

УДК 551.521.17

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ПО ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Е.Е. Петрова

В статье рассматриваются некоторые статистические характеристики относительной влажности воздуха и особенности их распределения по территории Казахстана за период 1971...2000 гг. Приводится оценка изменения относительной влажности воздуха за период 1971...2008 гг.

Нижний слой атмосферы представляет собой механическую смесь нескольких газов, состав которых можно рассматривать как постоянный. Из постоянных составных частей атмосферы 78 % составляет азот, 20,95 % – кислород, 0,93 % – аргон. На долю остальных газов (CO₂, Ne, He, Kr, H₂, Xe, O₃) приходится примерно 0,04 %. К непостоянным составным частям тропосферы относят воду, которая может присутствовать в трех агрегатных состояниях (твердом, жидком и газообразном), а также определенное количество взвешенных частиц (пыль, пепел, сажа и т.д.). Вода в первом агрегатном состоянии при низких температурах содержится в облаках в виде кристаллических частиц или полных кристаллов, во втором состоянии – в форме микроскопически маленьких капелек в облаках и тумане или в виде дождевых капель большого размера. Третье агрегатное состояние воды – водяной пар, который может быть насыщенным или ненасыщенным [3].

Содержание водяного пара в атмосфере оценивается с помощью характеристик влажности воздуха, или гигрометрических величин, к которым относятся: давление водяного пара, абсолютная и относительная влажность, массовая доля водяного пара, отношение смеси, точка росы и дефицит давления водяного пара.

Наблюдения за характеристиками влажности воздуха проводят на метеорологических станциях каждые 3 часа. Относительную влажность воздуха измеряют с помощью волосяного гигрометра, парциальное давление водяного пара рассчитывают по психрометрическому методу. Остальные характеристики влажности – дефицит точки росы и давление, абсо-

лютная влажность воздуха рассчитываются по эмпирическим формулам и вспомогательным таблицам [4].

Наиболее употребительными метеорологическими характеристиками влажности воздуха являются относительная влажность и парциальное давление водяного пара, которые характеризуют степень насыщенности воздуха водяным паром. Данная работа посвящена исследованию пространственно-временных особенностей распределения относительной влажности воздуха по территории Казахстана. В качестве исходных данных в работе были использованы среднемесячные значения относительной влажности воздуха более 80 метеостанций Казахстана (рис. 1) за период 1971...2008 гг.

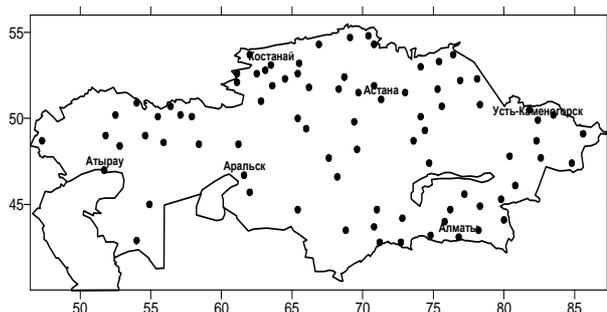


Рис 1. – Схема метеостанций Казахстана, данные которых использовались в работе.

Глубоко континентальное расположение Казахстана, определённый характер ландшафтов, растительности, почв, речного стока и прочих элементов физико-географической среды создают своеобразные условия распределения относительной влажности воздуха по территории. Распределение многолетних значений относительной влажности воздуха по территории Казахстана, осреднённых за год и за центральные месяцы сезонов, представлено на картах (рис. 2).

Среднегодовые значения относительной влажности воздуха по территории Казахстана колеблются от 55 до 70 % и увеличиваются с юга на север (рис. 2). В предгорных и горных районах Казахстана, а также вблизи крупных водоёмов (Каспийское и Аральское моря) относительная влажность возрастает до 60...65 %. В пустынных районах юга Казахстана уменьшается до 55 %. В январе поле значений относительной влажности практически однородно и колеблется от 70 до 80 %. В апреле пространственное распределение относительной влажности приобретает зональный характер, сходный с распределением температуры воздуха. В северной половине Казахстана и в горных районах значения равны 60...70 %. На остальной территории лежат в пределах

51...55 %. В июле общий зональный характер распределения влажности сохраняется, но значения значительно уменьшаются, достигая минимума (меньше 40 %) в южных районах Казахстана. На севере Казахстана и в горных районах относительная влажность воздуха составляет 50...65 %. В октябре поле относительной влажности практически полностью совпадает с полем распределения среднегодовых значений.

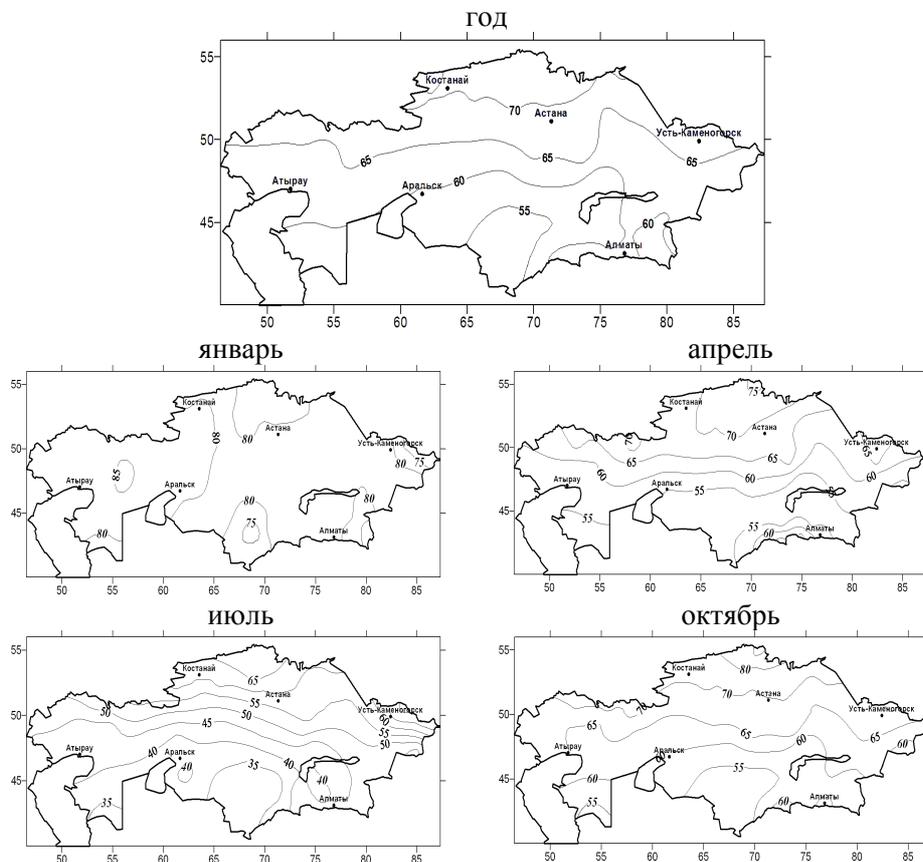


Рис. 2. Распределение среднегодовой и среднемесячной относительной влажности воздуха (%) по территории Казахстана.

Для всех приведённых выше карт по формуле (1) была вычислена ошибка средней или ошибка репрезентативности [5]:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение, n – количество лет (в данном случае $n = 30$).

Ошибка вычисления среднегодовых значений относительной влажности воздуха по территории Казахстана лежит в пределах 0,3...0,9 %.

рассматривать отдельно по месяцам, то в январе колеблется от 0,5 до 1,3 %, в апреле и июле – от 0,8 до 1,8 %, в октябре – от 0,9 до 1,8 %.

Годовой ход относительной влажности на территории Казахстана. Выявлены три зоны, отличные друг от друга по распределению внутригодового хода относительной влажности воздуха. Для первой зоны, занимающей северные области Казахстана (Кустанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская, Павлодарская), в годовом ходе характерно увеличение значений относительной влажности воздуха с июля до конца марта и уменьшение значений с апреля по июль. Максимум относительной влажности воздуха для первой зоны приходится на период ноябрь – март ($\approx 80\%$), а минимум – на май – июнь ($\approx 50\ldots 55\%$). Для второй, высокогорной зоны (более 800 м) Казахской части Алтая, занимающей крайние северные районы Восточно-Казахстанской области, нет ярко выраженного годового хода. Во все месяцы года влажность воздуха здесь лежит в пределах 60...70 %. Для третьей, самой большой зоны, куда входит вся остальная территория Казахстана, в годовом ходе наблюдается увеличение значений относительной влажности воздуха с сентября и до конца февраля, а с марта по август уменьшение. Максимум относительной влажности воздуха для третьей зоны наблюдается зимой ($\approx 80\%$), а минимум летом (30...50 %).

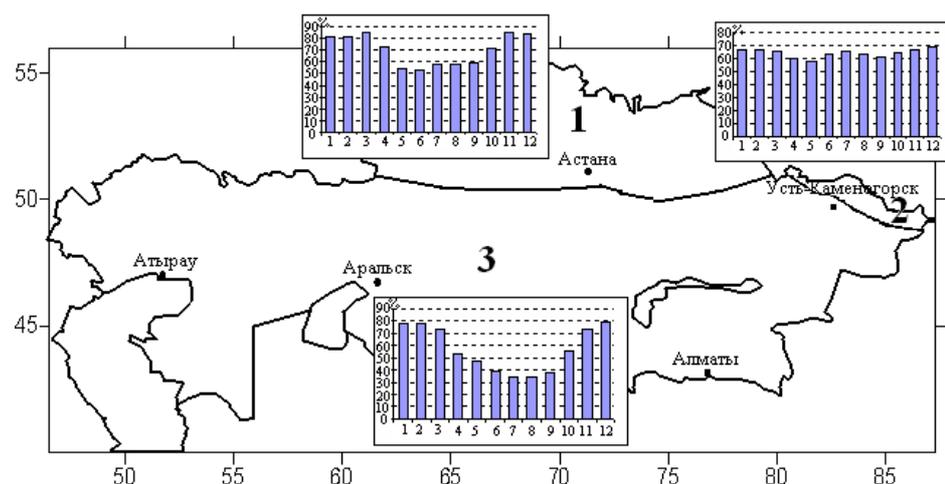


Рис. 3. Карта-схема распределения внутригодового хода относительной влажности воздуха по зонам в Казахстане.

Анализ среднемесячных значений относительной влажности воздуха показал, что максимальные значения могут колебаться в отдельные месяцы холодного периода от 86 до 100 %. А минимальные могут достигать очень низких значений, равных 18...25 % на юге Казахстана и 36...48 % на севере.

Оценка изменения относительной влажности воздуха проводилась за период 1971...2008 гг. При этом, в качестве меры интенсивности изменений относительной влажности воздуха за указанный интервал времени использовался коэффициент линейного тренда, определённый по методу наименьших квадратов и характеризующий среднюю скорость изменения исследуемой переменной. Все полученные тренды проверялись на значимость с помощью критерия Фишера при 5 % уровне значимости [1, 2]. На рис. 4 представлены карты пространственного распределения коэффициентов линейного тренда относительной влажности воздуха, средней за год, холодный (ноябрь – март) и тёплый (апрель – октябрь) периоды. На картах хорошо видно, что изменения происходили неравномерно по территории. Среднегодовые значения относительной влажности воздуха уменьшались каждые 10 лет в среднем на 0,5...1 % в западном Казахстане, пустынных районах юга Казахстана и в Приертышском районе. На остальной территории наблюдалась незначительная тенденция увеличения, примерно на 1 % за 10 лет. Тренды являются статистически значимыми только на 45 % метеостанций.

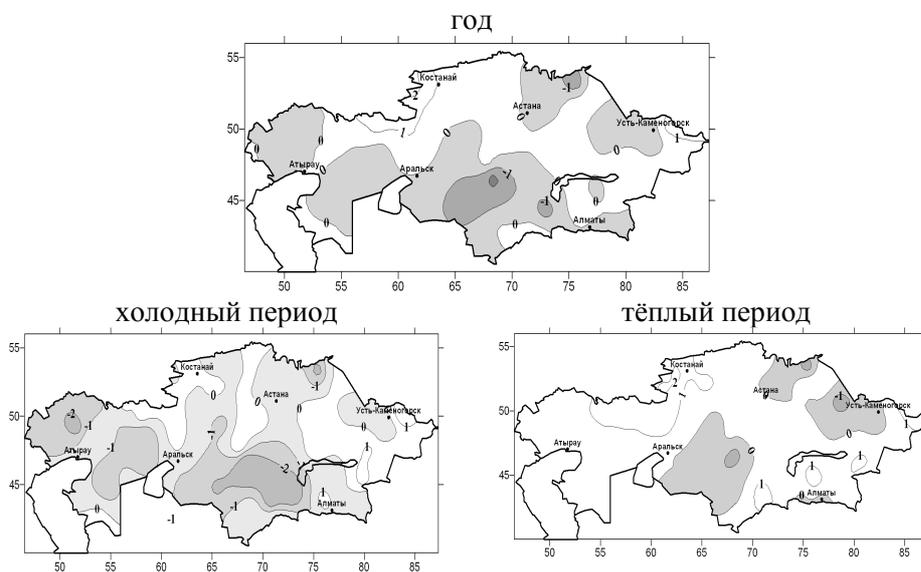


Рис. 4. Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда относительной влажности воздуха средних за год, холодный (ноябрь – март) и тёплый (апрель – октябрь) периоды (%/10 лет), рассчитанных за период 1971...2008 гг.

Наибольшими темпами уменьшение относительной влажности воздуха происходило в холодный период (ноябрь – март) – от 1 до 2 % каждые 10 лет, при этом на пустынном плато Бетпак-Дала это уменьшение составляло 2...3 %/10 лет. Тренды являются значимыми на 40 % метеостанций.

В тёплый период (апрель – октябрь) на большей части территории Казахстана наблюдалась тенденция увеличения относительной влажности воздуха – в среднем на 0,5...1,5 % каждые 10 лет. Исключение составляют отдельные локальные районы южного, западного и восточного Казахстана, где относительная влажность уменьшалась на 0,5...1 % каждые 10 лет. Тренды являются значимыми на 35 % метеостанций.

Ошибка расчета коэффициента линейного тренда по территории Казахстана для среднегодовых значений составляет $\pm 0,2...0,7\%/10$ лет, для средних за холодный период – $\pm 0,3...0,8\%/10$ лет и для средних за тёплый период – $\pm 0,3...1,0\%/10$ лет.

Обобщая вышеизложенные материалы можно сделать следующие выводы:

1. Во все месяцы года, исключая зимний период, относительная влажность по территории Казахстана распределяется зонально, уменьшаясь с севера на юг. В зимний период поле значений практически однородно и уменьшается с запада на восток от 80 до 70 %.
2. В годовом ходе минимальные значения относительной влажности воздуха практически на всей территории Казахстана приходятся на летний период – от 30 до 50 %, а максимальные характерны для зимнего – 70...80 %. Исключение составляет высокогорная зона (более 800 м) казахстанской части Алтая, где нет ярко выраженного годового хода (60...70 % во все месяцы года).
3. В целом по территории Казахстана изменения относительной влажности воздуха за период 1971-2008 гг. были незначительны – в пределах $\pm 1\%$ за 10 лет. Исключение составляет территория пустынного плато Бетпак-Дала, где уменьшение относительной влажности воздуха в холодный период составляло 2...3 %/10 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давлетгалиев С.К. Математические методы обработки гидрологических данных: Учебное пособие.– Алматы: Қазақ университеті, 1998. – 166 с.
2. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel // Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы: Учебник. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 778 с.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Ч. I – Алматы: 2002.

5. Чичасов Г.Н. Численные методы обработки и анализа информации. – Алматы: 1995. – 108 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

**ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫ БОЙЫНША АУА САЛЫСТЫРМАЛЫ
ЫЛҒАЛДЫҒЫНЫҢ КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТТЫҚ ТАРАЛУ
КЛИМАТТЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Е.Е. Петрова

Мақалада 1971...2000 жылдар кезеңінде ауа салыстырмалы ылғалдылығының статистикалық сипаттамасы және олардың Қазақстан аумағы бойынша таралу ерекшелігі қарастырылады. 1971...2008 жылдар кезеңі бойынша ауа салыстырмалы ылғалдылығының өзгерісін бағалау жүргізіледі.