

УДК 599+591.52

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЭКСКРЕТОРНОЙ МАРКИРОВКИ ГОРНОСТАЯ (*MUSTELA ERMINEA* LINNAEUS, 1758) В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

© 2013 г.

*А.В. Михеев*

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Украина

zestforest@ua.fm

Поступила в редакцию 01.09.2012

Исследованы пространственно-временные параметры совокупности экскреторных меток горностая в экстразональных лесных местообитаниях юго-востока Украины. Проанализированы особенности пространственного распределения меток (характер агрегирования, степень пространственного совмещения). Оценена многолетняя динамика маркировочной активности (направленность тренда, наличие автокорреляции, характер цикличности). Взаимосвязь пространственных и временных аспектов экскреторной маркировки рассмотрена на примере 10-летней динамики показателей агрегированности меток.

*Ключевые слова:* экскреторная метка, маркировочная активность, следы жизнедеятельности, пространственное размещение, динамика, поведенческая экология, млекопитающие, лесные экосистемы.

### Введение

В опосредованных информационных взаимодействиях млекопитающих большое значение играют разнообразные экскреторные метки, прежде всего – помет, обеспечивающий ольфакторную и визуальную маркировку [1–7]. Маркировочное поведение, связанное с поддержанием территориальности, значительного развития достигает у кунных, в частности – у горностая (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758). Характеристике экологических и поведенческих особенностей этого представителя лесного экологического комплекса посвящено достаточное количество публикаций [8–29]. Вместе с тем специфика указанной формы поведения в различных экологических условиях до настоящего времени остается изученной не в полном объеме.

В частности, недостаточно раскрыты особенности пространственного распределения экскреторных меток зверька в пределах местообитаний; практически не описаны долговременные изменения интенсивности маркировочной активности; отсутствуют материалы, характеризующие взаимосвязь пространственных и временных параметров экскреторной маркировки. Географический диапазон исследований также нельзя признать достаточным. Например, в экстразональных условиях обитания (которые формируются, например, в степных лесах юго-востока Украины) особенности маркировочного поведения зверька ранее не изучались даже в первом приближении.

Указанные обстоятельства и определили цель настоящего исследования: провести количественную оценку пространственно-временных показателей маркировочной активности горностая в лесных экосистемах юго-востока Украины.

### Материал и методика исследований

Исследования проводили в 1997–2010 гг. на базе Присамарского биогеоэкологического стационара Комплексной экспедиции ДНУ (Днепропетровская обл.). Показатели маркировочной активности изучаемого вида определяли в ходе учетов (с подсчетом количества пройденных шагов) на маршрутах общей протяженностью 3836 км. Наблюдения и регистрации фиксировали с привязкой относительно номера шага [30]. Дифференциацию типов естественных и искусственных лесных насаждений (плакорных, байрачных, пойменных, аренных) проводили на основе типологических принципов исследования степных лесов [31].

Статистическая обработка данных включала, прежде всего, расчет показателя маркировочной активности (Index of Marking Activity, *ИМА*) – количества меток на единицу длины маршрута (мет./км). Характер пространственного размещения экскреторных меток оценивали с помощью индекса агрегированности Смурова  $K_A$  [32], равномерность их биотопического распределения – с использованием индекса выравнивания  $U$  [33]. Для определения степени пространственного совмещения меток рассчитывали среднее расстояние между ними в метрах (по

алгоритму «ближайшего соседа»). Достоверность различий количественных показателей оценивали с помощью непараметрического *H*-критерия Краскелла–Уоллиса, степень их взаимосвязи – на основе непараметрического корреляционного анализа.

### Результаты и их обсуждение

*Пространственные аспекты экскреторной маркировки.* Установлено, что пространственное распределение экскреторных меток горностая в условиях лесных экосистем юго-востока Украины носит выраженный агрегированный характер. Индекс Смурова ( $K_A$ ) составляет 0.66 и является наибольшим среди таковых для изученных представителей сообщества хищных данного региона (три вида сем. Canidae, семь видов сем. Mustelidae). Для сравнения можно указать, что  $K_A$  прочих видов не превышает 0.51–0.54 (енотовидная собака, барсук, лесной хорек); а для лисицы, которая наряду с лесными насаждениями активно осваивает самые различные биотопы (степные участки, агроценозы, балки, окрестности населенных пунктов и т.д.), данный индекс для исследованных типов леса составляет всего лишь 0.39.

Отмечая такой характер распределения экскреторных меток зверька, необходимо рассматривать *пространство* как минимум в двух масштабных метриках.

1) Прежде всего, заметное влияние на рассматриваемое явление оказывает экологическое заполнение пространства. В условиях района исследований, относящегося к степной зоне, горностай населяет лишь некоторые типы лесных местообитаний. В свою очередь, это определяет соответствующее распределение меток: их наличие было зарегистрировано в 11 типах лесных насаждений из 18 рассматриваемых (61.11%) (рис. 1).

В этих местообитаниях интенсивность экскреторной маркировки горностая оценивается средним показателем  $0.09 \pm 0.03$  мет./км с уровнем варьирования  $Cv = 93.48$ . Биотопическое распределение меток является достаточно равномерным (показатель выравненности  $U = 0.86$ ). Тем не менее, между всеми 11 показателями выявлены статистически достоверные различия (*H*-критерий Краскелла–Уоллиса  $H_{(17, n = 4806)} = 131.68, p < 0.001$ ).

Рассчитанный для всех 18 исследованных типов леса средний показатель *ИМА* составляет  $0.06 \pm 0.02$  мет./км маршрута и характеризуется значительным варьированием ( $Cv = 143.19$ ). Значение индекса  $U = 0.71$  дополнительно отражает менее равномерное распределение мар-

кировочных сигналов зверька в лесных насаждениях юго-востока Украины.

2) Причины агрегирования экскреторных меток горностая прослеживаются и в масштабе иного плана – на уровне местообитаний. Известно, что размещение маркировочных сигналов хищных млекопитающих в пределах участка обитания характеризуется определенной взаимной ординацией. Таковая складывается в результате возобновления собственных меток, перемаркировки меток сородичей, при образовании «отхожих мест» и общих маркировочных пунктов [2–4, 7, 20, 29, 34].

По нашим данным, среднее расстояние между экскреторными метками горностая составляет  $1083.84 \pm 216.76$  м ( $\lim_{\min} = 0$  м,  $\lim_{\max} = 6546.08$  м,  $Cv = 132.66$ ), что отражает достаточно невысокую степень насыщения обитаемых участков маркировочными сигналами. При этом как интервал «min/max», так и собственно коэффициент вариации свидетельствуют о широком диапазоне значений, из которых рассчитан указанный средний показатель. Это позволяет дать высокому значению индекса Смурова такое экологическое объяснение: в исследованных лесных местообитаниях экскреторные мет-

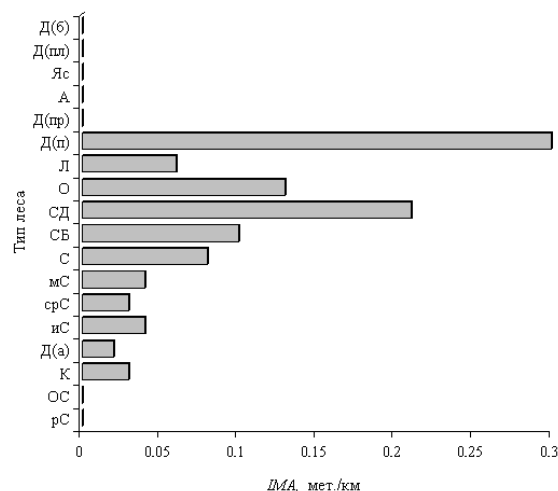


Рис. 1. Интенсивность маркировочной активности горностая в различных типах лесных экосистем юго-востока Украины

Примечание.

Типы лесных экосистем обозначены следующим образом: **Д(б)** – байрачные дубравы; **Д(пл)** – искусственные насаждения дуба на плакоре; **Яс** – искусственные насаждения ясеня; **А** – искусственные насаждения акации; **Д(пр)** – пристенные дубравы; **Д(п)** – пойменные дубравы; **Л** – искусственные насаждения лещины; **О** – ольшаники; **СД** – судубравы; **СБ** – субори; **С** – сосновые боры; **мС** – молодые искусственные насаждения сосны; **спС** – средневозрастные искусственные насаждения сосны; **нС** – зрелые искусственные насаждения сосны; **Д(а)** – аренные дубравы; **К** – березово-осиновые колки; **ОС** – осинники; **рС** – сосновое редколесье.

ки горностая расположены агрегациями, разделенными значительными дистанциями. Подобный характер распределения соответствует разрозненным территориальным участкам отдельных особей; именно таковые наиболее характерны для достаточно узкого спектра местообитаний зверька во фрагментированных лесных массивах юго-востока Украины. Кроме того, установленные пространственные показатели маркировочной активности горностая необходимо рассматривать во взаимосвязи с уровнем численности и состоянием популяций этого вида, который в условиях юго-востока Украины является исчезающим.

Выраженное агрегирование экскреторных меток горностая также определяется их приуроченностью к определенным элементам местообитаний, что непосредственно отражает существование избирательных реакций животных на экологическую неоднородность пространства. Такого рода ординация маркировочных сигналов относительно естественных ориентиров облегчает их обнаружение кон- и гетероспецификами. Количественная характеристика указанного аспекта маркировочного поведения заслуживает дальнейших детальных исследований, результаты которых автор планирует представить в последующих публикациях. Пока же эмпирические наблюдения позволяют в качестве подобных ориентиров рассматривать стволы поваленных деревьев, пни, пучки хвои, куски коры, обломки веток, куртины травянистой растительности, камни, неровности грунта, обочины лесных дорог, квартальные столбы, экскреторные метки других видов хищных, а также пластиковые бутылки, консервные банки и прочие субстратные элементы.

Все это в целом соответствует ранее обоснованному нами положению о том, что у хищных млекопитающих пространственная организация информационного поля (ИП) как совокупности разнообразных следов жизнедеятельности, вносимых в среду обитания, относится к узловому типу [7, 35]. Для этого типа (в отличие от гомогенного и стохастического) характерно наличие выраженных агрегаций сигнальных элементов, приуроченных к определенным элементам местообитаний. Узловой тип пространственной организации ИП соответствует освоенной среде обитания; при этом в структуре ИП особую значимость приобретают следы жизнедеятельности, продуцируемые при маркировке территории.

*Временная динамика маркировочной активности.* Диапазон среднегодовых показателей *ИМА* горностая на протяжении 1998–2007 гг. составил от  $0.02 \pm 0.01$  (2004–2006 гг.) до  $0.17 \pm 0.09$  мет./км (1999 г.) (рис. 2). Средний за

10 лет индекс маркировочной активности определен как  $0.08 \pm 0.02$  мет./км,  $Cv = 69.4$ . Следует отметить, что относительно прочих 6 исследованных представителей *Mustelidae* данного региона (барсук, куницы лесная и каменная, лесной хорек, ласка, выдра) этот показатель является одним из наименьших, наряду с таковым для другого редкого вида – выдры ( $0.07 \pm 0.01$  мет./км).

Для выявления различий *ИМА*, зафиксированных в отдельные годы исследований, нами был использован непараметрический алгоритм сравнения нескольких независимых групп данных (на основе *H*-критерия Краскелла–Уоллиса). Полученный показатель характеризуется высоким уровнем значимости ( $H_{(9, n = 421)} = 31.99, p < 0.001$ ), отражающим существование достоверных межгодовых различий данного индекса. Вместе с тем подтверждено наличие между ними статистически достоверной автокорреляционной зависимости (т.е. зависимости очередного среднегодового показателя от показателя предыдущего года):  $r_s = 0.73, n = 9, t = 2.85, p = 0.02$ . Представленные статистические результаты можно рассматривать как свидетельство устойчивости описываемого 10-летнего тренда, нисходящий характер которого соответствует общей тенденции динамики популяций горностая на фоне усиливающейся фрагментированности степных лесов.

На протяжении рассматриваемого периода цикличность в изменениях показателя *ИМА* не проявляется. Возможно, данный временной отрезок охватывает лишь часть растянутого цикла; предпосылка для такого предположения выражается полиномиальным трендом 3 степени (рис. 2). Подтвердить наличие возможной цикличности и описать ее характер позволят дальнейшие мониторинговые исследования в этом направлении.

*Взаимосвязь пространственных и временных аспектов маркировочной активности* горностая рассмотрена на примере 10-летней динамики показателей агрегированности экскреторных меток. Во временном диапазоне 1998–2007 гг. индекс  $K_A$  варьирует существенно – от 0.12 (2007 г.) до 0.82 (2000 г.) (рис. 3). При этом отмечена автокорреляционная зависимость между последовательными элементами рассмотренного цифрового ряда:  $r_s = 0.65, n = 9, t = 2.26$ . Однако необходимо отметить, что уровень ее достоверности имеет граничное значение  $p = 0.058$ ; очевидно, что для подтверждения рассматриваемой автокорреляции необходимо расширить временной период исследований. Тем не менее, здесь мы считаем возможным условно принять установленную автокорреляционную взаимосвязь как свидетельствующую

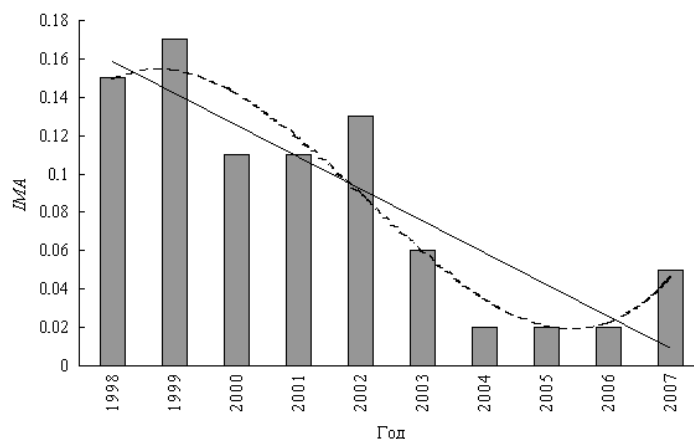


Рис. 2. Временная динамика маркировочной активности горностая в лесных экосистемах юго-востока Украины  
Примечание: здесь и далее сплошная линия обозначает линейный тренд, пунктир – полиномиальный.

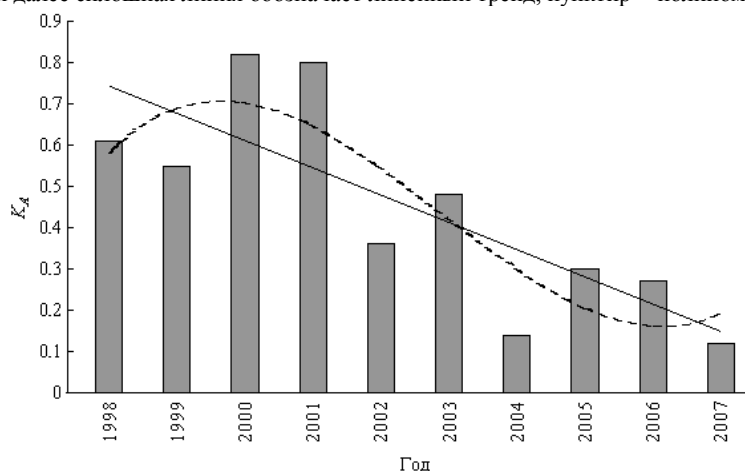


Рис. 3. Временная динамика индекса агрегированности экскреторных меток горностая в лесных экосистемах юго-востока Украины

об устойчивости отмеченного нисходящего тренда (см. рис. 3).

Цикличность изменений рассматриваемого показателя в пределах 10-летнего периода, как и в случае с индексом маркировочной активности – также не проявляется. Поэтому, не принимая во внимание отдельные пики (рис. 3), характер выявленной тенденции можно сформулировать следующим образом: распределение экскреторных меток горностая в степных лесах становится все более случайным. Это подразумевает как снижение доли устойчивых скоплений меток (т.е. постоянных маркировочных пунктов), так и в целом – меньшую степень их ординации относительно элементов структуры местообитаний. Указанную тенденцию также следует рассматривать как сопутствующую негативной динамике популяций горностая в условиях лесных экосистем юго-востока Украины.

Между значениями индексов  $ИМА$  и  $КА$  выявлена достоверная положительная корреляция ( $r_s = 0.64$ ,  $n = 10$ ,  $t = 2.33$ ,  $p < 0.05$ ), т.е. степень агрегированности экскреторных меток горностая определенным образом зависит от интен-

сивности его маркировочной активности. Таким образом, при увеличении количества маркировочных сигналов в среде обитания их последующее внесение со стороны конспецификов оказывается все более ориентировано относительно уже имеющихся меток.

С одной стороны, установленная зависимость позволяет рассматривать данный вид куных в качестве примера, характеризующего значение территориальной маркировки в информационных взаимоотношениях млекопитающих. С другой – можно предположить, что особенности пространственного распределения маркировочных сигналов горностая имеют определенное индикаторное значение для оценки состояния таких взаимоотношений на популяционном уровне.

### Заключение

Пространственные особенности территориальной экскреторной маркировки горностая в экстраэональных лесных экосистемах юго-востока Украины отражают существование избирательных реакций животных на экологиче-

скую неоднородность среды обитания. Показатели интенсивности маркировочной активности зверька в различных типах лесных насаждений являются специфичными. Распределение меток во многом детерминировано их определенной взаимной ординацией (при последующей маркировке), а также приуроченностью к различным элементам субстрата. При этом степень агрегированности меток горностая положительно коррелирует с интенсивностью его маркировочной активности.

На протяжении рассматриваемого 10-летнего периода цикличность в изменениях изучаемых показателей (интенсивность маркировочной активности, индекс агрегированности) не выявлена. Однако в обоих случаях установлена последовательная межгодовая автокорреляция, свидетельствующая об устойчивости трендов. Их нисходящий характер определенным образом иллюстрирует негативные тенденции в динамике популяций горностая в условиях фрагментированных степных лесов.

Таким образом, пространственные и временные параметры маркировочной активности горностая могут рассматриваться в числе репрезентативных критериев оценки состояния его популяций, а также характера внутривидовых взаимоотношений.

Полученные данные являются отправными для решения дальнейших исследовательских задач. Их круг включает, в первую очередь, изучение приуроченности меток горностая к различным элементам местообитаний, а также выявление и описание различных аспектов долговременной динамики его маркировочной активности в условиях лесных экосистем юго-востока Украины.

#### Список литературы

1. Соколов В.Е. Химическая коммуникация млекопитающих // В кн.: Успехи современной териологии. М.: Наука, 1977. С. 229–254.
2. Корытин С.А. Поведение и обоняние хищных зверей. М.: МГУ, 1979. 224 с.
3. Соколов В.Е., Рожнов В.В. Территориальность, агрессивность и маркировка у куньих (Mustelidae) // В сб.: Млекопитающие (Исследования по фауне Советского Союза) / Сб. тр. Зоологического музея МГУ. Т. XVIII. М.: МГУ, 1979. С. 163–214.
4. Gorman M.L. // Rev. Suisse Zool. 1990. V. 97. № 1. P. 3–30.
5. Баскин Л.А. Зоосоциология млекопитающих с преимущественно групповой структурой популяций // В кн.: Структура популяций у млекопитающих. М.: Наука, 1991. С. 21–64.
6. Рожнов В.В. // Зоологический журн. 2004. Т. 83. № 2. С. 132–158.
7. Михеев А.В. Дис. ... д-ра биол. наук. Д.: ДНУ им. Олеса Гончара, 2010. 483 с.
8. Юргенсон П.Б. Горностай. М.-Л., 1932. 25 с.
9. Насимович А.А. Очерк экологии горностая в Лапландском заповеднике. М.: Гл. управление по заповедникам, 1948. 248 с.
10. Новиков Г.А. Хищные млекопитающие фауны СССР. М.-Л.: АН СССР, 1956. 295 с.
11. Абеленцев В.И. Фауна України. Ссавці. К.: Наукова думка, 1968. Т. 1. Вип. 3. 280 с.
12. Вайсфельд М.А. // Зоологический журн. 1972. Т. 51. Вып. 11. С. 1705–1714.
13. Лобачев Ю.С. Материалы по этологии горностая в горах юго-востока Казахстана // В кн.: Вопросы зоопсихологии, этологии и сравнительной психологии. М.: МГУ, 1975. С. 106–107.
14. Насимович А.А. Колонок, горностай, выдра. М.: Наука, 1977. 214 с.
15. Erlinge S. // Oikos. 1977. V. 28. № 1. P. 32–42.
16. Семенов В.В. Особенности экологии горностая в Архангельской области // В сб.: Экологические основы охраны и рационального использования хищных млекопитающих. М.: Наука, 1979. С. 341–343.
17. Турянин И.И. Особенности экологии степного хорька и горностая на западе Украины // В сб.: Экологические основы охраны и рационального использования хищных млекопитающих. М.: Наука, 1979. С. 349–350.
18. Erlinge S., Sandell M., Brinck C. // Animal Behaviour. 1982. V. 30. № 3. P. 811–818.
19. Debrot S., Mermod C. // Oecologia. 1983. V. 59. № 1. P. 69–73.
20. Терновский Д.В., Терновская Ю.Г. Экология куньеобразных. Новосибирск: Наука, 1994. 222 с.
21. Сидорович В.Е. Норки, выдра, ласка и другие куньи. Минск: Ураджай, 1995. 190 с.
22. Brown J.A., Miller C.J. Monitoring stoat (*Mustela erminea*) control operations: power analysis and design. Wellington, N.Z.: Dept. of Conservation, 1998. 21 pp.
23. Hutchings M.R., White P.C.L. // Mammal Review. 2000. V. 30. № 3–4. P. 157–169.
24. Edwards M.A., Forbes G.J., Bowman J. // Mammalia. 2001. V. 65. № 2. P. 220–225.
25. Miller C., Elliot M., Alterio N. // Wildlife Research. 2001. V. 28. № 2. P. 165–172.
26. Cuthbert R., Sommer E. // New Zealand J. Zoology. 2002. V. 29. № 2. P. 149–160.
27. Рожнов В.В., Авилов В.К. Пространственное распределение запаховых меток околородных куньих на р. Межа (Тверская область) // В сб.: Поведение и поведенческая экология млекопитающих. Матер. науч. конф. М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. С. 211–213.
28. Hellstedt P., Henttonen H. // J. Zoology. 2006. V. 269. № 2. P. 205–212.
29. Филиппчев А.О. // Тез. докл. IV Всерос. конф. по поведению животных, Москва, 29 октября – 1 ноября 2007 г. М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. С. 221–222.
30. Михеев А.В. // Экологія та ноосферологія. 2003. Т. 13. № 1–2. С. 93–98.
31. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1971. 336 с.

32. Смуров А.В. // Зоологический журн. 1975. Т. 54. № 2. С. 283–289.

33. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.

34. Darden S.K., Steffensen L.K., Dabelsteen T. // *Animal Behaviour*. 2008. V. 75. № 2. P. 425–432.

35. Михеев А.В. // Биологические науки Казахстана. 2009. № 3–4. С. 74–86.

#### **SPATIO-TEMPORAL ASPECTS OF STOAT (*MUSTELA ERMINEA* LINNAEUS, 1758) EXCRETORY SCENT MARKING IN FOREST ECOSYSTEMS OF THE SOUTHEASTERN UKRAINE**

**A.V. Mikheyev**

The spatial-temporal parameters of stoat excretory scent marking in extrazonal forest habitats of the southeastern Ukraine have been studied. The peculiarities of mark spatial distribution (aggregation pattern, spatial ordination degree) have been analyzed. The long-term dynamics of marking activity (trend direction, autocorrelation pattern, cyclic recurrence) have been estimated. The interrelation of spatial and temporal aspects of excretory marking activity has been considered by the example of the 10-year dynamics of scent mark aggregation indices.

*Keywords:* excretory scent marks, marking activity, signs, spatial distribution, dynamics, behavioral ecology, mammals, forest ecosystems.