

УДК 551.510.42

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА С ВЫСОТОЙ ПО ДАННЫМ
АЛМАТИНСКОЙ ТЕЛЕБАШНИ В ЯНВАРЕ И ИЮЛЕ 1991-1995 Г.Г.**

А.Б. Калелова

В статье рассмотрены климатические особенности распределения температуры в пограничном слое атмосферы города Алматы по данным высотной телевизионной мачты в январе и июле за 1991-1995 годы. Рассчитаны среднемесячные значения температуры по высотам и построены вертикальные профили распределения температуры. Изучены особенности инверсии температур в холодный и теплый сезоны года. Подсчитаны вертикальный градиент температуры по слоям.

Структура нижнего слоя атмосферы толщиной несколько сотен метров изучена в меньшей степени, что связано с техническими трудностями таких измерений [2, 7, 8].

Основными метеорологическими факторами, влияющими на формирование поля загрязнения и вызывающими его изменчивость, являются ветер и температурная стратификация приземного слоя [3]. Эти факторы обусловлены орографическими особенностями города Алматы, которые способствуют накоплению и длительному сохранению в атмосфере вредных примесей [4].

Температурная стратификация является одной из важнейших характеристик нижнего слоя атмосферы, так как этим определяется возможность и невозможность развития вертикальных движений воздуха, турбулентности, определяющих вертикальный перенос вредных веществ от наземных и приподнятых источников загрязнения вблизи поверхности [1, 5]. Инверсии температуры, обычно полностью препятствуют вертикальному обмену субстанций. Поэтому часто их используют как один из основных предикторов в прогнозе неблагоприятных условий для рассеивания вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий и автотранспорта. В сочетании с другими характеристиками атмосферы

данные о повторяемости инверсий температуры используются для расчета потенциала загрязнения, как объективной оценки условий накопления-рассеяния вредных веществ [6, 8].

По данным радиозондирования изучение нижнего слоя атмосферы представляется несколько затрудненным. Для более детального прогноза распределения температуры в пограничном слое и определения толщины слоя перемешивания целесообразно использовать данные о температуре с высотных метеорологических комплексов, расположенных в черте города.

В нашем случае, для изучения структуры пограничного слоя в городе Алматы использованы данные, поступавшие с алматинской телебашни высотой около 500 метров за 1991-1995 годы. Эти данные были получены с помощью метеодатчиков, расположенных на высотах 850, 1080, 1124, 1206, 1241, 1260, 1334 метров над уровнем моря. При этом высота центральной части города над уровнем моря составляет 830-860 метров. Наблюдения велись в основные синоптические сроки за температурой, скоростью и направлением ветра, максимальным порывом ветра, относительной влажностью, явлениями погоды в срок и за последние три часа.

По данным измерений за 1991-1995 год для срединных месяцев сезона рассчитаны средние месячные значения температуры по высотам, на которых располагались метеодатчики, построены средние вертикальные профили распределения температуры в пограничном слое за все основные сроки наблюдений в январе, июле.

На рисунках 1 и 2 представлены средние за пять лет профили температуры для срединных месяцев зимнего и летнего сезонов. Здесь видно, что особенностью в распределении температуры в летний и зимний периоды является как бы разделение пограничного слоя атмосферы на два и более различных слоя. Другими словами, во все годы распределение температуры в измеряемом слое характеризовалось многослойностью. Выделяется нижний слой с большим суточным ходом температуры, верхний – с малым суточным ходом и переходной слой между ними.

Распределение температуры в январе за 1991-1995 годы (рис.1) показывает, что нижний слой атмосферы характеризуется большими значениями отрицательных градиентов. Этот слой протягивается от поверхности земли до высоты 1124 м. Толщина его составляет 274 м. Значения вертикального градиента температуры в нем варьирует от -0,74 до - 1,23 °C/100 м (табл.1). Далее наблюдается переходной слой между уровнями 1124 м и

1240 м, где отрицательные градиенты температур изменяются слабо, колеблясь в пределах $-0,24 - 0,74$ °C/100 м. Толщина этого слоя составляет 116 м. Начиная с высоты 1240 м и до наблюдаемого верхнего уровня измерений на высоте 1334 м, наблюдается падение температуры с градиентом равным $0,11$ °C/100 м.

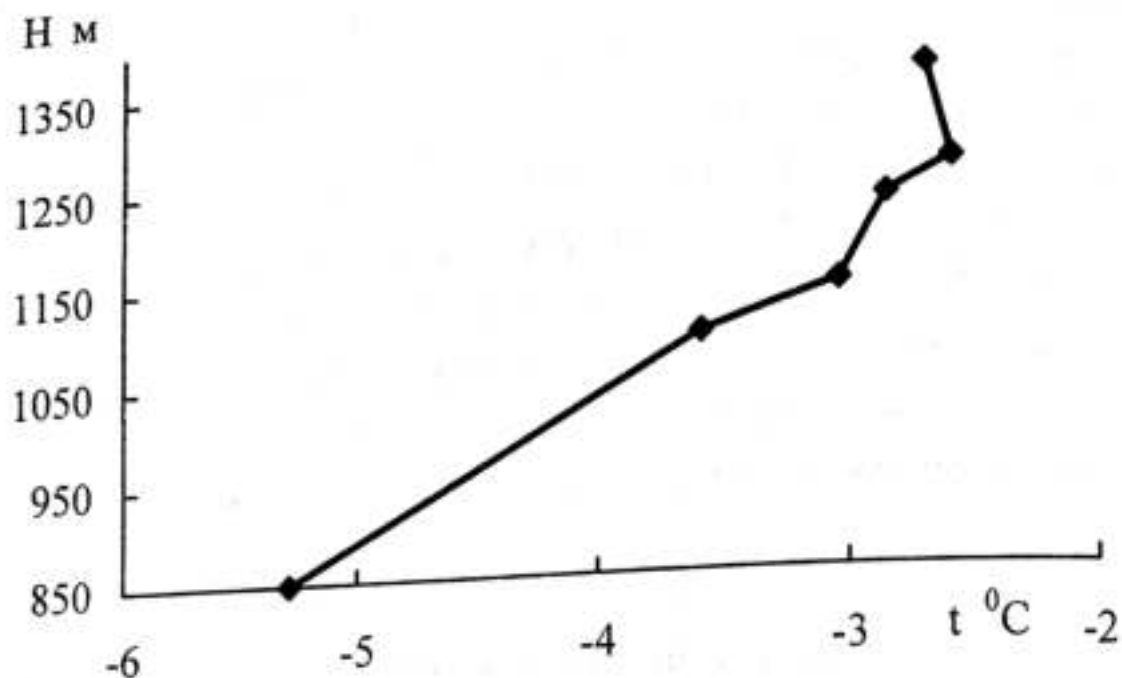


Рис.1. Вертикальное распределение температуры воздуха в январе 1991 – 1995 гг.

Таблица 1

Средние месячные температуры воздуха (°C) на высотах за период 1991-1995 годы и средние за пять лет в январе

Высота, м	Год					Среднее, °C	Градиент, °C/100м	Амплитуда, °C
	1991	1992	1993	1994	1995			
850	-5,1	-2,3	-4,7	-6,4	-8,0	-5,3		6,2
1080	-5,3	-0,7	-2,8	-4,2	-4,9	-3,6	-0,74	3,4
1124	-3,4	-0,7	-2,4	-3,8	-5,0	-3,0	-1,23	2,3
1206	-3,2	-0,6	-2,3	-3,4	-4,7	-2,9	-0,23	2,2
1241	-3,1	-0,5	-2,2	-3,0	-4,2	-2,6	-0,74	2,5
1334	-3,2	-0,8	-2,2	-2,9	-4,4	-2,7	0,11	2,3

В слое от поверхности земли до 1080 метров амплитуда температур изменяется в пределах $3,4 - 6,2$ °C, а в вышележащих слоях она варьирует око-

ло 2 °С (табл. 1). Средняя температура в январе изменяется от минус 5,5 °С до минус 2,5 °С от поверхности земли до верхней границы изучаемого слоя.

В июле наблюдается обратное январю распределение температуры воздуха с высотой (рис.2). Во всей исследуемой толще пограничного слоя наблюдается нормальный ход температуры, то есть вертикальный градиент температуры имеет положительные значения.

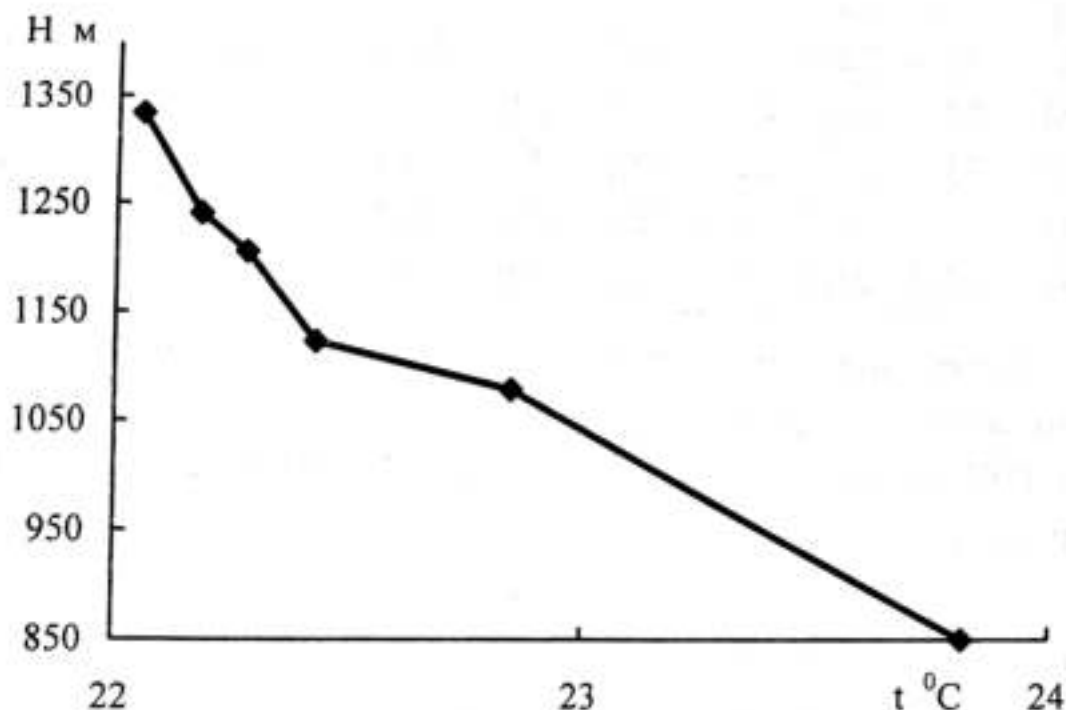


Рис.2. Вертикальное распределение температуры воздуха в июле 1991 – 1995 гг.

Но нижний 300-метровый слой (850 - 1124 м), аналогично зимнему периоду, опять-таки характеризуется большими значениями вертикального температурного градиента, но с положительными значениями, который изменяется 0,42 до 0,95 °С/100 м.

Средняя амплитуда температур на разных высотах больше в нижних слоях 850-1080 м, и меньше в вышележащих слоях 1080-1334 м почти не меняясь от слоя к слою. Так амплитуда равнялась 7,8 °С на нижнем уровне далее постепенно понижаясь до 2,1 °С на высоте 1334 м. Затем наблюдается слой с медленным понижением температуры, с градиентами 0,25 - 0,36 °С/100 м и 0,14 - 0,18 °С/100 м в апреле и июле соответственно. Такое распределение наблюдается до высоты, доступной наблюдению. Средние значения температуры в нижних и верхних слоях имеют различие примерно в 1,5 – 2,0 °С.

Средние месячные температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на высотах за период 1991-1995 годы и средние за пять лет в июле

Высота, м	Год					Среднее, $^{\circ}\text{C}$	Градиент, $^{\circ}\text{C}/100\text{м}$	Амплитуда, $^{\circ}\text{C}$
	1991	1992	1993	1994	1995			
850	24,9	23,5	22,9	23,9	23,8	23,8		9,2
1080	23,6	22,6	22,1	22,8	23,1	22,8	0,42	5,9
1124	23,3	22,2	21,9	22,6	22,0	22,4	0,95	4,0
1206	23,2	21,8	21,7	22,5	22,2	22,3	0,18	3,3
1241	23,2	21,7	21,6	22,4	22,0	22,2	0,28	3,2
1334	22,9	21,5	21,5	22,3	22,0	22,1	0,14	3,3

Однако, в отдельные годы возможны существенные отклонения от средних месячных профилей температуры за пятилетний период. Так, в январе 1991 температура слоя атмосферы 850-1080 м имела наиболее выраженный суточный ход.

Амплитуда суточного хода наибольшая на высоте 1080 метров и составляет 8°C , с максимумом минус $1,5^{\circ}\text{C}$ в 12 часов и минимумом в 03 часа на этой же высоте. Ниже этого уровня амплитуда медленно уменьшается, и минимум имеет место у поверхности земли. Наибольшие изменения температуры в сторону роста имеют место в период с 03 до 09 - 12 часов, составляя $2 - 5^{\circ}\text{C}$ за три часа, а в сторону понижения - с 12 до 21 часа составляя 3°C за три часа. Верхний, доступный наблюдению слой 1206 - 1334 м, характеризуется небольшим суточным ходом температуры. В период с 18 до 09 часов суточный ход температуры вообще невелик на всех уровнях этого слоя ($\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$) и только от 9 к 12 часам температура быстро повышается на $2,5^{\circ}\text{C}$ за три часа, оставаясь примерно такой же по величине и в срок 15 часов. Затем с 15 до 18 часов температура воздуха также быстро понижается на всех уровнях слоя ($\Delta t = 1,5^{\circ}\text{C}/3$ часа).

Вертикальные температурные градиенты в слое 1120-1344 м близки к изотермическим в течение всех суток и это наиболее характерный его признак (от минус $0,74$ до минус $0,23^{\circ}\text{C}/100$ м). Только в самой верхней его части вертикальные температурные градиенты проявляют тенденцию к переходу на небольшие положительные значения. В этой части слоя несколько увеличивается и амплитуда суточного хода температуры.

Для тонкого промежуточного слоя 1080-1124 м характерно очень быстрое уменьшение амплитуды суточного хода температуры с высотой, до $0,5 \text{ }^\circ\text{C/сутки}$. Большую часть суток вертикальные градиенты температуры имеют большие отрицательные значения до минус $7 - 10 \text{ }^\circ\text{C/100 м}$, и только в срок 09 и 12 ч они положительные ($0 - 1 \text{ }^\circ\text{C/100 м}$). Слой является переходным от нижнего, характеризующегося большой амплитудой суточного хода температуры с положительным градиентом, к верхнему – с малым суточным ходом и изотермическими градиентами. Соответственно, вертикальные градиенты температуры были неустойчивыми в течение суток, изменяясь до больших положительных в период от 15 до 03 ч и до отрицательных в остальные сроки, то есть в 06 - 12 ч. Самые большие по абсолютной величине отрицательные градиенты температуры в этом слое имели место в срок 03 ч, достигая минус $10,5 \text{ }^\circ\text{C/100 м}$ за три часа, а в сторону положительных градиентов наибольшие изменения имели место в период между 12 и 18 ч $1 \text{ }^\circ\text{C/100 м}$ за три часа.

Сроки 06 и 15 ч местного времени в этом месяце являются своего рода переходными сроками между нормальным и инверсионным распределением температуры в нижнем 200-метровом слое (рис.3).

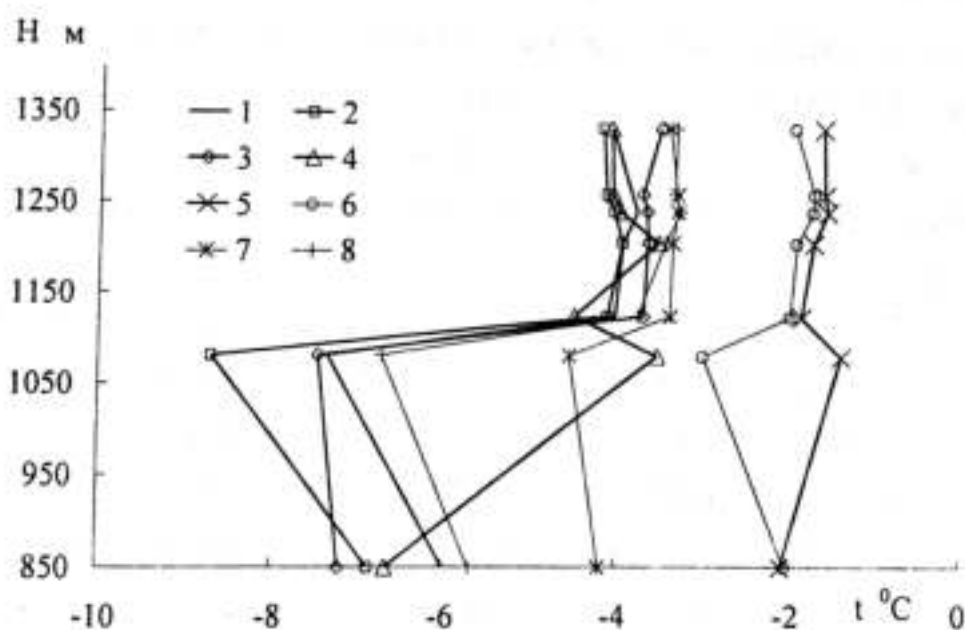


Рис. 3. Распределение температуры по срокам в январе 1991 года.

1 – срок 00; 2 – срок 03; 3 – срок 06; 4 – срок 09; 5 – срок 12; 6 – срок 15;
7 – срок 18; 8 – срок 21 час.

То есть именно в эти сроки наблюдается изотермическое распределение температуры от поверхности земли и резкое её повышение до высоты 1080 метров, которая выше приобретает вновь изотермический характер. Но, в 06 ча-

сов приподнятая инверсия главно переходит в приземную, а в срок 15 часов происходит смена приземной инверсии в приподнятую (рис.3).

В среднем за месяц повторяемость инверсий была высокая. Так, интенсивность инверсий в сроки 00, 03, 06, 09, 18, 21 часов была намного выше по сравнению с интенсивностью в сроки 12 и 15 часов (рис.3), что обусловлено более значимым потоком радиации в дневные часы и, как следствие, разрушением слоя инверсии.

Среднемесячные значения температуры воздуха в январе у поверхности земли были от минус 2 °С в дневное время и до минус 9 °С в ночные часы. В целом за месяц средняя интенсивность инверсии составляла 1 – 3 °С – в дневное время и 5 – 6 °С – в утренние и ночные часы.

В целом по всей территории города при значительной повторяемости безветренной погоды и интенсивного выхолаживания создаются условия для развития процессов аккумуляции вредных продуктов. Поэтому зимний период, с точки зрения гигиены атмосферного воздуха, является самым неблагоприятным. Опасность подобных ситуаций усиливается из-за крайней инертности зимних атмосферных процессов. Если приземный слой достаточно устойчив, слой аэрозоля образует довольно резко выраженную верхнюю границу. Тогда днем и вечером вследствие поглощения солнечной радиации в зоне верхней границы аэрозольного слоя возникает инверсия. Вероятность возникновения приподнятых инверсий велика в дневное время и даже вечером, но ночью и утром они не характерны, особенно летом. Зимой, приподнятые инверсии могут иметь фронтальное происхождение, и к тому же при низком стоянии солнца поглощение солнечной радиации не должно быть велико. Средняя высота нижней границы таких инверсий порядка 1 км от уровня земли, летом больше, чем зимой. Это значит, что зимой аэрозоль аккумулируется в нижних слоях, летом занимает более мощные слои, а, следовательно, и концентрация загрязняющих веществ у земли зимой больше, чем летом. Зимой барические градиенты несколько занижены за счет орографического антициклогенеза, застаивания притекающих с севера масс и развития вдоль горных систем инверсий, которые придают устойчивость приземным слоям атмосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко В.Н., Павленко С.В., Шнайрман В.А.. Закономерности турбулентного обмена в нижнем 300-метровом слое по данным вы-

- сотной метеорологической мачты. //Тр. ИЭМ. - 1987. - Вып. 41(126). - С. 77 - 91.
2. Вдовин Б.И., Горчиев А.А. Типовые профили температуры в нижнем километровом слое атмосферы над Ашперонским полуостровом. //Тр. ГГО. - 1969. - Вып. 238. - С. 195 - 200.
 3. Гельмгольц Н.Ф. Горно-долинная циркуляция северных склонов Тянь-Шаня. - Л., Гидрометеиздат, 1963. - 328 с.
 4. Климат Алма-Аты / Под ред. Х.А. Ахмеджанова, Ц.А. Швер. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 266 с.
 5. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие /Под ред. Безуглой Э.Ю. и Берлянда М.Е.. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 328 с.
 6. Назаренко А.В.. Эффективность инверсий температуры и их влияние на загрязнение атмосферы //Тр. ГГО. - 1991. - Вып 543. - С. 86-96
 7. Неронова Л.М., Кошелькова Г.А., Кузнецова И.Н. Опыт использования метеорологических данных высотных башен и мачт для диагноза и прогноза высоты слоя перемешивания. //Тр. ГГО. - 1986. - Вып. 276. - С. 69 - 74.
 8. Савельева Т.А., Хачатурова Л.М.. Характеристики интенсивных инверсий температуры по измерениям на высотной метеорологической мачте. //Тр. ИЭМ. - 1987. - Вып. 41(126). - С.71- 77.

Гидрометцентр РГП "Казгидромет"

**ТЕЛЕМҰНАРА МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША 1991-1995
ЖЫЛДАРДАҒЫ ҚАНТАР ЖӘНЕ ШІЛДЕ АЙЛАРЫНДАҒЫ
ТЕМПЕРАТУРА БИІТІГІНІҢ ТАРАЛУЫ БОЙЫНША
КЛИМАТТЫҚ ЕРЕКШІКЛІКТЕРІ**

А.Б. Калелова

Бұл мақалада Алматы қаласының жерге жақын қабатарындағы температураның таралу ерекшеліктері қаралыстырылған. Ол ерекшеліктер алматы теледидар мұнарасында орналасқан аспаптар бойынша өлшенген метеорологиялық параметрлар анықталған. Бұл мәліметтер 1991-1995 жылдарында қантар және шілде айлары бойынша анықталған. Температура орташа айлық мәндері есептеліп сол мәндер бойынша температураның вертикальді таралу кестесі салынды.