

УДК 504.064.36 (470.341)

СВЯЗЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЗАПОВЕДНИКА С ПОГОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ В 1994-2005 гг.

Д.Б. Гелашвили, И.О. Иванова, Л.А. Солнцев

Рассмотрена проблема связи показателей видового разнообразия биоты ГПЗ «Большая Кокшага» с погодными условиями за период с 1994 по 2005 гг. Показано, что колебания численности популяций крупных млекопитающих, а также урожайности ягодников и желудей, в основном, определяются биотическими механизмами и практически не связаны с абиотическими (погодными) факторами, не имевшими в течение изучаемого периода времени экстремальных значений. Проведено сравнение погодных характеристик и биоценотических показателей сообществ крупных млекопитающих в ГПЗ «Большая Кокшага» и ГПЗ «Керженский». Независимыми методами показано, что как на коротких отрезках времени (≈ 10 лет), так и на более протяженных (≈ 40 лет) погодные условия в районе ГПЗ «Большая Кокшага» характеризуются меньшей изменчивостью, чем на территории ГПЗ «Керженский». В то же время динамика биоценотических показателей видовой структуры имеет более сглаженный характер в ГПЗ «Керженский» по сравнению с ГПЗ «Большая Кокшага». Недостаточность и фрагментарность данных об изменении параметров биоты остро ставит вопрос о безотлагательной необходимости проведения систематических наблюдений и исследований по выявлению связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов.

1. Введение

В настоящее время термин биоразнообразие интерпретируется достаточно широко. Под ним понимают как совокупность конкретных параметров сообществ, флор, фаун, так и набор, богатство форм и их соотношение. Кроме того, биоразнообразие это еще и синтетическая категория, соответствующая задачам комплексных исследований в экологии, биогеографии, эволюционной теории. Таким образом, изучение и количественная оценка параметров биоразнообразия имеют не только академический интерес, но важное практическое значение, поскольку эти исследования пытаются дать ответ на важнейшую проблему экологии – причины и механизмы устойчивости сообществ.

На современном этапе важное значение приобретает также проблема соотношения биоты с климатическими факторами в связи с процессами глобальных изменений климата. Анализ такого рода сталкивается с объективными трудностями, обусловленными разнокачественностью данных о динамике параметров климата, с одной стороны, и биоты, в частности биоразнообразия, с другой. Результат воздействия макроклимата на биоту легче прослеживается в планетарном или континентальном масштабах. Однако глобальные закономерности распределения биоты обусловлены локальными, в частности популяционными процес-

сами. Эти противоречия можно частично разрешить путем изучения пространственной изменчивости биоты в зависимости от климата на основе данных локального характера. Известно, что климатическое районирование всегда основывалось на материалах метеостанций. Существующие заповедники и стационары представляют собой своего рода сеть локальных «биостанций», в которых накоплены сведения о различных параметрах местной биоты. Кроме того, использование локальных данных позволяет анализировать пространственную изменчивость биоты не только от климата, но и от местных биотопических и биотических факторов.

Все вышесказанное ставит на повестку дня вопрос не только о необходимости изучения взаимосвязи биоты и климата (для региональных масштабов – погоды), но совершенствования и разработки методов оценки этих взаимодействий.

С учетом вышесказанного, целью данной работы явилось выявление связи между биоразнообразием заповедника «Большая Кокшага», оцениваемого по показателям видовой структуры сообщества крупных млекопитающих, урожайности ягодников и желудей, и характеристиками погодных условий за период с 1994 по 2004 гг. Принимая во внимание необходимость комплексной оценки качества среды обитания за исследуемый период наблюдений с использованием разноразмерных показателей, для эффективного свертывания информации об экосистеме и приведения её в оценочную категорию использовалось построение обобщенной функции желательности.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить различия между годами наблюдений по численности популяций крупных млекопитающих, урожайности ягодников и желудей и показателям погодных условий.
2. Изучить связь показателей численности популяций млекопитающих, урожайности ягодников и желудей с изменениями погодных условий.
3. Рассчитать показатели видовой структуры для сообщества крупных млекопитающих по годам наблюдений.
4. Изучить межгодовые различия показателей видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и взаимосвязь этих показателей с погодными условиями.
5. Рассчитать значение обобщенной функции желательности по показателям видовой структуры сообщества крупных млекопитающих, урожайности ягодников и желудей для комплексной оценки получен-

ных данных за десятилетний период (1994-2004 гг.), а также сравнить полученные оценки с таковыми для ГПБЗ «Керженский».

2. Материалы и методы исследований

Исходными данными послужили материалы о численности популяций крупных млекопитающих за период с 1994 по 2004 гг. (табл. 1), урожайности ягодников с 1997 по 2005 г. (табл. 2) и желудей за 1995–2005 гг. (табл. 3), а также сведения о погодных условиях на территории заповедника за 1998 - 2005 гг. (табл. 4), любезно предоставленные дирекцией заповедника «Большая Кокшага». Для получения сопоставимых данных по погодным условиям с другими территориями, в частности с ГПБЗ «Керженский», по стандартной программе метеоклиматических показателей дополнительно были использованы данные метеостанции Йошкар-Олы за период 1994-2004 гг. (табл. 5). Данные были получены с официального сайта Росгидромета (http://meteo.ru/data/temperat_precipitation/) в виде суточного разрешения по температуре воздуха.

Таблица 1

Численность популяций крупных млекопитающих заповедника «Большая Кокшага» в 1994-2004 гг. по данным зимних маршрутных учетов

№	Вид	Годы										
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1	Лось	32	61	57	94	77	59	238	270	-	102	92
2	Кабан	0	8	29	10	28	15	8	35	-	36	31
3	Лисица	1	1	0	2	1	0	8	8	-	9	8
4	Куница	10	12	32	45	33	223	20	7	-	21	18
5	Заяц-беляк	183	177	97	560	223	504	391	886	-	798	591
6	Волк	3	1	2	1	2	1	1	1	-	1	1
7	Рысь	1	1	3	1	2	2	0	1	-	1	1
8	Хорь	8	3	4	11	6	4	17	17	-	13	9
9	Горностай	0	1	6	1	0	2	0	12	-	9	12
10	Медведь	12	15	15	15	15	15	15	15	11	14	15
11	Барсук	15	20	20	20	20	24	0	0	18	22	22
12	Енотовидная собака	6	12	12	16	20	12	0	0	6	8	9
13	Белка	116	0	69	529	244	185	58	100	0	130	200
14	Норка	-	18	38	-	51	52	-	-	47	59	-
15	Выдра	-	2	6	-	7	4	-	-	-	-	-

Примечание: «-» - отсутствуют учетные данные.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета программ STATISTICA 5.11 и рекомендаций, изложенных в руководствах [1, 2, 4]. В зависимости от характера и объема данных были использованы параметрические и непараметрические статистические критерии.

Таблица 2

Показатели урожайности ягодников заповедника «Большая Кокшага» в 1997-2005 гг.

Показатель	Годы								
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Черника (масса зрелых ягод) ППЗ, г	1600,14	2415,19	131,87	844,84	10,76	548,55	943,16	348,76	158,03
Черника (масса незрелых ягод) ППЗ, г	1,72	1,63	0,06	0,83	0	-	65,99	4,7	6,63
Черника (общая масса) ППЗ, г	1601,86	2416,82	131,93	845,67	10,76	548,55	1009,15	353,46	164,66
Черника (масса 100 ягод) ППЗ, г	314,98	366,5	-	292,6	-	226,56	243,47	115,67	33,2
Черника (масса зрелых) ПП4, г	415,7	263,12	226,34	261,91	2,16	448,33	17,34	181,79	10,21
Черника (масса незрелых) ПП4, г	1,8	0,32	0,02	0,16	0	-	5,41	3,43	1,56
Черника (общая масса) ПП4, г	417,5	263,44	226,36	262,07	2,16	448,33	22,75	185,22	11,77
Черника (масса 100 ягод) ПП4, г	270,99	328,28	106,24	249,33	-	134,23	-	106,52	-
Клюква (масса зрелых) ПП1, г	2479,16	2518,23	101,46	1358,12	2526,63	334,06	126,31	244,15	27,53
Клюква (масса незрелых) ПП1, г	5,11	0,73	6,77	0	174,77	29,26	10,17	4,82	0
Клюква (общая масса) ПП1, г	2485,38	2518,96	1028,23	1358,12	2701,4	363,32	136,48	248,97	27,53
Клюква (масса 100 ягод) ПП1, г	389,64	474,07	591,54	519,48	490,77	383,9	-	179,4	21,56?
Клюква (масса зрелых) ПП2, г	4173,72	1095,07	1529,43	2080,05	1643,63	398,18	129,49	607,26	11,03
Клюква (масса незрелых) ПП2, г	89,43	1,71	0,14	5,7	123,3	167,78	22,68	16,33	0
Клюква (общая масса) ПП2, г	4263,15	1,096,78	1529,57	2085,75	1766,93	565,96	152,17	623,59	11,03
Клюква (масса 100 ягод) ПП2, г	469,18	617,99	484,49	640,56	466,1	148,31	-	260,15	-

Таблица 3

Показатели урожайности желудей заповедника «Большая Кокшага» в 1995-2005 гг.

Показатель	Годы										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Число здоровых желудей на м ² (ПП-1)	-	0,00	2,00	1107,00	35,00	0,00	52,00	0,00	1,00	100,00	1,00
Число поврежденных желудей на м ² (ПП-1)	-	0,00	7,00	859,00	573,00	35,00	117,00	0,00	2,00	462,00	91,00
Всего желудей (ПП-1), г	-	0,00	9,00	1966,00	608,00	35,00	169,00	0,00	3,00	562,00	92,00
Вес здоровых желудей (ППП-1), г	-	0,00	4,21	4797,00	117,50	0,00	290,50	0,00	3,02	359,60	3,00
Вес поврежденных желудей (ПП-1), г	-	0,00	5,31	1392,70	934,40	30,96	338,33	0,00	2,30	928,28	32,10
Вес общего количества желудей (ПП-1), г	-	0,00	9,52	6189,70	1051,90	30,96	628,83	0,00	5,32	1287,88	35,10
Число здоровых желудей на м ² (ПП-2)	753,00	0,00	6,00	691,00	58,00	0,00	45,00	0,00	27,00	35,00	1,00
Число поврежденных желудей на м ² (ПП-2)	596,00	0,00	52,00	608,00	200,00	5,00	123,00	13,00	119,00	218,00	3,00
Всего желудей (ПП-2), г	1349,00	0,00	58,00	1299,00	258,00	5,00	168,00	13,00	146,00	253,00	4,00
Вес здоровых желудей (ПП-2), г	3187,30	0,00	20,49	1935,55	296,86	0,00	240,64	0,00	94,63	157,97	0,60
Вес поврежденных желудей (ПП-2), г	951,80	0,00	44,52	1103,45	326,98	3,83	472,40	8,09	144,34	381,74	1,40
Вес общего количества желудей (ПП-2), г	4139,10	0,00	65,01	3039,00	623,84	3,83	713,04	8,09	238,97	539,71	2,00
Число здоровых желудей на м ² (ПП-3)	-	0,00	0,00	237,00	4,00	0,00	8,00	0,00	0,00	16,00	0,00
Число поврежденных желудей на м ² (ПП-3)	-	0,00	19,00	179,00	67,00	0,00	4,00	0,00	116,00	116,00	32,00
Всего желудей (ПП-3)	-	0,00	19,00	416,00	71,00	0,00	12,00	0,00	116,00	132,00	32,00
Вес здоровых желудей (ПП-3), г	-	0,00	0,00	806,70	12,50	0,00	39,29	0,00	0,00	41,05	0,00
Вес поврежденных желудей (ПП-3), г	-	0,00	12,93	219,75	64,90	0,00	16,96	0,00	80,46	159,64	12,10
Вес общего количества желудей (ПП-3), г	-	0,00	12,93	1026,45	77,40	0,00	56,25	0,00	80,46	200,69	12,10

Таблица 4

Характеристика погодных условий заповедника «Большая Кокшага»

Показатель	Годы							
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Температура средняя	3,0	3,7	3,4	4,1	3,6	3,3	4,2	3,9
Температура максимальная	35,4	33,2	33,5	33,0	35,5	31,0	31,5	29,0
Температура минимальная	-34,1	-36,2	-35,0	-35,5	-43,0	-37,5	-31,0	-32,0
Количество осадков, мм	638,8	458,0	726,7	703,6	598,9	904,8	689,5	541,8

Таблица 5

Характеристика погодных условий заповедника «Большая Кокшага» по данным метеостанции г. Йошкар-Ола

№ п/п	Показатель	Годы										
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1	Температура средняя	2,5	5,2	2,7	2,7	2,8	3,6	4,3	4,2	3,6	4,1	4,3
2	Температура средняя максимальная	7	10	8	7,4	7,8	8,6	8,8	8,9	8,5	8,9	8,9
3	Температура средняя минимальная	-1,7	0,9	-1,9	-1,6	-1,7	-0,9	0,2	-0,3	-1,1	-0,3	0,4
4	Количество дней с морозом	181	160	184	169	185	175	177	165	183	165	162
5	Количество дней без оттепели	118	94	99	121	111	105	100	111	73	106	100
Критерий Фридмана		6,74; $p < 0,75$										

Анализ межгодовых различий проводился с помощью критерия Фридмана – непараметрического аналога дисперсионного анализа повторных измерений. При проведении корреляционного анализа вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s). Для сравнения погодных условий за один и тот же период времени (1994-2004 гг.) в заповедниках «Керженский» и «Большая Кокшага» применяли двухфакторный дисперсионный анализ по иерархической схеме.

Для комплексной оценки качества среды обитания за исследуемый период наблюдений использовалось построение обобщенной функции желательности как эффективный способ свертывания информации об экосистеме и приведения её в оценочную категорию. В основе построения обобщенной функции желательности лежит способ преобразования натуральных значений частных признаков в шкалу кодированных откликов с последующим переводом в шкалу безразмерных предпочти-

тельностью или желательностей. Для построения шкалы кодированных откликов (частных функций желательности, d_i) был использован алгоритм свертки:

$$d_i = \frac{2(x_i \times x_{\max})}{x_i^2 + x_{\max}^2} \quad (1)$$

или

$$d_i = \frac{2(x_i \times x_{\min})}{x_i^2 + x_{\min}^2} \quad (2)$$

где x_i , x_{\min} , x_{\max} – текущее, минимальное и максимальное значение показателя. Если увеличение показателя являлось предпочтительным (желательным), то его частная функция желательности (d_i) рассчитывалась по формуле (1), если, напротив, желательным было уменьшение показателя, то использовалась формула (2).

Расчет обобщенной функции желательности проводили по формуле:

$$D = \sqrt[m]{d_1 \times d_2 \times \dots \times d_i \times \dots \times d_m},$$

где d_i – частная функция желательности i -го показателя, m – число показателей, использованных для расчета. Все значения частных и обобщенной функций желательности лежат в диапазоне от 0 до 1, что соответствует градациям «плохо – хорошо».

3. Результаты и их обсуждение

3.1 Анализ межгодовых различий комплекса исходных данных

Как и следовало ожидать на столь коротких отрезках времени (~ 10 лет), колебания численности большинства популяций крупных млекопитающих на территории заповедника в течение анализируемого периода демонстрируют стохастический характер. Для некоторых популяций (лося, горностая и лисицы) были построены графики скользящей средней с шагом в два года (рис.1), позволяющие визуальнo выделить определенные закономерности, в частности, рост численности в период 2000-2003 гг. Кроме того, довольно отчетливо прослеживаются классические взаимодействия на различных трофических уровнях типа «хищник – жертва», например, «волк – заяц» (рис. 2). Отметим, что аналогичная картина наблюдается и в ГПБЗ «Керженский» в период 1994-2006 гг.

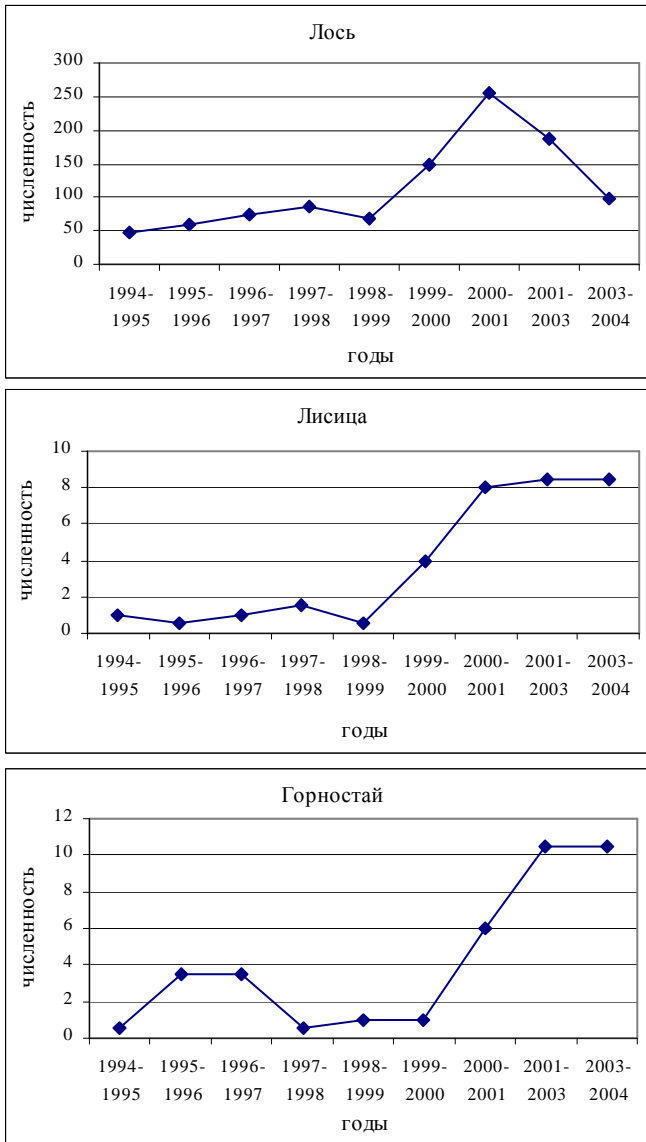


Рис. 1. Динамика численности популяций лоса, горностая и лисицы (скользящая средняя) на территории заповедника «Большая Кокшага» за период 1994–2004 гг.

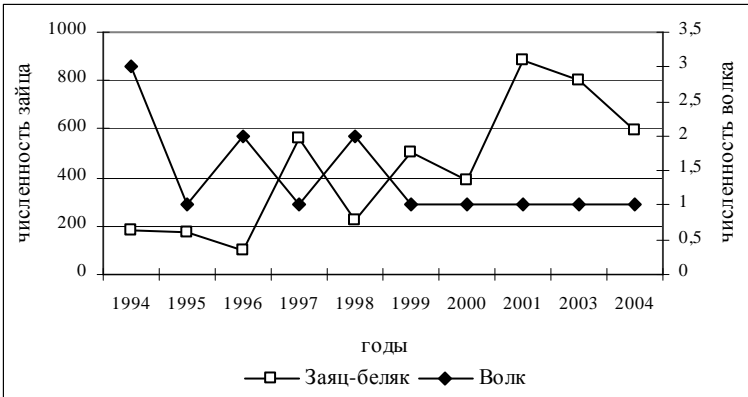


Рис. 2 Динамика численности волка и зайца-беляка на территории заповедника «Большая Кокшага» за период 1994-2004 гг.

Для выявления статистически значимых различий между годами наблюдений по численности популяций крупных млекопитающих был использован критерий Фридмана. Из анализа был исключен 2002 год, так как за этот год отсутствуют учетные данные по 10 видам. Анализ показал, что на протяжении 10 лет (1994-2004 гг.) наблюдаются статистически значимые межгодовые различия численности популяций крупных млекопитающих (табл. 6). Значение критерия Фридмана было больше табличного при уровне значимости $p < 0,05$, что позволяло отклонить нулевую гипотезу об отсутствии различий. Анализ погодных условий, проведенный с использованием критерия Фридмана, не выявил статистически значимых различий между годами наблюдений по фиксированному набору показателей, как представленных дирекцией заповедника (табл. 4), так и полученных с сайта Росгидромета (табл.5).

Полученные результаты позволяют поставить вопрос о причинах наблюдаемых колебаний численности популяций крупных млекопитающих. Как известно, теоретическая экология рассматривает в качестве лимитирующих факторов, оказывающих влияние на колебания численности популяции, факторы, зависящие и не зависящие от плотности. В качестве первых выступают внутрипопуляционные механизмы регуляции численности, тогда как вторые связаны, в основном, с метеоклиматическими, или погодными условиями. С учетом задач, поставленных в настоящей работе, дальнейший анализ был посвящен выяснению связи колебаний плотности представителей биоты с погодными факторами.

Таблица 6

Анализ межгодовых различий численности (N) популяций крупных млекопитающих с помощью критерия Фридмана

№	Вид	Годы																			
		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2003		2004	
		N	R*	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R
1	Лось	32	1	61	4	57	2	94	7	77	5	59	3	238	9	270	10	102	8	92	6
2	Кабан	0	1	8	2,5	29	6	10	4	28	7	15	5	8	2,5	35	9	36	10	31	8
3	Лисица	1	4	1	4	0	1,5	2	6	1	4	0	1,5	8	8	8	8	9	10	8	8
4	Куница	10	2	12	3	32	7	45	9	33	8	223	10	20	5	7	1	21	6	18	4
5	Заяц-беляк	183	3	177	2	97	1	560	7	223	4	504	6	391	5	886	10	798	9	591	8
6	Волк	3	10	1	4	2	8,5	1	4	2	8,5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	7
7	Рысь	1	4,5	1	4,5	3	10	1	4,5	2	8,5	2	8,5	0	1	1	4,5	1	4,5	1	4,5
8	Хорь	8	5	3	1	4	2,5	11	6	6	4	4	2,5	17	8,5	17	8,5	13	7	9	10
9	Горноста́й	0	2	1	4,5	6	7	1	4,5	0	2	2	6	0	2	12	9,5	9	8	12	9,5
10	Медведь	12	2	15	6,5	15	6,5	15	6,5	15	6,5	15	6,5	15	6,5	15	6,5	14	3	15	6,5
11	Барсук	15	3	20	6,5	20	6,5	20	6,5	20	6,5	24	11	0	1,5	0	1,5	22	9,5	22	9,5
12	Енотовид- ная собака	6	3,5	12	8	12	8	16	10	20	11	12	8	0	1,5	0	1,5	8	5	9	6
13	Белка	116	6	0	1,5	69	4	529	11	244	10	185	8	58	3	100	5	130	7	200	9
14	Норка	-	-	18	1	38	2	-	-	51	4	52	5	-	-	-	-	59	6	-	-
15	Выдра	-	-	2	1	6	3	-	-	7	4	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумма рангов		47		54		75,5		86		93		90		57,5		79		97		96	
Средний ранг		3,62		3,60		5,03		6,62		6,20		6,00		4,42		6,08		6,93		7,38	

Критерий Фрид-мана

22,72; p=0,007

Примечание: * - ранг.

3.2 Анализ связи показателей численности популяций млекопитающих, урожайности ягодников и желудей с изменениями погодных условий

Для определения наличия, характера и силы связи численности популяций млекопитающих, а также продуктивности ягодников и желудей с изменениями погодных условий был рассчитан критерий ранговой корреляции Спирмена между соответствующими наборами показателей. В данном случае статистическая нулевая гипотеза формулируется как отсутствие связи (корреляции) между показателями.

При изучении связи между численностью крупных млекопитающих и погодными условиями статистически значимая корреляция наблюдалась только в четырех случаях из 56 рассмотренных корреляционных пар (табл. 7; рис.3). Несмотря на достаточно высокую силу связи ($r_s = 0,8-0,9$), в подобных обсервационных исследованиях нельзя дать однозначной оценки влияния одних факторов, в данном случае – количества осадков, максимальной и минимальной температур, на численность популяций лисицы, хорь, горностай и медведя. Вполне возможно, что их согласованные изменения – результат действия других факторов или их совокупности. Однако нет оснований и игнорировать их.

Таблица 7

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между численностью популяций крупных млекопитающих и характеристиками погодных условий

Виды	Показатель	t^0C	$t^0_{max}C$	$t^0_{min}C$	Осадки, мм
Лисица	r_s	0,03	-0,58	-0,21	0,90
	p	0,95	0,23	0,69	0,01
Хорь	r_s	0,14	-0,14	-0,06	0,81
	p	0,78	0,78	0,91	0,05
Горностай	r_s	0,77	-0,88	-0,03	0,15
	p	0,08	0,02	0,96	0,78
Медведь	r_s	0,27	-0,27	0,80	-0,04
	p	0,56	0,56	0,03	0,92

Между продуктивностью желудей и погодными условиями статистически значимой корреляции установлено не было. Между урожайностью черники и средней температурой была выявлена обратная корреляция ($r_s = -0,89$) на уровне значимости $p=0,007$. Напротив, статистически значимая положительная корреляция ($r_s=0,85$; $p=0,01$) наблюдалась между урожайностью черники и максимальной температурой. Возможно, что эти факты объясняются тем, что повышение средней температуры на территории европейской части России в настоящее время проис-

ходит за счет потепления зим. Увеличение же максимальной температуры происходит за счет повышения температуры в летнее время.

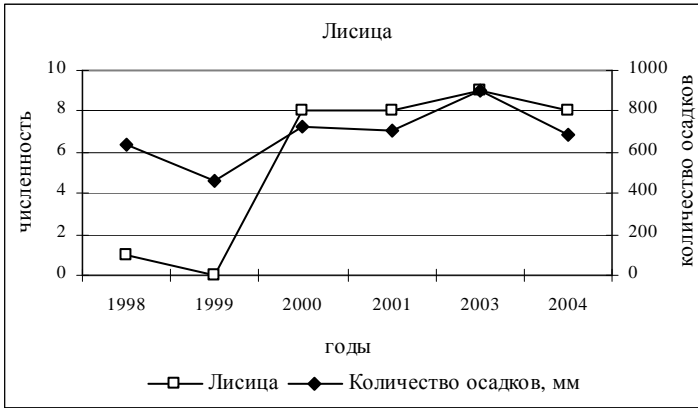


Рис. 3. Связь динамики численности лисицы с количеством осадков.

Таким образом, популяционный уровень анализа не выявил статистически значимых связей между флуктуациями плотности популяций крупных млекопитающих, птиц и урожайностью ягодников, с одной стороны, и межгодовыми изменениями погодных условий на территории заповедника, с другой. Этот факт дает основание предположить, что основную роль в регуляции численности популяций животных и растений (в объеме проведенного анализа) играют биотические факторы, зависящие от плотности. В то же время отсутствие установленных в данном исследовании статистических связей отнюдь не говорит о том, что они не могут быть выявлены при увеличении объема выборки, т.е. увеличении периода наблюдений. Этот вывод является принципиальным, поскольку однозначно предполагает необходимость продолжения подобных исследований. В контексте настоящей работы отсутствие связи между биотическими (плотность) и абиотическими (погодные условия) показателями на популяционном уровне потребовало проведения анализа на уровне сообществ.

3.3 Анализ видовой структуры изучаемых сообществ

Для характеристики видовой структуры сообщества крупных млекопитающих был рассчитан ряд экологических индексов, дающих количе-

ственную оценку видовому богатству и разнообразию, выравненности и степени доминирования (табл. 8):

1. Индексы видового разнообразия:

Индекс Шеннона: $H = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$,

Индекс видового разнообразия Симпсона: $C = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2}$,

Индекс Животовского (среднее число видов): $\mu = \left(\sum_{i=1}^s \sqrt{p_i}\right)^2$,

Показатель доли редких видов Животовского: $h = 1 - \frac{\mu}{S}$.

2. Индекс видового богатства Маргалефа: $d = \frac{S-1}{\log N}$.

3. Индексы выравненности

Шеннона–Пиелу: $E = \frac{H}{\log S} = \frac{H}{H_{\max}}$,

Симпсона: $C = \frac{1}{S \sum_{i=1}^s p_i^2}$.

4. Индекс доминирования Симпсона: $c = \sum_{i=1}^s p_i^2$,

где S – число видов, p_i – доля i -го вида, N – общая численность.

Полученные биоценотические показатели были использованы для анализа межгодовых различий с помощью критерия Фридмана (табл. 9), который выявил наличие статистически значимых различий между годами наблюдений. Кроме того, для выявления взаимосвязи показателей видовой структуры сообщества крупных млекопитающих с параметрами погодных условий использовался метод ранговой корреляции Спирмена (табл. 10). Обратная корреляция установлена между индексом видового разнообразия Шеннона и количеством осадков, а также индексом Животовского и среднегодовой температурой. Показатель доли редких видов Животовского имеет отрицательную корреляцию с максимальной температурой ($r=0,04$). В то же время статистически значи-

**Показатели видовой структуры сообщества крупных млекопитающих
заповедника «Большая Кокшага» 1994-2004 гг.**

№	Индекс	Годы									
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2004
1	Индекс видового разнообразия Шеннона	2,110	2,017	2,730	1,887	2,293	2,073	1,827	1,588	1,711	1,971
2	Индекс видового разнообразия Симпсона	3,086	3,030	7,042	2,817	4,405	3,521	2,674	2,101	2,232	2,545
3	Индекс Животовского (среднее число видов),	6,322	7,713	10,756	5,708	8,615	5,716	5,427	5,380	5,569	5,178
4	Индекс видового богатства Маргалёфа	1,163	1,552	1,510	1,159	1,367	1,286	0,837	0,961	1,268	1,203
5	Показатель доли редких видов Животовского,	0,425	0,449	0,232	0,561	0,385	0,592	0,397	0,511	0,602	0,602
6	Индекс выравнимости Пиелу	0,610	0,530	0,717	0,510	0,602	0,544	0,576	0,459	0,449	0,533
7	Индекс выравнимости Симпсона	0,280	0,216	0,503	0,216	0,314	0,251	0,297	0,191	0,159	0,196
8	Индекс доминирования Симпсона	0,324	0,330	0,142	0,355	0,227	0,284	0,374	0,476	0,448	0,393
9	Число видов	11	14	14	13	14	14	9	11	14	13

мая положительная корреляция выявлена между индексами выравнимости Пиелу и Симпсона ($r=0,04$) и максимальной температурой.

Проведенный анализ показал, что некоторые показатели видовой структуры сообщества крупных млекопитающих статистически значимо связаны с изменениями погодных условий. Так, например, видовое разнообразие снижается при повышении среднегодовой температуры (индекс Животовского) и увеличении количества осадков (индекс Шеннона). Кроме того, при повышении максимальной температуры наблюдается снижение числа редких видов (показатель доли редких видов Животовского). Последнее логически непротиворечиво объясняет повышение выравнимости сообщества, оцениваемое индексами Пиелу и Симпсона.

Определенный интерес представляет сравнение полученных данных с результатами аналогичных исследований, проведенных в 1994-2006 гг. в ГПБЗ «Керженский».

Таблица 9

**Анализ межгодовых различий показателей видовой структуры сообщества
крупных млекопитающих с помощью критерия Фридмана**

№	Индекс	Годы																			
		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2003		2004	
		Абс.*	R	Абс.	R	Абс.	R	Абс.	R	Абс.	R	Абс.	R	Абс.	R	Абс.	R	Абс.	R	Абс.	R
1	Индекс видового разнообразия Шеннона	2,110	8,0	2,017	6,0	2,730	10,0	1,887	4,0	2,293	9,0	2,073	7,0	1,827	3,0	1,588	1,0	1,711	2,0	1,971	5,0
2	Индекс видового разнообразия Симпсона	3,086	7,0	3,030	6,0	7,042	10,0	2,817	5,0	4,405	9,0	3,521	8,0	2,674	4,0	2,101	1,0	2,232	2,0	2,545	3,0
3	Индекс Животовского (среднее число видов), m	6,322	7,0	7,713	8,0	10,756	10,0	5,708	5,0	8,615	9,0	5,716	6,0	5,427	3,0	5,380	2,0	5,569	4,0	5,178	1,0
4	Индекс видового богатства Маргалефа	1,163	4,0	1,552	10,0	1,510	9,0	1,159	3,0	1,367	8,0	1,286	7,0	0,837	1,0	0,961	2,0	1,268	6,0	1,203	5,0
5	Показатель доли редких видов Животовского, h	0,425	4,0	0,449	5,0	0,232	1,0	0,561	7,0	0,385	2,0	0,592	8,0	0,397	3,0	0,511	6,0	0,602	9,5	0,602	9,5
6	Индекс выравниренности Пиелу	0,610	9,0	0,530	4,0	0,717	10,0	0,510	3,0	0,602	8,0	0,544	6,0	0,576	7,0	0,459	2,0	0,449	1,0	0,533	5,0
7	Индекс выравниренности Симпсона	0,280	7,0	0,216	4,5	0,503	10,0	0,216	4,5	0,314	9,0	0,251	6,0	0,297	8,0	0,191	2,0	0,159	1,0	0,196	3,0
8	Индекс доминирования Симпсона	0,324	4,0	0,330	5,0	0,142	1,0	0,355	6,0	0,227	2,0	0,284	3,0	0,374	7,0	0,476	10,0	0,448	9,0	0,393	8,0
9	Число видов	11	2,5	14	8,0	14	8,0	13	4,5	14	8,0	14	8,0	9	1,0	11	2,5	14	8,0	13	4,5
	Сумма рангов		52,5		56,5		69,0		42,0		64,0		59,0		37,0		28,5		42,5		44,0
	Средний ранг		5,8		6,3		7,7		4,7		7,1		6,6		4,1		3,2		4,7		4,9
	Критерий Фридмана	18,27; p=0,032																			

Примечание: * - Абс. – абсолютное значение

**Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между показателями
видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и характеристиками
погодных условий**

№	Индексы	Показатель	t ⁰ С	t ⁰ _{max} С	t ⁰ _{min} С	Осадки, мм
1	Индекс видового разнообразия Шеннона	r _S	-0,31	0,49	0,42	-0,77
		p	0,54	0,33	0,4	0,07
2	Индекс видового разнообразия Симпсона	r _S	-0,49	0,71	0,31	-0,66
		p	0,33	0,11	0,54	0,16
3	Индекс Животовского (среднее число видов), m	r _S	-0,83	0,71	-0,31	-0,37
		p	0,04	0,11	0,54	0,47
4	Индекс видового богатства Маргалефа	r _S	-0,49	0,26	-0,09	-0,6
		p	0,33	0,62	0,87	0,2
5	Показатель доли редких видов Животовского, h	r _S	0,49	-0,93	-0,29	0,23
		p	0,32	0,007	0,58	0,66
6	Индекс выравнинности Пиелу	r _S	-0,37	0,83	0,54	-0,54
		p	0,47	0,04	0,27	0,27
7	Индекс выравнинности Симпсона	r _S	-0,37	0,83	0,54	-0,54
		p	0,47	0,04	0,27	0,27
8	Индекс доминирования Симпсона	r _S	0,49	-0,71	-0,31	0,66
		p	0,33	0,11	0,54	0,16
9	Число видов	r _S	-0,46	0,03	-0,33	-0,39
		p	0,36	0,95	0,52	0,44

3.4. Сравнительная оценка биоразнообразия ГПЗ «Большая Кокшага» и ГПБЗ «Керженский»

Для комплексной оценки состояния биотического сообщества заповедника «Большая Кокшага» в период наблюдений с 1994 по 2004 гг. были получены обобщенные функции желательности (*D*), которые рассчитывались по показателям видовой структуры сообщества млекопитающих (табл. 11, рис. 4). Данные по продуктивности ягодников и желудей в анализе не использовались, так как период наблюдений по этим показателям начинается с 1997 года.

Построение обобщенных функций желательности является удобным инструментом не только визуализации интегральных оценок объекта и динамики их изменений, но и дает возможность выяснить и верифицировать их причины. Так, обращение к рис. 4 показывает, что значение обобщенной функции желательности уменьшалось в 2001 и 2003 гг. В свою очередь, анализ табл. 11 показывает, что этот факт обусловлен уменьшением значений индексов видового разнообразия и доминирования Симпсона, принимавшими наименьшие значения за период наблю-

Таблица 11

Частные и обобщенные функции желательности показателей видового разнообразия анализируемого сообщества заповедника «Большая Кокшага», 1994–2004 гг.

№	Индекс	Показатель	Годы									
			1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2004
1	Индекс видового разнообразия Шеннона	Абс. значения d_i	2,110 0,968	2,017 0,956	2,730 1,000	1,887 0,935	2,293 0,985	2,073 0,963	1,827 0,924	1,588 0,869	1,711 0,900	1,971 0,949
2	Индекс видового разнообразия Симпсона	Абс. значения d_i	3,086 0,735	3,030 0,726	7,042 1,000	2,817 0,690	4,405 0,899	3,521 0,800	2,674 0,664	2,101 0,548	2,232 0,576	2,545 0,639
3	Индекс Животовского (среднее число видов), m	Абс. значения d_i	6,322 0,874	7,713 0,947	10,756 1,000	5,708 0,828	8,615 0,976	5,716 0,829	5,427 0,804	5,380 0,800	5,569 0,817	5,178 0,782
4	Индекс видового богатства Маргалефа	Абс. значения d_i	1,163 0,960	1,552 1,000	1,510 1,000	1,159 0,959	1,367 0,992	1,286 0,983	0,837 0,835	0,961 0,895	1,268 0,980	1,203 0,968
5	Показатель доли редких видов Животовского, h	Абс. значения d_i	0,425 0,942	0,449 0,958	0,232 0,670	0,561 0,997	0,385 0,907	0,592 1,000	0,397 0,919	0,511 0,987	0,602 1,000	0,602 1,000
6	Индекс выравнимости Пиелу	Абс. значения d_i	0,610 0,987	0,530 0,956	0,717 1,000	0,510 0,945	0,602 0,985	0,544 0,963	0,576 0,977	0,459 0,908	0,449 0,900	0,533 0,957
7	Индекс выравнимости Симпсона	Абс. значения d_i	0,280 0,851	0,216 0,726	0,503 1,000	0,216 0,726	0,314 0,899	0,251 0,799	0,297 0,875	0,191 0,664	0,159 0,576	0,196 0,676
8	Индекс доминирования Симпсона	Абс. значения d_i	0,324 0,735	0,330 0,726	0,142 1,000	0,355 0,690	0,227 0,899	0,284 0,800	0,374 0,664	0,476 0,548	0,448 0,576	0,393 0,639
9	Число видов	Абс. значения d_i	11 0,972	14 1,000	14 1,000	13 0,997	14 1,000	14 1,000	9 0,910	11 0,972	14 1,000	13 0,997
	Обобщенная функция желательности, D		0,886	0,880	0,956	0,854	0,948	0,900	0,834	0,781	0,793	0,831

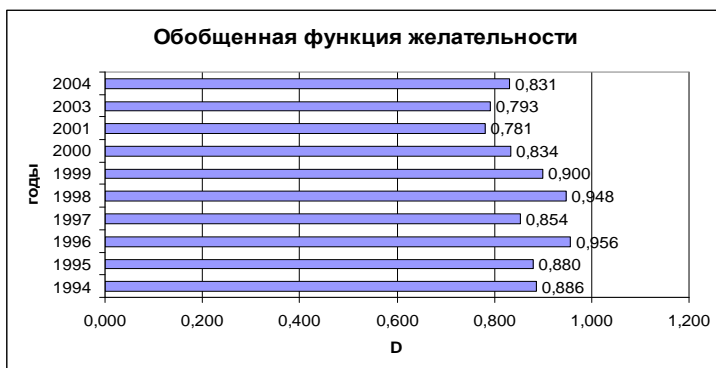


Рис.4. Обобщенная функция желательности состояния анализируемого сообщества заповедника «Большая Кокшага», рассчитанная по экологическим индексам за десятилетний период наблюдений.

дения. Аналогичный анализ легко провести и по другим годам наблюдения; анализ показывает, что, напротив, максимальное значение обобщенная функция желательности принимала в 1996 и 1998 гг. Действительно, как следует из табл. 11, именно в эти годы при сохранении максимального числа видов (14 видов) в анализе видовой структуры сообщества крупных млекопитающих практически все показатели видового разнообразия имели наивысшие значения за анализируемый период.

Принимая во внимание, что ранее нами [3] проводился аналогичный анализ данных за 1994–2006 гг. для ГПБЗ «Керженский», представляло определенный интерес сопоставить полученные результаты. Расчет обобщенной функции желательности проводился по показателям видовой структуры сообщества крупных млекопитающих. Обобщенные функции желательности для сообщества крупных млекопитающих для обоих заповедников с 1994 по 2004 годы оказались некоррелированными (коэффициент корреляции Спирмена $r_s = 0,48$ при $r_s = 0,162$), несмотря на кажущееся внешнее сходство в динамике (рис.5). Сопоставление данных по оценке биоразнообразия и погодным условиям за период 1994–2004 гг., полученных по одинаковым алгоритмам вычислений и программам наблюдений в заповедниках «Керженский» и «Большая Кокшага», показывает следующее.

В ГПБЗ «Керженский» установлены статистически значимые межгодовые различия по критерию Фридмана по стандартному набору показателей погоды. В то же время, межгодовые различия по набору биотенотических индексов, рассчитанных для сообщества крупных млеко-

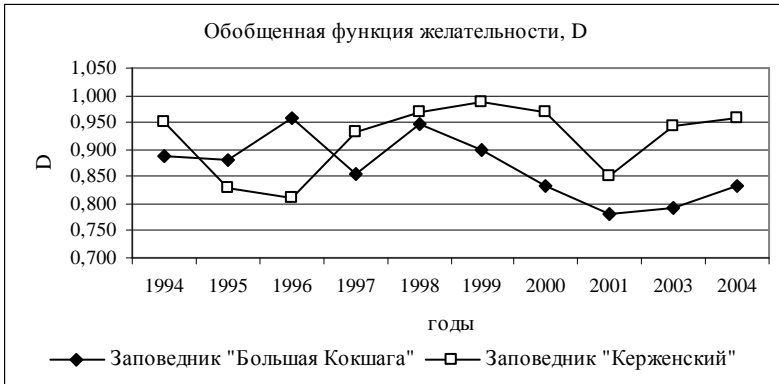


Рис. 5. Динамика обобщенной функции желательности сообщества заповедника «Большая Кокшага», 1994-2004 г.

питающих, а также объединенного сообщества крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes, оцененные по критерию Фридмана, были статистически незначимы [3]. Кроме того, в последнем случае имели место существенно меньшие значения дисперсии индексов Шеннона и Пиелу. Этот факт позволил, в соответствии с каноническими положениями теоретической экологии, заключить, что более сложное и высокоорганизованное сообщество обладает и более высокой стабильностью, обеспечивающей гомеостатирование сообщества в изменяющихся (но не экстремальных) погодных условиях среды.

Напротив, в ГПЗ «Большая Кокшага» на фоне статистически незначимых межгодовых различий в показателях погоды, наблюдаются статистически значимые межгодовые различия в видовой структуре сообщества крупных млекопитающих, оцениваемых по одним и тем же наборам индексов.

Сравнение природно-климатических условий обоих заповедников (табл. 12) показывает, что наряду с элементами общности наблюдаются некоторые различия, в первую очередь, по значениям среднегодовых температур. Так, для климата Нижегородской области характерна ритмичность относительно высоких и низких среднегодовых температур, выражающаяся в чередовании циклов лет разной продолжительности (1-3 года) и с разными тепловыми условиями. В 90-х годах средняя годовая температура периода выросла на 1°C . Кроме того, в 90-е годы наблюдались большие изменения внутригодового хода среднемесячных температур воздуха и наблюдались изменения в схеме циркуляции атмосферы [5].

**Сравнительная характеристика природно-климатических условий
ГПЗ «Большая Кокшага» и ГПБЗ «Керженский»**

ГПЗ «Большая Кокшага»	ГПБЗ «Керженский»
<p>Расположен в среднем течении левого притока Волги реки Большая Кокшага на территории Килемарского и Медвежевского районов Республики Марий Эл на расстоянии 30 км от ее столицы г. Йошкар-Ола. Координаты крайних точек заповедника: северной - 56°46' с. ш., южной - 56°37' с. ш., западной - 47°09' в.д., восточной - 47°26' в.д. Заповедник расположен в умеренном климатическом поясе атлантико-континентальной области центрального агроклиматического района Республики Марий Эл. Климат его умеренно-континентальный, характеризующийся морозной зимой и умеренно-жарким летом. Территория заповедника, согласно физико-географического районирования СССР и Среднего Поволжья, расположена в пределах лесной зоны Русской равнины подзоны хвойно-широколиственных лесов Ветлужско-Унженской географической провинции Ветлужско-Кокшагского полесского района Оршано-Кокшагской флювиогляциальной равнины. По ботанико-географическому районированию Марий Эл она входит в Ветлужско-Юшутский район.</p>	<p>Расположен в бассейне среднего течения реки Керженец (приток Волги), в Борском и Семёновском районах Нижегородской области. Географические координаты крайних точек территории заповедника: западная - 44° 44' в. д., восточная - 45° 16' в. д., северная - 56° 37' с. ш. и южная - 56° 23' с. ш. Климат умеренно-континентальный. Расположен на севере подзоны смешанных широколиственно-еловых (подтаежных) лесов на ее границе с подзоной южной тайги. По ботанико-географическому районированию Нижегородской области, территория заповедника относится к району темнохвойных лесов и керженско-люндовскому борово-болотному подрайону.</p>

Для того чтобы определить, существуют ли различия между двумя заповедниками по показателям температуры воздуха за период 1994-2004 гг., был проведен двухфакторный дисперсионный анализ по перекрестной схеме (модель с фиксированными факторами). В качестве первого фактора (местообитание) рассматривали заповедники. Второй фактор - температура воздуха, анализировался в трех градациях: средняя годовая, средняя максимальная и средняя минимальная температуры (табл.13).

Результаты дисперсионного анализа показывают, что статистически значимы фактор «заповедник» ($p < 0,0001$) и фактор «температура» ($p < 0,0001$) по которым различаются температурные погодные условия в ГПБЗ «Керженский» и ГПЗ «Большая Кокшага». Взаимодействие факторов статистически незначимо ($p = 0,89$).

Для получения дополнительных характеристик погодных условий на сравниваемых территориях был проведен анализ временных рядов температуры воздуха за период с 1964 по 2004 гг. с помощью показателя

**Исходные данные для двухфакторного дисперсионного анализа
(перекрестная схема с фиксированными факторами)**

Температура (фактор 2)	Местообитание (фактор 1)	
	ГПБЗ «Керженский»	ГПЗ «Большая Кокшага»
Средняя годовая	6,1.....7,4 ⁰ С	2,5.....4,3 ⁰ С
Средняя максимальная	11,2.....12,1 ⁰ С	7.....8,9 ⁰ С
Средняя минимальная	1,9.....3,4 ⁰ С	-1,7.....0,4 ⁰ С

Херста, основанного на фрактальной идеологии. Предполагается, что временной ряд на некотором интервале масштабов самоподобен (фрактален) и, как следствие, процессы, идущие в настоящий момент, определялись предыдущими состояниями. Причём не только непосредственно предшествующими (как в марковских цепях), а процессами, происходившими достаточно давно относительно настоящего момента.

Методов исследования фрактальных временных рядов существует достаточно много [7, 8]. Мы использовали метод нормированного размаха (R/S – метод). В его основе лежит анализ размаха параметра (наибольшего и наименьшего значения на изучаемом отрезке) и среднеквадратичного отклонения. Кратко опишем процедуру анализа временного ряда с помощью R/S – метода.

Ряд $x(t)$ разделяется на набор неперекрывающихся отрезков длиной τ . Для каждой длины отрезка вычисляется функция $X(t, \tau)$

$$X(t, \tau) = \sum_{k=1}^{\tau} [x(k) - \bar{x}],$$

где \bar{x} – среднее значение для каждого интервала. Далее рассчитывается размах R, как разница между максимальным и минимальным значением $X(t, n)$ для каждой длины отрезка

$$R = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau).$$

Полученный размах R делится на стандартное отклонение S для значений $x(t)$ каждой длины отрезка. Полученный набор величин R/S усредняется по каждому ансамблю τ . Получаем функцию $\overline{R/S}(\tau)$.

Изучая динамику разливов Нила, Хёрст [9] экспериментально показал, что нормированный размах R/S является степенной функцией масштаба разбиения τ :

$$\overline{R/S} \propto \tau^H,$$

где H—показатель Хёрста.

Впоследствии оказалось, что многие другие природные явления хорошо описываются этим законом. Временные последовательности измерений таких величин, как температура, сток рек, количество осадков, толщина колец деревьев или высота морских волн можно исследовать методом нормированного размаха или методом Хёрста.

Временные последовательности, для которых $H > 0,5$, относятся к классу персистентных - сохраняющих имеющуюся тенденцию. Если приращения были положительными в течение некоторого времени в прошлом, то есть происходило увеличение, то и впредь в среднем будет происходить увеличение. Таким образом, для процесса с $H > 0,5$ тенденция к увеличению в прошлом означает тенденцию к увеличению в будущем. И наоборот, тенденция к уменьшению в прошлом означает, в среднем, продолжение уменьшения в будущем. Чем больше H , тем сильнее тенденция.

При $H=0,5$ никакой выраженной тенденции процесса не выявлено и нет оснований считать, что она появится в будущем.

Случай $H < 0,5$ характеризуется антиперсистентностью - рост в прошлом означает уменьшение в будущем, а тенденция к уменьшению в прошлом делает вероятным увеличение в будущем. И чем меньше H , тем больше эта вероятность. В таких процессах после возрастания переменной обычно происходит её уменьшение, а после уменьшения - возрастание. Одним из преимуществ метода размаха является малая чувствительность к длине ряда, что позволяет определять показатель H даже для коротких рядов.

Проведенный анализ показал (табл.14), что временная динамика среднегодовых температур в сравниваемых регионах характеризуется слабой персистентностью ($H=0,51$) с градиентом увеличения среднегодовой температуры $0,02^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Тенденции изменения зимних температур (повышение среднеянварских температур) более устойчивы в Йошкар-Оле ($H=0,62$) с градиентом $0,12^{\circ}\text{C}/\text{год}$, против Н. Новгорода с $H=0,59$ и значением градиента $0,14^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Летние температуры хотя и характеризуются антиперсистентностью, но на анализируемом интервале времени в Йошкар-Оле они также более устойчивы. Отметим, на анализируемом 40-летнем интервале в районах Йошкар-Олы и Н.Новгорода наблюдается повышение летних температур на $0,033^{\circ}\text{C}/\text{год}$ и $0,029^{\circ}\text{C}/\text{год}$, соответственно.

Таким образом, независимыми методами показано, что как на коротких отрезках времени (≈ 10 лет), так и на более протяженных (≈ 40 лет) погодные условия в районе ГПЗ «Большая Кокшага» характеризуются меньшей изменчивостью, чем на территории ГПБЗ «Керженский». В то

**Показатель Херста для температуры воздуха по данным метеостанций
Н. Новгорода и Йошкар-Олы за период с 1964 по 2004 гг.**

Метеостанция	Показатель Херста для температуры воздуха		
	Средней годовой	Средней январской	Средней июльской
Нижний Новгород	0,51	0,59	0,46
Йошкар-Ола	0,51	0,62	0,48

же время динамика биоценологических показателей видовой структуры имеет более сглаженный характер в ГПБЗ «Керженский» по сравнению с ГПЗ «Большая Кокшага».

Вышеизложенное свидетельствует, что проблема связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов представляется отнюдь не однозначной, особенно в контексте острой дискуссии о глобальном потеплении и его возможных последствиях. Начиная с середины 50-х годов XX века и до последних лет, происходит постепенное повышение средней годовой температуры. Так, например, за последнее аномально теплое десятилетие конца XX века средняя температура воздуха повысилась в южных и центральных районах Нижегородской области на 0,6°С, а в северных районах на 0,4°С. Однако категоричного вывода о глобальном потеплении многие специалисты не делают. Еще более сложным является вопрос об изменении биоты. Действительно, если вековые наблюдения за метеоклиматическими факторами не позволяют прийти к однозначному выводу, то что можно говорить на основе 10-летних временных рядов? Тем не менее, именно недостаточность и фрагментарность данных об изменении параметров биоты остро ставят вопрос о безотлагательной необходимости проведения систематических наблюдений и исследований по выявлению связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов. Только в этом случае через десятилетия наши потомки смогут ответить на вопросы, с которыми уже столкнулось наше поколение.

Авторы выражают признательность сотрудникам заповедника Г.А. Богданову, А.В. Исаеву, М.Н. Князеву, А.А. Теплых за предоставленные материалы.

Библиографический список

1. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. 656 с.

2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1999. 459 с.
3. Гелашвили Д.Б., Иванова И.О. Связь биоразнообразия заповедника «Керженский» с погодными условиями 1993-2006 годов // Труды ГПБЗ «Керженский». – Нижний Новгород. Т. 3, 2006. С. 58-76.
4. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. – М.: Медиа Сфера, 2003. 312 с.
5. Терентьев А.А., Колкутин В.И. Климат конца XX века в средней полосе Нижегородской области. – Нижний Новгород, 2004. 373 с.
6. Шаймарданов М.З. Метеорологическая уязвимость и метеорологические риски воздействия экстремальных явлений погоды на экономику Нижегородской области // Экологический ежемесячник. Нижегородский экологический журнал, 2006, № 9 (144). С. 28-31.
7. Delignieres D., Ramdani S., Lemoine L., Torre K., Fortes M., Ninot G. Fractal analysis for «short» time series: A re-assessment of classical methods // J. Mathem. Psychol. 2006. V.5. P. 525-544.
8. Eke A., Herman P., Bassingthwaighe J.B., Raymond G.M., Cannon M., Balla I., Ikrenyi C. Fractal analysis of physiological time series // Eur. J. Physiol. 2000. V.439. P. 403-415.
9. Hurst H.E. Long-term storage: An experimental study. – London: Constable, 1965.

BIODIVERSITY IN THE RESERVE AS RELATED TO WEATHER CONDITIONS IN 1994-2005

D.B. Gelashvili, I.O. Ivanova, L.A. Solntsev

Features of the biota species diversity in the reserve «Bolshaya Kokshaga» were examined in relation to weather conditions of the interval of 1994-2005. It was shown that changes of population numbers in big mammals, as well as yielding of berries and acorns are controlled mainly by biotic mechanisms but slightly affected by abiotic (weather) factors, the latter having not revealed extreme variants during the period of study. Weather characteristics and biocenotic features of big mammal communities were examined in comparison of the two reserved areas: «Bolshaya Kokshaga» and «Kerzhensky». Independent methods revealed that both during shorter intervals (about 10 years) and on the longer time spans (ca. 40 years), weather conditions in «Bolshaya Kokshaga» area were less variable than those around «Kerzhensky». However, dynamics of the biocenotic features of species structure appeared less developed in the latter. Information on the biota parameters' changes still remains insufficient and fragmentary, thus demanding for systematic observations and studies on biodiversity in relation to weather and climatic factors.