

УДК 551.5 (470.343)

**КЛИМАТ ЗАПОВЕДНИКА И ХАРАКТЕР ИЗМЕНЧИВОСТИ  
ОСНОВНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Ю.П. Демаков

Вопрос о закономерностях изменения климата давно интересовал исследователей, что связано с насущными потребностями в практической деятельности человека, особенно в области сельского хозяйства и лесоводства [1, 7, 9, 11]. Данный вопрос не потерял своей актуальности и в настоящее время, являясь одним из наиболее популярных в научных дискуссиях [6, 8, 12, 14, 15, 21]. Причиной этого является феномен так называемого глобального потепления, причины которого остаются пока во многом неясными. Решение данной проблемы требует неординарного подхода и широкого сотрудничества специалистов разного профиля. Этой проблемой озабочено сейчас всё мировое сообщество, так как дальнейшее повышение температуры может оказать неблагоприятное воздействие на природные экосистемы и общество в странах, подверженных наводнениям и расположенных на островах, морских побережьях и в низменных равнинах. На конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в 1992 году в Рио-де-Жанейро, была принята международная Конвенция «Об изменении климата», а в 1997 году в Киото подписан протокол, уточняющий ее положения.

Существование беспрецедентных по скорости изменений климата предъявляет новые требования к климатическим исследованиям. Ответы на многие вопросы не могут, увы, быть получены с помощью имеющихся сейчас многочисленных глобальных и макрорегиональных работ [7, 11-13, 15, 17-19], ценность которых состоит лишь в общем взгляде на проблему, в оценке масштабов изменений климата и предварительной идентификации «горячих» точек и эффектов. Климатические изменения сильно неоднородны во времени и в пространстве, а индикаторы потепления существенно зависят от сезона года. Для уточнения и детализации происходящих процессов требуется проведение локальных исследований и выделение местных климатических «сигналов». Значение заповедников в качестве государственной опорной сети мониторинга изменений климата невозможно переоценить. Детальный анализ локальных изменений климата по данным многолетних рядов метеорологических наблюдений проведен в настоящее время лишь в 12 заповедниках и национальном парке «Таганай» [12]. Заповедник «Большая Кокшага», как и многие другие, не вошел пока в это число. Объясняется это отчасти тем, что наблюдения за погодой и измерениями значений метеорологи-

ческих параметров проводятся в заповеднике недавно и не всегда регулярно, а применяемые приборы не проходят поверку. В связи с этим имеющийся материал нельзя использовать для детального анализа климата и выявления закономерностей его изменчивости. В качестве исходного материала для написания статьи были использованы данные ГМС Йошкар-Ола [2, 3, 23], расположенной в 46 км на восток от географического центра заповедника.

Заповедник, согласно климатическому районированию [5], расположен в умеренном климатическом поясе атлантико-континентальной области центрального агроклиматического района Республики Марий Эл (рис. 1). Климат его умеренно-континентальный, характеризующийся морозной зимой и умеренно-жарким летом [2, 22]. Приход солнечной радиации составляет около 90 ккал/(см<sup>2</sup>·год). Большая часть тепла расходуется при этом на испарение воды с поверхности почвы и на транспирацию растениями.

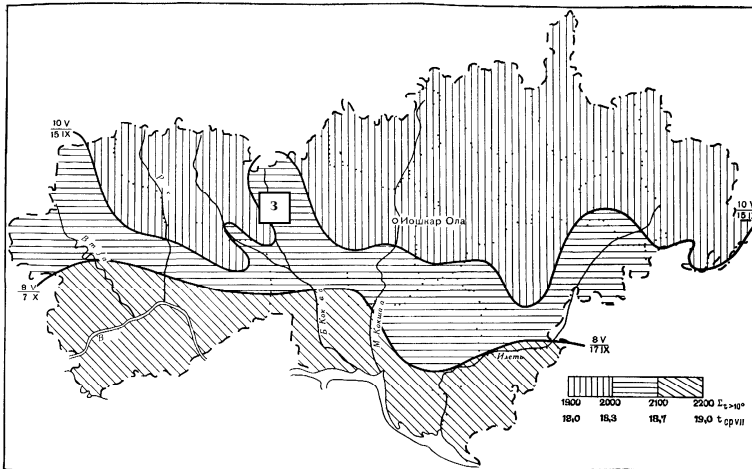


Рис. 1. Схема агроклиматического районирования Республики Марий Эл

На территории заповедника преобладает пасмурная погода (табл. 1): Солнце светит в течение года в среднем 1806 часов, что составляет 40% от максимально возможной величины. Продолжительность солнечного сияния наибольшая в летние месяцы, особенно в июле, достигая 56% от возможного. В ноябре и декабре она снижается до 11-14%. В среднем за год отмечается 77 безоблачных дней.

Таблица 1

**Годовой ход продолжительности солнечного сияния и состояния неба**

Месяц	Продолжительность солнечного сияния:		Повторяемость состояния неба, %		
	часов	в % от возможного	ясно	полужасно	пасмурно
I	40	17	19	9	72
II	77	29	24	10	66
III	136	37	23	14	63
IV	192	45	25	19	56
V	262	52	23	25	52
VI	298	56	23	31	46
VII	282	58	23	29	48
VIII	239	51	27	27	46
IX	149	39	20	19	61
X	72	22	14	11	75
XI	35	14	13	7	80
XII	24	11	15	8	77
<b>За год</b>	<b>1806</b>	<b>40</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>62</b>

Средняя годовая температура воздуха составляет  $+2,6^{\circ}\text{C}$ . Самым теплым месяцем года является июль, а самым холодным - январь (табл. 2). Абсолютный минимум составляет  $-48^{\circ}\text{C}$ , а абсолютный максимум  $+39^{\circ}\text{C}$  (на поверхности почвы  $+55^{\circ}$ ). Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха равна 32, а экстремумов -  $86^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 2

**Годовой ход средней месячной температуры воздуха и ее изменчивости**

Месяц	Параметры изменчивости средней месячной температуры воздуха							Абсолютные экстремумы	
	Mx	min	max	Размах	Sx	As	E	min	max
I	-12,9	-23	-6	17	4,21	-0,383	-0,299	-47	5
II	-12,1	-21	-2	19	3,90	-0,038	0,069	-44	5
III	-6,0	-14	-1	14	2,72	-0,234	0,061	-39	15
IV	3,8	-2	13	15	2,77	0,503	0,528	-27	29
V	11,6	7	16	9	2,08	0,011	-0,165	-10	34
VI	16,5	12	21	9	2,03	-0,082	-0,287	-4	37
VII	18,5	15	22	8	1,87	0,066	-0,754	2	39
VIII	16,2	13	22	9	1,65	0,833	1,084	-1	37
IX	10,1	6	14	8	1,61	0,067	0,226	-8	32
X	3,2	-3	7	10	2,06	-0,209	0,187	-22	24
XI	-4,0	-12	1	13	2,70	-0,582	0,157	-38	15
XII	-10,4	-21	-3	18	3,81	-0,294	-0,171	-48	6

Средняя продолжительность теплого периода года (с температурой воздуха выше 0°C) составляет 201 день (табл. 3). Устойчивый переход через 0°, являющийся признаком начала и конца зимы, наблюдается в среднем 26 октября и 7 апреля. Зима продолжается 164 дня, а наиболее морозная ее часть с температурой ниже -10°C - 89 дней. Продолжительность отопительного периода составляет 220 дней при средней температуре воздуха -6,1°C.

Таблица 3

**Даты перехода средних суточных температур воздуха через определенные пороги**

Температурный порог, °C	Дата:		Число дней с температурой, превышающей порог	Суммы температур, °C:	
	начала	конца		ниже порога	выше порога
- 10	9.XII	7.III	276	- 1125	-
- 5	15.XI	22.III	237	- 1422	-
0	26.X	7.IV	201	- 1505	2368
5	21.IV	6.X	167	-	2284
10	9.V	15.IX	128	-	1986
15	6.VI	22.VIII	77	-	1328

Активная вегетация растений начинается в среднем с 9 мая и заканчивается 15 сентября, продолжаясь 128 дней. В этот период, однако, часто наблюдаются заморозки (табл. 4). Продолжительность периода без заморозков в воздухе составляет в среднем 121 день, а на поверхности почвы - 104 дня. С вероятностью один раз в 20 лет продолжительность безморозного периода может либо сократиться до 90 дней, либо увеличиться до 149 дней (табл. 5). Наиболее теплая часть лета продолжается всего 77 дней (с 6 июня по 22 августа).

Таблица 4

**Даты заморозков и продолжительность безморозного периода**

Метеопоказатель	Единица измерения	Дата и продолжительность явления		
		средняя	самая ранняя	самая поздняя
Последний заморозок: в воздухе на почве	Дата — // —	19.V	21.IV	11.VI
		27.V	4.V	21.VI
Первый заморозок: в воздухе на почве	Дата — // —	17.IX	16.VIII	7.X
		10.IX	7.VIII	4.X
Продолжительность безморозного периода: в воздухе на почве	Сутки — // —	121	87	158
		104	58	137

Таблица 5

**Продолжительность безморозного периода различной обеспеченности**

Уровень обеспеченности, %	95	90	75	50	25	10	5
Продолжительность периода, дней	90	98	108	120	132	143	149

Наибольшее отрицательное влияние на лесные экосистемы заповедника оказывают сильные зимние морозы, приводящие иногда к ослаблению и даже значительному расстройству пойменных дубрав. Последний раз такие морозы, достигавшие  $-47^{\circ}\text{C}$ , отмечались зимой 1978-1979 гг. Они вызвали массовое повреждение деревьев дуба в пойме р. Большая Кокшага, а также клена и лещины на водоразделах. От морозов пострадал даже ракитник русский. Вероятность повторения зим с минимальной температурой воздуха  $-45^{\circ}\text{C}$  и ниже достаточно мала и не превышает 5%. Зимы же с температурой воздуха  $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже отмечаются в 30% случаев, а  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже - в 75%. Практически каждой зимой температура опускается до отметки  $-30^{\circ}\text{C}$ . Характерной особенностью климата заповедника является то, что дни с экстремальными значениями температуры (как положительными, так и отрицательными) отмечаются не очень часто (табл. 6 - 10) и продолжают сравнительно недолго. Редкая зима проходит без оттепелей (табл. 11).

Таблица 6

**Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах**

Пределы, $^{\circ}\text{C}$ :		Число дней в рамках предела по месяцам											
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-40,0	ниже	0,03											
-39,9	-35,0	0,5	0,03										0,1
-34,9	-30,0	0,8	0,8										0,3
-29,9	-25,0	1,8	1,6	0,03								0,1	1,4
-24,9	-20,0	2,9	3,0	0,7								0,5	2,3
-19,9	-15,0	5,2	5,4	1,9								1,4	4,1
-14,9	-10,0	6,9	6,7	6,3	0,3						0,1	3,6	5,9
-9,9	-5,0	7,8	6,9	9,4	1,3						1,1	7,0	7,9
-4,9	0,0	4,4	3,3	8,6	5,7	0,1				0,03	5,8	10,3	7,1
0,1	4,9	0,7	0,6	4,0	12,1	3,5	0,2			3,4	13,2	6,3	1,9
5,0	9,9			0,1	6,7	9,0	2,0	0,2	1,1	11,3	9,4	0,8	
10,0	14,9				3,4	10,0	8,5	4,7	8,9	10,5	1,4	0,03	
15,0	19,9				0,5	6,9	11,3	14,7	14,3	4,3			
20,0	24,9					1,5	7,2	9,6	6,0	0,5			
25,0	выше						0,8	1,8	0,7				

Таблица 7

**Число дней с минимальной суточной температурой воздуха в различных пределах**

Пределы, °С:		Число дней в рамках предела по месяцам											
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-45,0	ниже	0,1											
-44,9	-40,0	0,3	0,1										0,1
-39,9	-35,0	0,9	1,0										0,2
-34,9	-30,0	1,7	2,1	0,4								0,1	1,2
-29,9	-25,0	3,5	3,2	1,1								0,4	2,8
-24,9	-20,0	4,7	4,5	3,3	0,1							1,6	3,7
-19,9	-15,0	5,0	5,2	5,3	0,4						0,03	2,5	4,8
-14,9	-10,0	5,8	6,8	7,4	1,6						0,8	4,9	5,9
- 9,9	-5,0	6,9	3,8	7,3	3,7	0,03				0,1	2,8	7,7	6,8
-4,9	0,0	2,0	1,6	5,2	10,0	3,9	0,2		0,1	2,7	11,5	9,4	5,0
0,1	4,9	0,1	0,1	1,0	11,2	10,6	3,4	0,5	1,9	9,4	11,9	3,1	0,5
5,0	9,9				2,8	11,2	10,6	6,1	8,9	11,7	3,8	0,3	
10,0	14,9				0,2	5,0	11,8	16,8	15,4	5,8	0,2		
15,0	19,9					0,3	4,0	7,4	4,6	0,3			
20,0	выше					0,03	0,2	0,1					

Таблица 8

**Число дней с максимальной суточной температурой воздуха в различных пределах**

Пределы, °С:		Число дней в рамках предела по месяцам											
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-35,0	ниже	0,03											0,03
-34,9	-30,0	0,2	0,03										0,03
-29,9	-25,0	0,6	0,5										0,5
-24,9	-20,0	1,6	1,0									0,2	1,4
-19,9	-15,0	3,6	3,3	0,2								0,3	2,4
-14,9	-10,0	5,8	6,1	1,6								1,6	5,3
-9,9	- 5,0	9,0	9,3	6,6	0,1						0,3	5,1	8,4
-4,9	0,0	7,6	5,5	11,2	2,1						2,7	9,4	8,0
0,1	4,9	2,6	2,5	9,5	8,6	0,4				0,5	8,8	10,1	5,0
5,0	9,9			1,5	8,8	3,4	0,4		0,1	4,1	11,2	3,0	0,03
10,0	14,9			0,4	5,5	8,1	2,4	0,7	1,4	10,0	6,6	0,3	
15,0	19,9			0,03	3,9	8,8	7,1	4,2	8,0	8,8	1,3		
20,0	24,9				0,8	7,5	9,5	12,1	5,0	0,1			
25,0	29,9				0,2	2,6	8,1	10,4	7,2	1,5			
30,0	34,9					0,2	2,4	3,5	2,1	0,1			
35,0	выше						0,1	0,1	0,1				

Таблица 9

**Повторяемость суточной амплитуды температуры воздуха в различных пределах**

Пределы, °С:		Повторяемость (%) по месяцам											
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,0	0,9										0,3	0,3	0,6
1,0	3,9	20,9	13,1	10,4	8,3	1,7	0,8	0,8	2,4	7,4	28,5	35,6	30,8
4,0	6,9	31,6	27,0	23,1	25,7	11,3	6,0	9,1	11,9	25,6	33,7	33,9	30,6
7,0	9,9	23,8	21,9	21,4	21,2	24,2	17,5	22,2	21,9	24,4	20,5	17,5	18,5
10,0	12,9	14,8	16,7	18,8	21,3	26,0	24,4	29,2	25,5	19,9	11,0	9,3	10,1
13,0	15,9	5,8	12,0	13,8	16,6	20,5	29,5	24,3	20,8	13,6	5,1	2,2	5,7
16,0	18,9	2,0	6,2	7,7	5,7	13,3	18,0	13,3	13,5	6,5	0,8	0,7	2,0
19,0	21,9	0,8	2,8	3,3	1,2	2,9	3,7	1,1	3,6	2,4	0,1	0,1	0,9
22,0	24,9	0,2	0,3	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,4	0,7	0,2
25,0	27,9	0,1	0,1	0,1									0,1
Максимальная		25,2	24,9	25,1	20,8	22,8	22,0	21,4	24,6	25,6	20,4	23,0	26,1
Минимальная		1,0	1,0	1,1	1,9	2,2	1,6	2,3	1,5	1,7	0,8	0,9	0,7

Таблица 10

**Повторяемость междусуточной амплитуды температуры воздуха в различных пределах**

Пределы, °С:		Повторяемость (%) по месяцам											
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-14,0	ниже	0,3	0,3	0,3						0,1	0,0	0,2	0,9
-13,9	-12,0	0,9	0,8	0,3								0,1	1,3
-11,9	-10,0	1,3	1,0	0,1	0,1	0,5				0,3	0,5	0,5	1,3
-9,9	- 8,0	3,4	2,8	1,4	0,3	1,5	0,7		0,3	0,3	0,4	0,8	1,9
-7,9	- 6,0	5,4	4,2	3,9	0,4	1,5	1,5	0,3	1,5	1,8	2,3	3,3	4,2
- 5,9	- 4,0	8,7	7,8	5,8	2,7	6,5	3,2	3,5	2,7	4,9	4,8	8,6	6,7
- 3,9	-2,0	14,7	14,4	11,2	12,5	8,6	13,3	14,2	14,7	13,5	15,1	12,8	14,3
-1,9	-0,1	18,9	19,1	23,1	24,4	22,5	22,6	28,5	29,3	32,6	30,2	25,1	22,8
0,0	1,9	16,1	16,5	23,7	36,7	30,6	36,9	36,1	35,3	29,4	26,3	24,1	18,7
2,0	3,9	12,1	12,5	12,8	16,4	19,2	15,3	14,4	13,3	10,4	13,3	14,1	11,7
4,0	5,9	7,8	9,2	10,9	3,9	6,7	4,9	2,5	2,3	5,3	5,1	6,7	7,7
6,0	7,9	4,5	5,1	4,6	2,0	2,3	1,5	0,5	0,6	1,0	1,8	1,9	3,5
8,0	9,9	1,5	2,7	1,3	0,6	0,1	0,1			0,4	0,1	0,8	2,2
10,0	11,9	2,6	1,4	0,3							0,1	0,5	0,9
12,0	13,9	0,9	1,6	0,3								0,4	1,2
14,0	15,9	0,6	0,3									0,1	0,4
16,0	выше	0,3	0,3										0,3
Максимальная:													
отрицательная		-20	-16	-16	-12	-12	-10	-8	-10	-16	-12	-18	-20
положительная		18	18	14	10	10	10	8	8	10	12	18	22

Таблица 11

**Повторяемость дней без оттепели ( $t < 0^\circ$ ) в зимний период**

Продолжительность периода, дней	Обеспеченность, %	Продолжительность периода, дней	Обеспеченность, %
1 - 2	39,3	31 - 40	4,6
3 - 5	19,8	41 - 50	1,6
6 - 10	14,1	51 - 70	1,8
11 - 20	11,3	71 - 100	1,3
21 - 30	5,7	101 - 150	0,5

Зимой от действия низких температур воздуха многие растения и некоторых животных спасает довольно рыхлый и толстый снежный покров (табл. 12), который устанавливается в среднем 16 ноября и держится в поле 155 дней (табл. 13). Однако и он не способен полностью предотвратить промерзание почвы, которое достигает в отдельные малоснежные зимы 136 см (табл. 14).

Таблица 12

**Подекадная динамика состояния снежного покрова**

Месяц, декада	Высота снежного покрова, см:				Плотность снежного покрова, кг / м <sup>3</sup>
	средняя на постоянной рейке	по снегосъемке в поле:			
		средняя	max	min	
10.1	-	-	1	0	-
10.2	-	-	5	0	-
10.3	1	-	8	0	-
11.1	3	14	0	-	-
11.2	4	6	18	0	-
11.3	6	10	22	0	200
12.1	12	14	31	0	220
12.2	15	18	44	0	220
12.3	20	23	62	1	220
01.1	23	27	53	4	230
01.2	27	30	49	8	240
01.3	30	33	56	8	240
02.1	34	37	60	9	250
02.2	37	40	72	13	260
02.3	41	42	71	13	260
03.1	41	41	70	11	270
03.2	40	40	68	7	290
03.3	34	30	69	3	320
04.1	19	10	72	0	-
04.2	6	-	48	0	-
04.3	-	-	7	0	-



Таблица 13

**Даты появления, установления, разрушения и схода снежного покрова**

Показатели	Календарные даты :		
	средняя	самая ранняя	самая поздняя
Появление	28.X	29.IX	26.XI
Установление	16.XI	20.X	25.XII
Разрушение	11.IV	25.III	27.IV
Полный сход	15.IV	29.III	11.V

Таблица 14

**Глубина промерзания почвы в поле на последний день месяца**

Средняя глубина промерзания по месяцам, см						Максимум за зиму, см:		
X	XI	XII	I	II	III	средний	max	min
10	31	56	77	80	88	92	136	57

Территория заповедника находится в зоне неустойчивого увлажнения: отмечаются годы и сезоны с достаточным или даже избыточным увлажнением, а иногда засушливые. Вероятность повторения лет со значительным недобором осадков, как и их избытком, не превышает 10% (табл. 15). За год в среднем выпадает 538 мм осадков, из которых подавляющая часть (387 мм) приходится на теплый период (табл. 16). Среднегодовая продолжительность осадков составляет 1599 часов, а максимальная доходит до 2082 час. (1980 г.). Больше всего осадков выпадает в июле, хотя их продолжительность и число дней с ними в данный месяц минимальны. Это свидетельствует о том, что летние осадки выпадают в виде обильных дождей или ливней. Суточный максимум осадков может составлять 57 мм, что отмечалось 27 июля 1954 года. В целом же преобладают малоинтенсивные осадки, суточное количество которых не превышает 1 мм (табл. 17). В летний период они, как правило, полностью поглощаются почвой и используются растениями. Наибольшее варьирование величины осадков в многолетнем ряду данных отмечается в феврале - апреле (67-69%), а наименьшее - в июне, сентябре, ноябре и декабре (44-49%).

Таблица 15

**Влагообеспеченность периода с температурой воздуха выше 10° C**

Показатели	Значения:			Значения показателей более указанных значений при различной обеспеченности, %				
	среднее	max	min					
				90	75	50	25	10
Сумма осадков, мм	240	410	70	150	190	240	285	330
ГТК, отн. единицы	1,2	0,4	2,7	0,8	0,9	1,2	1,5	1,7

Таблица 16

**Внутригодовая динамика осадков и явлений, связанных с ними**

Месяц	Сумма осадков:		Суточный максимум осадков, мм	Число дней с осадками	Продолжительность осадков, час. :	
	мм	коэффициент вариации, %			средняя	max
I	29	57	14	17,5	243	336
II	25	67	12	14,3	185	290
III	24	69	24	13,0	146	274
IV	33	69	25	10,5	85	170
V	49	52	48	12,6	56	142
VI	57	45	50	12,0	52	147
VII	73	55	57	12,1	63	136
VIII	61	52	31	11,3	59	162
IX	56	44	24	13,7	71	124
X	58	55	32	15,7	158	242
XI	39	49	24	13,4	220	354
XII	34	46	20	17,4	261	397
<b>Год</b>	<b>538</b>	<b>17</b>	<b>57</b>	<b>165</b>	<b>1599</b>	<b>2082</b>
IV-X	387	-	57	88	544	-
XI-III	151	-	24	77	1055	-

Таблица 17

**Среднее число дней по месяцам с различным количеством осадков**

Месяцы	Число дней с количеством осадков (мм) больше заданного порога							
	0,0	0,1	0,5	1,0	5,0	10,0	20,0	30,0
I	5,1	18,1	12,7	9,1	1,3	0,1	0,0	0,0
II	5,5	14,5	10,0	7,3	1,4	0,2	0,0	0,0
III	5,6	12,0	7,9	6,0	0,8	0,1	0,0	0,0
IV	4,2	10,6	8,3	6,7	1,9	0,6	0,0	0,0
V	4,8	12,5	10,7	8,9	3,0	1,0	0,1	0,0
VI	3,9	12,9	11,0	9,5	3,6	1,6	0,2	0,1
VII	3,6	12,9	10,8	9,5	4,7	2,4	0,6	0,3
VIII	3,9	12,2	9,9	8,6	3,8	1,8	0,5	0,1
IX	4,3	13,5	11,0	9,2	3,5	1,3	0,2	0,0
X	4,7	16,7	13,1	11,1	3,9	1,1	0,1	0,0
XI	5,9	16,0	11,7	9,1	2,7	0,5	0,1	0,0
XII	4,9	19,1	13,5	9,7	1,7	0,4	0,0	0,0
<b>За год</b>	<b>56</b>	<b>171</b>	<b>131</b>	<b>105</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Оценка влагообеспеченности по количеству выпадающих осадков и сумме положительных температур недостаточно полно характеризует потребность во влаге растений, особенно древесных, обладающих мощной и глубоко залегающей корневой системой. Ее лучше проводить по значениям влажности определенных горизонтов почвы или уровню

грунтовых вод. Установлено, что обычно в начале вегетации запасы влаги в почве бывают очень высокими и равны наибольшей полевой влагоемкости. В течение лета они постепенно убывают, достигая минимума в июле месяце (около 60% наименьшей полевой влагоемкости). После окончания периода активной вегетации запасы влаги в почве начинают постепенно возрастать, восстанавливаясь на 80-90% ко времени перехода средней суточной температуры воздуха через 5°C. Основным источником пополнения запасов влаги к началу вегетационного периода является снежный покров, средние многолетние запасы воды в котором (по наибольшей за зиму его высоте) составляют 116 мм. Наибольший запас воды в снежном покрове за весь период метеорологических наблюдений составил 200 мм, а наименьший - 40 мм.

Над территорией заповедника преобладают воздушные массы умеренных широт, переносимые господствующими южными, юго-западными и западными ветрами (табл. 18), режим которых не очень значительно изменяется по сезонам года. Наиболее ветрено бывает в холодное время года (табл. 19). Сильный ветер со скоростью 15 м/с и более отмечается в среднем не более 3-4 раз в месяц, однако в отдельные годы может отмечаться до 12-13 дней в месяц. За год дней с таким ветром набирается в среднем 28, максимум 62. Средняя скорость ветров составляет 4-5 м/с, однако отмечаются такие периоды, когда скорость ветра увеличивается до 28-29 м/с, а при порывах - до 35 м/с. Распределение повторяемости ветров по градациям скорости резко левоасимметричное (табл. 20) с явным преобладанием слабых ветров во все месяцы года.

Таблица 18

**Повторяемость направлений ветра в различные месяцы года**

Месяц	Повторяемость направлений ветра, %								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	6	13	6	9	27	16	15	8	8
II	5	12	7	10	25	19	14	8	10
III	5	10	6	11	27	21	12	8	10
IV	7	13	10	9	25	16	12	8	6
V	10	16	8	7	15	15	16	13	8
VI	16	15	7	5	12	12	18	15	10
VII	13	14	10	7	11	12	17	16	13
VIII	11	14	9	7	14	12	19	14	12
IX	9	11	6	7	19	16	20	12	10
X	9	6	4	8	25	19	15	14	6
XI	5	6	4	9	28	27	15	6	5
XII	4	10	8	14	25	18	14	7	7
За год	8	12	7	9	21	17	15	11	9

Таблица 19

**Внутригодовая динамика скорости ветра и числа ветреных дней**

Месяц	Скорость ветра, м/сек		Число дней со скоростью ветра	
	средняя	максимальная	более 8 м/сек	более 15 м/сек
I	5,0	20	11,6	3,2
II	4,5	20	9,5	2,2
III	4,7	29	11,9	3,4
IV	4,3	20	10,9	2,3
V	4,3	29	12,8	3,2
VI	3,7	20	9,4	1,9
VII	3,3	28	6,9	0,9
VIII	3,4	17	6,7	1,3
IX	4,0	20	9,8	1,4
X	4,8	20	12,2	2,1
XI	4,8	24	11,4	2,0
XII	5,2	20	12,6	3,6
За год	<b>4,3</b>	<b>29</b>	<b>126</b>	<b>28</b>

Таблица 20

**Повторяемость ветров в различные месяцы года по градациям скорости**

Градация скорости ветра, м/сек	Повторяемость (%) ветров по месяцам												За весь год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0-1	15,8	21,9	21,0	23,1	20,3	24,6	31,0	30,5	21,8	17,9	18,4	13,7	21,7
2-3	18,4	22,5	19,4	27,8	27,2	31,2	31,6	30,2	26,0	20,3	22,5	17,8	24,6
4-5	19,9	19,4	18,5	23,0	23,1	23,7	20,5	20,6	24,3	23,8	21,6	24,4	21,8
6-7	16,5	12,7	16,2	12,7	13,5	10,5	10,7	10,5	14,0	16,0	14,6	16,5	13,7
8-9	11,1	8,7	9,1	6,4	5,9	4,9	4,2	3,6	5,3	9,2	8,0	9,2	7,1
10 - 11	6,3	6,3	5,9	2,9	5,0	2,2	1,6	1,7	4,9	5,9	6,4	8,0	4,8
12 - 13	4,9	3,7	3,5	2,2	1,5	0,8	0,3	0,8	2,1	3,6	4,5	5,2	2,8
14 - 15	4,1	3,0	4,5	1,3	1,9	1,2	0,1	1,5	1,4	2,8	2,7	3,4	2,3
16 - 17	1,9	1,6	1,5	0,5	1,4	0,6	0,0	0,5	0,1	0,4	1,3	1,6	1,0
18 и более	1,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2

Нередко на территорию заповедника вторгаются сухие континентальные воздушные массы с юго-востока. Если это происходит весной или летом, то наступают засушливые условия, наиболее часто отмечаемые в июне-июле. При суховеях относительная влажность воздуха опускается до отметки 30% и менее, а скорость ветра увеличивается до 5 м/с и более. Температура воздуха в это время обычно составляет +30°C и выше. Слабые суховеи отмечаются ежегодно (табл. 21). Вероятность суховеев средней интенсивности также довольно велика (92%),

однако число дней с ними сравнительно мало: в среднем 3-6, максимум 15-20. Интенсивные суховеи отмечаются 3-4 раза в 10 лет при 0,7 днях в среднем за лето (максимум равен 4 дням). Очень интенсивные суховеи отмечаются не чаще 7 раз в 100 лет.

Таблица 21

**Повторяемость суховеев в различные месяцы теплого периода года**

Месяц	Число дней с суховеями различной интенсивности				
	слабая	средняя	высокая	очень высокая	всего
Апрель	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3
Май	2,9	1,0	0,6	0,0	4,5
Июнь	6,0	2,0	0,2	0,1	8,3
Июль	5,6	1,6	0,1	0,0	7,3
Август	3,3	0,7	0,2	0,0	4,2
Сентябрь	1,7	0,4	0,2	0,0	2,3
<b>За сезон в целом:</b>					
В среднем	19,7	5,7	0,7	0,1	26,2
По максимуму	39	21	4	2	53
По минимуму	6	0	0	0	6

Относительная влажность воздуха держится на довольно высоком уровне. В самом сухом месяце, каким является май, она составляет в среднем 66%, а в самом влажном (ноябрь) - 86% (табл. 22). Число сухих дней с относительной влажностью воздуха 30% и менее составляет в среднем за год 16, а сырых, с влажностью 80% и более, - 115. Наиболее высока изменчивость показателя в августе ( $S_x = 6,6\%$ ).

Таблица 22

**Годовой ход относительной влажности воздуха**

Месяц	Относительная влажность воздуха, %		Число дней с относительной влажностью воздуха ...	
	Среднее значение	Стандартное отклонение	ниже 30%	выше 80%
I	83	3,9	0,0	16
II	81	3,4	0,1	11
III	79	3,8	0,1	10
IV	74	4,2	2	4
V	66	5,0	7	3
VI	68	5,3	3	2
VII	73	5,1	1	4
VIII	76	6,6	2	4
IX	80	4,4	0,2	6
X	83	3,6	1	13
XI	86	3,3	0,0	21
XII	85	3,4	0,0	21
<b>За год</b>	<b>78</b>	<b>1,9</b>	<b>16</b>	<b>115</b>

При прохождении циклонов с запада, севера и северо-запада в теплый сезон проходят грозы, общее число дней с которыми может достигать 43 в год при общей продолжительности гроз 48,3 часа (табл. 23). Иногда грозы сопровождаются градом, однако это явление для территории заповедника не очень частое.

Таблица 23

**Продолжительность гроз и число дней с градом в различное время года**

Месяц	Число дней с грозами		Наибольшая продолжительность гроз, час.	Число дней с градом	
	среднее	наибольшее		среднее	наибольшее
III	0,1	1	0,1	0,0	0
IV	0,5	4	0,5	0,1	1
V	4,0	9	6,2	0,3	3
VI	7,0	17	14,2	0,3	2
VII	8,0	16	15,6	0,2	2
VIII	5,0	14	9,8	0,2	2
IX	1,0	5	1,8	0,1	2
X	0,1	1	0,1	0,0	1
<b>За год</b>	<b>26</b>	<b>43</b>	<b>48,3</b>	<b>1,2</b>	<b>4</b>

При прохождении циклонов с юга, юго-запада и юго-востока в холодный период года наблюдаются сильные метели с ветром, которых насчитывается в среднем 41 день (табл. 24). Продолжаются они в среднем 332 часа в год, что приводит к затруднению полевых исследовательских работ и снижению двигательной активности животных.

Таблица 24

**Число дней с метелями и их продолжительность**

Показатель	Значения показателей по месяцам								За зиму
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
Число дней с метелями: среднее	2	5	8	9	8	7	2	-	41
наибольшее	10	19	21	22	13	14	6	1	59
Продолжительность метелей, час	13	41	63	81	69	55	10	0,1	332

В целом можно констатировать, что климат заповедника для развития растительного и животного мира является вполне удовлетворительным. Лимитирующими факторами являются сильные зимние морозы, сумма эффективных температур воздуха в летние месяцы, которая может изменяться от 1650-1750 до 2500-2650°C, а также периодически повторяющиеся засухи, наиболее значительные из которых отмечались в 1891, 1901, 1921, 1936, 1946, 1948, 1957, 1972 и 2002 годах.

Эти описания основаны на многолетних рядах наблюдений и составлены в предположении о **стационарном состоянии климата**, что является не совсем верным, учитывая наметившуюся тенденцию к глобальному потеплению.

Из-за отсутствия первичного многолетнего ряда метеоданных, которые представители местного и территориального органов гидрометеослужбы отказались в нарушение законов РФ «Об охране окружающей среды» и «О гидрометеорологической службе» нам предоставить, мы для анализа динамики климатических показателей использовали различные литературные источники [3, 23], а также ежемесячные и ежегодные агроклиматические обзоры. Для восстановления выпавших значений средней месячной температуры воздуха по некоторым годам и периодам были использованы данные расположенной северо-восточнее Йошкар-Олы на расстоянии 118 км метеостанции Нартас, многолетний ход изменения которых имеет очень высокую синхронность с данными метеостанции Йошкар-Ола (рис. 2, табл. 25).

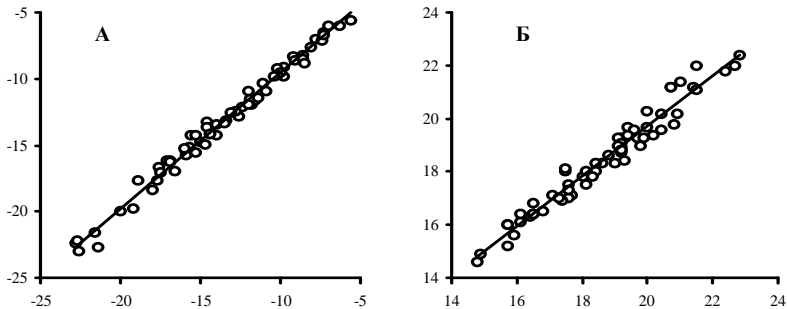


Рис. 2. Характер зависимости средней месячной температуры воздуха между метеостанциями Йошкар-Ола (ось ординат) и Нартас (ось абсцисс): А – январь, Б – июль.

Таблица 25

**Параметры уравнения регрессии  $Y = a \cdot X + b$ , отражающего связь средней месячной температуры воздуха между метеостанциями Нартас и Йошкар-Ола в период с 1926 по 1991 годы**

Параметр	Значение параметра по месяцам											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
a	1,03	1,02	0,98	0,98	0,94	0,98	0,95	0,99	0,92	0,98	0,98	0,98
b	0,71	0,67	0,28	0,41	0,72	0,10	0,77	-0,07	0,72	0,26	0,40	0,29
R <sup>2</sup>	0,99	0,98	0,97	0,96	0,97	0,96	0,96	0,97	0,96	0,98	0,97	0,98

Анализ полученных многолетних (с 1899 по 2005 гг.) рядов фактических данных, проведенный на ПК с использованием методов математической статистики и пакетов стандартных прикладных программ, показал (табл. 26), что средняя температура практически всех месяцев года имеет очень слабо выраженный положительный тренд, величина которого изменяется от  $+0,4$  до  $+2,5^{\circ}\text{C}$  на столетие. Временной тренд показателя по июлю фактически отсутствует, а по августу он имеет отрицательное значение ( $-0,6^{\circ}\text{C}$  на столетие). Если же рассматривать динамику минимальной средней месячной температуры воздуха зимой и максимальной средней месячной летом, то наличие тренда становится еще менее заметным (рис. 3). Годичные флуктуации показателя во много раз перекрывают величину временного тренда: размах колебаний составляет  $12,3^{\circ}\text{C}$  для зимних температур и  $6,0^{\circ}\text{C}$  – для летних. Таким образом, достаточных оснований для заявления о наличии существенных изменений климата, которые могут оказать влияние на экосистемы заповедника, фактически нет.

Таблица 26

**Параметры уравнения линейного временного тренда  $Y = a \cdot X + b$  средней месячной температуры воздуха по ГМС Йошкар-Ола в период с 1926 по 1991 годы**

Параметр	Значение параметра по месяцам											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
a	0,023	0,023	0,018	0,018	0,009	0,004	0,000	-0,006	0,007	0,010	0,008	0,025
b	-14,20	-14,42	-6,99	2,81	11,06	16,25	18,49	16,59	9,73	2,59	-4,45	-11,84
R <sup>2</sup>	0,028	0,032	0,038	0,039	0,019	0,004	0,000	0,013	0,015	0,023	0,008	0,040

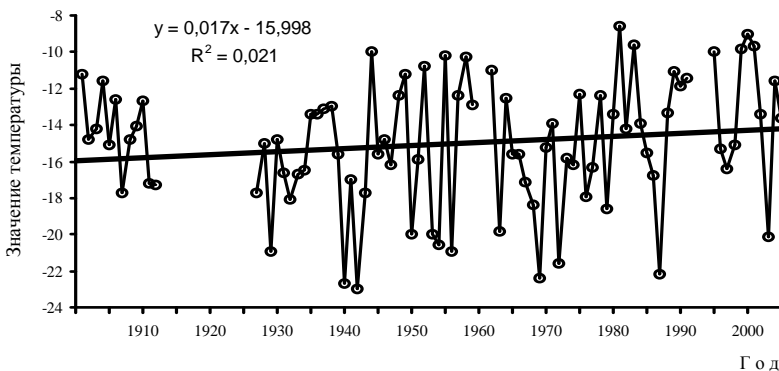


Рис. 3. Многолетняя динамика минимальной средней месячной температуре воздуха зимой по ГМС Йошкар-Ола.



Адекватнее отображает многолетнюю тенденцию изменения температуры воздуха не линейный временной тренд, а некоторая сложная волновая функция, описываемая в простейшем случае полиномом 3-4 порядка (рис. 4). Анализ приведенных графиков показывает, что до 1940 года отмечалось повышение как зимних, так и летних значений показателя. В период с 1943 по 1965 гг. зимы были в основном теплее обычного, а летний период - холоднее. После этого температура зимних месяцев начала несколько возрастать, достигнув апогея в 2000 году. Тренд же температуры летних месяцев в данный период практически отсутствовал и проявился заметно в виде нисходящей волны лишь с 1990 года. Аналогичная закономерность отмечается в динамике суммы осадков и индекса влагообеспеченности вегетационного периода (рис. 5). Все это свидетельствует не в пользу гипотезы о четкой однонаправленной тенденции изменения климата, а о наличии определенной его ритмики.

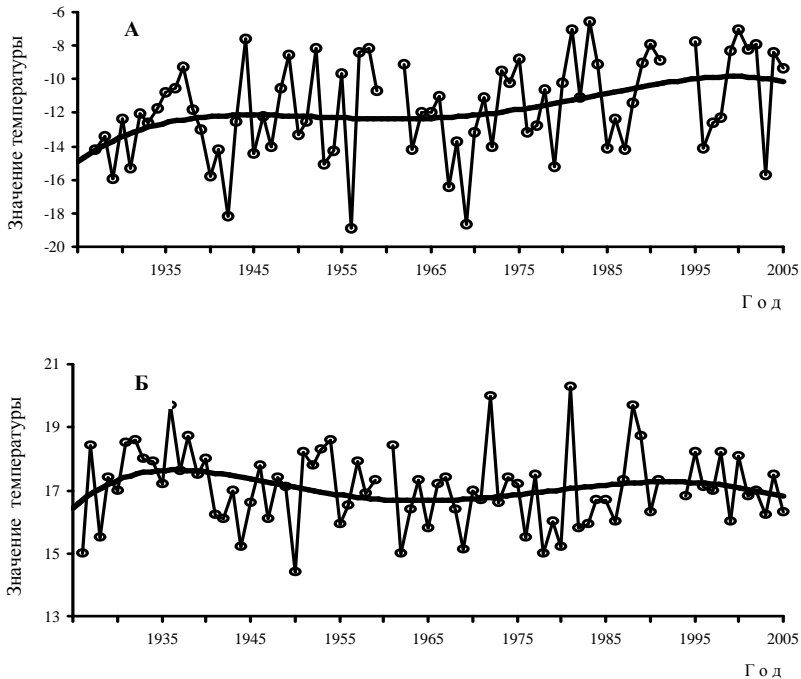


Рис. 4. Волновая динамика средней месячной температуре воздуха в течение зимних (А) и летних (Б) месяцев года по ГМС Йошкар-Ола.

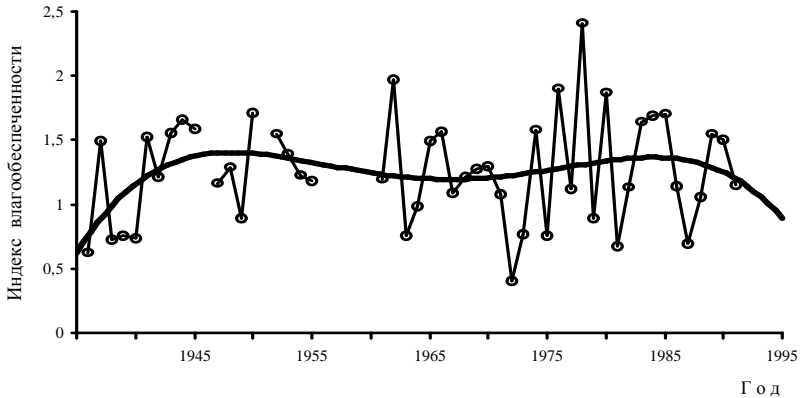


Рис. 5. Динамика индекса влагообеспеченности вегетационного периода, равного величине отношения суммы осадков к сумме месячных температур, по ГМС Йошкар-Ола.

Анализ полученных данных показал, что в XX столетии наиболее значительные положительные аномалии температуры наблюдались зимой 1900/1901, 1903/1904, 1936/1937, 1943/1944, 1948/1949, 1951/1952, 1956/1957, 1957/1958, 1974/1975, 1980/1981, 1982/1983 и 1989/1990 годов, а наиболее значительные отрицательные – 1928/1929, 1930/1931, 1939/1940, 1941/1942, 1955/1956, 1968/1969 и 1978/1979 годов. Наиболее жарко было летом 1921, 1936, 1972, 1981 и 1988 годов, а наиболее прохладно – 1904, 1908, 1926, 1928, 1944, 1950, 1962, 1969, 1978 и 1980 гг.

Вопрос о ритмичности климата давно обсуждается в литературе. Многими исследователями [1, 4, 6, 10, 11, 13, 19], начиная с Брюкнера, выявлено наличие в многолетних рядах значений метеорологических показателей ритмов различной продолжительности (от 5-7 лет до нескольких десятилетий), и даже составлены статистические прогнозы. Проведенный нами математический анализ не подтвердил, однако, наличия феномена четкой ритмичности в изменении метеопараметров. В спектрах многолетних рядов средней месячной температуры воздуха и ее аномалий хотя и проявляется наличие определенных пиков, однако периоды колебаний довольно изменчивы (табл. 27), а полигармонические функции объясняют в общей сложности не более 15% общей дисперсии показателя и абсолютно непригодны для целей долгосрочного прогнозирования. Речь в данном случае скорее может идти не о ритмичности, а о квазиритмичности или даже псевдоритмичности, обу-

словленной сложением некоторых случайных процессов, протекающих в атмосфере. О бессвязности временных рядов, выражающейся в случайности колебаний данного метеопараметра и отсутствии четкой ритмичности в его динамике, свидетельствуют и низкие значения коэффициентов автокорреляции (табл. 28). Для случайного бессвязного временного ряда, как показано О.А. Дроздовым [16], дисперсия разностей значений двух смежных его членов приближенно равна удвоенной величине дисперсии всех членов ряда, т.е.  $S_d^2 \approx 2S_x^2$ , где  $d_i = x_i - x_{i-1}$ . Это условие, как показали расчеты, полностью соблюдается.

Таблица 27

**Параметры пяти наиболее значимых гармоник в многолетних рядах средней температуры воздуха различных месяцев года по ГМС Йошкар-Ола**

Месяц	Периоды гармоник, лет				
	первой	второй	третьей	четвертой	пятой
I	26,7	13,3	11,4	2,67	40,0
II	13,3	11,4	16,0	2,22	10,0
III	5,71	6,15	7,27	2,22	6,67
IV	20,0	16,0	2,16	3,20	2,22
V	4,71	4,44	5,00	16,0	26,7
VI	26,7	20,0	40,0	3,48	4,00
VII	2,28	10,0	2,22	2,35	26,7
VIII	2,16	2,22	2,10	3,07	2,29
IX	2,76	6,15	2,86	2,42	2,50
X	6,15	3,33	40,0	6,67	26,7
XI	11,4	13,3	10,0	40,0	2,86
XII	3,55	3,71	3,39	7,80	3,90

Таблица 28

**Значения первых шести коэффициентов автокорреляции в многолетних рядах средней температуры воздуха различных месяцев года по ГМС Йошкар-Ола**

Месяц	Значения коэффициентов автокорреляции при различном временном лаге					
	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет	6 лет
I	0,086	0,145	0,115	-0,032	0,034	-0,092
II	0,207	0,304	0,137	-0,057	-0,024	0,003
III	0,148	-0,065	-0,323	0,005	0,065	0,041
IV	0,062	0,056	0,082	-0,001	-0,045	-0,009
V	0,009	-0,019	-0,170	0,148	0,131	-0,075
VI	0,181	0,039	0,155	0,137	-0,117	-0,070
VII	0,037	0,191	-0,049	-0,137	0,013	0,054
VIII	-0,146	0,160	0,009	0,062	0,094	0,148
IX	-0,152	-0,001	0,025	-0,122	0,036	0,109
X	0,163	-0,011	0,089	-0,054	-0,031	0,118
XI	0,101	0,101	-0,004	-0,075	-0,117	-0,161
XII	0,040	-0,182	0,042	0,068	-0,190	-0,163

Однозначно изменяется во времени, как показали исследования, не ход температуры, а неустойчивость температурного режима (рис. 6), которую можно выразить в виде индекса, величина которого представляет собой отношение дисперсии месячных температурных аномалий года к средней величине дисперсии аномалий всего временного ряда. Размах между значениями данного показателя смежных лет, как свидетельствуют приведенные данные, неуклонно возрастает. Так, в первой четверти XX века его величина изменялась от 0,7 до 1,2 относительных единиц, в середине столетия – от 0,5 до 1,5, а в конце – от 0,2 до 1,8. Во временном тренде средних значений параметра более или менее четко выделяется волна с периодом колебаний порядка 70 лет.

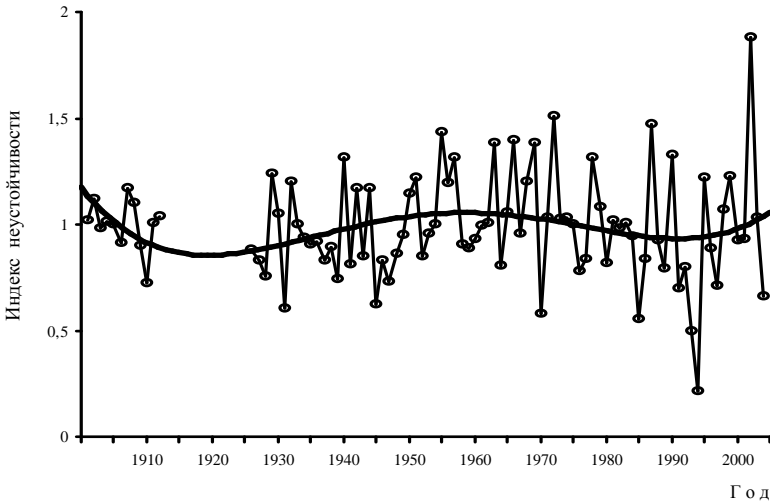


Рис. 6. Динамика индекса неустойчивости температурного режима по ГМС Йошкар-Ола

Важным показателем климата является отношение суммы осадков к средней температуре за определенный месяц или период года. Проведенный нами анализ показал, что связь между этими метеорологическими показателями в многолетнем ряду данных по ГМС Йошкар-Ола довольно слабая (рис. 7) и описывается полиномом второго порядка, параметры которого для различных месяцев не остаются постоянными, а изменяются в очень больших пределах (табл. 29).

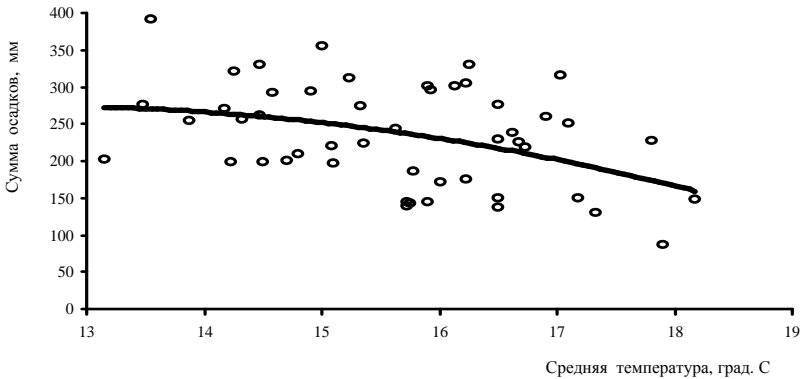


Рис. 7. Зависимость суммы осадков от средней температуры воздуха в теплое время года (май – август) по ГМС Йошкар-Ола.

Таблица 29

**Параметры полинома второго порядка, описывающего зависимость суммы осадков от средней температуры воздуха для разных месяцев года по ГМС Йошкар-Ола**

Месяц	Значения параметров полинома $Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$			
	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$R^2$
I	38,9	0,302	-0,045	0,172
II	22,4	-0,347	-0,037	0,018
III	41,5	5,557	0,241	0,233
IV	34,1	-1,155	0,124	0,007
V	-9,3	14,03	-0,796	0,213
VI	331,0	-27,43	0,643	0,234
VII	-190,8	29,53	-0,821	0,007
VIII	159,8	-5,271	-0,064	0,174
IX	68,7	2,902	-0,442	0,178
X	34,6	12,99	-1,929	0,062
XI	44,7	5,844	0,356	0,227
XII	48,8	4,516	0,204	0,117

В народе бытует мнение о том, что по состоянию погоды летом можно в определенной степени предсказать какой она будет зимой, или же наоборот. Проведенный нами корреляционный анализ (табл. 30) показал ошибочность данного мнения и очень слабую связность рядов средней температуры воздуха разных месяцев, которые группируются между собой в четыре кластера вовсе не по сезонам года (рис. 8).

**Матрица коэффициентов парной корреляции многолетних рядов средней температуры воздуха разных месяцев года по ГМС Йошкар-Ола**

Месяц	Значение коэффициента корреляции между месяцами										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
II	0,311	1									
III	0,244	0,309	1								
IV	0,123	0,157	0,404	1							
V	0,096	0,105	0,085	0,048	1						
VI	0,086	0,122	0,152	0,091	0,172	1					
VII	0,086	0,116	0,128	0,078	0,085	0,155	1				
VIII	-0,103	-0,109	-0,080	0,017	-0,006	0,107	0,359	1			
IX	0,098	0,107	-0,001	0,065	0,034	-0,159	0,073	0,040	1		
X	0,129	0,214	0,014	0,054	0,133	-0,020	0,019	0,060	0,180	1	
XI	0,085	-0,041	-0,035	0,078	0,165	-0,271	0,006	0,008	0,196	0,107	1
XII	-0,045	-0,061	-0,079	0,046	0,127	0,089	-0,055	0,143	0,020	0,005	0,053

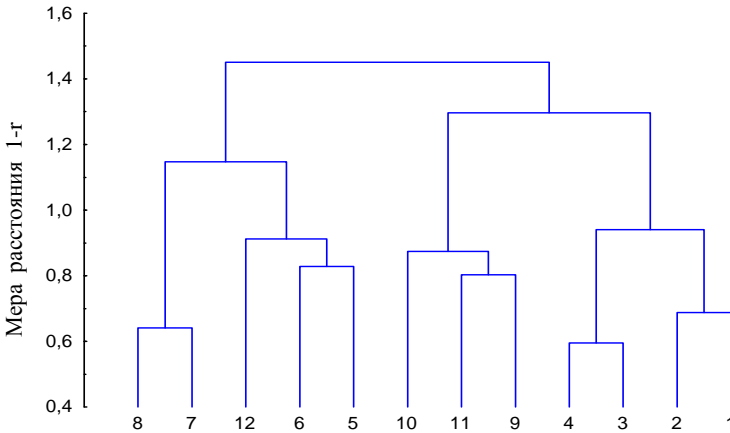


Рис. 8 Дендрограмма сходства многолетних рядов динамики средней температуры воздуха различных месяцев года по ГМС Йошкар-Ола, вычисленная методом Варда по степени скоррелированности признаков.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Климат заповедника умеренно-континентальный, характеризующийся морозной зимой и умеренно-жарким летом. Самым теплым месяцем года является июль, а самым холодным - январь.

2. На территории заповедника солнце светит в течение года в среднем 1806 часов, что составляет 40% от максимально возможной величины. Продолжительность солнечного сияния наибольшая в летние месяцы, особенно в июле, достигая 56% от возможного.

3. Территория заповедника находится в зоне неустойчивого увлажнения: отмечаются годы и сезоны с достаточным или даже избыточным увлажнением, а иногда засушливые. Вероятность повторения лет со значительным недобором осадков, как и их избытком, не превышает 10%. Подавляющая часть (70%) осадков выпадает в теплый период года. Больше всего осадков выпадает в июле, хотя их продолжительность и число дней с ними в данный месяц минимальны.

4. Наибольшее варьирование величины осадков в многолетнем ряду данных отмечается в феврале - апреле (67-69%), а наименьшее - в июне, сентябре, ноябре и декабре (44-49%).

5. Над территорией заповедника преобладают воздушные массы умеренных широт, переносимые господствующими южными, юго-западными и западными ветрами, режим которых не очень значительно изменяется по сезонам года. Наиболее ветрено бывает в холодное время года. Распределение повторяемости ветров по грациям скорости резко левоасимметричное с явным преобладанием слабых ветров во все месяцы года.

6. Климат заповедника является вполне удовлетворительным для развития растительного и животного мира. Лимитирующими факторами являются сильные зимние морозы, сумма эффективных температур воздуха в летние месяцы, а также периодически повторяющиеся засухи, наиболее значительные из которых отмечались в 1891, 1901, 1921, 1936, 1946, 1948, 1957, 1972 и 2002 годах.

7. Средняя температура практически всех месяцев года имеет очень слабо выраженный положительный тренд, величина которого изменяется от +0,4 до +2,5°C на столетие. Временной тренд показателя по июлю фактически отсутствует, а по августу он имеет отрицательное значение (-0,6°C на столетие). Если же рассматривать динамику минимальной средней месячной температуры воздуха зимой и максимальной средней месячной летом, то наличие тренда становится еще менее заметным.

8. Годичные флуктуации средней месячной температуры воздуха во много раз перекрывают величину временного тренда: размах колебаний составляет 12,3°C для зимних температур и 6,0°C для летних. Таким образом, достаточных оснований для заявления о наличии существенных изменений климата, которые могут оказать влияние на экосистемы заповедника, фактически нет.

9. Адекватнее отображает многолетнюю тенденцию изменения температуры воздуха не линейный временной тренд, а некоторая сложная волновая функция, описываемая в простейшем случае полиномом 3-4 порядка. Анализ данных показал, что до 1940 года отмечалось повышение как зимних, так и летних значений показателя. В период с 1943 по 1965 гг. зимы были в основном теплее обычного, а летний период холоднее. После этого температура зимних месяцев начала несколько возрастать, достигнув апогея в 2000 году. Тренд же температуры летних месяцев в данный период практически отсутствовал и проявился заметно в виде нисходящей волны лишь с 1990 года. Все это свидетельствует не в пользу гипотезы о четкой однонаправленной тенденции изменения климата, а о наличии определенной его ритмики.

10. Математический анализ не подтвердил наличия ритмичности в изменении метеопараметров. В спектрах многолетних рядов средней месячной температуры воздуха и ее аномалий хотя и проявляется наличие определенных пиков, однако периоды колебаний довольно изменчивы, а полигармонические функции объясняют в общей сложности не более 15% общей дисперсии показателя и абсолютно непригодны для целей долгосрочного прогнозирования. Речь в данном случае скорее может идти не о ритмичности, а о квазиритмичности или даже псевдоритмичности, обусловленной сложением некоторых случайных процессов, протекающих в атмосфере. О бессвязности временных рядов, выражающейся в случайности колебаний данного метеопараметра и отсутствии четкой ритмичности в его динамике, свидетельствуют и низкие значения коэффициентов автокорреляции, не превышающие 0,3 ед.

11. Однозначно изменяется во времени не ход температуры, а неустойчивость температурного режима, которую можно выразить в виде индекса, величина которого представляет собой отношение дисперсии месячных температурных аномалий года к средней величине дисперсии аномалий всего временного ряда. Размах между значениями данного показателя смежных лет неуклонно возрастает.

12. Связь между осадками и средней температурой воздуха за определенный месяц или период года в многолетнем ряду данных довольно слабая ( $R^2 = 0,23$ ) и описывается полиномом второго порядка, параметры которого для различных месяцев не остаются постоянными, а изменяются в очень больших пределах.

13. Ряды средней температуры воздуха разных месяцев очень слабо связаны между собой и группируются между собой в четыре кластера вовсе не по сезонам года. Таким образом, по состоянию погоды летом нельзя предсказать какой она будет зимой, или же наоборот.



### *Библиографический список*

1. Абашкин С.А. Климатическая цикличность и влияние ее на некоторые отрасли хозяйственной деятельности человека и биологические процессы в Барабе // Природные циклы Барабы и их хозяйственное значение. – Новосибирск, 1982. С. 55-65.
2. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 107 с.
3. Агроклиматический справочник по Марийской АССР. – Йошкар-Ола, 1961. – 128 с.
4. Алехин Ю.М. Статистические прогнозы в геофизике (динамико-статистический метод прогноза геофизических макропроцессов). – Л.: Изд-во ЛГУ, 1963.
5. Алисов Б.П. Климат СССР. – М.: МГУ, 1969.
6. Анисимов О.А., Поляков В.Ю. К прогнозу изменения температуры воздуха для первой четверти XXI столетия // Метеорология и климатология. – 1999. - № 2. – С. 25-31.
7. Антропогенные изменения климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.
8. Белов С.В., Ретфельд И.С. Причины изменения климата: человек или геологические процессы? // Использование и охрана природных ресурсов в России: Информ.-аналит. бюлл. – М.: НИА-Природа, 2004. №1. - С. 43-49.
9. Борисенков Е.П. Климат и деятельность человека. – М.: Наука, 1982.
10. Борисов А.А. Климаты СССР. – М.: Просвещение, 1967. – 296 с.
11. Будыко М.И. Современные изменения климата. - Л.: Гидрометеиздат, 1977.
12. Влияние изменения климата на экосистемы. – М.: Российский университет, 2001.
13. Геденонов А.Д. Изменения температуры воздуха на северном полушарии за 90 лет. – Л.: Гидрометеиздат, 1973.
14. Глобальное потепление: Доклад ГРИНПИС / Под ред. Дж. Легатта. – М.: МГУ, 1993.
15. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Изменение климатических условий европейской части России // Влияние изменения климата на экосистемы. – М.: Российский университет, 2001. Ч. 1. С. 9-16.
16. Дроздов О.А. О критериях систематичности в оценке колебаний рядов наблюдений метеорологических величин и уровней водоемов // Чтения памяти академика Л.С. Берга: Тез. докл. – Л., 1966. С. 32-36.

17. Карягин Ф.А. Климатические изменения в Чувашии: причины и последствия // Использование и охрана природных ресурсов в России: Информ.-аналит. бюлл. – М.: НИА-Природа, 2004. - №1. - С. 136-143.

18. Маняхина Л.Г. Мировой океан и климат Земли // Использование и охрана природных ресурсов в России: Информ.-аналит. бюлл. – М.: НИА-Природа, 2004. - №1. - С. 50-55.

19. Монин А.С., Шашков Ю.А. Климат как проблема физики // Успехи физ. наук. – 2000. – Т. 170. - № 4.

20. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 29. Сер. 1. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992.

21. Онищенко В.В. Динамика климатических условий на особо охраняемых природных территориях Северного Кавказа // Использование и охрана природных ресурсов в России: Информ.-аналит. бюлл. – М.: НИА-Природа, 2004. - №1. - С. 108-112.

22. Першаков М.А. Климат республики // Природа Марийской АССР. – Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1957. С. 13-40.

23. Справочник по климату СССР. Вып. 29. Ч. 1-5. – Л., 1964.