

**Г.С.Гуния¹, З.И.Цквитишვი²,
Б.М.Холматжанов³, З.Н.Фатхуллаева³**

¹Институт Гидрометеорологии, Грузия

²НПО «Организация экологической безопасности», Грузия

³Национальный университет им. Мирзо Улугбека, Узбекистан

УДК 551.510.04.

К МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ АСПЕКТАМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПЕРЕНОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ

Первые сведения о особенностях распределения метеорологических параметров на территории Грузии относятся к первой половине XVIII века, когда видным историком, географом и лексикографом Вахушти Багратионом были исследованы и описаны региональные климатические особенности Грузии [1]. Эти особенности обусловлены многими климатообразующими факторами, в том числе: - географическим положением, орографией, атмосферными процессами и др. [3,4,5].

Исследование влияния отдельных указанных параметров на загрязнение атмосферы в региональном масштабе представляет значительный научный и практический интерес. Однако для нас наиболее интересным является вопрос изучения особенностей тех «традиционных» метеорологических параметров, которые, в условиях постоянства количества эмиссий вредных веществ в атмосферу, оказывают влияние на уровень загрязнения атмосферы и известны как «опасные метеорологические условия» [2]. С указанной точки зрения значительный интерес представляет исследование такого малоизученного процесса, каким представляется влияние фоновых явлений на уровень загрязнения атмосферы. При этом, изучение данного вопроса в условиях регионов, отдаленных друг от друга на большие расстояния представляет значительный научный и практический интерес.

1. Особенности влияния фонов на экологическое состояние воздушного бассейна в районе Колхидской низменности

К числу особенностей фоновых явлений относятся теплые ветры, дующие с гор на долину при уменьшении относительной влажности и рассеивании облаков нижнего яруса.

Фены развиваются на подветренной стороне хребтов вследствие нисходящего движения воздушного потока. Это явление может иметь место при переваливании горных хребтов воздушным потоком в системе циклонов, с развитием процесса всасывания воздуха над склонами гор, при его перемещении вблизи поверхностей хребтов [3].

Следует заметить, что Колхидская низменность, расположенная в юго-западной части Кавказа, и Ахангаранская долина Западного Тянь-Шаня – представляют собой классические примеры регионов, имеющих все условия для развития фоновых явлений, которые, главным образом, определяются особенностями рельефа гор, окружающих данные регионы.

Таким образом, орография данных регионов, окаймленных горными хребтами, представляет собой существенный климатообразующий фактор. В частности, массивы Большого и Малого Кавказа (высотой в 3000-4000 и 2000 м, соответственно), с запада на восток до центральной части, создают горную систему, направленную на взаимостыковку. В результате этого Колхидская низменность имеет форму треугольника, с острием угла примкнутым к предгорью Лихского хребта (высотой в пределах 900-2500 м) и основанием в виде прибрежной полосы Черного моря. Таким образом, Колхидская низменность с запада и севера, со стороны Черного моря, а также с востока, со стороны Лихского хребта, открыта для проникновения воздушных масс. Повторяемости этих ветров на рассматриваемой территории составляют в среднем 42 и 53%, соответственно.

На Колхидской низменности при развитии восточных ветров указанные орографические особенности обуславливают установление особого циркуляционного режима, которому сопутствуют фоновые явления (перемещение воздушных масс вниз с высоты).

Динамика этих процессов проявляется в том, что в условиях установления восточных ветров над указанным регионом, достигающих скоростей в 25-30 м/с, происходит интенсивный вынос воздушных масс из нижних слоев атмосферы по направлению Черного моря. Восстановление утерянной части потока воздуха в нижнем 2-х км-вом слое атмосферы, очевидно, возможно лишь при наличии компенсирующего нисходящего движения из более высоких слоев [9].

Кроме того, здесь развита местная циркуляция воздушного потока, обусловленная разностью температур воздуха прибрежной полосы и моря, известная под названием бризов.

Указанные явления создают все условия для того, чтобы перемещения потоков атмосферного воздуха в данном регионе создавали замкнутую систему, способствующую появлению вторичного источника загрязнения воздушного бассейна региона в результате циркуляции местных выбросов вредных веществ в атмосферу.

Делать подобное заключение позволяет соображение, физический смысл которого состоит в том, что в условиях фонов поток теплого воздуха при стремительном спуске с Лихского хребта к Черному морю, с приближением к нему ослабевает и, так-как его температура выше температуры воздуха прибрежной полосы, преимущественно должен быть направлен в верхние слои воздуха с ориентацией к Лихскому хребту. При достаточной продолжительности, данный объем воздуха может быть вовлечен в повторный процесс указанного явления (рис.1).

В различных пунктах Западной Грузии число дней с фенами в течение года колеблется в широком диапазоне [6]. При этом, эффекты фоновых явлений с удалением от Лихского хребта уменьшаются и вблизи Пицунды они имеют заметно ослабленный характер. К примеру, в Гаграх они в среднем составляют 23, а к западу в районе Пицунды – 8 дней. Их максимальное число приходится на зиму, а минимальное – наблюдается в летний период. Скорости фоновых

ветров в среднем составляют 10м/с. Однако в отдельных случаях они могут превосходить скорости в 15-20м/с. При этом увеличение температуры воздуха колеблется в пределах 2-9⁰С, а в некоторых случаях оно может превзойти 15⁰С.

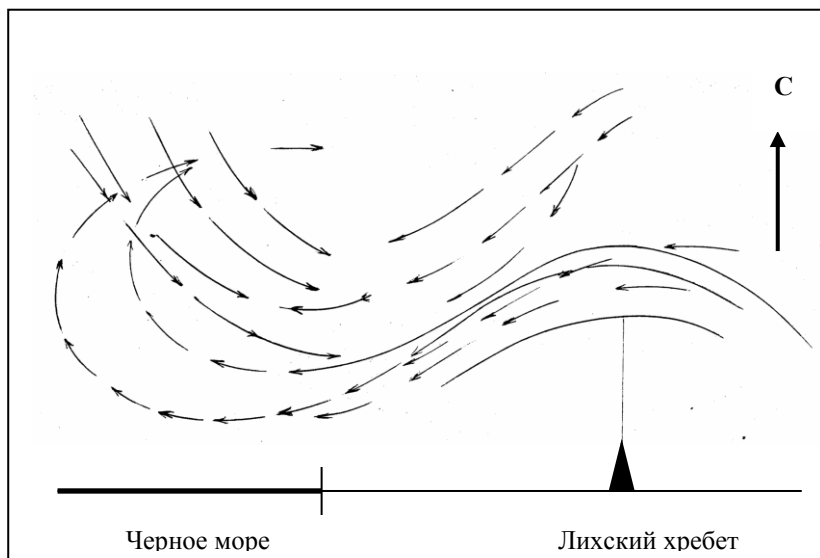


Рис.1. Принципиальная схема циркуляционного процесса при феновых явлениях на Колхидской низменности.

2. Оценка загрязнения атмосферы в районе Ахангаранской долины в период фена с помощью гидродинамической модели

В приводимом ниже исследовании рассмотрена возможность применения трехмерной гидродинамической модели и на ее основе выполнен расчет полей рассеивания загрязняющих веществ для одной из долин Западного Тянь-Шаня - Ахангаранской. Как объект исследования, указанная долина выбрана не случайно. Во-первых, по своим морфометрическим и метеорологическим параметрам это типичная долина не только Западного Тянь-Шаня, но и других горных систем мира. Во-вторых, она достаточно изучена в циркуляционном отношении для всех сезонов года. В-третьих, в ней сконцентрировано большое количество крупных предприятий цветной металлургии, химической, строительной и топливноэнергетической промышленности. По объему выбросов загрязняющих веществ долина занимает лидирующее положение среди регионов Узбекистана (табл.1 [7]).

Таблица 1. Количество загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу в Республике Узбекистан (10⁶ кг/год)

Города	Годы				
	1995	1996	1997	1998	1999
Ташкент	16,0	15,3	13,3	11,8	12,7
Андижан	1,0	9,6	8,7	7,7	6,2
Навои	48,3	43,7	42,2	42,6	28,2
Самарканд	7,8	7,1	8,1	8,3	8,2
Алмалык	106,6	105,4	105,9	103,6	100,0
Ангрен	91,6	111,2	111,8	101,0	112,6
Бекабад	9,1	7,7	6,8	7,4	7,3
Чирчик	7,5	6,7	6,3	6,5	5,6
Каканд	3,9	4,3	5,4	5,3	2,9
Фергана	70,7	72,5	67,8	55,0	49,4
Маргелан	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1
Нукус	2,6	2,9	3,0	3,7	3,4
Ургенч	6,0	3,4	10,2	13,1	1,3
Бухара	7,1	14,6	9,2	8,0	3,1
Джизак	3,2	2,3	6,5	3,7	3,3
Карши	129,0	85,0	75,9	65,4	2,7
Наманган	5,7	6,7	6,5	6,7	4,3
Термез	2,1	2,0	1,9	1,4	0,5
Гулистан	1,6	1,6	1,4	1,4	1,0

В долинах Западного Тянь-Шаня в холодное полугодие устанавливаются феновые ветры. Изучению структуры этих ветров в Ахангаранской долине посвящена работа [8]. В ней, в частности, отмечается, что в этот период в долине наблюдаются хорошо выраженные стоковые ветры и ветры высасывания

Вертикальная структура феновых ветров северо-восточного направления изучалась по материалам аэрологической экспедиции в Турке и Аблыке в холодное полугодие 1960-1961 гг. Общая длительность экспедиции составила 5 месяцев. Результаты экспедиции показали, что длительность одного случая фенового ветра составляет 2-2,5 дня. Его суммарная продолжительность в зимнее полугодие - около 30 дней. Величина скорости фена зависит от ширины долины. Так, поток в верхней, узкой части долины выражен лучше, чем в центральной, широкой части. Вертикальная мощность установившегося фенового потока имеет порядок 1000м.

При особенно резких процессах, когда скорость северо-восточного ветра достигает своих характерных максимальных значений, верхняя граница северо-восточного ветра может лежать на уровне 2000 м. В работе [8] выделяется 3 типа распределения скорости ветра с высотой (рис.2):

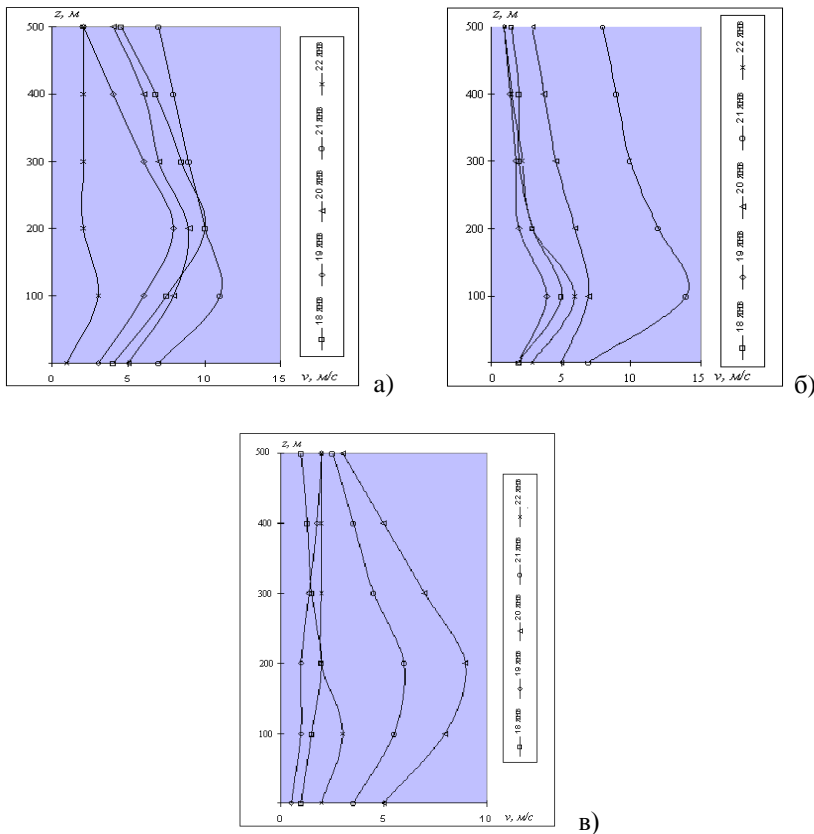


Рис.2. Вертикальные профили скоростей ветра: а) 9 час., б)13час., в)17час.

1. Уменьшение скорости с высотой, что характерно для начала и конца фенового периода;
 2. Увеличение скорости до некоторой высоты с последующим ослаблением вплоть до верхней границы северо-восточного ветра, наблюдается в любое время периода развития фена;
- Наличие двух максимумов скорости, что характерно для разгара фенового процесса.

При максимальном развитии фена величина скорости ветра в потоке достигает больших значений. Отмечено, что над Турком неоднократно фиксировалась скорость около и выше 30 м/с на уровне 500-600 м.

Оценка уровня загрязнения атмосферы долины в период феновых ветров представляет большой интерес, поскольку суммарная продолжительность этих ветров составляет достаточно большой срок. В одном случае продолжительность фенового ветра составила 5 суток. Для этого случая проведен расчет полей распространения загрязняющих веществ (ЗВ).

Нами применена гидродинамическая модель, которая была использована ранее для расчетов полей распространения ЗВ при условиях горно-долинной циркуляции [7].

По данным расчетов получены поля распределения концентраций в долях предельно допустимых концентраций (ПДК) для 13 видов ЗВ, выбрасываемых в атмосферу долины. Это окислы азота, сернистый ангидрид, угарный газ, зола, пыль неорганическая, пыль цемента, пыль Клинкера, фтороводород, серная кислота, соединения мышьяка, свинца, меди и цинка.

В качестве примера рассмотрим поле распределения концентрации NO_x .

Как показали исследования, в течение всего процесса фенового ветра значение концентрации остается в пределах нормы. Однако, в зависимости от вертикального распределения горизонтальной и вертикальной составляющих скорости ветра, охват поля загрязнения существенно меняется во времени.

В начале процесса фенового ветра горизонтальное поле распределения имеет широкую область, но в силу большого значения скорости ветра - 10 м/с на оси струи (рис.3), максимальное значение концентрации не превышает 0,2 ПДК.

Анализ вертикального поля распределения показывает, что вещество распространяется в основном в горизонтальном направлении (рис.3в). Это объясняется тем, что внизу струи наблюдаются восходящие потоки, а сверху нисходящие.

В дневные сроки наблюдается постепенное ослабление скорости ветра и это находит свое отражение в поле распределения вещества. Область распространения несколько уменьшается, однако, значение максимальной концентрации повышается и составляет 0,5 ПДК (рис.4).

К вечеру скорость ветра еще более ослабевает. Область распространения вещества заметно увеличивается в верхних слоях воздуха, а в нижних резко сокращается. Максимальное значение концентрации NO_x наблюдается на высоте 330-350 м и составляет 1 ПДК (рис.5).

Вышеуказанное объясняется тем, что при слабой горизонтальной составляющей скорости ветра наблюдаются вертикальные токи, которые имеют положительный знак до высоты 120-150 м, затем постепенно меняют направление и имеют отрицательный знак выше 330 м.

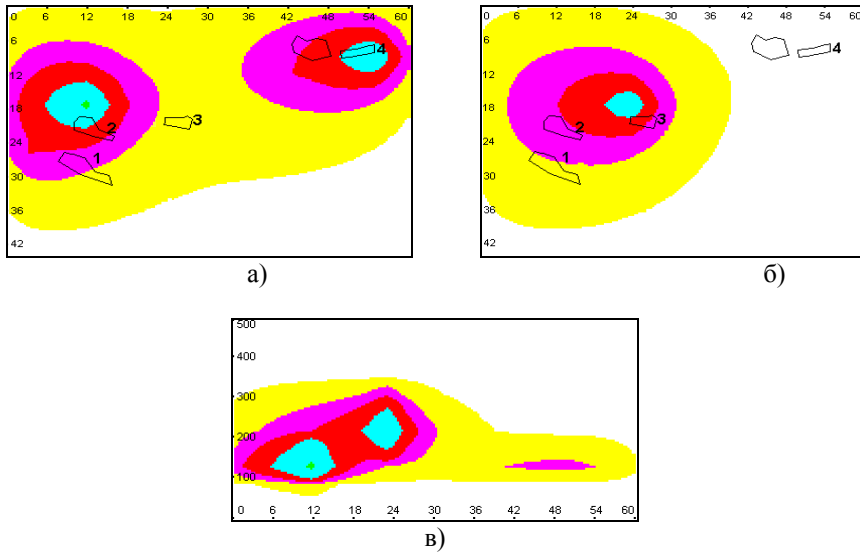


Рис.3. Поле горизонтального распределения NO_x на уровне 100 м (а), 330 м (б) и вертикального распределения на разрезе через Нурабад (в) при феновом ветре в 9 час. (1-Алмалык, 2-Ахангаран, 3-Нурабад, 4-Ангрен).

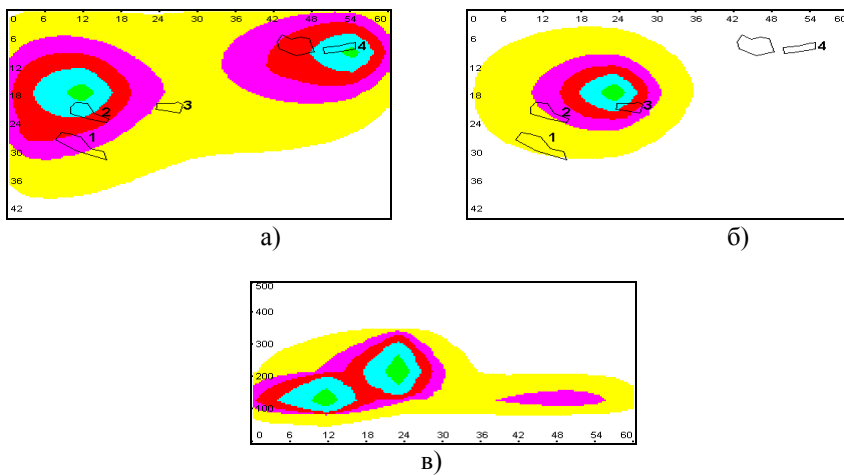
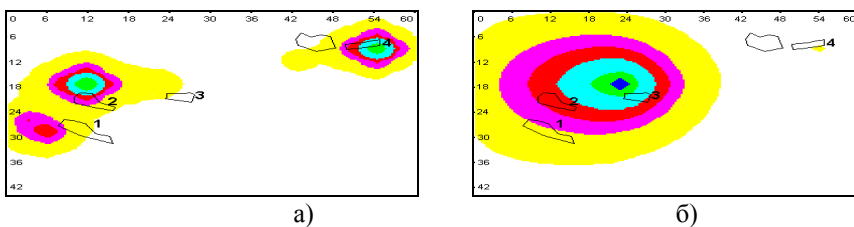


Рис.4. Поле горизонтального распределения NO_x на уровне 100 м (а), 330 м (б) и вертикального распределения на разрезе через Нурабад (в) при феновом ветре в 13 час. (1-Алмалык, 2-Ахангаран, 3-Нурабад, 4-Ангрен).



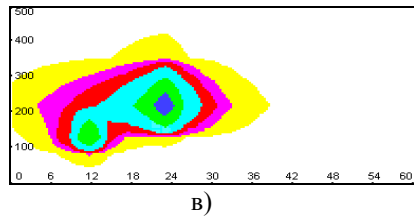


Рис.5. Поле горизонтального распределения NO_x на уровне 100 м (а), 330 м (б) и вертикального распределения на разрезе через Нурабад (в) при феновом ветре в 17 час. (1-Алмалык, 2-Ахангаран, 3-Нурабад, 4-Ангрен).

В ночные сроки скорость ветра начинает увеличиваться и к утру достигает своего максимального значения. Поэтому поле распределения вещества опять имеет широкую область с малым значением максимальной концентрации, равной 0,2 ПДК. В этом случае почти полностью повторяется ситуация, которая наблюдалась в начале процесса.

В дневной срок, наблюдается уменьшение области распространения вещества с одновременным увеличением максимального значения концентрации вблизи источника выброса Нурабадской ГРЭС. Однако, на более низких уровнях поле распределения вещества изменяется незначительно.

Если проанализировать случай поля распределения в вечерний срок, который наблюдался на вторые сутки процесса, можно увидеть, что самое максимальное накопление вещества происходило именно в этот срок (рис.6).

Скорость ветра с высотой увеличивалась почти линейно, а вертикальные токи имели положительный знак. В силу слабости скорости ветра область распространения вещества невелика, однако максимальное значение концентрации возрастает. Как показывает вертикальный разрез поля распределения, в этом случае перенос вещества происходит в вертикальном направлении.

В течение последующих двух суток поле распределения NO_x имело примерно одинаковый вид по характеру охвата области загрязнения и значению максимальной концентрации.

Это объясняется тем, что в течение этого периода феновый процесс достиг своего максимального развития, и скорость ветра практически изменялась в небольших пределах.

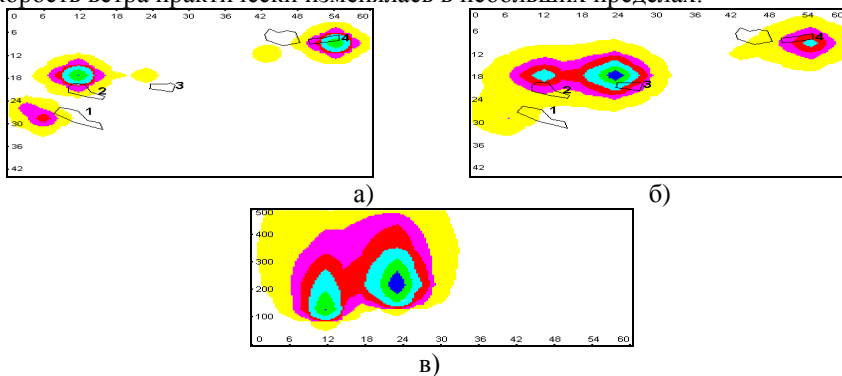


Рис.6. Поле горизонтального распределения NO_x на уровне 100 м (а), 330 м (б) и вертикального распределения на разрезе через Нурабад (в) при феновом ветре в 17 час (вторые сутки). (1-Алмалык, 2-Ахангаран, 3-Нурабад, 4-Ангрен).

К концу процесса скорость ветра уменьшается, составляя при этом значения 2-3 м/с. Так как скорость ветра невелика, в соответствии с этим область распространения вещества уменьшается. Однако, при этом значение максимальной концентрации повышается, достигая вблизи источников выброса своего максимального значения (рис.7).

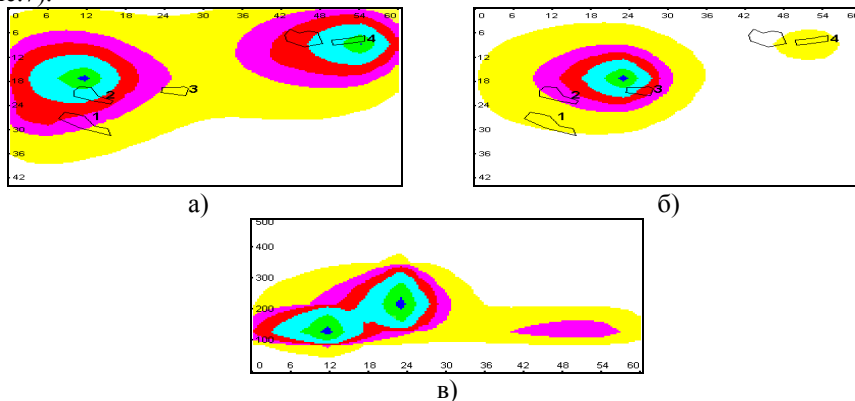


Рис.7. Поле горизонтального распределения NO_x на уровне 100 м (а), 330 м (б) и вертикального распределения на разрезе через Нурабад (в) при феновом ветре в 9 час. 4-ой сутки (1-Алмалык, 2-Ахангаран, 3-Нурабад, 4-Ангрен).

Сравнение результатов расчета данного исследования с результатами расчетов для теплой половины года при установлении горно-долинной циркуляции позволяет нам сделать следующий вывод. При фоновых ветрах поля распределения концентраций загрязняющих веществ имеют примерно одинаковый вид. Это означает, что, как и в случае горно-долинной циркуляции, установление фоновых ветров не способствует вымыванию загрязняющих веществ из долины.

Заключение

Таким образом, следует заключить, что фены оказывают существенное влияние как на процесс дальнего переноса вредных примесей атмосферы, так и на уровень их концентрации в воздушном бассейне. Учет этого явления при исследованиях загрязнения атмосферы в условиях горных стран, позволит значительно повысить точность региональных экологических оценок и прогнозов состояния природной среды.

В результате вышеупомянутых особенностей, по нашему мнению, данное метеорологическое явление следует возвести в ранг региональных «опасных метеорологических условий», способствующих усилению загрязнения атмосферного воздуха.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Вахушти. Описание царства Грузии – Изд. Тбилисского государственного университета им. И.Джавахишвили, 1940. (На груз.)
2. Гуния Г.С. Метеорологические аспекты экологического мониторинга атмосферы. – Тб., 2005, 265 с. (На груз.)
3. Гуния С.У. Переваливание воздушных потоков через горные хребты.- Метеорология и гидрология, 1958, 10, с. 3-8.
4. Климат и климатические ресурсы Грузии.- Труды ЗакНИГМИ, Л., 1971, вып. 44(50).
5. Кордзахия М.О. Климат Грузии. – Тб.,1961.
6. Кордзахия Р.С. Некоторые особенности фенных в районе Леселидзе-Пицунда.- Труды ЗакНИИ, 1982, вып.75, с.75-80.
7. Холматжанов Б.М., Петров Ю.В., Фатхуллаева З.Н. Трехмерная численная модель для оценки загрязнения атмосферы Ахангаранской долины промышленными выбросами сернистого ангидрида и соединениями мышьяка. - Вестник НУУ, 2000, №3, с. 45-52.
8. Чанышева С.Г. О северо-восточных ветрах в Ангренской долине. - Тр.САНИГМИ, 1963, вып.15 (30), с. 33-42.
9. Чоговадзе И.В. К вопросу возникновения фенных в Колхидской низменности. - Труды ЗакНИИ, 1982, вып.75, с.42-52.

უკ 551.510.04

ატმოსფეროს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა მაკრომასშტაბური გადატანის მეტეოროლოგიურ ასპექტების შესახებ მთიანი რეგიონების პირობებში./გუნია გ., ქვეციტინიძე ზ., ხოლმაჯანოვი ბ., ფათხულაევა ზ./. შპი-ს შრომათა კრებული -2008.-ტ.115.-გვ. 261-271.-რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ნაშრომში, კოლხეთის დაბლობისა და ახანგარანის ხეობის (დასავლეთ ტიან-შანი) მაგალითებზე, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების დონეზე ფიონური მოვლენების ზემოქმედების კვლევების შედეგებია მოტანილი.

მოცემულია ახანგარანის ხეობის რაიონში NO_x-ის კონცენტრაციების ველის განაწილების გაანგარიშებები.

ნაჩვენებია, რომ ფიონური პროცესები მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ ატმოსფეროს დაბინძურების დონეზე მთიანი ქვეყნების პირობებში. მათი გათვალისწინება ატმოსფეროს რეგიონალური დაბინძურების კვლევებისას მნიშვნელოვნად აამაღლებს ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის ეკოლოგიური შეფასებების სიზუსტეს.

გაკეთებულია დასკვნა იმის თაობაზე, რომ აღნიშნული მეტეოროლოგიური მოვლენა უნდა იყოს აყვანილი რეგიონალური “საშიში მეტეოროლოგიური პირობების” რანგში, რომლებიც ხელს უწყობენ ატმოსფეროს დაბინძურების გაძლიერებას.

UDC 551.510.04

TO METEOROLOGICAL ASPECTS OF LONG-RANGE TRANSMISSION OF AIR POLLUTANTS IN CONDITION MOUNTAIN REGIONSUDC. /Gunia G., Tskvitinidze Z., Kholmatjano B., Fatkhullaeva Z./Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2008. - т.115. – p. 261-271. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In the work the results of investigations regarding to influence of foehn events on a level of pollution of atmospheric air have been carried out by the examples of Kolkhida lowlands (the south-west part of Caucasus) and Akhangara valley (the western Tien-Shan). The calculations of distribution fields of NO_x concentration in the region of Akhangara valley are presented.

There is shown that foehn events make important impact on a level of atmospheric air pollution in conditions of mountainous countries. Their taking into account during regional investigations of atmosphere pollution allows raising appreciably the accuracy of ecological estimations of natural environment state. It is drawing a conclusion that the given meteorological event should be raised in rank of regional “dangerous meteorological conditions” favorable to strengthening of local pollution of atmosphere.

УД К551.510.04

К МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ АСПЕКТАМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПЕРЕНОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ. / Гуния Г.С., Цквитинидз З.И., Холматжано Б.М., Фатхуллаева З.Н./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2008. – т.115. – с.261-271 – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус

На примерах Колхидской низменности (юго-западная часть Кавказа) и Ахангаранской долины (Западный Тянь-Шань), приведены результаты исследований влияния феновых явлений на уровень загрязнения атмосферного воздуха, обусловленное дальним переносом промышленных выбросов.

Приводятся расчеты полей распределения концентраций NO_x в районе Ахангаранской долины.

Показано, что феновые процессы оказывают значительное влияние на уровень загрязнения атмосферы в условиях горных стран. Их учет при региональных исследованиях загрязнения атмосферы, позволит существенно повысить точность экологических оценок и прогнозов состояния природной среды.

Делается заключение о том, что данное метеорологическое явление следует возвести в ранг региональных «опасных метеорологических условий», способствующих усилению загрязнения атмосферы.