

**ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ  
ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА**

**Н. Г. Жиренко**

*Институт лесоведения РАН, Россия*

*Поступила в редакцию 6 апреля 2016 г.*

**Аннотация:** На основе метеоданных, полученных на территории Теллермановского лесного массива в течение вегетационных периодов с 1939 года, разработаны математические модели, описывающие закономерности выпадения осадков и температуры воздуха. За основу построения моделей были взяты синусоидальные и экспоненциальные функции. На основе моделей был проведен анализ погодно-климатических особенностей исследуемой территории. Выявлены закономерности первопричинных факторов в формировании климата. Показано, что глобальные изменения климата на исследуемой территории в наибольшей степени начали проявляться с середины 70-х годов. Прогноз климатических условий показывает, что в ближайшее 10-летие ожидается засушливый период.

**Ключевые слова:** климат, метеоданные, осадки, температура воздуха, математическая модель.

**Abstract:** According to the meteorological data, collected within the territory of the Tellermann forest area during vegetation periods from 1939 года, mathematic models, which describe the consistent pattern of precipitation and air temperature are developed. Sinusoidal and exponential functions are used as a basis for modeling. The analysis of weather and climate peculiarities of the territory under research was held according to the models. Consistent patterns of underlying factors in climate formation are revealed. It is shown, that global climate changes within the territory under research mainly appeared from the mid-70th. Prognosis of climate conditions shows, that the upcoming decade is going to be dry.

**Key words:** climate, weather data, precipitation, air temperature, mathematical model.

Тема, освещающая погодно-климатические условия Теллермановского лесного массива, в силу повышенного интереса к нему, является достаточно традиционной. Ей всегда уделялось и уделяется достаточно внимания. Этот вопрос освещался в работах В. В. Осипова [5], довольно обширный и подробный анализ климатических условий Теллермановского лесного массива представлен М. Г. Романовским [6]. Наиболее полную информацию по этому вопросу можно найти в публикации В. И. Бирюкова [1]. Не обходя стороной эту проблему и автор представленной работы [2, 3, 4].

Однако чтобы не повторяться в уже обозначенных цифрах, выводах и заключениях, в полной мере характеризующих погодно-климатические особенности рассматриваемого района, в этой статье мы попытались представить анализ погодных

условий территории Теллермановского лесного массива с несколько иной точки зрения. Определяющим ракурсом этой точки зрения являются математические методы статистики и моделирования.

Основной массив используемых нами метеоданных получен с двух метеостанций, расположенных на территории Теллермановского опытного лесничества Института лесоведения РАН (ТОЛ) (Воронежская область, Грибановский район). Одна из метеостанций располагалась на плакоре, на солонцевой поляне, другая – на территории Строяновского кордона ТОЛ, на правом берегу поймы реки Хопра (N51°20'02", E041°58'40"). Эти метеостанции располагались в непосредственной близости от объектов исследований, проводимых сотрудниками института, чем собственно и определялась значимость получаемых с них данных. В период с начала 50-х и до начала 90-х годов дан-

ные с этих метеостанций снимались регулярно. В конце 90-х годов метеостанция на солонцевой поляне функционировать перестала, и метеоданные снимались только с метеостанции, расположенной на территории Строяновского кордона. В последние годы эта станция была заброшена и в настоящее время свои функции выполняет только благодаря энтузиазму автора этой работы.

Кроме этого, в работе использовались метеоданные, получаемые с близко расположенных к объекту исследования метеостанций. Однако следует учитывать, что сводки, получаемые с метеостанций, представляют собой огромные по своей численности массивы данных. Не так давно сбор и обработка этих данных производились вручную. В настоящее время в метеослужбах применяются различные современные средства по сбору и обработке информации. Тем не менее, во всех случаях невозможно избавиться от так называемого человеческого фактора. Поэтому в предоставляемых источниках данных неизбежны ошибки, опечатки или различного рода неточности. Все они регулярно всплывают при работе с ними. Рациональное использование данных с различных источников позволяет производить коррекцию имеющихся данных или же, в случае необходимости, их пополнение. С целью выявления возможности использования таких данных в исследованиях, проводимых на обозначенной территории, мы провели их анализ. Анализ проводился относительно метеоданных, полученных с ранее действующих метеостанций, расположенных на территории ТОЛ – основного объекта исследований [3].

На основании этого анализа было выявлено, что наиболее приемлемыми для наших исследований являются данные, получаемые с Борисоглебской метеостанции (г. Борисоглебск Воронежской области; метеостанция относится к федеральному уровню и ведет наблюдения за погодой правобережья р. Хопер) и метеостанции, расположенной на территории Хоперского государственного природного заповедника (Воронежская область, N51°12'30", E041°43'30", п. р. № 511204144; метеостанция расположена на поляне около соснового леса на левобережной террасе р. Хопер, систематические наблюдения на ней начаты 19.07.1938 г.). Погодно-гидрологические характеристики территории Хоперского государственного природного заповедника представлены в справочных таблицах [1].

В настоящее время автор работы располагает полноценным материалом, отображающим массив метеоданных по осадкам и температуре воздуха,

полученным в течение вегетационных периодов с мая по сентябрь, начиная с 1939 года и по настоящее время. Данные с 1939 по 1950 год взяты из материалов Хоперского государственного природного заповедника [1], более поздние – любезно предоставлены М. Г. Романовским (Институт лесоведения РАН), самые последние – получены непосредственно автором работы. Все эти метеоданные, в случае необходимости, корректировались или пополнялись данными, получаемыми с указанных выше источников.

Анализ метеоданных проводился с помощью математических методов статистики и моделирования. С целью унифицирования разрабатываемой математической модели, ее реализация основывалась на общеизвестных функциональных зависимостях, наиболее точно отражающих естественные природные процессы. Это функции синуса и косинуса, описывающие колебательные процессы, а также логарифмические и экспоненциальные зависимости.

Следует отметить, что в отличие от других метеозаписей, данные по осадкам на исследуемой территории имеют особенное значение. Особенность эта, прежде всего, заключается в таком свойстве выпадения осадков, как их локализованность, которая контрастно проявляется в условиях юго-восточной лесостепи. Здесь, на сравнительно небольшой территории можно наблюдать ливневый дождь, тогда как буквально на расстоянии 1-2 км от этого места почва оставалась абсолютно сухой. Поэтому сведения по осадкам на различных метеостанциях существенно различаются. Вот почему важно получить метеоданные по осадкам непосредственно в месте проведения исследовательских работ.

В таблице представлен перечень метеоданных по осадкам, которым мы располагаем. По данным этой таблицы построен график, рисунок 1 (тонкая линия), отображающий многолетнюю динамику сумм осадков за месяцы с мая по сентябрь. Линейная линия тренда ( $R^2=0,05$ ), обозначенная на рисунке точечной линией, показывает тенденцию увеличения осадков в рассматриваемый период времени. Однако более подробную информацию о закономерностях выпадения осадков можно получить при более детальном анализе.

При рассмотрении графической зависимости осадков, мы предположили, что она подчиняется закону синуса. Кроме этого, по характеру увеличения амплитуды колебаний с течением времени, можно предположить, что рассматриваемый про-

Метеоданные осадков по месяцам с мая по сентябрь

Год	Осадки по месяцам, мм						Год	Осадки по месяцам, мм							
	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX		V	VI	VII	VIII	IX	V-IX		
1939	64,2	22,2	67,7	19,7	24,2	198,0	1976	74	104	45	64	7	294,0		
1940	18,4	24,6	64,1	91,9	44,9	243,9	1977	93	91	101	35	25	345,0		
1941	117,5	59,8	35,6	13,9	22,7	249,5	1978	62	43	59	8	85	257,0		
1942	56,6	12,3	39	17	21,3	146,2	1979	10	12	33	20	60	135,0		
1943	56,8	21,3	141,1	51	13,6	283,8	1980	62	32	58	80	41	273,0		
1944	103,2	18,7	99,3	77,6	10,8	309,6	1981	9	12	102	62	25	210,0		
1945	62,5	33,8	54,4	65	44,6	260,3	1982	28	76	104	58	33	299,0		
1946	2	5,9	28,7	45,8	51,5	133,9	1983	86	23	69	29	12	219,0		
1947	100,5	11,9	28,2	12,4	112,3	265,3	1984	1	13	53	27	21	115,0		
1948	26,4	27,1	56,5	14,6	43,4	168,0	1985	47	113	34	10	106	310,0		
1949	24,5	65,9	58,5	15,9	0,5	165,3	1986	49	82	27	7	92	257,0		
1950	12,4	38,9	47,4	49,7	24,2	172,6	1987	18	43	30	76	125	292,0		
1951	27,7	5,1	69,8	53,5	29,8	185,9	1988	42	98	56	61	115	372,0		
1952	39,4	64	45,6	26	30,5	205,5	1989	43	106	95	40	27	311,0		
1953	43,4	29,6	46,2	39,5	16,1	174,8	1990	29	87	74	81	98	369,0		
1954	52,9	16,8	43,5	11,5	16	140,7	1991	63	50	42	32	11	198,0		
1955	52,9	40	33	78,4	4,4	208,7	1992	19,4	29,1	69,6	5,7	106,4	230,2		
1956	57,7	14,9	81,7	59,4	78,1	291,8	1993	24	40	181	54	120	419,0		
1957	19,2	67	50,7	28,4	32,8	198,1	1994	87	89	40	36	21	273,0		
1958	74,6	64,8	82,9	23,6	2,9	248,8	1995	32	77	39	54	65	267,0		
1959	10,9	3,2	17,3	24,4	75,1	130,9	1996	37	84	57	2	35	215,0		
1960	21,9	75	22,8	97,3	16,4	233,4	1997	69	23	94	4	55	245,0		
1961	108	66	12,5	20,9	8,1	215,5	1998	25	27	52	60	11	175,0		
1962	58	68,5	75,6	47,6	11,9	261,6	1999	36	48	46	82	38	257,0		
1963	15,6	30,1	30,3	55,7	64,4	196,1	2000	56	143	87	8	117	411,0		
1964	74,2	8,5	148	24,8	31	286,5	2001	109	61	53	24	74	321,0		
1965	49,3	51,1	11,1	17	22,8	151,3	2002	29,2	36,9	16,2	14,5	112,8	209,6		
1966	18,1	74	28,7	21,8	13,5	156,1	2003	25	157	54	55	37	328,0		
1967	34,8	47,3	27,9	70,8	17	197,8	2004	56	122	83	41	53	355,0		
1968	33,2	16,9	115	20	57,8	242,9	2005	45	54	42	10	15	166,0		
1969	15,4	65	37,5	70,6	76	264,5	2006	50	78	22	117	48	315,0		
1970	32,4	17,6	14,7	83,5	25,7	173,9	2007	37,6	31,8	64,6	35,9	69,2	239,1		
1971	13,9	51,3	7,6	35,6	9,9	118,3	2008	36,7	83,25	38	9,1	39,5	206,6		
1972	39,3	44,3	27,7	0	53,3	164,6	2009	16,1	85,9	29,5	19,9	0,9	152,3		
1973	48,8	80,6	50,3	26,9	51,1	257,7	2010	45,8	15,8	44,5	27,6	14,5	148,2		
1974	25	37	46	5	26	139,0	2011	41,9	14,2	68,6	15,7	52,7	193,1		
1975	3	41	58	58	22	182,0	2012	27,8	37,15	75,4	125	35,6	301,0		
							2013	84,8	57,4	24,6	9,6	77,2	253,6		
							2014	20	78	2,3	16	11	127,3		
							2015	40,2	116,0	41,7	0,5	6,3	204,7		
Ср.:	43,6	38,4	51,5	39,9	32,6	206,0	Ср.:	44,2	64,3	57,7	37,9	52,5	256,7		
Средние за весь период:								43,9	51,9	54,7	38,8	42,9	232,4		

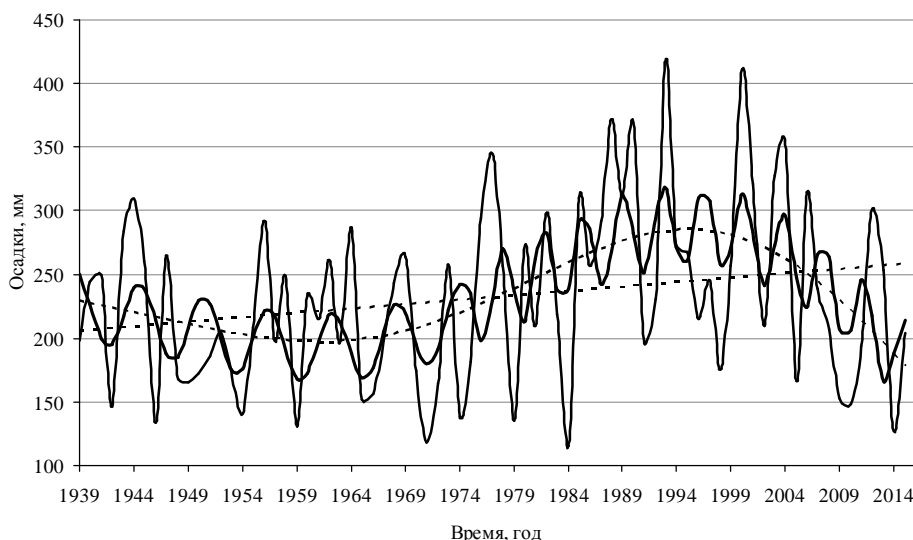


Рис. 1. Многолетняя динамика сезонных сумм осадков за месяцы с мая по сентябрь (тонкая линия); линейная линия тренда (точечная линия); график функции (2) (пунктирная линия); графики суммы функций (2) и (3) (до 1975 г.), и (2) и (4) (с 1976 по 2015 гг.) (жирная линия)

цесс является прогрессирующим. Как правило, такие процессы подчиняются экспоненциальному закону. Следовательно, закономерность выпадения осадков ( $H$ , мм) можно описать функцией:

$$H = A \cdot \sin(\omega t + \gamma) \cdot \exp(at) + y, \quad (1)$$

где  $A$  – начальная амплитуда колебаний, мм;  $\omega$  – частота колебаний, рад·с<sup>-1</sup>;  $\gamma$  – начальная фаза колебаний, рад;  $a$  – коэффициент прогрессирования (или затухания) колебаний;  $y$  – величина, показывающая расположение графика функции относительно оси абсцисс, мм;  $t$  – время, год.

На основании функции (1) нами была получена математическая модель, в общем виде отображающая закономерность выпадения осадков:

$$H = 17,47 \cdot \sin(0,09 \cdot (t - 1939) + 2,90) \cdot \exp(0,02 \cdot (t - 1939)) + 225,31. \quad (2)$$

Достоверность модели по уровню значимости критерия Фишера  $p = 0,000053$ ; степень точности описания моделью процесса  $R^2 = 0,20$ . На рисунке 1 график функции (2) показан пунктирной линией.

Согласно этой модели,  $\omega = 0,09$  рад·с<sup>-1</sup>. Следовательно, период колебаний соответствует рассматриваемому промежутку времени. Приравняв вторую производную функции (2) к нулю, и решив ее относительно времени, получим, что период исследуемых колебаний можно разбить на два полупериода: первый полупериод начинается с 1939 года и продолжается до 1975 года, второй – с 1976 года до 2015 года. Первый полупериод по отношению к осадкам можно охарактеризовать как более засушливый, тогда как второй – как более

влажный. Особенно контрастно сказанное проявляется на фоне засух, отмеченных здесь в 60-х – 80-х годах. При этом количество осадков, выпавших в продолжение второго полупериода, возросло по отношению к их среднестатистическому значению в соответствии с экспоненциальной зависимостью с коэффициентом  $a = 0,02$ .

Кроме этого, с точки зрения особенностей выпадения осадков, в продолжение первого полупериода прослеживается тенденция их сравнительно плавного уменьшения, с последующим аналогичным увеличением (рис. 1), тогда как во втором полупериоде начинают отчетливо обозначаться тенденции, как более интенсивного увеличения осадков, до начала 90-х годов, так и их интенсивного уменьшения в дальнейшем. Эти тенденции хорошо прослеживаются на графике, построенном по зависимости (2). Это говорит о произошедшей дестабилизации климатических условий в районе исследования.

С целью сравнения особенностей выпадения осадков в рассматриваемых полупериодах, мы подобрали соответствующие функциональные зависимости для первого полупериода:

$$h_1 = 27,30 \cdot \sin(1,06 \cdot (t - 1939) + 1,96) - 4,19; \quad (3)$$

и для второго:

$$h_2 = 33,03 \cdot \sin(1,70 \cdot (t - 1939) - 8,17) + 2,67, \quad (4)$$

где  $h_1$  и  $h_2$  – количества осадков для первого и второго рассматриваемых полупериодов, мм. Зависимости (3) и (4) суммируются с зависимостью (2) и в итоге имеют следующие статистические пара-

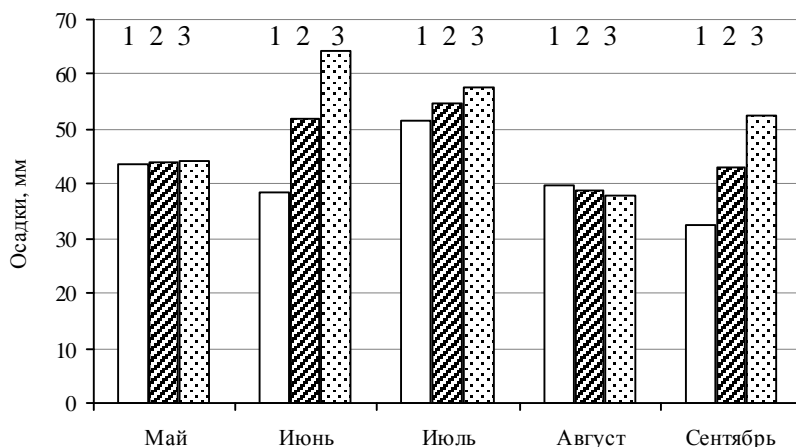


Рис. 2. Средние значения осадков по месяцам за периоды наблюдения: 1) – до 1975 года; 2) – за весь период; 3) – с 1976 года

метры:  $p_1 = 0,03$ ,  $R^2_1 = 0,13$  и  $p_2 = 0,003$ ,  $R^2_2 = 0,21$ , соответственно. Такие показатели параметров указывают на стохастический характер исследуемых величин. Следовательно, на данном этапе исследований мы можем сделать заключение, что погодные условия с точки зрения обозначенных осадков носят случайный характер. Графики просуммированных зависимостей показаны на рисунке 1 жирной линией.

Как следует из уравнений (3) и (4), а также графических зависимостей на рисунке 1, осадки в первом полупериоде отличаются меньшей изменчивостью, по сравнению с таковыми во втором полупериоде. Об этом говорит величина  $A_1 = 27,30$  мм, которая существенно меньше  $A_2 = 33,03$  мм. Действительно, девиация сумм осадков в первом полупериоде находится в полосовом диапазоне с шириной, соответствующей около 175 мм осадков. Во втором полупериоде девиацию сумм осадков также можно ограничить полосовым диапазоном, теперь имеющим форму дуги, но более широким, соответствующим около 245 мм осадков. А эта величина на 70 мм превышает таковую, наблюдаемую в первом полупериоде.

О тенденции существенно меньшего выпадения осадков в первом полупериоде в сравнении со вторым говорят и значения величин  $y$ . Для зависимости (3)  $y_1 = -4,19$  мм, а для (4) –  $y_2 = 2,67$  мм. При этом в первом полупериоде количество годов с осадками меньше среднего, почти в два раза превышает количество таковых с осадками больше среднего. Во втором полупериоде, в отличие от первого, наблюдается несколько противоположная ситуация. Теперь количество годов с осадками больше среднего, более чем в два раза превышает количество годов с осадками меньше среднего. И

еще одним отличительным признаком рассматриваемых полупериодов является увеличение частоты изменения погодных условий по отношению к осадкам:  $w_1 = 1,06$  и  $w_2 = 1,70$  рад  $\cdot$  с $^{-1}$ .

Таким образом, с середины 70-х годов мы наблюдаем следующие закономерности поведения погоды: увеличение выпадения осадков, значительное увеличение разброса их величин относительно среднего, увеличивающуюся нестабильность погодных условий, проявляющуюся в заметном увеличении частоты их изменений. А все эти закономерности поведения погоды являются характерными в условиях глобальных изменений климата. Следовательно, глобальные изменения климата в зоне расположения Теллермановского лесного массива начали особенно отчетливо проявляться, начиная с середины 70-х годов.

Для общей характеристики выпадения осадков в районе исследований, воспользуемся средними значениями сумм осадков по отдельным месяцам, рассчитанными в следующие периоды: 1939-1975, 1939-2015 и 1976-2015 годы (таблица). По этим значениям построена гистограмма, которая отображена на рисунке 2. Первые столбцы на гистограмме отображают средние значения осадков по обозначенным месяцам до 1975 года, вторые – за весь период наблюдений, а третьи – с 1976 года. Из гистограммы видно, что до середины 70-х годов климат исследуемого района, по отношению к среднестатистическим данным за весь период исследований (столбцы 2), характеризовался засушливыми июнем и августом и еще более засушливым сентябрем (столбцы 1). С середины 70-х климатические условия стали характеризоваться как более влажные, но с таким же засушливым августом (столбцы 2 и 3).

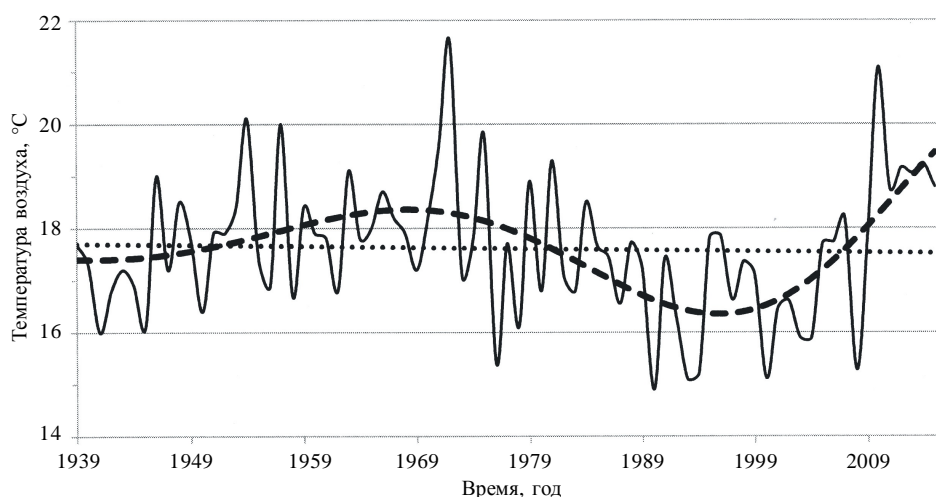


Рис. 3. Многолетняя динамика сезонной средней температуры воздуха за месяцы с мая по сентябрь (тонкая линия); линейная линия тренда (точечная линия); график функции (5) (пунктирная линия)

При проведении анализа температуры воздуха, мы рассмотрим только ту температуру, которая наблюдалась в то же время, что и рассмотренные осадки. На рисунке 3 тонкой линией отображена многолетняя динамика среднесезонной температуры воздуха. Если рассматривать этот рисунок в зеркальном отражении, то видно, что закономерность изменения температуры воздуха повторяет таковую осадков (рис. 1 и 4). Выражаясь математическим языком, можно сказать, что закономерность изменения температуры воздуха, в некотором приближении находится в противофазе с таковой осадков. Это подтверждает рассчитанный между этими метеоданными коэффициент корреляции, имеющий отрицательное значение,  $r = -0,62$ . Кроме этого, линейная линия тренда ( $R_2 = 0,002$ ), обозначенная на рисунке точечной линией, показывает тенденцию уменьшения температуры воздуха, в антитезу к таковой на рисунке 1, показывающей тенденцию увеличения осадков.

На основании функции (1) нами также была получена математическая модель, в общем виде отображающая закономерность динамики анализируемой температуры воздуха ( $T$ , °C):

$$T = 0,30 \cdot \sin(0,11 \cdot (t - 1939) + 4,76) \cdot \exp(0,03 \cdot (t - 1939) + 17,71). \quad (5)$$

Достоверность модели по уровню значимости критерия Фишера  $p = 0,00000039$ ; степень точности описания моделью процесса  $R^2 = 0,29$ . На рисунке 3 график функции (5) показан пунктирной линией.

Анализ этой модели аналогичен проведенному выше анализу модели (2). Первый полупериод

рассматриваемого временного периода по отношению к температуре воздуха характеризуется как более теплый, с преобладанием жарких вегетационных сезонов, тогда как второй — как более прохладный, но с жаркими сезонами, отмечаемыми в начале и конце этого периода. Разброс величин температуры относительно ее среднего значения, составляющего  $17,6^\circ\text{C}$ , в противоположность разбросу осадков, в большей степени проявляется в первом полупериоде, во втором полупериоде этот разброс несколько уменьшается.

Совместный анализ моделей (2) и (5), в частности их исследование на экстремумы и определение точек биения, позволил выявить еще одну из особенностей климатических условий района исследований. Обозначенная особенность обусловливается взаимодействием исследуемых метеофакторов и заключается в следующем.

В первой половине рассматриваемого периода времени, метеофактором, определяющим климатические условия района исследований, являются выпадающие здесь осадки. Это следует из того, что начальная фаза колебаний в модели осадков меньше таковой температуры воздуха — рассчитанные начальные фазы колебаний для полученных моделей выпадения осадков (2) и температуры воздуха (5), соответственно равны:  $y_H = 2,90$  рад и  $y_T = 4,76$  рад. Эти величины отличаются на значение  $Dy = 1,86$  рад, что соответствует временному периоду, равному 23 годам. Следовательно, отклик температуры воздуха на изменение выпадающих осадков в начале этого периода составлял 23 года и в дальнейшем закономерно уменьшался

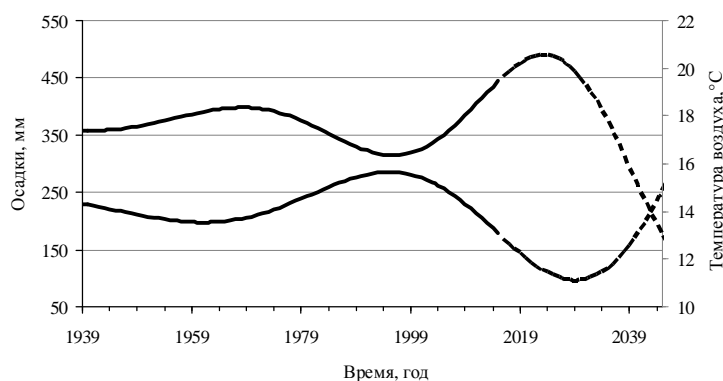


Рис. 4. Графики функций (2) – 1, (5) – 2 и их экстраполяции (пунктирные линии)

до 1993 года. Подобная закономерность определяется тем, что колебательные процессы (2) и (5) имеют разную частоту – частота колебаний в модели температуры воздуха  $w_T = 0,11 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$  несколько превышает таковую осадков  $w_H = 0,09 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$ . Последним обстоятельством объясняется изменение  $Du$  во времени – сначала эта величина уменьшается, до 1993 года, а в дальнейшем – увеличивается, но уже с опережением фазы функции температуры. Таким образом, во второй половине рассматриваемого периода времени определяющая роль осадков в климате наблюдаемого района продолжает закономерно уменьшаться и в дальнейшем, после 1993 года, определяющим метеофактором в формировании климатических условий района исследований становится температура воздуха.

Подобные взаимоотношения этих метеофакторов объясняются следующими причинами. С одной стороны, выпадение осадков сопровождается пасмурной погодой. Следовательно, чем больше дней с осадками, тем меньше прогревается почва и околоземный воздух. Также следует учитывать и физические свойства воды – она обладает очень большой удельной теплоемкостью,  $r_{20^\circ\text{C}} = 0,9988 \text{ кал} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{град}^{-1}$ . Поэтому, приходящие в район исследования воздушные массы, содержащие значительное количество водяных паров, и попадающие в более нагретые области околоземной атмосферы, что, как правило, происходит в рассматриваемые нами месяцы, согласно закону теплового излучения, нагреваются, отводя от окружающего их пространства большое количество теплоты. Следствием этого также является охлаждение околоземных воздушных масс и снижение температуры воздуха. С другой стороны, вода, благодаря этим же ее свойствам, в процессе испарения выделяет большое количество теплоты. Этими обстоятельствами объясняется уменьшение

отмеченного нами разброса температуры воздуха относительно среднего при увеличивающейся тенденции выпадения осадков. Таким образом, осадки способствуют увеличению инерционности в изменениях погодных условий, что в конечном итоге сказывается на стабилизации климата.

Логическим завершением исследования является рассмотрение дальнейшего развития климатических условий изучаемого района. Такой прогноз не трудно провести, используя полученные модели (2) и (5), а также методы математической экстраполяции. На рисунке 4 представлены графики, отображающие закономерности изменения осадков и температуры воздуха в ближайшее 30 летие. Согласно этой модели, в ближайшие 10 лет нас ожидает довольно засушливый период, на смену которому придет влажный период. Температура воздуха, соответственно в антитезе, сначала будет увеличиваться, а в дальнейшем – уменьшаться.

Таким образом, на основании рассчитанных моделей мы получили достаточно полную характеристику климатических особенностей района исследований. Однако в настоящее время мы не можем дать более точную интерпретацию рассматриваемым погодным условиям.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюков В. И. Погодно-гидрологические характеристики территории Хоперского государственного природного заповедника: справочные таблицы / В. И. Бирюков. – Воронеж : Воронежский государственный педагогический университет, 2011. – 132 с.
2. Жиренко Н. Г. Особенности выпадения осадков в вегетационные периоды Теллермановского лесного массива / Н. Г. Жиренко, А. С. Берестнева // Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы : материалы международной научно-технической юбилейной конференции. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет, 2015. – С. 212-215.

3. Жиренко Н. Г. Погодно-климатические особенности Теллермановского лесного массива / Н. Г. Жиренко // Педагогическое регионоведение : региональный научно-методический журнал. – Борисоглебск. – 2014. – № 3 (7). – С. 29-37.

4. Жиренко Н. Г. Тенденция некоторых показателей погодно-климатических характеристик района Теллермановского лесного массива / Н. Г. Жиренко // Материалы ежегодной научной конференции преподавателей и студентов. Работы преподавателей / под ред. Н. М. Муравьевой. – Борисоглебск : Борисоглебский государственный педагогический институт, 2009. – С. 129-130.

5. Состояние дубрав лесостепи / В. В. Осипов [и др.]. – Москва : Наука, 1989. – 230 с.

6. Экосистемы Теллермановского леса / отв. ред. В. В. Осипов; Ин-т лесоведения. – Москва : Наука, 2004. – 340 с.

#### REFERENCES

1. Biryukov V. I. Pogodno-gidrologicheskie kharakteristiki territorii Khoperskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika: spravochnye tablitsy / V. I. Biryukov. – Voronezh : Voronezhskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet, 2011. – 132 s.

2. Zhirenko N. G. Osobennosti vypadeniya osadkov v vegetatsionnye periody Tellermanovskogo lesnogo massiva / N. G. Zhirenko, A. S. Berestneva // Lesnye ekosistemy v usloviyakh menyayushchegosya klimata: problemy i perspektivy : materialy mezhdunarodnoy nauchnotekhnicheskoy yubileynoy konferentsii. – Voronezh : Voronezhskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet, 2015. – S. 212-215.

3. Zhirenko N. G. Pogodno-klimaticheskie osobennosti Tellermanovskogo lesnogo massiva / N. G. Zhirenko // Pedagogicheskoe regionovedenie : regional'nyy nauchno-metodicheskiy zhurnal. – Borisoglebsk. – 2014. – № 3 (7). – S. 29-37.

4. Zhirenko N. G. Tendentsiya nekotorykh pokazateley pogodno-klimaticheskikh kharakteristik rayona Tellermanovskogo lesnogo massiva / N. G. Zhirenko // Materialy ezhegodnoy nauchnoy konferentsii prepodavateley i studentov. Raboty prepodavateley / pod red. N. M. Murav'evoy. – Borisoglebsk : Borisoglebskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy institut, 2009. – S. 129-130.

5. Sostoyanie dubrav lesostepi / V. V. Osipov [i dr.]. – Moskva : Nauka, 1989. – 230 s.

6. Ekosistemy Tellermanovskogo lesa / отв. ред. В. В. Осипов; Ин-т лесоведения. – Moskva : Nauka, 2004. – 340 s.

Жиренко Николай Георгиевич  
кандидат биологических наук, научный сотрудник Института лесоведения РАН, доцент кафедры прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания Воронежского государственного университета, Борисоглебский филиал, Воронежская область, г. Борисоглебск, т. +7-919-183-74-72, E-mail: [nzhirenko@mail.ru](mailto:nzhirenko@mail.ru)

Zhirenko Nikolay Georgievich  
Candidate of Biological Sciences, Researcher of RAS Institute of Forest Science, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics, Computer Science, Physics and Methods of Teaching Them, Voronezh State University, Borisoglebskiy branch, Voronezh Region, Borisoglebsk, tel. +7-919-183-74-72, E-mail: [nzhirenko@mail.ru](mailto:nzhirenko@mail.ru)