

УДК 551.510.04.

## ТИПЫ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ МЕСТНЫЕ ЦИРКУЛЯЦИИ В ДОЛИНАХ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

**Предисловие.** Как известно, циркуляционные особенности местности играют важную роль в процессе распространения загрязняющих веществ (ЗВ), выбрасываемых в атмосферу от источников, расположенных в этой местности. С этой точки зрения изучение местных циркуляций представляет большой научно-практический интерес.

В условиях разнообразия рельефа Узбекистана встречаются множества местностей со своеобразной циркуляцией. Одним из таких регионов Узбекистана является горная система Западного Тянь-Шаня. Здесь расположены такие долины, как Ахангаранская, Чирчикская и Пскемская, где сконцентрированы крупные производственные предприятия горнодобывающей, перерабатывающей, энергетической и химической промышленности республики.

В зависимости от синоптических процессов Средней Азии, происходящих в макросиноптических масштабах, в этих долинах формируются местные циркуляции. Особенностями этих циркуляций является то, что здесь наблюдаются определенные воздушные потоки, сформированные под воздействием горного рельефа. В холодном полугодии это фёновый процесс, а в теплом – горно-долинная циркуляция (ГДЦ) [1-3].

**Методика.** В работе использован статистико-стохастический анализ синоптических процессов Средней Азии, включающий в себя многолетние средние значения повторяемости, вероятность появления и среднюю суммарную продолжительность типов. К анализу привлекался экспедиционный и синоптический материал за период 1972-1980 гг.

**Исходные данные.** Рассмотрены синоптические процессы, создающие условия для формирования ГДЦ. Анализ проведен на основе материалов летних экспедиций кафедры Физики атмосферы Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека (бывшего ТашГУ) в 1972-1980 годах в Пскемскую долину. Сложное взаимодействие локальных и крупномасштабных орографических факторов (геометрические параметры долин, их ориентация, положение в горной системе) с радиационными и циркуляционными факторами синоптического масштаба порождают множество оттенков в развитии ГДЦ. Изменяется мощность горного ветра, скорость долинного и горного ветра, продолжительность существования обеих компонентов и т.д. Экспедиционные исследования структуры ветра за семилетний период (1972-1977, 1980 гг.) показывают, что ГДЦ может существенно менять свои характеристики ото дня ко дню. В зависимости от синоптического положения, можно выделить три типа ГДЦ:

1. нормальная ГДЦ (тип Н);
2. усиление долинного ветра (тип Д);
3. усиление горного ветра (тип Г).

Согласно анализу материала вышеуказанного экспедиционного исследования нормальная горно-долинная циркуляция (тип Н) наблюдается в малоградиентных барических полях, когда наблюдается ясная или малооблачная погода. Из 70 суточных серий аэрометеорологических наблюдений этот тип был зафиксирован в 31 случае (44,3%), когда он наблюдался в течение всего дня.

Усиление долинного ветра (тип Д) наблюдается либо при энергичных холодных вторжениях, проникающих в долину с юго-запада, либо после них. Во всех случаях это фронты западного или северо-западного вторжений, связанные с циклонами над южным, центральным, северным Казахстаном или югом Западной Сибири (район Омска-Новосибирска). Усиление долинной компоненты обусловлено циркуляционным фактором, т.е. наложением на локальный барический градиент между горами и равниной градиента синоптического масштаба. Усиление скорости ветров западной четверти горизонта на уровне горных хребтов до 12 м/с и более приводят за счет обмена количеством движения с нижележащими слоями к уменьшению мощности горного ветра, ослаблению его скорости и запаздыванию в развитии.

Усиление горного ветра (тип Г) наблюдается реже и связано с двумя факторами: циркуляционным и радиационным. При ясной и малооблачной погоде действует циркуляционный фактор. Горный ветер усиливается по скорости, мощности и времени существования в том случае, когда долина находится в передней части высотного гребня теплого субтропического антициклона, центр которого обычно располагается за пределами Средней Азии. В такой ситуации на уровне хребтов наблюдаются ветры северо-восточного направления, скорости которых могут составлять 4-8 м/с. После влажных холодных вторжений с выпадением обильных ливневых осадков при 9-10 балльной облачности начинает действовать радиационный фактор. Горы охлаждаются и локальный барический градиент между горами и равниной способствует развитию горного ветра даже в дневные часы. В ночное время он может быть усилен по сравнению с обычными параметрами.

Структуру воздушного потока Ахангаранской долины в холодное время года изучала С.Г.Чанышева [1,2]. Она отмечает, что в этот период в долине наблюдаются хорошо выраженные стоковые ветры и ветры высасывания. Вертикальная структура фёновых ветров северо-восточного направления изучалась по материалам аэрологической экспедиции в Турке и Аблыке в холодное полугодие 1960-1961 гг. Общая длительность экспедиции была 5 месяцев. Результаты данных экспедиции показали, что длительность одного случая фёнового ветра составляет 2-2,5 дня. Суммарная продолжительность фёнового ветра в зимнее полугодие около месяца. Величина скорости фёна зависит от ширины долины. Так, поток в верхней, узкой части долины выражен лучше, чем в центральной, широкой части.

Вертикальная мощность установившегося фёнового потока имеет порядок 1000 м. 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. С.Г.Чанышева выделяет три типа распределения скорости ветра с высотой:

1. уменьшение скорости ветра с высотой, характерно для начала и конца фёнового периода;
2. увеличение скорости ветра до некоторой высоты с последующим ослаблением вплоть до верхней границы северо-восточного ветра, наблюдается в любое время периода развития фёна;
3. наличие двух максимумов скорости ветра, характерно для разгара фёнового процесса.

При максимальном развитии фёна величина скорости ветра в потоке может достигать больших значений. Автор отмечает, что над Турком неоднократно фиксировалась скорость около и выше 30 м/с на уровне 500-600 м.

**Результаты.** Рассмотрены статистико-стохастические характеристики типов синоптических процессов Средней Азии, обуславливающие формирование местных циркуляций в долинах Западного Тянь-Шаня. В теплое полугодие синоптические процессы типа 5, 6, 10, 11, 12 и 13 (см. примечание табл. 1) формируют ГДЦ. В холодное полугодие синоптические процессы типа 1, 2, 5, 9 и 10 приводят к установлению фёновых ветров.

Анализ средней повторяемости типов синоптических процессов за 15 летний период (1960-1974 гг.) показывает, что в теплом полугодии суммарная повторяемость процессов типа 5, 6, 10, 11, 12 и 13, составляет 57,1 случаев (62,5%) от суммарной повторяемости всех типов (91,3 случаев) (табл. 1). При этом необходимо отметить, что в теплом полугодии повторяемость типа 5 составляет 51,7%, типа 6 – 73,4%, типа 10 – 50,3%, типа 11 – 100,0%, типа 12 – 72,7%, типа 13 – 82,2% (табл. 2). Суммарная вероятность появления этих типов синоптических процессов – 60,9% (табл. 3), а их общая продолжительность составляет 121,7 суток (табл. 4).

В зимнем полугодии типы 1, 2, 5, 9 и 10 имеют 62,9 случаев (62,7%) суммарной повторяемости от суммарной повторяемости всех типов (100,3 случаев) (табл. 1). Указанным типам синоптических процессов соответствуют следующие значения повторяемости: тип 1 – 84,0%, тип 2 – 83,7%, тип 5 – 48,3%, тип 9 – 66,7%, тип 10 – 49,7% (табл. 2). Суммарная вероятность появления этих типов синоптических процессов – 62,8% (табл. 3), а их общая продолжительность составляет 114,7 суток (табл. 4).

Таблица 1. Многолетние средние значения повторяемости типов (число случаев) синоптических положений. Январь-декабрь 1960-1974 гг.\*

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	ТП	Год
Тип														
1														
1,6	1,7	2,4	2,3	0,9	0,3	0,0	0,1	0,1	0,7	1,1	1,4	10,5	2,0	12,5
2														
1,1	0,7	1,4	1,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,7	5,5	1,1	6,5
3														
0,2	0,3	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	1,7	0,3	2,0
4														
0,5	0,7	0,5	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,7	2,9	0,7	3,6
5														
2,7	1,7	1,6	1,3	1,3	1,5	1,9	2,4	2,3	2,1	2,0	1,4	10,7	11,5	22,2
6														
0,5	0,4	0,7	0,7	1,2	1,5	1,6	2,2	1,2	1,3	0,5	0,5	3,3	9,0	12,3
7														
1,5	1,5	2,1	1,7	0,8	0,4	0,1	0,2	0,3	1,0	1,3	1,3	9,3	2,9	12,1
8														
0,5	0,4	0,9	1,3	1,4	0,7	1,1	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7	4,7	4,9	9,6
9														
3,6	3,3	3,4	2,7	1,9	1,2	0,7	0,5	2,5	3,4	3,9	3,5	20,3	10,1	30,5
9a														
0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,7	0,9	0,3	0,5	0,2	0,1	1,5	3,1	4,6
9б														
1,1	1,7	1,1	1,3	1,5	1,0	1,1	1,5	2,3	1,6	0,8	1,3	7,3	9,0	16,3
10														
2,4	2,2	3,3	3,2	3,3	3,1	3,1	2,2	1,9	2,5	2,7	2,2	15,9	16,1	32,1
11														
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7
12														
0,5	0,2	0,9	0,7	1,8	1,5	1,6	1,6	2,1	1,4	0,9	0,5	3,7	9,9	13,7
13														
0,1	0,3	0,2	0,3	1,4	1,7	2,0	1,9	1,4	0,5	0,7	0,3	1,9	8,9	10,9

14														
0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,9	0,1	1,1
15														
0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1

\* Таблица рассчитана авторами на основе календарей синоптических процессов Средней Азии. Примечание: I-XII месяцы года, XII – холодное полугодие, ТП – теплое полугодие, 1 – южнокаспийский циклон, 2 – мургабский циклон, 3 – верхнеамударьинский циклон, 4 – широкий вынос теплого воздуха, 5 – северо-западное холодное вторжение, 6 – северное холодное вторжение, 7 – волновая деятельность на холодном фронте, 8 – малоподвижный циклон над Средней Азией, 9 – юго-западная периферия антициклона, 9а – юго-восточная периферия антициклона, 9б – южная периферия антициклона, 10 – западное вторжение, 11 – летняя термическая депрессия, 12 – малоградиентное поле повышенного давления, 13 – малоградиентное поле пониженного давления, 14 – западный циклон, 15 – ныряющий циклон.

Таблица 2. Многолетние средние значения повторяемости типов синоптических положений. Январь-декабрь 1960-1974 гг.\* (%)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	ТП	Год
<b>Тип</b>														
<b>1</b>														
12,8	13,9	19,3	18,2	7,5	2,1	0,0	0,5	0,5	5,3	8,6	11,2	84,0	16,0	100,0
<b>2</b>														
16,3	11,2	21,4	17,3	8,2	3,1	0,0	0,0	0,0	5,1	7,1	10,2	83,7	16,3	100,0
<b>3</b>														
10,0	13,3	26,7	13,3	3,3	0,0	0,0	3,3	0,0	6,7	10,0	13,3	86,7	13,3	100,0
<b>4</b>														
14,8	18,5	13,0	5,6	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	11,1	18,5	81,5	18,5	100,0
<b>5</b>														
12,0	7,8	7,2	6,0	6,0	6,6	8,4	10,8	10,2	9,6	9,0	6,3	48,3	51,7	100,0
<b>6</b>														
3,8	3,3	6,0	5,4	9,8	12,0	13,0	17,9	9,8	10,9	3,8	4,3	26,6	73,4	100,0
<b>7</b>														
12,1	12,1	17,0	14,3	6,6	3,3	1,1	1,6	2,7	8,2	10,4	10,4	76,4	23,6	100,0
<b>8</b>														
5,6	4,2	9,0	13,9	14,6	7,6	11,8	5,6	6,9	4,9	8,3	7,6	48,6	51,4	100,0
<b>9</b>														
11,8	10,7	11,2	8,8	6,1	3,9	2,4	1,5	8,1	11,2	12,9	11,4	66,7	33,3	100,0
<b>9а</b>														
4,3	5,8	10,1	5,8	7,2	7,2	15,9	18,8	5,8	11,6	4,3	2,9	33,3	66,7	100,0
<b>9б</b>														
6,6	10,2	7,0	8,2	9,0	6,1	7,0	9,4	13,9	9,8	4,9	7,8	44,7	55,3	100,0
<b>10</b>														
7,5	6,9	10,2	10,0	10,2	9,8	9,6	6,9	6,0	7,9	8,3	6,9	49,7	50,3	100,0
<b>11</b>														
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	40,0	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
<b>12</b>														
3,4	1,5	6,3	5,4	13,2	10,7	11,7	11,7	15,1	10,2	6,8	3,9	27,3	72,7	100,0
<b>13</b>														
1,2	3,1	1,8	3,1	12,9	15,3	18,4	17,8	12,9	4,9	6,1	2,5	17,8	82,2	100,0
<b>14</b>														
6,3	25,0	31,3	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	6,3	6,3	18,8	87,5	12,5	100,0
<b>15</b>														
100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0

\* Таблица рассчитана авторами на основе календарей синоптических процессов Средней Азии.

Таблица 3. Вероятность появления (%) типов синоптических положений (независимо от продолжительности) Январь-декабрь 1960-1974 гг.\*

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	ТII	Год
<b>Тип</b>														
<b>1</b>														
9,7	11,1	12,2	13,0	5,5	1,9	0,0	0,5	0,4	4,1	6,7	9,3	10,4	2,2	6,5
<b>2</b>														
6,5	4,7	7,1	6,5	3,2	1,4	0,0	0,0	0,0	2,0	2,9	4,4	5,5	1,2	3,4
<b>3</b>														
1,2	1,7	2,7	1,5	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,8	1,3	1,8	1,7	0,3	1,0
<b>4</b>														
3,2	4,3	2,4	1,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,5	4,4	2,9	0,7	1,9
<b>5</b>														
16,1	11,1	8,1	7,6	7,9	10,5	12,7	16,5	15,2	13,1	12,6	9,3	10,7	12,6	11,6
<b>6</b>														
2,8	2,6	3,7	3,8	7,1	10,5	10,9	15,1	8,0	8,2	2,9	3,6	3,3	9,9	6,4
<b>7</b>														
8,9	9,4	10,5	9,9	4,7	2,9	0,9	1,4	2,2	6,1	7,9	8,4	9,2	3,1	6,3
<b>8</b>														
3,2	2,6	4,4	7,6	8,3	5,3	7,7	3,7	4,5	2,9	5,0	4,9	4,7	5,4	5,0
<b>9</b>														
21,8	20,9	17,2	15,3	11,1	8,6	5,0	3,2	16,5	20,8	24,7	23,1	20,3	11,1	15,9
<b>9a</b>														
1,2	1,7	2,4	1,5	2,0	2,4	5,0	6,0	1,8	3,3	1,3	0,9	1,5	3,4	2,4
<b>9б</b>														
6,5	10,7	5,7	7,6	8,7	7,2	7,7	10,6	15,2	9,8	5,0	8,4	7,2	9,9	8,5
<b>10</b>														
14,5	14,1	16,6	18,3	19,4	22,5	20,9	15,1	12,9	15,5	16,7	14,7	15,9	17,7	16,7
<b>11</b>														
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	4,5	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,9
<b>12</b>														
2,8	1,3	4,4	4,2	10,7	10,5	10,9	11,0	13,8	8,6	5,9	3,6	3,7	10,9	7,1
<b>13</b>														
0,8	2,1	1,0	1,9	8,3	12,0	13,6	13,3	9,4	3,3	4,2	1,8	1,9	9,8	5,7
<b>14</b>														
0,4	1,7	1,7	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	1,3	0,9	0,1	0,6
<b>15</b>														
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
100,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

\* Таблица рассчитана авторами на основе календарей синоптических процессов Средней Азии.

Таблица 4. Средняя суммарная продолжительность типов синоптических положений (число дней) Январь-декабрь 1960-1974 гг.\*

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	ТII	Год
<b>Тип</b>														
<b>1</b>														
2,7	2,5	3,5	3,3	1,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,8	1,3	1,9	15,1	2,6	17,7
<b>2</b>														
1,6	1,3	2,2	1,9	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,9	8,2	1,0	9,2
<b>3</b>														
0,2	0,4	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	1,7	0,2	1,8
<b>4</b>														
1,3	1,2	0,7	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,2	5,4	0,9	6,2

5														
5,0	3,4	2,4	2,2	2,7	3,6	4,3	5,5	5,6	4,3	3,4	2,9	19,3	26,0	45,3
6														
0,8	0,8	1,3	1,0	2,3	2,6	4,1	5,1	2,1	2,5	1,3	0,8	6,1	18,8	24,8
7														
2,7	2,3	3,4	3,8	1,3	0,7	0,1	0,3	0,4	1,2	2,6	3,6	18,4	4,0	22,4
8														
0,9	0,9	1,6	3,5	3,1	1,6	2,7	1,4	1,4	0,6	1,7	1,4	10,0	10,7	20,7
9														
9,1	7,9	5,3	3,7	2,9	1,9	0,8	0,6	4,7	7,8	9,1	9,1	44,1	18,6	62,7
9a														
0,2	0,5	0,6	0,2	0,4	0,4	1,1	1,4	0,4	0,7	0,2	0,1	1,9	4,4	6,3
9б														
1,3	2,6	1,9	2,6	2,8	1,5	1,1	2,1	3,9	4,2	1,5	3,4	13,1	15,7	28,8
10														
4,1	3,0	5,8	6,0	7,1	9,4	7,2	5,9	4,4	4,9	5,1	4,1	28,1	38,9	67,0
11														
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	4,3
12														
0,7	0,5	1,3	0,9	2,8	2,4	3,0	2,2	3,7	2,2	1,5	0,7	5,6	16,4	21,9
13														
0,3	0,7	0,4	0,4	3,1	4,0	4,9	5,2	3,6	0,9	1,0	0,6	3,3	21,6	24,9
14														
0,1	0,4	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	1,2	0,2	1,4
15														
0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
31,0	28,3	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	181,3	184,0	365,3

\* Таблица рассчитана авторами на основе календарей синоптических процессов Средней Азии.

**Заключение.** Проведенные нами ранее модельные исследования процесса распространения ЗВ в атмосфере Ахангаранской долины показали, что в условиях развития ГДЦ происходит максимальное очищение воздушного бассейна долины [5]. Исключением являются случаи смены направления ветра, когда в долине наблюдаются многочисленны штили. Сравнение результатов расчетов при фёновых ветрах с результатами при установлении ГДЦ показало, что поля распределения концентраций ЗВ имеют примерно одинаковый вид [4].

Таким образом, перечисленные выше типы синоптических процессов Средней Азии являются благоприятными в отношении очищения воздуха в Ахангаранской долине.

#### ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. С.Г.Чанышева, 1963, О северо-восточных ветрах в Ангрнской долине. Тр. САНИГМИ вып. 15(30). - с. 15-19.
2. С.Г.Чанышева, 1966, Местные ветры Средней Азии. –Л.: Гидрометеоздат. 120 с.
3. Ю.В.Петров, 1989, Некоторые характеристики горно-долинной циркуляции (на примере Пскемской долины). Тр. САНИГМИ, вып.184(215). - с. 47-59.
4. Б.М.Холматжанов, 2004, Расчет полей загрязнения атмосферы Ахангаранской долины в период фёна с помощью гидродинамической модели. Материалы международной конференции ENVIROMIS-2004. Томск: Изд-во ГУ «Томский ЦНТИ». - с. 73-74.
5. В.М.Kholmatjanov, 2002, Application of Three-Dimensional Model for Estimation of Atmosphere Pollution on Condition Mountain-Valley Circulation. Novosibirsk. Bulletin of the Novosibirsk Computing Center. Series “Numerical Modeling in Atmosphere, Ocean and Environment Studies”, NCC Publisher. Issue 8. P.P. 19-29.

UDC 551.510.04.

**THE TYPES OF SYNOPTICAL PROCESSES OF CENTRAL ASIA SET CONDITIONS FOR LOCAL CIRCULATIONS IN VALLEY OF WESTERN TIEN SHAN.** /Kholmatdzhанov B., Fatkhulaeva Z., Petrov I., Egamberdi Kh./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2008. - т.115. – p. 195-203. - Russ .; Summ. Eng.; Russ.

The types of synoptical processes in Central Asia were under consideration, caused by a local circulations in the valley of Western Tien Shan. Expeditional and synoptical datas were used during 1972-1980. There was held statistic-stochastic analysis of types of synoptical processes. Under this analysis we found out the synoptical processes, caused for the purity of the air in the Akhangaran valley

УДК 551.510.04.

**ТИПЫ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ МЕСТНЫЕ ЦИРКУЛЯЦИИ В ДОЛИНАХ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ.**/Холматжанов Б.М., Фатхуллаева З.Н., Петров Ю.В., Эгамберди Х.Т./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2008. – т.115. – с. 195-203. – .Рус .; Рез.Анг.,Рус.

Рассмотрены типы синоптических процессов Средней Азии, обуславливающие местные циркуляции в долинах Западного Тянь-Шаня. Использован экспедиционный и синоптический материал за период 1972-1980 гг. Проведен статистико-стохастический анализ типов синоптических процессов. На основе анализа выявлены типы синоптических процессов, способствующие очищению воздуха в Ахангаранской долине.