

STATIC ANALYSIS OF PRECIPITATION CHANGES
Zhabelov S.T.¹, Khokonov I.M.², Kadyrova A.A.³, Niyazov I.A.⁴ (Russian Federation)
Email: Zhabelov454@scientifictext.ru

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 wind. Based on them, a software module has been developed for calculating statistical characteristics on the territory of the Kabardino-Balkar Republic.

Keywords: wind, time series, asymmetry, static observations, variance, mathematical expectation.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ВЕТРА
Жабелов С.Т.¹, Хоконов И.М.², Кадырова А.А.³, Ниязов И.А.⁴ (Российская Федерация)

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 ветра. На их основе разработан программный модуль для вычисления статистических характеристик на территории Кабардино-Балкарской Республики.

Ключевые слова: ветер, временные ряды, асимметрия, статические наблюдения, дисперсия, математическое ожидание.

УДК 004.021

Ветры имеют большое значение в экосистеме нашей планеты. Они оказывают воздействие и на формирование рельефа, вызывая аккумуляцию эоловых отложений, формирующих различные виды грунтов. Они могут переносить пески и пыль из пустынь на большие расстояния. Ветры разносят семена растений и помогают передвижению летающих животных, что приводит к расширению разнообразия видов на новой территории. Связанные с ветром явления разнообразными способами влияют на живую природу. Ветер возникает в результате неравномерного распределения атмосферного давления, он направлен от зоны высокого давления к зоне низкого. Вследствие непрерывного изменения давления во времени и пространстве скорость и направление ветра также постоянно меняются. С высотой скорость ветра изменяется ввиду убывания силы трения [2].

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), среднееквадратическое отклонение (дисперсия), коэффициенты асимметрии и эксцесса, минимальное и максимальное значения и их разброс. 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 [1]. Такой подход позволяет исследовать трансформацию статистических характеристик временных рядов во времени.

Показатель Херста свидетельствует о том, что временной ряд первого квартала близок к нормальному распределению, а размах между максимальным и минимальным значениями является наибольшим [3].

Таблица 1. Суммарное количество Осадков (мм)

Временной ряд, годы	Среднее значение	Среднееквадратическое отклонение	Асимметрия	Эксцесс	Минимальное значение	Максимальное значение	Разброс	Показатель Херсте
1966-1983	17,5	2,75	0,08	0,31	12	24	12	0,82
1984-2001	22,17	3,25	0,53	0,17	16	30	14	0,74
2002-2019	20,33	2,85	1,12	1,33	16	28	12	0,62
1966-1991	18,59	3,14	0,14	0,05	12	26	14	0,86
1992-2019	21,41	3,33	0,84	0,28	16	30	14	0,77
1966-2019	20	3,53	0,46	0,56	12	30	18	0,85

Результаты анализа максимальной скорости ветра в летнее время указывают на то, что все статистические характеристики, за исключением коэффициента эксцесса, меняются одинаково: сначала увеличиваются, а затем уменьшаются. Среднее значение, коэффициент асимметрии, минимальное и максимальное значения резко возрастают, потом убывают меньшими темпами. Среднее значение возросло на 5,06 м/с с первого интервала к второму и уменьшилось на 1,31 м/с со второго к третьему. Такое резкое колебание приводит к тому, что, по показателю Херста, третий интервал является нестабильным, непредсказуемым, антиперсистентным, хотя в целом весь ряд на всем времени упреждения является стабильным, и степень персистентности высока. Коэффициент эксцесса на всех интервалах является отрицательным, что указывает на плосковершинность, т.е. на интервалах и во все время упреждения всплеск не наблюдается.

Поведение коэффициента асимметрии в летние сезоны для последних двух частичных рядов может свидетельствовать о том, что число дней с относительно сильным ветром еще какое-то время может увеличиваться, и, наоборот, возможна тенденция его уменьшения в зимние и весенние сезоны.

Результаты анализа годовой максимальной скорости ветра показывают, что наименьшее значение наблюдается на первом интервале, далее повышается на 4,67 м/с, а затем уменьшается на 1,84 м/с. Все остальные характеристики, за исключением коэффициентов асимметрии и эксцесса, меняются по такому же принципу. В случае второго варианта все характеристики повышаются. Показатель Херста указывает, что ряды всех интервалов и во времени являются персистентными.

Максимальной скорости ветра с порывами, как показывают графики, наиболее благоприятным является период с 1988 года, хотя показатель Херста немного уменьшается, но сохраняет характер персистентности и в среднем $H=0,84$;

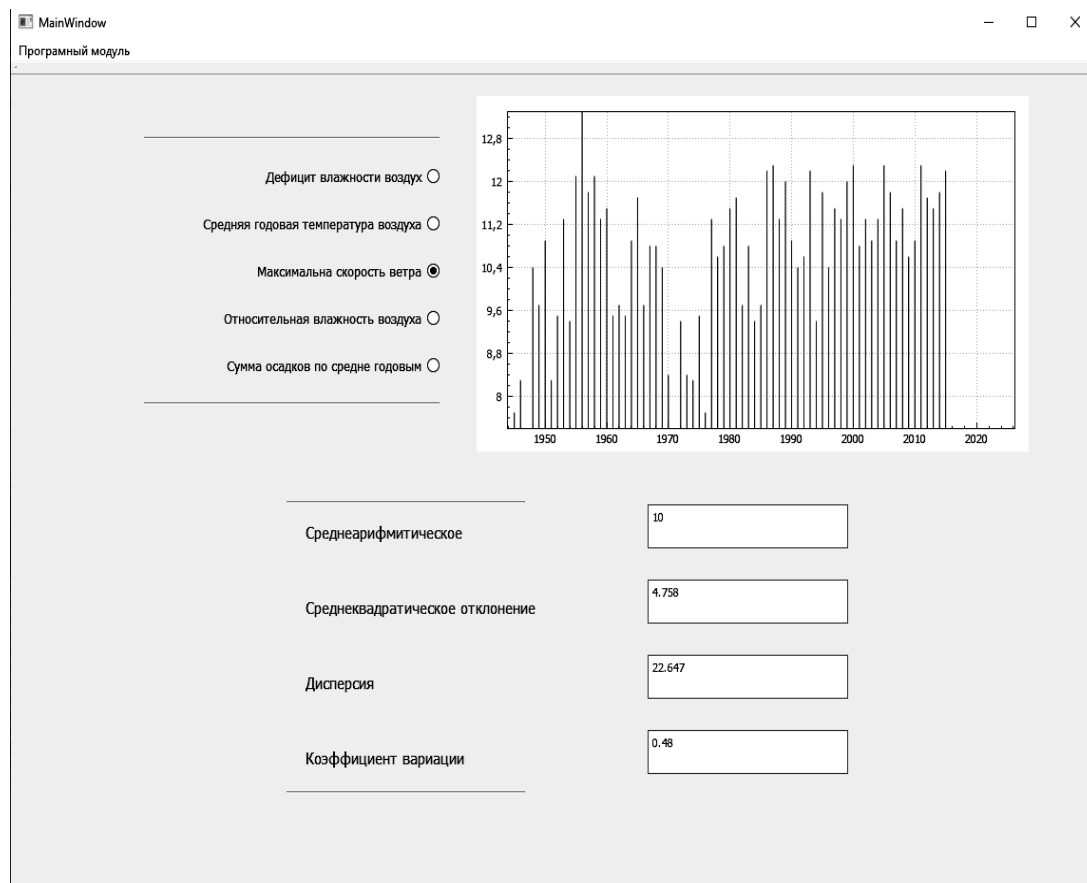


Рис. 1. Окно выполнения программы

Таблица 2. Максимальная скорость ветра (МС) Прохладная (м/сек)

Годы	С	Годы	С	Годы	С	Годы	С	Годы	С
1944	7,7	1959	11,3	1974	8,3	1989	12,0	2004	11,3
1945	7,7	1960	11,5	1975	9,5	1990	10,9	2005	12,3
1946	8,3	1961	9,5	1976	7,7	1991	10,4	2006	11,8
1947	7,4	1962	9,7	1977	11,3	1992	10,6	2007	10,9
1948	10,4	1963	9,5	1978	10,6	1993	12,2	2008	11,5
1949	9,7	1964	10,9	1979	10,8	1994	9,4	2009	10,6
1950	10,9	1965	11,7	1980	11,5	1995	11,8	2010	10,9
1951	8,3	1966	9,7	1981	11,7	1996	10,4	2011	12,3
1952	9,5	1967	10,8	1982	9,7	1997	11,5	2012	11,7
1953	11,3	1968	10,8	1983	10,8	1998	11,3	2013	11,5
1954	9,4	1969	10,4	1984	9,4	1999	12,0	2014	11,8
1955	12,1	1970	8,4	1985	9,7	2000	12,3	2015	12,2
1956	13,3	1971	7,4	1986	12,2	2001	10,8		
1957	11,8	1972	9,4	1987	12,3	2002	11,3		
1958	12,1	1973	8,4	1988	11,3	2003	10,9		

Список литературы / References

1. Василевский А.С. Курс теоретической физики. Термодинамика и статистическая физика. Дрофа. Москва, 2006. 240 с
2. Бурдаков В.П., Дзюбенко Б.В., Меснянкин С.Ю., Михайлова Т.В. Термодинамика. В 2 частях. Часть 2. ДРОФА, 2009. 368 с
3. Зыков С.В. Программирование. Объектно-ориентированный подход: учебник и практикум для академического бакалавриата / С.В. Зыков. М.: Издательство Юрайт, 2019. 155 с.