ОПЫТ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ ПЫЛЬЦЕГОЛОВНИКА КРАСНОГО ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПРОБНОЙ ПЛОЩАДИ В ЖИГУЛЕВСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

К.А.Кудинов, Т.Ф.Чап - Жигулевский заповедник

В 1987 г. научный сотрудник Жигулевского заповедника М.Е.Терентьева обнаружила популяцию Пыльцеголовника красного (Cephalanthera rubra (L.) Rich.), высокая численность которой произвела на нее неизгладимое впечатление. До этого отмечалось, что в заповеднике его "ценопопуляции немногочисленны, растения произрастают диффузно, в редких случаях образуют небольшие скопления по 10 – 15 особей" [3] (с. 82). Поскольку этот вид уже тогда был включен в Красную книгу СССР (1984), было решено заложить пробную площадь в этой популяции для наблюдения в течение длительного времени изменения ее состояния. Место произрастания популяции вытянулось узкой полосой вдоль дороги, которая при строительстве последней (в начале 50-х годов, когда эта территория изымалась из заповедника для нужд нефтедобычи) была расчищена от лесной растительности. В настоящее время расчищенная полоса постепенно зарастает березняком, а сама дорога, бывшая ранее технологической, ныне используется только для охраны территории.

В соответствии с расположением места произрастания поперек него через каждые 7 метров были заложены полосы квадратных учетных площадок размером по 1 кв. м. Всего было заложено 45 таких полос (профилей), каждая из которых насчитывает чаще всего по 3 площадки, хотя длина профилей непостоянна и число площадок в них колеблется от 2 до 7 шт. Общее число учетных площадок составило 139. Начиная с 1988 г., ежегодно в период цветения Пыльцеголовника (в июне) на каждой площадке подсчитывается количество цветущих и вегетирующих побегов этого растения. Результаты подсчетов позволяют определить ряд показателей, характеризующих данную популяцию. В таблице 1 приводятся условные обозначения, полные названия и величины полученных значений показателей популяции за 1988 - 1998 гг.

Из 12 показателей, приведенных в таблицах 1 и 2, 8 определялись по результатам подсчетов числа побегов на учетных площадках по приведенным ниже простым формулам, показывающим, что 7 из них пропорциональны исходным учетным данным.

$$Встр = (1000 / 139) * ЧПщ \quad (1)$$

$$ПлО = (1000 / 139) * ЧпбО \quad (2)$$

$$ПлЦ = (1000 / 139) * ЧПбЦ \quad (3)$$

$$ПлВ = (1000 / 139) * ЧПбВ \quad (4)$$

$$ЧсО = 7 * ЧпбО \quad (5)$$

$$ЧсЦ = 7 * ЧПбЦ \quad (6)$$

$$ЧсВ = 7 * ЧПбВ \quad (7)$$

$$ПоЦ = 1000 * ЧПбЦ / ЧПбО \quad (8)$$

Таблица 1

Сводные результаты учета Пыльцеголовника красного (ПК)
последовательно по годам учета 1988 - 1998 гг.

Показатели	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Число площадок с наличием ПК, шт.											
(ЧПщ)	48	37	42	47	45	33	6	13	35	38	26
Встречаемость ПК, промиле (‰)											
Встречаемость	345	266	302	338	324	237	43	94	252	273	187
Суммарное число учтенных побегов, экз.											
Общее (ЧПбО)	118	101	106	130	124	82	6	22	62	83	47
в том числе: цветших (ЧПбЦ)	46	67	40	41	40	25	2	4	20	27	16
вегетировавших (ЧПбВ)	72	34	66	89	84	57	4	18	42	56	31
Плотность произрастания ПК, экз./1000 м^2											
Общая (ПлО)	849	727	763	935	892	590	43	158	446	597	338
в том числе: Цветшего (ПлЦ)	331	482	288	295	288	180	14	29	144	194	115
Вегетировавшего (ПлВ)	518	245	478	640	604	410	29	129	302	403	223
Численность ПК в популяции, экз.											
Общая (ЧсО)	826	707	742	910	868	574	42	154	424	581	329
В том числе: Цветших (ЧсЦ)	322	469	280	287	280	175	14	28	140	189	112
Вегетировавшего (ЧсВ)	504	238	462	623	588	399	28	126	294	392	217
Полнота цветения, промиле											
(ПоЦ)	390	663	377	315	323	305	333	182	323	325	340

Таблица 2

Общие характеристики временных рядов показателей популяции ПК

ХАРАКТСТИКИ РЯДОВ	Показатели популяции					
	ЧПщ	Встр	ПоЦ	ЧПбО	ЧПбЦ	ЧПбВ
СРЕДНЕЕ	33.6364	241.909	352.364	80.0909	29.8182	50.2727
МЕДИАНА	37	266	325	83	27	56
ДИСПЕРСИЯ	169.504	8758.26	12198.4	1569.36	339.603	665.653
СТАНД. ОШИБКА	13.0194	93.5856	110.446	39.6151	18.4283	25.8002
К. ВАРИАЦИИ, %	38.7	38.7	31.3	49.5	61.8	51.3
МАКСИМУМ	48	345	663	130	67	89
ВРЕМЯ (ГОД)	1988	1988	1989	1991	1989	1991
МИНИМУМ	6	43	182	6	2	4
ВРЕМЯ (ГОД)	1994	1994	1995	1994	1994	1994

Продолжение таблицы 2

ХАРАКТСТИКИ РЯДОВ	Показатели популяции					
	ПлО	ПлЦ	ПлВ	ЧсО	ЧсЦ	ЧсВ
СРЕДНЕЕ	576.182	214.545	361.636	560.636	208.727	351.909
МЕДИАНА	597	194	403	581	189	392
ДИСПЕРСИЯ	81275.4	17591.3	34429.5	76898.4	16640.6	32617.0
СТАНД. ОШИБКА	285088	132.632	185.552	277.306	128.998	180.602
К. ВАРИАЦИИ, %	49.5	61.8	51.3	49.5	61.8	51.3
МАКСИМУМ	935	482	640	910	469	623
ВРЕМЯ (ГОД)	1991	1989	1991	1991	1989	1991
МИНИМУМ	43	14	29	42	14	28
ВРЕМЯ (ГОД)	1994	1994	1994	1994	1994	1994

Показатели встречаемости, плотности произрастания и численности представляют интерес при сравнении разных популяций, в то время как для оценки динамики одной и той же популяции достаточно ограничиться 4 исходными показателями: ЧПщ, ЧПбО, ЧПбЦ и ЧПбВ (на величину которых не влияет фактор округления данных), а также полнота цветения (ПоЦ), которая представляет функцию двух исходных показателей.

В таблице 3 приведена корреляционная матрица многолетних рядов этих показателей, дополненная временным рядом (Годы - этот ряд представлен в первой строке таблицы 1).

Таблица 3

Корреляционная матрица многолетних рядов
показателей популяции ПК между собой и временным рядом

РЯДЫ	Годы	ЧПщ	ЧПбО	ЧПбЦ	ЧПбВ	ПоЦ
Годы	1.000	-0.517	-0.648	-0.752	-0.458	-0.526
ЧПщ	-0.517	1.000	0.967	0.793	0.918	0.314
ЧПбО	-0.648	0.967	1.000	0.852	0.927	0.364
ЧПбЦ	-0.752	0.793	0.852	1.000	0.593	0.777
ЧПбВ	-0.458	0.918	0.927	0.593	1.000	0.004
ПоЦ	-0.526	0.314	0.364	0.777	0.004	1.000

Примечание.

Критические значения коэффициентов корреляции при 9 степенях свободы (двусторонний критерий)	Для уровней значимости			
	10%	5%	1%	0.1%
	0.521	0.602	0.735	0.847

В таблице 3 подчеркнуты значения оценок коэффициента корреляции, превышающих по абсолютной величине критическое значение 5-процентного уровня значимости (абсолютная величина оценки коэффициента корреляции превышает> 0.602).

Из таблицы 3 можно видеть, что между встречаемостью ПК, общим числом побегов, числом цветущих и вегетирующих побегов имеет место значимая положительная корреляция. Отсутствует значимая корреляция между полнотой цветения с одной стороны и встречаемостью, общей численностью и численностью вегетирующих побегов - с другой. Важно отметить, что ряды всех показателей состояния популяции обнаружили тенденцию отрицательного тренда: все оценки соответствующих коэффициентов корреляции - отрицательны. Однако значимы эти оценки на 1-процентном уровне только для ряда численности генеративных побегов и на 5-процентном - для ряда значений общего числа побегов.

Для изучения зависимости от погодных условий параметров популяции ПК временные ряды последних были сопоставлены с временными рядами метеорологических показателей. При этом учитывались приведенные ниже метеорологические показатели, приведенные ниже в таблице 4.

Таблица 4

Кодирование рядов метеорологических показателей

Шифр	Смысловое значение
1-й знак	Метеорологический показатель
A # # #	Средняя температура воздуха за календарный период
X # # #	Абсолютный максимум температуры воздуха за календарный период
N # # #	Абсолютный минимум температуры воздуха за календарный период;
V # # #	Сумма осадков за календарный период.
2-й и 3-й знаки	Период определения
#01 - #12	Месяц (01 – январь, 02 – февраль, … , 11 – ноябрь, 12 – декабрь)
# ZI	Зима – период с декабря предшествующего по февраль данного года
# PR	Предвегетационный период – с октября предшествующего по апрель данного года
# VS	Весна - период с марта по май данного года
# LE	лето - период с июня по август данного года
# VP	вегетационный период – с мая по сентябрь данного года
# GG	гидрологический год - период с октября предшествующего по сентябрь данного года
# OS	осень - период с сентября по ноябрь данного года
# KG	календарный год - период с января по декабрь данного года
4-й знак	Опережение года метеорологических наблюдений (ГМН) году учета
# # #	Год учета и ГМН совпадают – 4-й знак в коде ряда отсутствует
# # # 1	ГМН опережает год учета на 1
# # # 2	ГМН опережает год учета на 2
	Примечание:
#	любой знак, расшифровка кодов которого дана в других разделах
	Примеры:
A01	Средняя температура воздуха за январь года учета
X121	Максимальная температура в. за декабрь года, предшествующего учету
N111	Минимальная температура в. за ноябрь года, предшествующего учету
VVP2	Сумма осадков за вегетационный период за 2 года до года учета

Поскольку действие каждого метеорологического показателя может проявляться не только в текущем году, но и в последующие, учитывались показатели календарных периодов года учета и годов, опережающих год учета на 1 и 2 года. В то же время, поскольку очевидно, что метеорологические условия за календарные периоды, закончившиеся после момента учета ПК, не могли оказывать влияния на его популяцию, общее число периодов учитываемых метеорологических условий должно быть уменьшено на число таких периодов (07 - 12, LE, VG, OS и KG). Таким образом, общее число календарных периодов, метеорологические условия которых могли оказать влияние на учитываемые показатели популяции ПК, составляет 50 (10 за год учета и по 20 за предшествующие 2 года), а общее число рядов составило 200 (4 показателя по 50 периодам).

Поскольку среди рядов метеорологических признаков были группы рядов, имеющих разные коды, но идентичные по значениям их членов, достаточно было оставить для рассмотрения только по одному ряду из каждой группы. Это относится к рядам экстремальных температур за разные периоды, одни из которых включают
другие. Всего выявлено 10 групп идентичных рядов, вошедших в общее число подлежащих анализу: NZI=NPR=NGG, NZI1=NPR1=NGG1, NZI2=NPR2=NGG2, N111= =NOS1, N112=NOS2, X05=XVS, X051=XVS1, X052=XVS2, XLE1=XVG1=XKG1 и XLE2=XVG2=XKG2.

Вследствие этого из рассмотрения от общего числа рядов метеорологических элементов (200) можно было исключить 15 и оставить для анализа только 185.

Для ориентировки в этом обилии рядов потребовалась четкая система их кодирования. Каждый ряд кодировался трех- или четырехзначным кодом. Система кодирования приведена выше в таблице 4.

Таблица 5

Фрагмент корреляционной матрицы многолетних рядов показателей популяции ПК и временного ряда с рядами метеорологических показателей

Метеорологические показатели, с многолетними рядами которых сопоставляются ряды показателей популяции ПК	Показатели популяции ПК, ряды которых сопоставляются с рядами метеорологических показателей					
	Годы	ЧПщ	ЧПбО	ЧПбЦ	ЧПбВ	ПоЦ
	Оценки коэффициентов корреляции					
N01	0.581	-0.704	-0.715	-0.850	-0.491	-0.617
N011	0.668	-0.747	-0.743	-0.675	-0.659	-0.381
A012	0.153	-0.255	-0.265	-0.569	-0.000	-0.749
N012	0.623	-0.372	-0.558	-0.755	-0.317	-0.690
N021	-0.269	0.615	0.525	0.361	0.548	0.172
N03	-0.475	0.495	0.503	0.603	0.341	0.467
A061	-0.224	0.427	0.333	0.581	0.097	0.684
V072	-0.408	0.283	0.348	0.634	0.081	0.652
XZI1	-0.392	0.480	0.550	0.319	0.616	-0.029
NPR	-0.293	0.525	0.579	0.329	0.653	-0.230
XVS	0.687	-0.496	-0.614	-0.788	0.380	-0.666
NVS	-0.475	0.495	0.503	0.603	0.341	0.467

Примечание.
См. примечание к таблице 3.

При анализе каждый из 5 рядов показателей популяции ПК и временной ряд сопоставлялся с каждым из 185 упомянутых выше рядов метеорологических показателей. Ради краткости в таблице 5 приведены только те фрагменты корреляционной матрицы, в которых имелись значимые (на уровне не менее 5%) оценки коэффициентов корреляции.

Из приведенных в таблице 5 данных можно видеть, что больше значимых оценок коэффициентов корреляции показателей состояния популяции было получено при их сопоставлении с минимальной температурой за январь текущего и предшествующего года (N01 и N011) - по 4 оценки, 3 значимых оценки характеризуют связь с максимальной температурой за весну текущего года (XVS), по 2 - с минимальной температурой января года, предшествующего прошлому, и с суммой осадков за июль года, предшествующего прошлому (N012 и V072).

По 1 значимой оценке получено при сопоставлении рядов показателей состояния популяции с 6 рядами метеорологических показателей: средней температурой января года, предшествующего прошлому (A012), минимальной температурой февраля прошлого года (N021), минимальной температурой марта текущего года (N03), средней температурой июня прошлого года (A061), максимальной температурой за зиму прошлого года (XZI1), минимальной температурой за предвегетационный период текущего года (NPR) и минимальной температурой за весну текущего года (NVS).

Зависимости состояния популяции Пыльцеголовника от минимальной температуры января текущего и двух предыдущих лет и от минимальной температуры за февраль текущего года несколько обескураживают. Они вполне заслуживают признания "контринтуитивными", поскольку их невозможно естественно интерпретировать. Однако причина этого обстоятельства обусловлена не только (и не столько) с антиинтуитивным поведением сложных систем, на которое ссылаются, например, Форрестер [4] или Розенберг [2], а совсем с иными обстоятельствами, которые мы постараемся отразить в заключительной части настоящей статьи.

Поскольку ряды метеорологических показателей коррелированны между собой, дальнейшее изучение зависимости показателей популяции ПК от метеоусловий было продолжено с помощью метода множественной регрессии. Моделей множественной регрессии любого показателя популяции ПК на показатели времени и метеорологических условий можно построить очень много (около 20 тысяч по каждому показателю, выбираемому в качестве зависимой переменной в зависимости от набора независимых). Даже после исключения моделей, в которых число переменных превышает их максимально допустимое число (объем ряда, уменьшенный на 3), число возможных моделей остается непомерно большим.

Учитывая, что подавляющее большинство возможных моделей окажется статистически незначимым, естественно постараться в этом море возможных моделей отыскать "лучшие" (в некотором смысле) без полного их перебора.

Было решено считать "лучшей" ту модель, которая, имея наивысшую значимость в целом (оценивается по F-критерию), включает в себя только те независимые переменные, коэффициенты регрессии на которые имеют уровень значимости (оценивается по t-критерию) не ниже 5%.

Алгоритм выбора лучшей модели множественной регрессии заключался в том, что сначала составлялась модель, в которую включалось максимальное количество независимых переменных, значимо коррелированных с независимой переменной. Эта исходная модель обычно имела невысокую значимость и в дальнейшем улучшалась путем последовательно исключения независимых переменных.

Этот алгоритм может быть иллюстрирован процессом выбора наилучшей модели регрессии полноты цветения (ПоЦ), показанный в таблице 6.

Таблица 6

Алгоритм выбора лучшей модели регрессии на примере ПоЦ

Исходная модель							
Зависимая переменная	Независимые переменные	Коэффициенты регрессии				Значимость модели	
		Значение	Станд. Ошибка	значение t	Вероятность	$F(n_1,n_2)$	Вероятность
ПоЦ	Годы	-6.8883	16.394	-0.4202	0.7026	1.934	0.3163
	N01	-0.22581	17.842	-0.0127	0.9907	Примечание: n_1 – число оцениваемых параметров (7), n_2 – число степеней свободы остатков (3)	
	A012	-4.7612	21.679	-0.2196	0.8403		
	N012	-19.911	28.952	-0.6877	0.5410		
	A061	30.452	36.968	0.8238	0.4705		
	V072	-0.23462	1.5326	-0.1531	0.8880		
	XVS	15.481	36.881	0.4198	0.7029		
	Константа	12438.0	33280	0.3737	0.7335		

Продолжение таблицы 6

Улучшение модели: **** - исключенные независимые переменные, подчеркнуты значения вероятности моделей, лучших на данном этапе						
Независимые переменные	Уровни значимости моделей при исключении одной из независимых переменных, учитывавшихся в моделях предыдущего этапа					
	1 этап	2 этап	3 этап	4 этап	5 этап	6 этап
Годы	0.1687	0.0727	0.0260	<u>0.0073</u>	****	****
N01	<u>0.1529</u>	****	****	****	****	****
A012	0.1572	0.0647	<u>0.0239</u>	****	****	****
N012	0.1963	0.0906	0.0473	0.0544	0.0223	0.0203
A061	0.2162	0.1008	0.0540	0.1289	0.0477	0.0187
V072	0.1550	<u>0.0633</u>	****	****	****	****
XVS	0.1687	0.0714	0.0251	0.0678	0.0017	****

Из приведенных в таблице 6 данных можно видеть, что исходная модель, включавшая 7 независимых переменных, с которыми значимо была коррелированна зависимая (ПоЦ – см. табл. 5), оказалась незначимой в целом и все оцениваемые параметры были совершенно незначимыми. На 1 этапе в результате поочередного исключения каждой из независимых переменных (на нем сравнивались 7 моделей с числами степеней свободы F-критерия $n_1 = 6$ и $n_2 = 4$) самый высокий уровень значимости был достигнут при исключении из числа независимых переменных величины N01. На втором этапе ($n_1 = 5$, $n_2 = 5$) наивысшая значимость была достигнута в результате исключения величины V072. На последующих этапах были последовательно исключены из числа независимых переменных A012, Годы и XVS, при этом соотношение чисел степеней свободы (n1/n2) последовательно изменялось: 4/6, 3/7 и 2/8, а значимость модели последовательно повышалась: 0.0239, 0.0073 и 0.0017.

Таким образом, на 3 этапе значимость лучшей модели превысила 5-процентный уровень значимости, на 4 - 1-процентный и на 5 - 0.2-процентный. Исключение на 6 этапе любой из оставшихся после 5 этапа независимых переменных привело к снижению уровня значимости до 1 - 2- процентного уровня.

Вследствие этого в качестве лучшей была оставлена модель, полученная на 5 этапе, именно она включена в таблицу 7, где помещены также данные, полученные для лучших моделей регрессии и других показателей популяции ПК, найденные аналогичным способом.

Таблица 7

Лучшие модели регрессии параметров популяции ПК
на метеорологические показатели

Зависимая Переменная	Независимые переменные	Коэффициенты регресии				Константа	Значимость модели в целом (вероятность)
		Значение	Стандартная ошибка	t-значение	Вероятность		
ЧПщ	N01	-3.4178	1.1484	-2.9761	0.0155	-58.801	0.0155
ЧПбО	N011	-8.3863	2.5190	-3.3293	0.0088	-155.340	0.0088
ЧПбЦ	N01 XVS	-4.0659 -4.1351	1.1565 1.5771	-3.5158 -2.6220	0.0079 0.0306	39.808	0.0005
ЧПбВ	N011 NPR	-4.0861 5.4900	1.3882 1.8877	-2.9434 2.9082	0.0186 0.0196	104.560	0.0057
ПоЦ	N012 A061	-18.206 29.309	5.0471 8.2321	-3.6072 3.5603	0.0069 0.0074	-731.94	0.0017

Прежде, чем пытаться дать экологическую интерпретацию найденным эмпирическим уравнениям регрессии, мы попытались произвести их "независимую проверку". Независимую в том смысле, чтобы она никак не зависела от случайного сходства рядов за тот период наблюдений, по которому и были подобраны эмпирические уравнения "лучших" моделей. Для этой проверки была выполнена попытка прогнозирования показателей популяции ПК в 1999 г. по метеорологическим условиям предшествующего периода. Независимые переменные, которые согласно уравнениям должны были бы определять (объяснять) состояние популяции ПК в 1999 г. получили значения, приведенные в таблице 8.

Таблица 8

Значения метеорологических элементов, используемых
для прогноза показателей состояния популяции ПК в 1999 г.

Условные обозначения	Реальный смысл величин независимых переменных, используемых для подстановки в уравнения моделей для прогноза показателей популяции ПК в 1999 г.	Значения
A061	Средняя температура воздуха за июнь 1998 г.	20.0
N01	Минимум температуры воздуха (T_{min}) за январь 1999 г.	-29.0
N011	T_{min} за январь 1998 г.	-24.4
N012	T_{min} за январь 1997 г.	-29.0
NPR	T_{min} за период с 1 октября 1998 по 31 марта 1999 г.	-35.9
XVS	Максимум температуры воздуха за март-май 1999 г.	29.1

Прогноз был выполнен в 5 вариантах: по среднему значению, по медиане ряда, по уравнению тренда, по уравнению авторегрессии и по уравнению множественной регрессии показателей популяции на метеорологические условия.

Таблица 9

Прогноз показателей состояния популяции ПК в 1999 г.

Показазатели состояния популяции	Прогноз значений показателей ПК в 1999 г. по					Фактическое значение в 1999 г.
	статистикам ряда		уравнениям моделей			
	средней	медиане	тренда	авторегрессии	множественной регрессии	
ЧПщ	33.6	37	21	30	40.3	45
ЧПбО	80.1	83	32	58	49.3	123
ЧПбЦ	29.8	27	4	21	37.4	21
ЧПбВ	50.3	56	28	42	7.2	102
ПоЦ	352.4	325	250	350	382.2	171

Из приведенных в таблице 9 данных можно видеть: что ни один из способов прогноза не дал удовлетворительных результатов по всем показателям. В 1999 г. показатели популяции ПК отличались от среднего значения за предыдущие 11 лет сильнее, чем от показателей наиболее удачного прогноза. По двум показателям - общему числу побегов и числу вегетировавших побегов - показатели 1999 г. наиболее близки оказались к медиане. Весьма неожиданно оказался наилучшим прогноз полноты цветения по уравнению тренда. Парадоксальность здесь кроется в том, что тренд этого показателя популяции был незначимым (см. таблицу 3). Не менее пикантным оказалось точное угадывание численности цветущих побегов по уравнению авторегрессии, параметры которого также не были значимыми. И только число площадок с ПК (встречаемость) в 1999 г. оказалась наиболее удачно спрогнозированной с помощью уравнения множественной регрессии.

Из всего этого следует один малоутешительный вывод: все подмеченные зависимости показателей популяции ПК являются случайными, не отражающими сущности причинно-следственных связей. Высокая значимость полученных оценок является не более, чем реализацией событий, имеющих малую вероятность при достаточно большом числе испытаний. (В нашем случае по 185 парных сравнений каждого ряда показателей популяции ПК с рядами метеорологических признаков и выбор лучшей модели из тысяч возможных). В этом и заключена главная причина появления "контринтуитивных" зависимостей, кажущихся достоверными до той поры, пока не будет сделана попытка использовать их для прогнозирования.

Полученные результаты вызывают определенные соображения о роли статистики и вообще математических возможностей в экологических исследованиях. Благодаря компьютеру и программе МЕЗОЗАВР мы получили возможность выполнить огромное количество анализов с оценкой коэффициентов корреляции и регрессии. Нам открылась шикарная перспектива "пустить пыль в глаза" указанием на чрезвычайно высокую достоверность найденных параметров. Однако построенные на них прогнозы оказались неэффективными.

Полученные данные позволяют ограничиться приведенными ниже краткими выводами.

1. По относительной изменчивости во времени наиболее стабильным показателем оказалась полнота цветения (около 30%), несколько более изменчив показатель встречаемости (около 40%), еще более изменчивы показатели численности общей и вегетировавших растений (около 50%) и наиболее изменчив во времени показатель численности цветших растений (более 60%).

2. Временные ряды встречаемости и численности растений (как общей, так и цветущих и вегетировавших) характеризуются значимыми положительными коэффициентами корреляции. Полнота цветения значимо коррелированна только с численностью цветущих растений.

3. За время наблюдений имела место одна сильная депрессия популяции пыльцеголовника: в 1994 году резко пониженными оказались показатели встречаемости (более чем в 5 раз) и численности (более чем в 10 раз) по сравнению со средними многолетними значениями. В последующие годы состояние популяции заметно улучшилось.

4. Многолетние ряды всех показателей популяции ПК обнаружили общую тенденцию к снижению, однако этот отрицательный тренд оказался статистически значимым только для показателей общей численности и численности цветущих растений.

5. Выявить причину депрессии популяции в 1994 г. не удалось. Четкой зависимости показателей популяции ПК от метеорологических факторов несмотря на довольно обширные поиски выявить также не удалось.

Литература

1. Красная книга СССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Т. 2. М. : Лесная промышленность. 1984. 480 с.

2. Розенберг Г.С., Шитиков В.К., Брусиловский. Экологическое прогнозирование (Функциональные предикторы временных рядов). Тольятти: Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. 1994. 182 с. (с. 14)

3. Саксонов С.В., Терентьева М.Е. Орхидные Жигулевского заповедника // Охрана и изучение редких видов растений в заповедниках. Сборник научных трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР. М., 1992. С. 81-91.

4. Форрестер Дж. Антиинтуитивное поведение сложных систем // Современные проблемы кибернетики. М. : "Знание", 1977. С. 9-25.

5. Летопись природы за 1999 г. Кн. 31/38. Жигулевский заповедник, Бахилова Поляна, 2000 (Рукопись). 390 с.

АННОТАЦИЯ

Опыт анализа динамики популяции Пыльцеголовника красного по данным многолетних наблюдений на пробной площади в Жигулевском заповеднике. К.А.Кудинов, Т.Ф.Чап.

В результате наблюдений на постоянной пробной площади прослежено изменение показателей популяции Пыльцеголовника красного за 11 лет: с 1988 по 1998 гг. Выявлен факт сильной депрессии популяции в 1994 г. Отмечены взаимосвязи между различными показателями популяции. Сопоставление рядов изменения показателей популяции с рядами метеорологических показателей позволило выявить ряд корреляционных зависимостей, характеризующихся высокой значимостью. Однако использование их для прогнозирования показателей популяции в следующем, 1999 г. показало, что достоверность выявленных зависимостей является кажущейся, обусловленной возможностью выбора "лучших" зависимостей из огромного числа возможных.