинга и оценки дальних переносов атмосферных загрязняющих веществ в Европе. В этой деятельности принимает участие более 40 стран [1].

В бывшем СССР для исследования трансграничного переноса загрязненных воздушных масс станции мониторинга размещались вблизи границ, на территориях, не подверженных локальному техногенному воздействию, например, в заповедниках. Используя этот подход, удастся получать не искаженные локальным влиянием данные об изменениях концентраций химических веществ при многолетних наблюдениях.

Ключевым моментом в планировании и размещении пунктов наблюдения является определение возможной территории, с которой происходит приход воздушных потоков. На территории Европы преобладает западный перенос воздушных масс, поэтому в Российской Федерации сеть станций мониторинга расположена в основном вдоль западной границы страны. Информация, получаемая при выполнении программы ЕМЕП, является систематической, получена по отработанным в течение длительного периода работы методикам и протоколам наблюдения, поэтому ее можно использовать для получения достоверных статистических оценок [2, с. 136].

В качестве объектов исследования для проведения оценки повторяемости крупномасштабных атмосферных переносов и определения различий между районами охвата было решено использовать характерные условия для двух пунктов. Их отбор производился из кандидатов станций комплексного фонового мониторинга и пунктов сети ЕМЕП. Кроме того,

выбор основывался на общности климато-географических условий с Республикой Беларусь.

По заданным характеристикам выбраны места размещения Курской биосферной станции Института географии РАН (КБС), расположенной в Медвенском районе Курской области, и площадка предполагаемой станции мониторинга в пределах Национального парка (НП) «Смоленское Поозерье». Расстояние между ними составляет порядка 500 км (рис. 1).

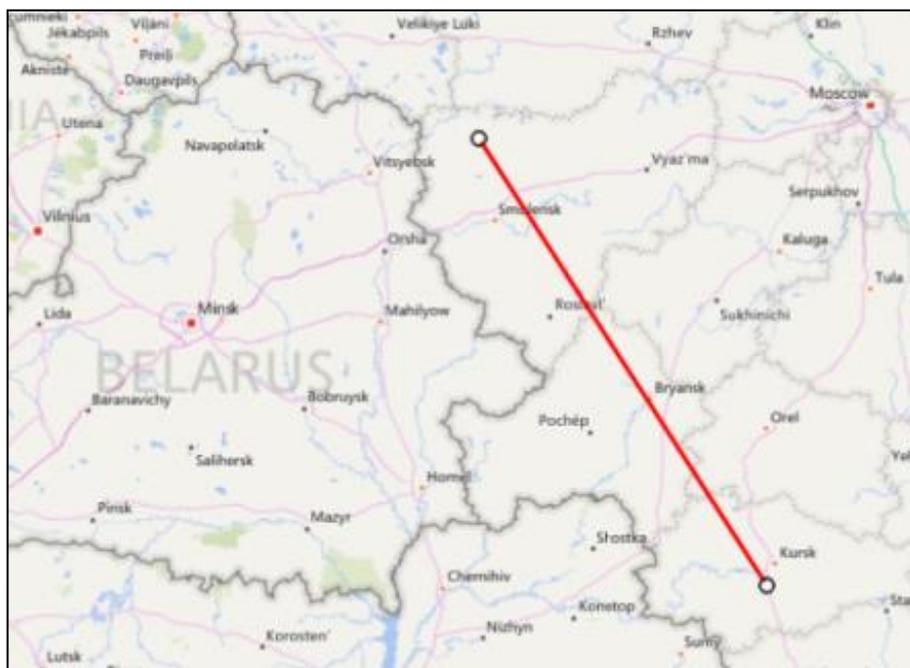


Рис. 1. Географическое расположение Курской биосферной станции ИГ РАН и НП «Смоленское Поозерье»

Для анализа путей переноса воздушных масс использована Web-версия программы HYSPLIT [3], позволяющая по данным реанализа метеополей вычислять обратные траектории перемещения воздушных масс, определяя их координаты для заданных промежутков времени.

Анализ проводился для 2010, 2015, 2020 гг. и включал в себя построение обратных 72-ух часовых траекторий, начинавшихся через каждые 12 часов в течение каждого месяца на высотах 0,5 и 1 км над уровнем земной поверхности. По результатам расчетов и обобщения получены карты частотного распределения прохождения траекторий над районами Европы для каждого месяца (рис. 2).

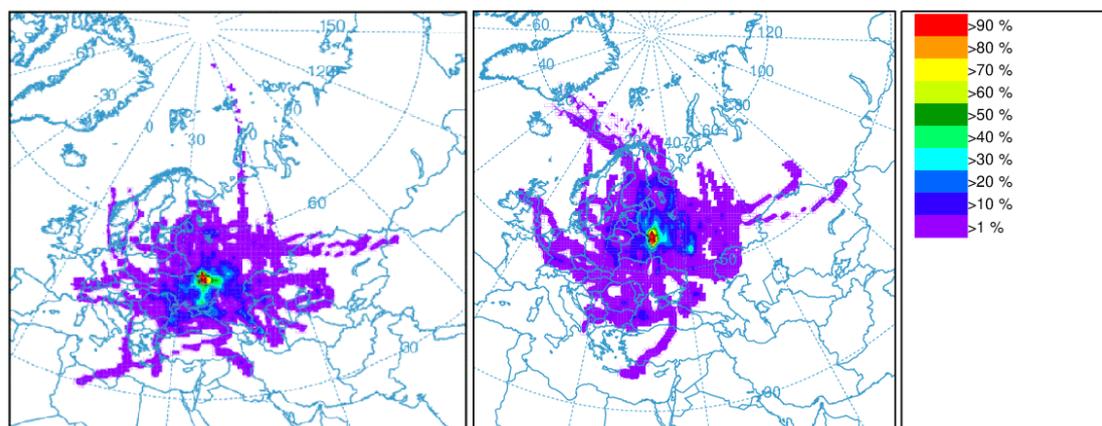


Рис. 2. Траекторный анализ для станции в Курском биосферном заповеднике (слева), в национальном парке «Смоленском Поозерье» (справа). Январь 2010 г., 1000 м

По картам частотного распределения прохождения траекторий через ячейки градусной сетки было определено, что существуют различия в границах объединения регионов, откуда приходят воздушные массы. Станция в национальном парке «Смоленское Поозерье» отслеживает воздушные массы, пришедшие с более северных территорий, в то время как Курский биосферный заповедник осуществляет мониторинг для переносов с южных районов. По территориям охвата они дополняют друг друга в составе единой сети.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что уже на расстоянии 500 км заметны различия в региональной циркуляции атмосферы, и наиболее полную картину экологической обстановки в приграничных участках протяженной границы можно получить, увеличив количество пунктов наблюдения.

В Республики Беларусь измерения по программе ЕМЕП проводят на специализированной трансграничной станции «Высокое» (западная граница республики). На станции фоновое мониторинга (СФМ) Березинский заповедник анализируется состояние воздуха и атмосферных осадков по программе Глобальной Службы Атмосферы [4].

В целях увеличения информации о формировании загрязнения воздуха в результате переноса ЗВ предлагаем расширить сеть мониторинга трансграничного загрязнения путём открытия двух новых станций на севере и юге Республики Беларусь на расстоянии 400-500 км от станции «Высокое» (рис. 3).

В качестве возможных пунктов организации наблюдений, мы предлагаем метеостанции: Верхнедвинск ($55^{\circ} 49' 14''$ с. ш., $27^{\circ} 56' 29''$ в. д.) и Брагин ($51^{\circ} 47' 14''$ с. ш., $30^{\circ} 15' 36''$ в. д.) [5]. Они расположены на удалении 450 км от станции «Высокое» в приграничных районах с относительно низким уровнем антропогенной деятельности.



Рис. 3. Зона охвата трансграничного загрязнения станцией «Высокое»

Авторы благодарят Лабораторию воздушных ресурсов NOAA (ARL) за предоставление модели переноса и рассеивания HYSPLIT и веб-сайт READY (<https://www.ready.noaa.gov/>), использованных для работы.

Исследование выполнено в рамках темы НИОКТР АААА-А20-120013190049-4 «Развитие методов и технологий мониторинга загрязнения природной среды вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕЭК ООН: ЕМЕП, МСП КМ) и кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ)» (План НИТР Росгидромета на 2023 г., т. 4.4). Подготовка данных и часть аналитических работ сделана по государственному заданию Института географии РАН FMWS-2024-0009 №1023032700199-9.

Библиографические ссылки

1. ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля» [Электронный ресурс] // Международная совместная программа мониторинга и оценки дальних переносов атмосферных загрязняющих веществ в Европе (ЕМЕП) (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe (or, European Monitoring and Evaluation Programme - EMEP)) URL: <http://www.igce.ru/performance/international/emep/> (дата обращения: 05.02.2024).
2. Кислотные дожди / Ю. А. Израэль [и др.]. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 269 с.
3. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system / A. F. Stein [et al.] // Bull. Amer. Meteor. Soc. 2015. № 96, P. 2059-2077. URL: <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00110.1> (дата обращения: 05.02.2024).
4. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь, радиационно-экологический мониторинг [Электронный ресурс] // Мониторинг атмосферного воздуха. URL: <https://rad.org.by/articles/vozduh/monitoring-atmosfernogo-vozduha> (дата обращения: 06.02.2024).
5. Погода в Беларуси и Минске [Электронный ресурс] // Метеорологические станции Республики Беларусь. URL: <http://belmeteo.net/stations.html> (дата обращения: 06.02.2024).