

МЕТЕОТРОПНОСТЬ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

© 2014 С.В. Симак, Т.О. Бабаев, М.В. Комарова, И.А. Сорокопуд, М.В. Кожевникова

Самарская государственная областная академия (Наяновой), г. Самара

Поступила 21.02.2014

Показано, что метеорологические факторы оказывают существенное влияние на подвижность мелких млекопитающих. Это, в свою очередь, сказывается на уловистости и оценках численности популяций и демографических групп животных, что вызывает серьезные искажения результатов исследований и неадекватность предлагаемых моделей. В работе приведены данные корреляционного анализа, которые демонстрируют ведущую роль в изменении активности влажности воздуха и атмосферного давления. Полученные результаты могут быть использованы для корректировки моделей популяций и сообществ мелких млекопитающих и их динамики.

Ключевые слова: этология, двигательная активность, отлов мелких млекопитающих, метеотропность поведенческих реакций, метеофакторы.

При биологических и экологических исследованиях мелких млекопитающих и других групп подвижных наземных животных нередко возникает необходимость изъятия части природной популяции путем отлова – возвратного или безвозвратного. Как правило, такой отлов осуществляют с использованием специальных ловушек, которые отличаются друг от друга как по своему устройству и материалам, так и принципом привлечения животных. В зависимости от этого полученные материалы могут сильно различаться, что сказывается на результатах и выводах исследований.

Так, при использовании методов отлова с приманкой общая уловистость обычно выше, но данные о структуре, составе популяций и сообществ могут быть существенно искажены из-за избирательной привлекательности приманки для животных, относящихся к разным таксономическим и демографическим группам, а также различиях в общей двигательной активности животных, обеспечивающих вероятность контакта с приманкой и ловушкой. В результате происходит переоценка роли в сообществе видов, предпочитающих использованную приманку, и недооценка видов с иными пищевыми предпочтениями. В некоторых случаях использованная приманка даже отпугивает особей таких видов, которые при этом могут совсем выпасть из видового списка. Даже в пределах одного вида различия в пищевых приоритетах между особями разного пола и возраста мо-

жет серьезно исказить для исследователя картину демографической структуры популяции.

В случае отлова животных ловушками без приманок уловистость является преимущественно функцией двигательной активности мелких млекопитающих. Конечно, для разных видов и демографических групп животных она различна, однако это искажение меньше, чем искажение, обусловленное сочетанием различий в подвижности и пищевых предпочтениях.

В то же время материалы многодневных отловов показывают, что даже для особей одного и того же вида характерны существенные колебания в суточных уловах. При относительно небольших выборках они также способны оказать очень серьезное воздействие на результат исследования. О.А. Лукьянов связывал регрессию кривой вылова с поведенческой гетерогенностью популяций, в первую очередь - с сокращением в уловах доли резидентов [10]. Однако во многих случаях динамика кривой вылова имеет вид не равномерной регрессии, а более сложный. Интерпретация этого факта требует изучения факторов, влияющих на уловистость животных. Наиболее удобным является анализ материалов, полученных с использованием методов, подверженных наименьшему числу возможных искажений. К таким методам относятся бесприманочные методы отлова, исключающие пищевую избирательность.

Если двигательная активность имеет выраженную метеотропность, то анализ связи уловистости с метеорологическими факторами дает возможность изучения ряда важнейших этологических характеристик популяции [1-3, 6-9]. Для проверки этого предположения мы провели анализ материалов, полученных в 2009-2011 гг. при исследованиях популяций и сообществ Самарской Луки (Среднее Поволжье, Самарская об-

Симак Сергей Владимирович, к.б.н., доцент, проректор по научной работе, sergey-simak@yandex.ru; Бабаев Тимур Олимович, лаборант, timurbabaev3@rambler.ru; Сорокопуд Ирина Анатольевна, лаборант, irinasorokopud@yandex.ru; Кожевникова Мария Вячеславовна, лаборант, mashenka-0099@yandex.ru

ласть), на территории Жигулевского государственного природного заповедника и национального парка «Самарская Лука».

Отлов мелких млекопитающих проводился в четырех ландшафтных районах Самарской Луки: Александровском, Жигулевском, Рождественском и Переволокско-Усинском. Для сбора мелких млекопитающих использовалась методика безвозвратного отлова с помощью ловчих канавок и оригинальных ловушек венгерского типа [6, 8, 9]. Общее ловчее усилие составило 29,7 ловушко-суток (таб.1).

Таблица 1. Количество мелких млекопитающих Самарской Луки, отловленных за период с 2009 по 2011 года

Вид	количество особей	Относительная численность, на 100 ловушко-суток
<i>Microtus arvalis</i> (Pallas, 1778)	504	17,5
<i>Micromys minutus</i> (Pallas, 1778)	35	1,21
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Pallas, 1811)	60	2,08
<i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,17
<i>Neomys fodiens</i>	4	0,13

(Kaup, 1829)		
<i>Crocidura suaveolens</i> (Wagler, 1832)	6	0,20
<i>Apodemus agrarius</i> (Pallas, 1771)	32	1,1
<i>Clethrionomys glareolus</i> (Schreber, 1780)	80	2,7
<i>Sorex araneus</i> (Linnaeus, 1758)	97	3,36
<i>Microtus agrestis</i> (Linnaeus, 1761)	1	0,03
<i>Microtus oeconomus</i> (Pallas, 1771)	34	1,18

Использовались метеорологические данные с сервера «RP5.RU: Расписание погоды» (http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=27890&lang=ru). Проанализированы три фактора: температура (ночная, min, max) давление, влажность.

Статистический анализ данных выполняли в среде пакета SPSS 21.

В ходе проведенного корреляционного анализа связи «уловистость–метеофакторы», было установлено, что биотропными по отношению к уловистости оказались все три метеорологических параметра: температура, атмосферное давление, относительная влажность.

Таблица 2. Зависимость уловистости мелких млекопитающих от метеорологических параметров

		t ночная	t max	t min	Отн. Влажность	Атмосферное давление
Численность всех видов	r	-0,091	-0,167	0,049	0,328**	-0,285*
	p	0,445	0,161	0,684	0,005	0,015
Отр. Грызуны	r	-0,104	-0,186	0,075	0,358**	-0,351**
	p	0,386	0,117	0,534	0,002	0,002
сем. Полевки	r	-0,22	-0,292*	-0,036	0,319**	-0,286*
	p	0,063	0,013	0,764	0,006	0,015
род Серые полевки	r	-0,243*	-0,329**	-0,054	0,319**	-0,270*
	p	0,04	0,005	0,649	0,006	0,022
род Лесные полевки	r	0,094	0,092	0,135	0,296*	-0,336**
	p	0,43	0,443	0,257	0,012	0,004
сем. Мыши	r	0,268*	0,191	0,385**	0,425**	-0,418**
	p	0,023	0,108	0,001	0	0
род Домовые мыши	r	-0,005	-0,117	-0,103	0,167	-0,238*
	p	0,968	0,326	0,389	0,161	0,044
род Мыши-малютки	r	0,249*	0,267*	0,298*	0,12	-0,246*
	p	0,035	0,023	0,011	0,316	0,038
род Лесные мыши	r	0,214	0,139	0,324**	0,439**	-0,379**
	p	0,071	0,245	0,005	0	0,001
вид Лесная мышь	r	0,167	0,106	0,285*	0,416**	-0,322**
	p	0,162	0,374	0,015	0	0,006
вид Полевая мышь	r	0,07	0,003	0,121	0,325**	-0,183
	p	0,559	0,978	0,311	0,005	0,124
сем Землеройковые	r	0,06	0,092	0,119	-0,013	0,002
	p	0,614	0,443	0,319	0,914	0,989
род Бурозубки	r	0,1	0,157	0,124	0,028	0,085
	p	0,406	0,188	0,3	0,813	0,478
вид Обыкновенная бурозубка	r	0,071	0,169	0,092	0,078	0,065
	p	0,552	0,155	0,44	0,515	0,585
вид Малая бурозубка	r	0,037	0,038	0,044	-0,08	0,088
	p	0,757	0,752	0,712	0,507	0,46

Примечание. 1.* P <0,05, 2.**P <0,01, 3.r-коэффициент корреляции, 4.p-уровень значимости, 5. n-число наблюдений=72

Из табл. 2 видно, что ведущими изученных видов мелких млекопитающих, по метеорологическими факторами, оказывающими влияние на подвижность практически всех данных, являются атмосферное давление и

относительная влажность воздуха. Так, относительная влажность воздуха положительно коррелирует с уловистостью всех видов ($r=0,328$; $p<0,01$).

Давление отрицательно коррелирует с уловистостью ($r=-0,285$; $p<0,05$).

Полученные нами данные согласуются с данными, полученными М.Г. Водолажской и А.С. Силантьевым [4], установившими в ходе эксперимента в тесте открытого поля, что относительная влажность воздуха положительно коррелировала с частотой вертикальных стоек и обследованных отверстий, то есть повышение влажности среды явно активизировало исследовательскую активность животных. Атмосферное давление отрицательно коррелировало с частотой вертикальных стоек ($r=-0,52$; $p<0,02$). Это означало, что повышение атмосферного давления ведет к уменьшению числа вертикальных стоек, то есть к ослаблению одного из элементов исследовательского поведения. Подобная же закономерность была выявлена П.Трояном [5] для беспозвоночных. Даже незначительное и кратковременное падение атмосферного давления способствовало скачку их общей поведенческой активности, в том числе элементов рекогносцировки. Не исключено, что такая перегруппировка исследовательских циклов врожденного поведения животных спровоцирована биохимическими сдвигами в ответ на изменение давления атмосферы.

Моделирование уловистости грызунов с помощью множественной линейной регрессии

Комплексное влияние погодных условий на уловистость грызунов изучали с помощью множественной линейной регрессии. Строили различные варианты моделей, оценивали их качество и выбирали наиболее устойчивые и содержательно интерпретируемые.

Модель 1. Предсказываем: уловистость грызунов в пересчете на 100 ловушко-суток.

Таблица 3. Переменные на входе Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Грызуны	0,53	0,45	72
t	17,03	6,04	72
t max	23,98	6,52	72
t min	11,85	5,69	72
Влажность	62,31	20,02	72
Давление	755,72	4,43	72
Дельта t	0,24	2,57	63
Дельта t min	0,59	2,87	63
Дельта t max	0,03	3,95	63
Дельта влажность	-0,65	19,27	63
Дельта давление	0,45	2,62	63

Примечание: 1. Mean-среднее значение, 2. Std. Deviation-стандартное отклонение, 3. N-число наблюдений

Коэффициент детерминации $R^2=0,52$.

Статистическая значимость модели в целом: $F=12,6$, $p<0,001$.

Таблица 4. Переменные в модели

	Размерный коэффициент, b	Стандартизованный коэффициент	P	Корреляции			VIF
				Парные	Частные	Частичные	
Константа	24,24	–	0,003	–	–	–	–
Давление	-0,03	-0,31	0,003	-0,48	-0,38	-0,28	1,20
Влажность	0,01	0,41	0,001	0,42	0,43	0,33	1,55
Дельта влажность	-0,01	-0,40	0,000	-0,13	-0,44	-0,34	1,35
Дельта t	-0,04	-0,23	0,024	-0,22	-0,29	-0,21	1,16

Примечание: VIF — variance inflation factor — показатель характеризующий мультиколлинеарность регрессионной модели, в случае, когда он меньше 2, можно считать, что предсказывающие факторы в модели не слишком сильно взаимосвязаны

Модель 2. Предсказываем уловистость семейства Полевки в пересчете на 100 ловушко-суток.

Таблица 5. Переменные на входе

	Mean	Std. Deviation	N
сем. Полевки	0,42	0,38	72
T	17,03	6,04	72
t _{max}	23,98	6,52	72
t _{min}	11,85	5,69	72
Влажность	62,31	20,02	72
Давление	755,72	4,43	72

Таблица 6. Переменные в модели

	Размерный коэффициент, b	Стандартизованный коэффициент	P	Корреляции			VIF
				Парные	Частные	Частичные	
Константа	19,06	–	0,009	–	–	–	–
Давление	-0,03	-0,29	0,009	-0,43	-0,34	-0,26	1,26
Дельта давление	0,03	0,20	0,086	0,27	0,23	0,17	1,34
Влажность	0,01	0,38	0,004	0,38	0,37	0,30	1,63
Дельта влажность	-0,01	-0,27	0,043	-0,16	-0,26	-0,20	1,72

Модель 3. Предсказываем уловистость семейства Мыши в пересчете на 100 ловушко-суток.

Таблица 6. Переменные на входе

	Mean	Std. Deviation	N
сем. Мыши	0,11	0,14	72
t	17,03	6,04	72
t _{max}	23,98	6,52	72
t _{min}	11,85	5,69	72
Влажность	62,31	20,02	72
Давление	755,72	4,43	72
Дельта t	0,24	2,57	63

Таблица 7. Переменные в модели

	Размерный коэффициент, b	Стандартизованный коэффициент β	p	Корреляции			VIF
				Парные	Частные	Частичные	
Константа	7,74	–	0,010	–	–	–	–
Давление	-0,01	-0,33	0,010	-0,41	-0,33	-0,30	1,15
Влажность	0,00	0,23	0,060	0,35	0,24	0,22	1,15

Проанализировав все три модели множественной линейной регрессии, нетрудно заметить, что основными факторами-предикторами уловистости являются давление и влажность, причем давление оказывает большее влияние на подвижность мелких млекопитающих.

Полученные нами результаты согласуются с результатами других исследователей, полученных на других видах мелких млекопитающих. Так Gerald G. Marten сообщает, что уловистость *Peromyscus truei* положительно коррелирует с атмосферным давлением и отрицательно с влажностью и температурой. Корреляций с облачностью и влажностью не наблюдалось. Уловистость *Microtus pennsylvanicus*,

Дельта t	0,24	2,57	63
Дельта t _{max}	0,59	2,87	63
Дельта t _{min}	0,03	3,95	63
дельта влажность	-0,65	19,27	63
дельта давление	0,45	2,62	63

Примечание: 1. Mean-среднее значение, 2. Std. Deviation-стандартное отклонение, 3. N-число наблюдений

Коэффициент детерминации R²=0,46.

Статистическая значимость модели в целом: F=9,6, p<0,001.

Дельта t _{max}	0,59	2,87	63
Дельта t _{min}	0,03	3,95	63
Дельта влажность	-0,65	19,27	63
Дельта давление	0,45	2,62	63

Примечание: 1. Mean-среднее значение, 2. Std. Deviation-стандартное отклонение, 3. N-число наблюдений

Коэффициент детерминации R²=0,22.

Статистическая значимость модели в целом: F=8,4, p=0,001.

Clethrionomys gapperi и *Peromyscus maniculatus* также коррелировала с метеорологическими факторами [11].

Е. Pankakoski показал, что единственным фактором, значимо коррелирующим с двигательной активностью землероек является относительная влажность воздуха. С повышением относительной влажности воздуха двигательная активность землероек интенсифицируется [12]. W.L. Vickery, J.R. Bider изучали влияние погоды на активность *Sorex cinereus* (Бурозубка масковая). Двигательная активность *Sorex cinereus* возрастала, если ночью выпадали осадки. По их словам изменение в интенсивности двигательной активности на 27% определяется

метеофакторами [13].

При анализе полученных нами результатов и результатов исследований, проведенных другими авторами, можно предположить, что подобное метеотропное поведение мелких млекопитающих связано с адаптацией жертвы по снижению вероятности встречи с хищником. Carri Pick сообщает, что между уловистостью представителей рода *Sciurus* и атмосферным давлением была выявлена положительная связь. Chris C. Maguire, что *Narvaeozapus insignis* более активна ночами с пониженными температурами (около 4.5°C). Они полагают, что это связано с тем, что хищники активнее при более высоких температурах, а интенсифицированная двигательная активность мелких млекопитающих при пониженных ночных температурах – способ избегания встречи с хищником [14]. Chris C. Maguire указывает на то, что после ливневого дождя уловистость полевок повышается. Во влажные месяцы уловистость выше, чем в сухие [15]. Geoff M. Hilton, D. Graeme показал, что при низких температурах *Accipiter nisus* активнее охотится [16]. Jennifer A. Clarke при исследовании влияния интенсивности лунного света на охоту *Asio flammeus* и двигательную активность *Peromyscus maniculatus* пришел к выводу, что при ярком лунном свете эффективность охоты *Asio flammeus* повышается (время на поиск и нападение уменьшается за счет улучшения видимости), а двигательная активность *Peromyscus maniculatus*, при тех же условиях, понижается. Это своего рода адаптация *Peromyscus maniculatus* к избеганию встречи с хищником [17]. Miriam J. Brandt, Xavier Lambin при исследовании ритмов активности *Mustela nivalis* показали, что при дождливых условиях - пониженном атмосферном давлении, повышенной влажности, облачности активность *Mustela nivalis* снижена [18].

Дженнифер А. Кларка показал, что охота *Asio flammeus* эффективнее при ярком лунном свете [17]. Подобные условия возможны только при повышенном атмосферном давлении. Также результаты проведенных нами исследований не противоречат исследованиям Мириами Брендта и Хэвира Ламбини, показавших, что при дождливых условиях, а это: пониженное атмосферное давление, повышенная облачность, влажность и т.д., активность *Mustela nivalis* снижена [18]. Следовательно, метеотропное поведение присуще не только мелким млекопитающим, но и другим группам животных. Для хищников ухудшение погодных условий снижает двигательную активность в результате ухудшения условий охоты, а для жертвы является сигнальным фактором, о снижении активности хищников, в результате чего интенсифицируется

двигательная активность жертвы.

Таким образом, анализируя результаты уловистости мелких млекопитающих, мы показали адаптацию животных в эволюционно сложившихся межвидовых отношениях хищник-жертва через изменение поведенческих реакций жертвы на изменение абиотических условий окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садыков О.Ф., Бененсон И.Е. Динамика численности мелких млекопитающих: Концепции, гипотезы, модели // М.: Наука, 1992. С. 191.
2. Уличев В.И. Факторы среды и их влияние на динамику численности млекопитающих (на примере гренландского тюленя) //Общество. Среда. Развитие (Тегга Humana). 2010. № 1.
3. Дуванова И.А., Хицова Л.Н., Недосекин В.Ю., В.Ф. Дроздова. Факторы изменения численности малой лесной мыши (*Apodemus uralensis* Pall.) в условиях известнякового севера среднерусской возвышенности // Биология. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2010, 3(1). С.112–116.
4. Силантьев А.Н., Силантьев М.Н. Рост метеочувствительности в филогенетическом ряду функций у крыс // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных: Материалы II Международной научной конференции. Саранск, 2009. С. 129-172.
5. Силантьев А.Н. Влияние метеорологических факторов на двигательную активность крыс в тесте открытого поля // Тез. докл. XXX научн. конф. студент. и мол. ученых Южного федерального округа. Краснодар, 2003. С. 174-175.
6. Соколов Г. А., Тимошкина О.А., Сенотрусова М.М. Отлов и первичная обработка мелких грызунов и на-секомоядных: Метод. разработка / Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 2005. 22 с.
7. Симак С.В. Фауна мелких млекопитающих Самарской Луки // Наука. Творчество: Материалы III международной научной конференции. Самарский муниципальный университет Наияновой. Самара, 2007. Т.1. С. 327-336.
8. Симак С.В., Симак Т.Г. Реакция сообществ мелких млекопитающих Самарской Луки на климатические тренды. //Наука. Творчество: Материалы IV международной научной конференции. Самарский муниципальный университет Наияновой. Самара, 2008. Т.1. С. 3-6.
9. Симак С.В., Бабаев Т.О. Зависимость уловистости мелких млекопитающих Самарской Луки от погодных факторов // Материалы VIII международной научной конференции. Самарская государственная областная академия (Наияновой). Самара, 2012. Т. II. С. 3-7.
10. Лукьянов О.А. Анализ зависимости подвижности – оседлости мелких млекопитающих на примере флуктурирующей популяции рыжей полевки // Сибирск. экол. журн. 1996. Вып. 3. С. 597-606.
11. Marten G.G. Time patterns of *Peromyscus* activity and their correlations with weather //Journal of Mammalogy. 1973. – Т. 54. №. 1. С. 169-188.
12. Ankakoski E.P. The Influence of Weather on the Activity of the Common Shrew *Acta Theriologica*, 24, 37: 522-526, 1979.
13. Vickery W.L., Bider J.R. The effect of weather on *Sorex cinereus* activity. *Canadian Journal of Zoology*, 1978, 56(2): 291-297, 10.1139/z78-039.

14. *Pick Cari*. Weather Conditions on Capture Success of Sciurids in the Upper Peninsula of Michigan BIOS 35502: Practicum in Environmental Field Biology 2009. 16 с.
15. *Chris C. Maguire*. Rainfall, ambient temperature, and *Clethrionomys californicus* capture frequency. Mammal Review Volume 29, Issue 2, pages 135-142, June 1999.
16. *Geoff M. Hilton, Graeme D.* Choice of Foraging Area with Respect to Predation Risk in Redshanks: The Effects of Weather and Predator Activity Ruxton and Will. Cresswell Oikos Vol. 87, Fasc. 2 (Nov., 1999). PP. 295-302.
17. *Jennifer A. Clarke*. Moonlight's influence on predator/prey interactions between short-eared owls (*Asio flammeus*) and deermice (*Peromyscus maniculatus*). Behavioral Ecology and Sociobiology. September 1983, Volume 13, Issue 3. PP. 205-209.
18. *Miriam J. Brandt, Xavier Lambin*. Summertime activity patterns of common weasels *Mustela nivalis vulgaris* under differing prey abundances in grassland habitats. Acta Theoretical March 2005, Volume 50, Issue 1. PP. 67-79.

DEPENDENCE ON METEOROLOGICAL FACTORS MOBILITY ACTIVITIES OF SMALL MAMMALS

© 2014 S.V. Simak, T.O. Babaev, M.V. Komarova, I.A. Sorokopud, M.V. Kozhevnikova

Samara State Regional Academy (Nayanova), Samara

It is shown that the meteorological factors have a significant impact on the mobility of small mammals. This, in turn, affects the catchability and population estimates and demographic groups of animals, which causes serious distortion of research results, and the inadequacy of the proposed models. The paper presents the correlation analysis of the data that demonstrate a leading role in changing the activity of humidity and atmospheric pressure. The results can be used to adjust the models of populations and communities of small mammals and their dynamics

Key words: ethology, physical activity, catching of small mammals, influence of weather on behavioural reactions, meteorological factors.