

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО"**

Кафедра метеорологии и климатологии

**Многолетняя изменчивость влажности воздуха  
на станции Саратов ЮВ в осенне-зимний период**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 411 группы

направление 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Темирова Виктора Вениаминовича

Научный руководитель,

доцент, к.г.н.,

\_\_\_\_\_

Г.Ф. Иванова

Заведующий кафедрой,

д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

М.Б. Богданов

Саратов 2016

**Введение.** Влажность воздуха наряду с температурой воздуха и атмосферным давлением является одной из наиболее существенных характеристик погоды и климата. Водяной пар является важной составляющей атмосферного воздуха. В среднем до 23% солнечной радиации, поступающей на поверхность Земли, затрачивается на испарение воды с океанов, морей и суши. Часть испарившейся влаги конденсируется над океаном, образуя облака, порождающие осадки, и возвращается в океан. Остальной водяной пар переносится воздушными течениями в глубь материков, где также выпадает в виде жидких или твердых осадков. Вода, содержащаяся в атмосфере и почве во всех видах, входит в число важнейших природных ресурсов. Характеристики влажности воздуха имеют большое научное и практическое значение, особенно для агрометеорологии, строительства и для некоторых технологических процессов. Также влажность воздуха оказывает значительное влияние на самочувствие и здоровье человека.

Содержание влаги в воздухе и его изменения зависят от количества водяного пара, поступающего в атмосферу вследствие испарения с подстилающей поверхности, а также от циркуляции атмосферы, приносящей более сухие или более влажные воздушные массы. Отслеживание изменений характеристик влажности воздуха, их сезонного и годового хода становятся особенно важными в связи с глобальным потеплением, которое, как предполагается, будет оказывать все более существенное влияние на погоду и климат.

В этой работе представлены данные, характеризующие климатический режим и многолетнюю изменчивость влажности воздуха на станции Саратов Юго-Восток в осенне-зимний период.

Целью этой работы является изучение климатического режима относительной влажности воздуха и ее изменчивости на станции Саратов Юго-Восток в осенне-зимний период.

Задачи данной работы:

1. Расчет и анализ статистических характеристик относительной влажности воздуха в осенне-зимний период на станции Саратов ЮВ.

2. Изучение суточного и сезонного хода относительной влажности воздуха в осенне-зимний период.

3. Изучение многолетней изменчивости относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ с использованием линейных трендов и климатических норм.

В данной бакалаврской работе были использованы данные относительной влажности воздуха по станции Саратов Юго-Восток с 1971 по 2002 гг. для осеннего периода и с 1938 по 2002 гг. для зимнего периода.

Структура бакалаврской работы включает в себя три основных раздела:

1 Влажность воздуха.

2 Влажность воздуха и ее изменчивость на станции Саратов ЮВ в осенний период.

3 Влажность воздуха и ее изменчивость на станции Саратов ЮВ в зимний период.

**Влажность воздуха.** Влажность воздуха – это величина, характеризующая содержание водяного пара в атмосферном воздухе. Она является одной из наиболее существенных метеорологических характеристик.

Среди основных характеристик влажности воздуха можно выделить такие величины, как парциальное давление (или упругость) водяного пара, абсолютная влажность, относительная влажность, удельная влажность, дефицит влажности, температура точки росы.

Атмосферный воздух у земной поверхности, как правило, является влажным. Это означает, что в его состав наряду с другими газами входит водяной пар, то есть вода в газообразном состоянии. Содержание водяного

пара в атмосферном воздухе может меняться в значительных пределах, в отличие от других составных частей воздуха. Оно может принимать значения от сотых долей процента до нескольких процентов. Это объясняется тем, что при существующих в атмосфере условиях водяной пар может переходить в жидкое и твердое состояние, или, наоборот, может поступать в атмосферу вследствие испарения с земной поверхности.

Водяной пар, испаряясь с водных поверхностей и влажной почвы, поступает в атмосферу в различных количествах в зависимости от времени и местных условий. От земной поверхности водяной пар распространяется вверх, а воздушными течениями переносится из одних мест Земли в другие.

С водяным паром, находящимся в воздухе, а также с его переходами из газообразного состояния в жидкое и твердое непосредственно связаны важнейшие процессы погоды и особенности климата. Наличие в атмосферном воздухе водяного пара значительно сказывается на тепловых условиях атмосферы и земной поверхности.

Влажность воздуха имеет большое значение для многих технологических процессов и сельского хозяйства, а также для здоровья и жизнедеятельности человека.

**Характеристики влажности воздуха.** Влажность воздуха зависит в первую очередь от количества водяного пара, поступающего в атмосферу путем испарения с земной поверхности. Естественно, что над океанами она больше, чем над материками, так как испарение с поверхности океана не ограничено запасами воды. В то же время в каждом конкретном месте влажность воздуха зависит от атмосферной циркуляции, потому что воздушные течения приносят в данный район более влажные или более сухие воздушные массы из других районов Земли [2].

Для количественного выражения содержания водяного пара в атмосфере используют различные характеристики влажности воздуха. К основным из них можно отнести парциальное давление водяного пара,

абсолютную и относительную влажность, массовую долю водяного пара, точку росы, отношение смеси и дефицит насыщения [1].

Парциальное давление водяного пара является основной и наиболее употребительной характеристикой влажности воздуха. Оно пропорционально его плотности и абсолютной температуре. Парциальное давление выражается в тех же характеристиках, что и давление воздуха, то есть в гектопаскалях. Давление водяного пара в состоянии насыщения называют давлением насыщенного водяного пара, давлением насыщения. Оно равно максимальному значению парциального давления, возможному при данной температуре.

Кроме парциального давления используются также такие характеристики влажности воздуха, как абсолютная влажность, выражающаяся в  $\text{г/м}^3$ , относительная влажность (%), массовая доля водяного пара (‰), температура точки росы ( $^{\circ}\text{C}$ ), отношение смеси и дефицит насыщения (гПа).

**Методы и приборы для измерения влажности воздуха.** В приземных условиях влажность воздуха удобнее всего определять с помощью психрометрического метода. Он состоит из использования показаний двух термометров - сухого и смоченного. Испарение воды с поверхности резервуара смоченного термометра понижает его температуру по сравнению с температурой сухого термометра. Чем больше это понижение, тем больше дефицит насыщения. По разности температур сухого и смоченного термометров можно вычислить давление водяного пара и относительную влажность. При практических расчетах пользуются специальными психрометрическими таблицами. Значения давления насыщенного водяного пара в психрометрических таблицах всегда даются для плоской поверхности пресной воды. Для отрицательных температур дополнительно даются соответствующие значения относительно льда [3].

Для измерения влажности также применяют волосяной гигрометр [1], действие которого основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину при изменении относительной влажности. Это относительный прибор, который нужно градуировать по психрометру.

Принцип волосяного гигрометра применяется в самопишущих устройствах - гигрографах и метеорографах [3]. Для аэрологических наблюдений применяются также методы определения влажности воздуха по изменению гигроскопической органической пленки или по химическим реакциям.

Существуют также и другие, менее распространенные методы измерения влажности воздуха, например, весовой и конденсационный.

**Суточный и годовой ход влажности воздуха.** Содержание водяного пара в воздухе у земной поверхности имеет суточный и годовой ход, в целом связанный с соответствующими периодическими изменениями температуры. Суточный ход давления пара лучше выражен в многолетних средних значениях, чем в значениях за отдельные дни, так же как и суточный ход температуры воздуха. Его амплитуда в средних широтах мала - весной и осенью она составляет 2-3 гПа, осенью и зимой - 1-2 гПа [1].

На море и в приморских областях на суше давление пара имеет простой суточный ход, параллельный суточному ходу температуры воздуха - влажность больше днем, когда температура выше. Такой же суточный ход наблюдается и в глубине материков в холодное время года [2].

Очевидно, что суточный ход относительной влажности зависит от суточного хода фактического давления пара и от суточного хода давления насыщенного пара, причем последнее находится в прямой зависимости от суточного хода температуры. Давление пара в течение суток меняется не очень значительно, зато гораздо резче меняется вместе с температурой давление насыщенного пара. Поэтому можно утверждать, что суточный ход относительной влажности с достаточным приближением обратен суточному

ходу температуры. Суточный минимум относительной влажности наблюдается в послеполуденные часы - во время суточного максимума температуры, а суточный максимум относительной влажности приходится на время около восхода солнца - время суточного минимума температуры.

Годовой ход давления пара параллелен годовому ходу температуры. Летом оно больше, а зимой меньше. Чаще всего самый жаркий и самый холодный месяцы года являются и месяцами с наибольшим и наименьшим давлением пара. Но порой экстремальные значения содержания пара запаздывают на месяц относительно экстремумов температуры [2].

**Влажность воздуха и ее изменчивость на станции Саратов ЮВ в осенне-зимний период.** Для определения многолетнего хода относительной влажности воздуха в данной бакалаврской работе были рассчитаны такие статистические характеристики, как среднемесячные значения относительной влажности воздуха, среднеквадратические отклонения, размах варьирования, коэффициент вариации, а также их ошибки, повторяемости различных градаций относительной влажности, коэффициенты линейного тренда и корреляции, отклонения расчетных среднемесячных значений от климатических норм.

Таблица 2.1 - Статистические характеристики средней месячной относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ в осенний период за 1971 - 2002 гг. (составлено автором)

Статистические характеристики	$X_{\text{ср}} \pm \sigma_x$ , %	$\sigma_x \pm \sigma_\sigma$ , %	$C_x \pm \sigma_c$	$X_{\text{max}}$ , %	$X_{\text{min}}$ , %	R, %
Сентябрь	$64 \pm 7,0$	$7,0 \pm 1,3$	$0,11 \pm 0,014$	77 (1990 г.)	50 (1998 г.)	27

Октябрь	$73 \pm 5,6$	$4,9 \pm 0,9$	$0,07 \pm 0,009$	81 (1980 г.)	63 (1988г.)	18
Ноябрь	$83 \pm 3,9$	$3,9 \pm 0,7$	$0,07 \pm 0,006$	91 (1981 г.)	77 (1999 г.)	14

Таблица 2.2 - Статистические характеристики средней месячной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ в зимний период за 1938 -2008 гг. (составлено автором)

Статистические характеристики	$X_{cp} \pm \sigma_x$ , %	$\sigma_x \pm \sigma_\sigma$ , %	$C_x \pm \sigma_c$	$X_{max}$ , %	$X_{min}$ , %	R, %
Декабрь	$84 \pm 4,7$	$4,7 \pm 0,4$	$0,06 \pm 0,006$	97 (1982 г.)	71 (1970 г.)	26
Январь	$82 \pm 5,1$	$5,1 \pm 0,5$	$0,06 \pm 0,005$	93 (1945 г.)	70 (1973 г.)	23
Февраль	$81 \pm 6,0$	$6,0 \pm 0,5$	$0,07 \pm 0,007$	92 (1999 г.)	70 (1986 г.)	22

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены следующие характеристики:  $X_{cp}$  – среднее месячное значение относительной влажности воздуха, среднее квадратическое отклонение  $\sigma_x$  и его ошибка  $\sigma_\sigma$ , коэффициент вариации  $C_x$ , максимальные и минимальные значения, размах варьирования R.



Таблица 2.3 - Сравнение среднемесячных значений относительной влажности на станции Саратов ЮВ с климатическими нормами по научно-прикладному справочнику в осенний период (составлено автором)

Период	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
Расчетные среднемесячные значения за период 1971 – 2002 гг, %	64	73	83
Климатические нормы по научно-прикладному справочнику за период 1936 – 1980 гг, % [11]	63	72	83
$\Delta$ , %	1	1	0

Таблица 2.4 - Сравнение среднемесячных значений относительной влажности на станции Саратов ЮВ с климатическими нормами по Научно-прикладному справочнику в осенний период (составлено автором)

Период	Декабрь	Январь	Февраль
Расчетные среднемесячные значения за период 1938-2002 гг, %	84	82	81

Климатические нормы по Науч.-прикл. справочнику за (1936-1980 гг. ), % [11]	85	82	81
$\Delta$ , %	-1	0	0

В таблицах 2.3 и 2.4 представлены сравнения расчетных средних многолетних значений относительной влажности в осенне-зимний период с климатическими нормами по Научно-прикладному справочнику.

**Заключение.** Анализ климатического режима относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ проводился по данным за период наблюдений с 1971 по 2002 год для осеннего сезона и с 1938 по 2002 год для зимнего сезона. По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Средняя месячная относительная влажность воздуха на станции Саратов ЮВ осенью изменяется от 64% в сентябре 73% в октябре и 83% в ноябре, а в зимние месяцы изменяется в значительно меньших пределах: от 81 % в феврале до 84 % в декабре, а в январе влажность составляет 82 %.

2. Среднеквадратическое отклонение в осенние месяцы изменяется от 4 до 7%, а во все месяцы зимы составляет 5-6 %, что свидетельствует о небольшом разбросе значений влажности воздуха от ее средней величины.

3. Размах варьирования, как разница между максимальными и минимальными значениями, в осенний сезон колеблется от 14 до 27%, а для зимних месяцев изменяется от 22% до 26% .

4. Коэффициент вариации во все осенние и зимние месяцы достаточно мал и составляет 0,06-0,11, что свидетельствует о существенно меньшем значении среднеквадратического отклонения относительно средней величины влажности воздуха.

5. Во все осенние и зимние месяцы в суточном ходе наибольших значений относительная влажность воздуха достигает в ночные и утренние

часы, а наименьших значений - днем. В сезонном ходе осенью наибольшие значения влажности воздуха - 83% - отмечаются в ноябре, а наименьшие (64%) - в сентябре, в октябре же средняя относительная влажность воздуха равна 73%; в зимнем сезоне максимум величин относительной влажности достигается в декабре (82-85%), в январе и декабре значение относительной влажности уменьшается: в январе – (80-84%), в феврале – (72-84%). Такая закономерность объясняется тем, что относительная влажность воздуха обратна ходу температуры воздуха.

6. Наибольшая повторяемость относительной влажности воздуха в осенние месяцы наблюдается в градациях 65-74% и 75-84% - 30-33 случая, в градациях 55-64% и 85-94% она составляет 15 и 11 случаев соответственно. Наиболее низкая повторяемость наблюдается в градации 45-55% - 4 случая. В зимние месяцы максимальная повторяемость приходится на градацию 81-86%, а наименьшая повторяемость (1-3 случая) отмечается в градации 92-97%. Повторяемость градаций 75-80% и 86-91% составляет 11-20 случаев, градации 69-74% - 1-8 случаев.

7. Коэффициенты линейного тренда в осенний сезон изменяются от 1,27 в сентябре до 0,8 в октябре и -1,16 в ноябре, а в зимний период составляют для декабря -0,46 в срок 01 час и -0,42 в срок 13 часов, для января -0,36 в срок 01 час и -0,82 в срок 13 часов, и для февраля -0,74 в срок 01 час и -0,89 в срок 13 часов.

8. Коэффициенты корреляции с температурой воздуха в осенний сезон имеют отрицательные значения в сентябре и октябре (-0,62 и -0,34 соответственно), и положительные значения в ноябре (0,31), а зимой 0,29 в декабре, 0,08 в январе и 0,29 в феврале. Коэффициенты корреляции с осадками изменяются от 0,59 в сентябре до 0,42 в октябре и 0,34 в ноябре в осенний сезон, и от 0,19 в декабре до 0,02 в январе и 0,29 в феврале в зимний сезон.

9. Отклонения среднемесячных значений от климатических норм в сентябре и октябре составило 1%, в декабре -1%, а в ноябре, январе и феврале относительная влажность воздуха осталась неизменной.

Таким образом, как показали исследования, ход относительной влажность воздуха обратна ходу температуры воздуха. Изменение относительной влажности воздуха от сезона к сезону или от года к году также обратно ходу температуры воздуха. Рассчитанные коэффициенты линейных трендов показывают, что значения относительной влажности в осенне-зимнем сезоне убывают во все месяцы, кроме сентября и октября.