

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

**Многолетняя изменчивость климатического режима влажности воздуха  
на станции Саратов ЮВ в летний период**

АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Студента 6 курса 621 группы  
специальности 020602 Метеорология  
географического факультета  
Малкова Алексея Викторовича

Научный руководитель,

доцент к.г.н., доцент

Г.Ф. Иванова

Заведующий кафедрой,

д.ф.-м.н

М.Б. Богданов

Саратов 2016

**Введение.** Водяной пар является одной из важнейших составных частей земной атмосферы. Он непрерывно поступает в атмосферу вследствие испарения воды с поверхности водоемов, почвы, снега, льда и растительного покрова. Поэтому изучение режима влажности воздуха и ее многолетней изменчивости является актуальной проблемой.

Целью настоящей дипломной работы являлось изучение режима влажности воздуха в летний период на станции Саратов ЮВ и ее многолетней изменчивости.

Задачами исследования являлось:

1. Изучение статистических характеристик парциального давления водяного пара, относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ и их изменчивости.

2. Изучение суточного и сезонного хода относительной влажности воздуха и парциального давления водяного пара на станции Саратов ЮВ.

3. Изучение изменчивости значений парциального давления водяного пара и относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ в летний период.

В дипломной работе использованы выборки парциального давления водяного пара на станции Саратов ЮВ с 1946 по 2002 год и относительной влажности воздуха в летний период с 1938 по 2002 год.

Дипломная работа состоит из введения, 3-х глав, заключения и списка используемой литературы.

Основными методами исследования являлись: статистический анализ, метод линейного тренда, оценка значимости на основе критерия Стьюдента.

**Влажность воздуха и её измерение. Климатический режим парциального давления водяного пара и его изменчивость на станции Саратов ЮВ в летний период. Климатический режим относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ в летний период и ее многолетняя изменчивость.**

**Основное содержание работы.** Влажностью воздуха называют содержание водяного пара в атмосфере. Водяной пар является весьма изменчивой составной частью воздуха. Влажность воздуха изменяется в зависимости от многих факторов, в том числе от физико-географических условий местности, времени года, суток.

Относительная влажность является важнейшей характеристикой, применяемой для оценки благоприятности условий произрастания сельскохозяйственных культур. При одной и той же упругости пара относительная влажность воздуха может быть весьма различной. При неизменной упругости водяного пара с понижением температуры относительная влажность увеличивается, а с повышением температуры уменьшается.

Для количественного выражения содержания водяного пара в атмосфере используют различные характеристики влажности воздуха. В работе изучался климатический режим парциального давления водяного пара  $e$  (гПа) – основной и наиболее употребительной характеристики влажности, и относительной влажности  $f$  (%), то есть отношение фактического давления пара к давлению насыщенного пара при данной температуре, выраженное в процентах.

В приземных условиях влажность воздуха удобнее всего определять психометрическим методом, т.е. по показаниям двух термометров – с сухим и со смоченным резервуаром (сухого и смоченного). По разности температур сухого и смоченного термометров вычисляют давление водяного пара и относительную влажность воздуха. Для практических расчетов служат психометрические таблицы. Для измерения влажности воздуха используют измерительные приборы - гигрометры. Существуют несколько видов гигрометров, но основные: волосной и психометрический.

В работе по исходному ряду значений парциального давления водяного пара на станции Саратов Юго-Восток за период с 1946 по 2002 годы были рассмотрены следующие статистические характеристики:

Таблица 2.1 – Статистические характеристики парциального давления водяного пара (гПа) на станции Саратов ЮВ за летний период с 1946 по 2002 гг. (составлено автором)

Характеристика	Июнь	Июль	Август	Лето
Среднее многолетнее значение	12,4±0,2	14,2±0,1	13,0±0,1	13,2±0,1
Среднее квадратическое отклонение	1,5±0,1	1,3±0,1	1,3±0,1	1,3±0,1
X <sub>мин</sub>	9,2	11,4	9,7	1,3
X <sub>макс</sub>	17,1	16,9	16,0	10,1
Коэффициент вариации	0,1±0,009	0,1±0,009	0,1±0,009	0,1±0,009
Размах варьирования	7,9	5,5	6,3	6,5

За летний сезон среднее значение парциального давления водяного пара меняется от 12,4 гПа до 14,2 гПа. Наибольшее значение парциального давления водяного пара наблюдается в июле, 14,2 гПа, а наименьшее значение - в июне 12,4 гПа и в августе 13,0 гПа. За весь летний сезон среднее многолетнее значение парциального давления составляет 13,2 гПа.

Наибольшее значение среднего квадратического отклонения наблюдается в июне 1,5 гПа, а наименьшее значение - в июле и в августе имеет одинаковые значения 1,3 гПа. В среднем за летний сезон среднее квадратическое отклонение составляет 1,3 гПа. Минимальное значение парциального давления водяного пара в летний период находится в пределах 9-11 гПа. Максимальное значение парциального давления находится в пределах 16-17 гПа. Наибольшая величина наблюдается в июне 17,1 гПа, а наименьшая величина – в июле 16,9 гПа и в августе 16,0 гПа. Наибольшее значение коэффициента вариации в июне и составляет 17,1 гПа, а

наименьшие значения вариации в июле 16,9 гПа и в августе 16,0 гПа. Коэффициенты вариации парциального давления водяного пара в летний сезон почти не меняются от месяца к месяцу и составляют 0,1 гПа.

На рисунке 2.1 показан сезонный ход парциального давления водяного пара в летний период.

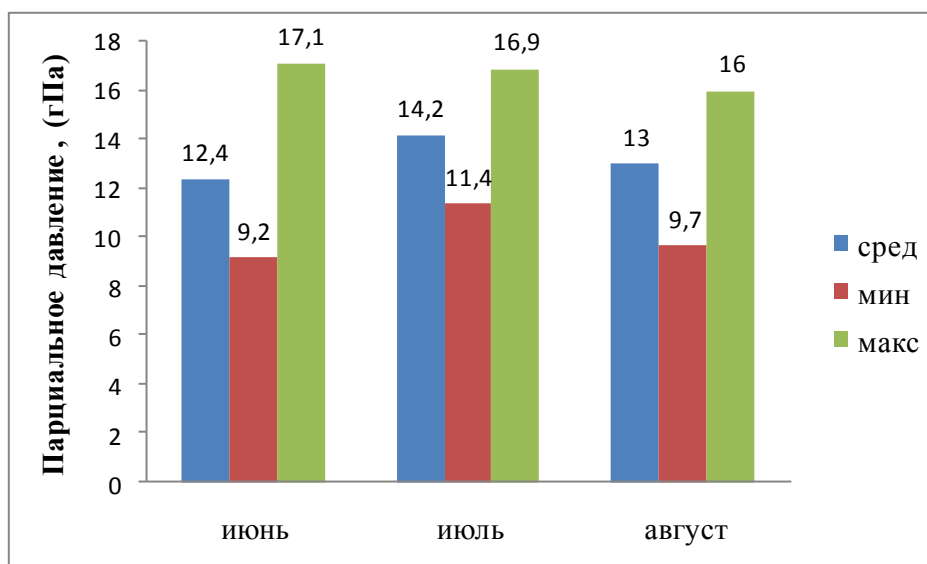


Рисунок 2.1 - Сезонный ход средних значений парциального давления водяного пара (гПа) на станции Саратов ЮВ в летний период (составлено автором)

Наибольшее среднее значение парциального давления водяного пара наблюдается в июле 14,2 гПа, а в июне и августе значение среднего имеет 12,4 гПа и 13,0 гПа соответственно. Самое низкое значение из минимальных величин парциального давления отмечается в июне – 9,2 гПа. В июле и августе минимальное значение составляет 11,4 гПа и 9,7 гПа соответственно. Наибольших величин максимальные значения парциального давления достигают в июле – 17,1 гПа. В июле и августе максимальные значения парциального давления составляет 16,9 гПа и 16,0 гПа соответственно.

Таблица 2.5 Значения коэффициентов  $b_1$ (гПа/10 лет) линейного тренда вида  $y = b_0 + b_1 \cdot x$  парциального давления водяного пара и значимость коэффициента  $b_1$  по критерию Стьюдента за летние месяцы с 1946 по 2002 гг. (составлено автором)

Месяц	Сроки	$b_1$ , гПа/ 10 лет	$t_{b_1}$	Значимость	Изменение за 56 лет
Июнь	1	0,34	3,16	Значим	1,90
	13	0,48	4,30	Значим	2,68
Июль	1	0,26	2,83	Значим	1,45
	13	0,38	3,76	Значим	2,12
Август	1	0,02	0,15	Не значим	0,11
	13	0,1	0,95	Не значим	0,56

Результаты рассчитанных коэффициентов линейных трендов показали, что в августе наблюдается уменьшение значений. Причем эти тенденции оказались не значимыми в оба срока наблюдений 13 и 01 часов. Коэффициенты линейного тренда оказались значимыми в июне и июле в дневные и ночные сроки, 13 и 01 часов. За 56 лет величина парциального давления водяного пара выросла в июне и июле на 2,1-2,6 гПа.

В таблице 3.1 приведены статистические характеристики распределения относительной влажности воздуха, полученные по четырем срокам наблюдений, в летний период с 1938 по 2002 годы.

Таблица 3.1 – Статистические характеристики относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ за летний период с 1938 по 2002 гг. (составлено автором)

Характеристика	Июнь	Июль	Август	Сезон
Среднее многолетнее значение, %	55,4±0,9	56,6±0,9	57,5±1,0	56,5±0,9
Среднее квадратическое отклонение, %	7,8±0,6	7,4±0,6	8,2±0,7	7,8±0,6
X <sub>мин.</sub> %	38 (1951 г)	40 (1972 г)	32 (1972 г)	38 (1972 г)
X <sub>макс.</sub> %	72 (1982 г)	72 (1976 г)	75 (1990 г)	71 (1990 г)
Коэффициент вариации	0,14±0,04	0,13±0,03	0,14±0,04	0,12±0,03
Размах варьирования, %	34	32	43	33

За летний сезон среднее значение относительной влажности воздуха меняется от 55,4 % до 57,5 %. Наименьшее значение относительной влажности воздуха наблюдается в июне, 55,4 %, а наибольшее значение относительной влажности воздуха наблюдается в августе, 57,5 %. В летний сезон среднее многолетнее значение относительной влажности воздуха составляет 56,5 %. Наибольшее значение среднего квадратического отклонения наблюдается в августе 8,2 %, а наименьшее значение наблюдается в июле 7,4 %. В среднем за летний сезон среднее квадратическое отклонение составляет 7,8 %. Минимум относительной влажности воздуха в летний сезон находится в пределах 32-40% (1951 г., 1972 г). Максимум относительной влажности воздуха почти не меняется от месяца к месяцу и составляет 72-75 % (1976 г, 1982 г. 1990 г.). Наибольшая

величина наблюдается в августе 75%, а наименьшая величина наблюдается в остальные месяцы и составляет 72%. Коэффициент вариации наибольшее значение составляет в июне и августе 0,14, а наименьшее значение составляет в июле 0,13.

На рисунке 3.4 показан сезонный ход относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ в летний период.

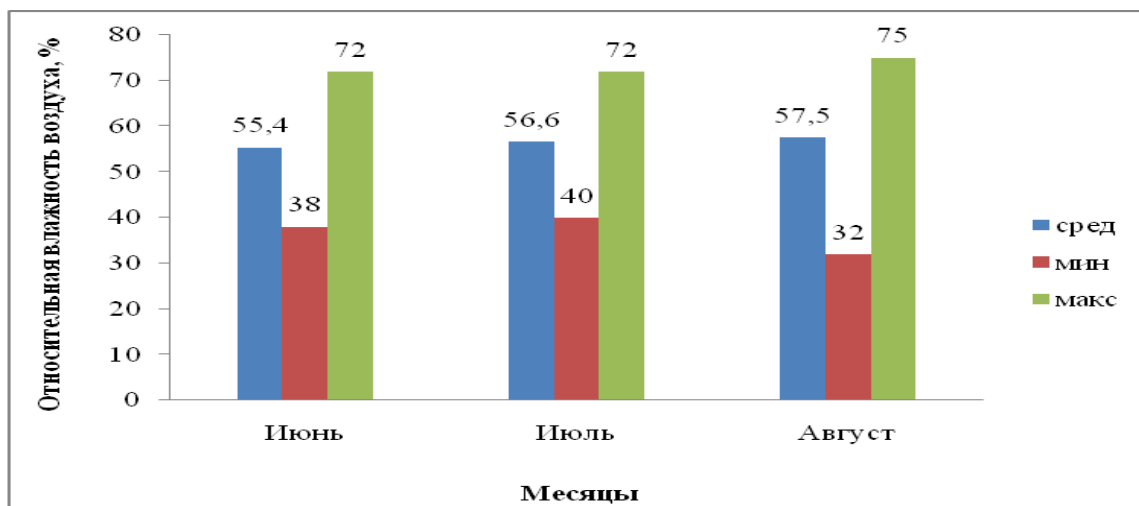


Рисунок 3.4 - Сезонный ход относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ в летний период (составлено автором)

Наибольшее среднее значение относительной влажности воздуха наблюдается в августе 57,5%, а в июне и июле значение среднего имеет 55,4% и 56,6% соответственно. Самое низкое значение из минимальных величин относительной влажности воздуха отмечается в августе – 32%. В июне и июле минимальное значение составляет 38% и 40% соответственно. Наибольших величин максимальные значения относительной влажности воздуха достигают в августе – 75%. В июне и июле максимальные значения относительной влажности воздуха составляют одинаковые значения 72%.

Таблица 3.5 – Значения коэффициентов  $b_0$  и  $b_1$  линейного тренда вида  $y = b_0 + b_1 \cdot x$  количества относительной влажности воздуха и значимость



коэффициента  $b_1$  по критерию Стьюдента за летние месяцы с 1938 по 2002 гг. (составлено автором).

Месяц	Сроки	$b_1$ , %/ 10 лет	$tb_1$	Значимость	Изменение за 65 лет
Июнь	1	0,08	0,33	Не значим	0,52
	7	0,23	8,58	Значим	1,49
	13	0,16	4,95	Значим	1,04
	19	-0,07	-2,56	Значим	-0,45
Июль	1	-0,10	-3,57	Значим	-0,65
	7	0,15	5,11	Значим	0,97
	13	0,10	3,17	Значим	0,65
	19	-0,12	-3,89	Значим	0,78
Август	1	-0,06	-1,67	Значим	-0,39
	7	0,16	4,59	Значим	1,04
	13	0,12	3,93	Значим	0,78
	19	-0,15	-4,44	Значим	-0,97

Результаты рассчитанных линейных трендов показали, что во все месяцы летнего сезона наблюдается увеличение значений относительной влажности воздуха. Причем эти тенденции оказались значимыми во все сроки наблюдений: ночные, утренние, дневные и вечерние сроки; 1; 7; 13 и 19 часов (за исключением 1 час ночи в июне), коэффициент линейного тренда оказался незначимым. Величины значимого линейного тренда составляют 0,2-1,5%/10 лет в июне, июле и августе. Незначимый тренд в июне составил 0,08%/10 лет.

Таблица 3.6 – Сравнение климатических норм (%) среднемесячных значений относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ за летние месяцы с 1938 по 2002 гг. (составлено автором)

Месяц	Сроки	Исследуемый период (1938-2002 гг.)	Климатическая норма по справочнику (1936-1981 гг.)	$\Delta$
Июнь	1	64,1	54	10,1
	7	64,2	54	10,2
	13	44,5	54	-9,5
	19	48,8	54	-5,2
Июль	1	66,1	56	10,1
	7	66,6	56	10,6
	13	44,9	56	-11,1
	19	48,8	56	-7,2
Август	1	65,3	58	7,3
	7	68,9	58	10,9
	13	44,9	58	-13,1
	19	50,7	58	-7,3

В данной таблице мы можем наблюдать разницу значений табличных данных климатической нормы по справочнику и рассчитанных за период наблюдений с 1938 по 2002 годы. В усредненных данных справочника мы видим рост относительной влажности к концу летнего периода. А в рассчитанных данных, данные значения изменяются в сроки, например в ночные и утренние часы относительная влажность растёт, а в дневные и вечерние часы она существенно снижается. Что указывает на влияние атмосферных факторов на значения относительной влажности. О чём говорят существенные числовые значения табличных данных.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Влажность воздуха, прежде всего зависит от того, сколько водяного пара поступает в атмосферу путем испарения с земной поверхности. Над океаном испарение больше, чем над материками, так как оно не ограничено запасами воды. В то же время в каждом месте влажность воздуха зависит от атмосферной циркуляции: воздушные течения приносят в данный район воздушные массы, более влажные или более сухие, из других областей Земли, и для каждой температуры существует состояние насыщения, то есть существует некоторое предельное влагосодержание, которое не может быть превзойдено.

Мы описали зависимость влажности воздуха, прежде всего от того, сколько водяного пара поступает в атмосферу путем испарения с земной поверхности в данном районе.

Суточный ход относительной влажности зависит от суточного хода фактического парциального давления пара и от суточного хода давления насыщенного пара, но последний находится в прямой зависимости от суточного хода температуры.

Рассмотрены сравнения климатических норм среднемесячной относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ в летний период с 1938 по 2002 годы.

Сравнили климатические нормы (%) среднемесячных значений относительной влажности воздуха на станции Саратов ЮВ за летние месяцы с 1938 по 2002 гг. В усредненных данных справочника мы видим рост относительной влажности к концу летнего периода. А в рассчитанных данных, данные значения изменяются в сроки, например в ночные и утренние часы относительная влажность растёт, а в дневные и вечерние часы она существенно снижается. Что указывает на влияние атмосферных факторов на значения относительной влажности. О чём говорят существенные числовые значения табличных данных.

Проведенный анализ и выделение регионов с изменениями режима увлажнения, показали, что как избыточное, так и недостаточное увлажнение может иметь и положительные и отрицательные последствия. Так, уменьшение влажности почвы весной в районах достаточного и избыточного увлажнения совпадает с направленностью мелиоративных мероприятий в этих зонах, т.е. удалением избытков влаги в пере увлажненных регионах (что совпадает с прогнозируемым нами ростом влажности почвы при потеплении на 1 и 2°C на основе палеоклиматических сценариев). С этой точки зрения можно предполагать, что изменения ресурсов почвенной влаги могут иметь положительный эффект. Однако, на большей части ЕТР последние 40 лет наблюдается увеличение влажности, осадков и уменьшение глубины грунтовых вод весной и летом, что позволит, очевидно, избежать почвенных засух в весенне-летний период и обеспечить хорошую всхожесть посевов и развитие растений даже в годы с неустойчивыми атмосферными осадками.