

СТАТИСТИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВЛАЖНОСТЬЮ ВОЗДУХА
Жабелов С.Т.¹, Хоконов И.М.², Кадырова А.А.³, Ниязов И.А.⁴
Email: Zhabelov695@scientifictext.ru

¹Жабелов Самат Тахирович - магистрант;
²Хоконов Ислам Мухамедович - магистрант,
институт информатики, электроники и компьютерных технологий;
³Кадырова Альбина Аслановна - магистрант,
институт физики и математики;
⁴Ниязов Ильяс Алиевич - магистрант,
институт информатики, электроники и компьютерных технологий,
Кабардино-Балкарский государственный университет,
г. Нальчик

Аннотация: одной из ключевых позиций устойчивого развития экономики является возможность прогнозирования метеопараметров с целью сокращения совокупного ущерба от погодных аномалий. Решение этого вопроса невозможно без учета изменения природно-климатических факторов региона, а также ожидаемых погодных условий на предстоящий год. Происходящие в климатической системе процессы глобального потепления у поверхности земли, резкие перепады значений климатических характеристик оказывают существенное влияние на агропромышленное производство и другие отрасли экономики. В статье приведен комплексный анализ временных рядов многолетних метеорологических наблюдений влажности воздуха. На их основе разработан программный модуль для вычисления статистических характеристик на территории Кабардино-Балкарской Республики.

Ключевые слова: влажность воздуха, статические наблюдения, дисперсия, математическое ожидание.

STATISTICAL OBSERVATIONS OF AIR HUMIDITY
Zhabelov S.T.¹, Khokonov I.M.², Kadyrova A.A.³, Niyazov I.A.⁴

¹Zhabelov Samat Tahirovich - Master's Student;
²Khokonov Islam Mukhamedovich - Master's Student,
INSTITUTE OF INFORMATICS, ELECTRONICS AND COMPUTER TECHNOLOGY;
³Kadyrova Albina Aslanovna - Master's Student,
INSTITUTE OF PHYSICS AND MATHEMATICS;
⁴Niyazov Ilyas Aliyevich - Master's Student,
INSTITUTE OF INFORMATICS, ELECTRONICS AND COMPUTER TECHNOLOGY,
KABARDINO-BALKAR STATE UNIVERSITY,
NALCHIK

Abstract: one of the key positions of sustainable economic development is the ability to forecast weather parameters in order to reduce the total damage from weather anomalies. This issue cannot be resolved without taking into account changes in the region's natural and climatic factors, as well as expected weather conditions for the coming year. The processes of global warming occurring in the climate system near the earth's surface, as well as sharp changes in the values of climate characteristics, have a significant impact on agro-industrial production and other sectors of the economy. The article presents a comprehensive analysis of time series of long-term meteorological observations of air humidity. Based on them, a software module has been developed for calculating statistical characteristics on the territory of the Kabardino-Balkar Republic.

Keywords: air humidity, statistical observations, variance, mathematical expectation.

УДК 004.021

Во все времена климат постоянно оказывает существенное влияние на деятельность человека. Изучение изменений климата всегда способствовало развитию производительных сил и поддержанию благосостояния общества. Климат определяет условия протекания современных рельефообразующих процессов, развитие растительности и размещение животных. Изменение климата характеризуется разностью между некоторыми климатическими переменными для двух заданных интервалов времени [2]. Например, осадки являются главным лимитирующим фактором для земледелия в тропических и субтропических зонах.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на рост и развитие растений. Достаточное увлажнение в период интенсивного роста обеспечивает значительный прирост биомассы растений. Однако избыточно высокая влажность обуславливает крупноклеточное строение ткани растений, что приводит в дальнейшем к полеганию ряда зерновых культур и, как следствие, к уменьшению урожайности.

Для исследования климатических изменений на региональном уровне была взята территория Кабардино-Балкарской Республики, которая подразделена: предгорная зона – Нальчик и Баксан, степная зона – Прохладный и Терек.

Для анализа изменений метеопараметров в системе «приземный слой атмосферы – подстилающая поверхность» можно воспользоваться следующими методами: статистический, нормированного размаха (R/S-анализ), отклонения от климатической нормы, скользящих средних, спектрально-сингулярного разложения (SSA). Мы будем рассматривать статистический метод.

Статистический метод. Данный метод заключается в анализе статистических характеристик, которые определяются в два этапа. На первом этапе временные ряды значений метеопараметров разбиваются на три части и для каждой из них вычисляются статистические характеристики: среднее значение за рассматриваемый период (математическое ожидание), среднеквадратическое отклонение (дисперсия), коэффициенты асимметрии и эксцесса, минимальное и максимальное значения и их разброс [3]. На втором этапе эти же характеристики вычисляются и для случая, когда исходные временные ряды метеопараметров представлены в виде двух частичных рядов. Затем проводится анализ результатов расчетов. Такой подход позволяет исследовать трансформацию статистических характеристик временных рядов во времени [4].

Показатель Херста свидетельствует о том, что временной ряд первого квартала близок к нормальному распределению, а размах между максимальным и минимальным значениями является наибольшим.

Таблица 1. Средняя относительная влажность воздуха (%)

Временной ряд, годы	Среднее значение	Среднее квадрат отклонение	Асимметрия	Эксцесс	Минимальное значение	Максимальное значение	Разброс	Показатель Херсте
1966-1983	85,17	2,75	0,43	-0,44	81	91,3	10,3	0,81
1984-2001	85,21	2,79	-0,90	-0,03	79	88,3	9,3	0,64
2002-2019	83,36	3,32	-1,39	2,16	73,3	87	13,7	0,60
1966-1991	85,12	2,68	0,05	-0,17	79,3	91,3	12	0,70
1992-2019	84,04	3,35	-1,17	1,67	73,3	88,3	15	0,71
1966-2019	84,58	3,09	-0,85	1,80	73,3	91,3	18	0,70

Таблица 2. Средний дефицит влажности воздуха (мБ)

Временной ряд, годы	Среднее значение	Среднее квадрат отклонение	Асимметрия	Эксцесс	Минимальное значение	Максимальное значение	Разброс	Показатель Херсте
1966-1983	0,91	0,24	0,80	1,42	0,5	1,6	1,1	0,73
1984-2001	0,93	0,19	1,37	1,85	0,7	1,5	0,8	0,63
2002-2019	1,19	0,33	0,57	0,21	0,6	2	1,4	0,64
1966-1991	0,91	0,1	0,89	2,69	0,5	1,6	1,1	0,68
1992-2019	1,11	0,33	0,73	0,26	0,6	2	1,4	0,77
1966-2019	1,01	0,29	1,06	1,43	0,5	2	1,5	0,78

Рассматривая результаты расчета зимних значений средней относительной влажности воздуха в предгорной зоне, можно заметить, что от первого интервала ко второму происходит повышение на 0,04%, затем уменьшение на 1,85%. Среднеквадратическое отклонение и коэффициент эксцесса для обоих случаев стабильно возрастают от интервала к интервалу. А коэффициент асимметрии, минимальное и максимальное значения уменьшаются, а разброс сначала уменьшается на 1%, затем увеличивается на 4,4%. Это указывает на то, что интервал 1984 - 2001 гг. для метеопараметра более нестабилен. Значения коэффициентов асимметрии и эксцесса указывают на то, что временной ряд первого интервала является левосторонним плосковершинным, второго интервала – правосторонним плосковершинным, а третьего – правосторонним островершинным. Показатель Херста указывает на персистентность всех частичных временных рядов и ряда на всем времени упреждения. Во втором случае среднее значение метеопараметра снижается на 1,08%. Минимальное и максимальное значения уменьшаются разными темпами, а их разброс увеличивается.

Наблюдается увеличение среднего дефицита влажности воздуха от интервала к интервалу в обоих вариантах анализа, а все остальные статистические характеристики меняются необычно. На интервале 1984-2001 гг. такие характеристики, как среднеквадратическое отклонение, максимальное значение и разброс с минимальным значением очень малы, но при этом на последнем интервале достигают максимума [1]. Коэффициенты асимметрии и эксцесса характеризуют левостороннюю

островершинность, т.е. в первой половине каждого интервала график плотности b_5 распределения в окрестности моды имеет более острую и более высокую вершину, чем нормальная кривая. Показатель Херста находится в промежутке $[0,5:1]$, следовательно, поддерживается наблюдаемая тенденция, который характеризуется персистентностью, т.е. в будущем вероятно увеличение среднего дефицита влажности воздуха во все сезоны в окрестностях г. Нальчика. В случае второго варианта, кроме коэффициентов асимметрии и эксцесса, остальные статистические характеристики увеличиваются.

Для вычисления статических характеристик воспользуемся программным модулем и внесем значения временных рядов многолетних (1944 - 2015 гг.) метеорологических наблюдений относительной влажности воздуха и среднего дефицита влажности воздуха из таблиц 3, 4.

Таблица 1. Относительная влажность воздуха (МС), Прохладная

Годы	С								
1944	79,4	1959	79,4	1974	79,4	1989	77,4	2004	77,4
1945	77,2	1960	81,9	1975	74,5	1990	76,8	2005	77,2
1946	76,8	1961	79,4	1976	77,7	1991	79,2	2006	78,0
1947	78,9	1962	78,0	1977	79,0	1992	80,6	2007	78,8
1948	74,5	1963	80,6	1978	77,7	1993	77,8	2008	77,8
1949	76,3	1964	79,2	1979	75,9	1994	77,2	2009	76,8
1950	74,5	1965	77,4	1980	80,3	1995	78,3	2010	77,4
1951	76,6	1966	80,3	1981	79,7	1996	81,4	2011	75,7
1952	78,0	1967	79,7	1982	80,3	1997	78,0	2012	77,2
1953	75,7	1968	77,8	1983	76,8	1998	75,7	2013	78,8
1954	77,2	1969	77,2	1984	79,7	1999	77,4	2014	78,0
1955	77,2	1970	79,2	1985	78,3	2000	77,2	2015	79,7
1956	79,4	1971	77,7	1986	74,5	2001	78,0		
1957	72,9	1972	76,3	1987	80,3	2002	78,8		
1958	78,8	1973	77,4	1988	79,7	2003	79,7		

Таблица 2. Средний дефицит влажности воздуха (МС), Прохладная (мб)

Годы	С								
1944	4,8	1959	4,3	1974	4,4	1989	4,6	2004	4,6
1945	4,7	1960	4,0	1975	6,1	1990	4,9	2005	4,8
1946	4,9	1961	4,5	1976	4,5	1991	4,8	2006	4,4
1947	5,1	1962	5,2	1977	4,3	1992	3,7	2007	5,4
1948	5,8	1963	4,0	1978	4,3	1993	4,3	2008	5,2
1949	5,2	1964	4,3	1979	5,6	1994	5,0	2009	5,3
1950	5,8	1965	4,8	1980	4,5	1995	5,2	2010	4,6
1951	5,0	1966	4,7	1981	4,5	1996	4,7	2011	4,9
1952	4,9	1967	4,0	1982	4,0	1997	4,4	2012	4,5
1953	5,3	1968	4,9	1983	4,7	1998	6,1	2013	4,7
1954	5,6	1969	5,3	1984	4,4	1999	5,3	2014	4,4
1955	5,3	1970	4,6	1985	4,5	2000	5,4	2015	5,1
1956	4,4	1971	5,1	1986	5,5	2001	5,2		
1957	6,1	1972	5,5	1987	4,2	2002	4,6		
1958	4,3	1973	4,3	1988	3,7	2003	5,1		

По окончании выполнения программы (рис. 1) мы получили значения следующих статических характеристик: среднеарифметическое, среднеквадратическое отклонение, дисперсия, коэффициент вариации.

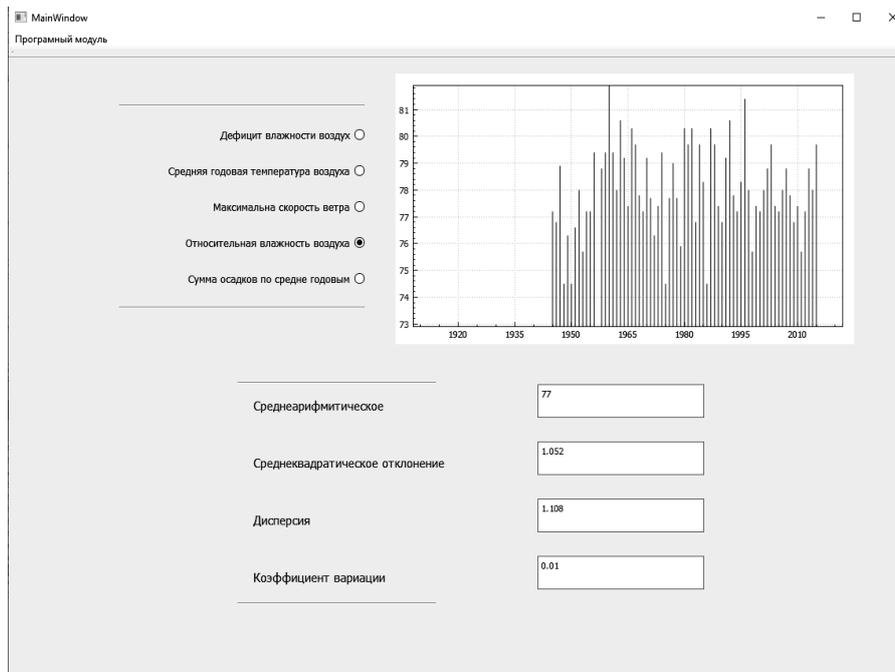


Рис. 1. Окно выполнения программы

Список литературы / References

1. Зыков С.В. Программирование. Объектно-ориентированный подход: учебник и практикум для академического бакалавриата / С.В. Зыков. М.: Издательство Юрайт, 2019. 155 с.
2. Трофимов В.В. Основы алгоритмизации и программирования: учебник для СПО / В.В. Трофимов, Т.А. Павловская; под ред. В.В. Трофимова. М.: Издательство Юрайт, 2019. 137 с.
3. Березин Ф.А. Лекции по статистической физике; МЦНМО. Москва, 2008. 200 с.
4. Крылов Н.С. Работы по обоснованию статистической физики; Едиториал УРСС. Москва, 2003. 210 с.