

УДК 574.472:599.323/.363+630*181

МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ УРБАНИЗАЦИЕЙ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Черноусова Н.Ф., Толкач О.В., Толкачев О.В.

Институт экологии растений и животных, Екатеринбург, e-mail: nf_cher@mail.ru

По комплексу признаков оценили трансформированные урбанизацией лесные фитоценозы, и населяющие их сообщества мелких млекопитающих в лесопарково-парковой зоне крупного промышленного центра. Выявили, что хотя и наблюдаются общие закономерности в группировке фито- и зооценозов в зависимости от уровня и характера урбаногенного воздействия, но между ними нет полного соответствия. Специфика сообществ мелких млекопитающих определяется не только эдафо-растительными условиями. Ведущим параметром в трансформации сообществ является рекреация и сопровождающие ее факторы.

Ключевые слова: урбанизация, лесной фитоценоз, мелкие млекопитающие

SMALL MAMMALS IN FOREST ECOSYSTEMS TRANSFORMED BY URBANIZATION

Chernousova N.F., Tolkach O.V., Tolkachev O.V.

Institute of plant ecology and animals, Ekaterinburg, e-mail: nf_cher@mail.ru

Forest phytocenoses and inhabited them micromammal communities transformed by urbanization at parks and park-forests of a great industrial city were estimated by a complex of parameters. Although the general patterns in the grouping of phyto- and zoocenoses depending on the impact level and nature are observed, but there are no complete compliance between them, as specificity of small mammal communities is defined not only edapho-vegetative conditions. The leading parameter in the transformation of the communities is a recreation and it accompanying it factors.

Keywords: urbanization, forest phytocenosis, small mammals

Процесс урбанизации, интенсивно протекающий в настоящее время, с одной стороны непрерывно изымает пространство из естественной природной среды, с другой – изменяет прилегающие к городам биоценозы. Город Екатеринбург – крупный промышленный центр, насчитывающий более полутора миллионов жителей, может служить прекрасным объектом для изучения влияния урбанизации на фито- и зооценозы. Лесопарки г. Екатеринбурга – это лесные экотопы (в широком смысле этого слова [4]), испытывающие аэротехногенное загрязнение и рекреационное воздействие, различающееся по степени нагрузки в разных частях лесопарка, в зависимости от близости к застройке и обустроенности. Рекреационная нагрузка приводит к нарушению лесной подстилки, почвенного и живого напочвенного покрова, внедрению под лесной полог синантропных видов растений [5]. Происходящие в лесопарках трансформации фитоценозов, безусловно, должны влиять на фаунистические комплексы, и, в частности, на сообщества микромаммаллий [6].

Задачи исследования были следующими:

1. Комплексно оценить трансформацию эдафо-растительных лесных ценозов, под воздействием рекреационного использования и аэротехногенного загрязнения, на примере крупного промышленного центра Среднего Урала.

2. Изучить структуру сообществ мелких млекопитающих в лесопарково-парковой зоне города.

3. Оценить степень влияния изменений растительных компонентов биогеоценоза на сообщества мелких млекопитающих.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в лесопарках г. Екатеринбурга Шувакишский, Юго-Западный и Лесоводов России, расположенных относительно розы ветров: в северо-западном, юго-западном и юго-восточном направлениях соответственно, а так же в черте городской застройки: Центральном парке культуры и отдыха (ЦПКиО) и на закрытой территории Дендрария Ботанического сада УрО РАН. Все лесопарки подвержены рекреационной и техногенной нагрузке, но особенно высокая она в ЦПКиО, а в Дендрарии рекреационная нагрузка полностью отсутствует. Контролем было естественное лесное насаждение в 50 км на Ю-В от г. Екатеринбурга (56°36'04"С.Ш.; 61°03'25"В.Д.).

Для отлова мелких млекопитающих (2004–2010 гг.) использовали стандартный зоологический метод ловушко-линий. В каждом городском локалитете закладывали по три линии ловушек. Первые линии располагали в наиболее антропогенно измененных частях лесопарков. Остальные линии – в менее нарушенных местах. В контрольном лесу заложено четыре линии в разных участках леса. Положение ловчих линий оставалось неизменным на протяжении всех лет исследования. По данным за 7 лет рассчитали индексы разнообразия сообществ мелких млекопитающих.

На всех участках линий отлова мелких млекопитающих определяли: полноту и состав древостоев

способом закладки круговых площадок (5-кратная повторность); типы леса по классификации Б.П. Колесникова [1]; учет подроста и подлеска на 25 площадках размером 2×2 м с указанием видового состава и высоты по шкале А.В. Побединского [3]; травяно-кустарничковый покров на 25 площадках размером 1×1 м с фиксированием высоты яруса, проективного покрытия каждого вида, наличием и проективным покрытием мохового покрова; суммарную мощность опада и лесной подстилки; глазомерно — процент тропинойной сети. Была подсчитана встречаемость каждого вида подроста, кустарников и травяно-кустарничкового покрова для определения степени рекреационной деградации участков.

С помощью программы PAST2 сравнили комплекс фитоценологических и эдафических условий линий всех изученных локалитетов и сообщества мелких млекопитающих, населяющих их.

Результаты исследования и их обсуждения

Лесопарки в основном представлены сосновыми насаждениями (I–II бонитета), характерными для Зауральской предгорной провинции южнотаежного округа [1].

В лесопарках Шувакишском, Лесоводов России и в Дендрарии линии отлова расположены на участках с одним типом лесорастительных условий (разнотравная группа типов леса, разнотравный тип леса). Самые низкополнотные древостои в парке Лесоводов России (0,3–0,4), выше полнота в Дендрарии (0,4) и в Шувакишском лесопарке –

(0,5–0,6). Возраст древостоев в Дендрарии – 100–110 лет, в Шувакишском лесопарке и парке Лесоводов России – 150 лет.

Насаждения в Дендрарии, несмотря на отсутствие в них серьезных рекреационных нарушений, характеризуются низкой лесовозобновительной способностью. В составе подроста и подлеска значительна доля видов самосева интродуцентов, появившихся зоохорным путем. В лесопарке Лесоводов России возобновление крайне малочисленно, а в Шувакишском представлено только березовым подростом (табл. 1).

Следующие участки отлова: Юго-Западный лесопарк, ЦПКиО и контрольный лес, относится к группе типов леса – ягодниково-ягодничковый, сосняк зеленомошниково-ягодничковый. По полноте древостоев участки практически идентичны (0,6). По возрасту они несколько различаются: в Юго-западном лесопарке наблюдается чередование насаждений старших генераций (150–170 лет) с более молодыми (80 лет), аналогичная картина в контроле – 132 и 53 года соответственно. Возраст древостоя в ЦПКиО составляет 103–178 лет. В отличие от лесопарков, в контроле подрост густой и в составе подроста и подлеска отсутствуют синантропные виды.

Таблица 1

Характеристики компонентов лесных биогеоценозов

Показатели		Участки																		
		D1	D2	D3	CP1	CP2	CP3	LR1	LR2	LR3	Sh1	Sh2	Sh3	UZ1	UZ2	UZ3	F1	F2	F3	F4
Подрост, тыс. экз./га	сосны	0	0	0	0	0	0	0	3,9	0,6	0,8	1,4	1,4	0,8	0,1	0,3	0,7	0,1	6,7	12,3
	лиственных пород	2,8	8,8	2,6	31,5	14,7	21,7	16,7	12,6	4,8	5,1	0,1	0,2	2,5	2,0	1,3	3,7	0,3	2,2	0,8
Подлесок (тыс. экз./га)		14,5	34,4	18,1	47,4	30,2	26,4	46,3	47,6	56,0	20,7	20,5	25,8	15,6	19,1	39,2	4,9	4,8	12,9	6,5
Встречаемость, %	подроста сосны	0	0	0	0	0	0	0	43	12	12	4	4	32	4	12	20	4	76	84
	подроста лиственных пород	66	131	56	29	36	18	33	22	14	60	4	8	16	14	18	48	8	40	20
	кустарников (без малины, рябины)	44	64	44	12	15,5	13,6	21	8	20	76	36	0	21	9,5	10	60	32	60	60
	рябины	44	40	40	12	64	36	72	83	36	56	40	12	20	64	32	4	4	24	20
	малины	39	60	40	64	68	72	24	87	96	8	80	96	40	40	92	8	8	12	0
	мохового покрытия	0	6,2	2,5	0	3,4	3,3	0	2	11	0,16	16,6	24,4	0,5	1	0	1,9	4,8	6,6	29,4
Число видов, шт.	подроста лиственных пород	5	5	5	6	5	5	7	6	5	3	1	2	4	4	2	3	1	2	2
	кустарников	6	6	10	10	10	7	14	15	6	12	10	7	6	10	8	7	4	6	6
травяно-кустарничково яруса		24	20	36	22	30	28	55	51	44	44	43	24	41	45	35	66	48	46	39
Проективное покрытие, %	травяно-кустарничками	52,6	47,9	93,1	65,5	53,2	41,6	46,9	99,8	93,4	78,7	86,3	95,1	56,9	77,6	72,2	113,9	100,4	78,9	85,3
	злаками	0,8	0	6,3	11,2	2,2	2,4	5,5	13,9	7	21,4	5,0	1,0	4,9	14,8	14,9	18,3	2,8	15,3	5,4
рН _(кел) горизонт А		4,43	4,6	5,25	5,03	5,34	4,9	5,03	5,53	5,27	5,4	5,18	4,9	6,88	4,5	4,65	4,53	5,02	4,32	4,48
Плотность почвы, г/см ³		0,90	0,86	0,78	0,71	0,67	0,70	0,88	0,72	0,81	0,95	0,64	0,62	0,70	0,61	0,71	0,63	0,38	0,59	0,56
Суммарная мощность опада и подстилки, см		2,8	1,4	0,9	7,3	1,4	3,0	0,8	0,9	0,9	0,5	2,8	1,7	0,5	1,4	3,5	2,9	5,0	6,0	5,8

Примечание: D – Дендрарий, CP – ЦПКиО; LR – Лесоводов России, Sh – Шувакишский, UZ – Юго-Западный лесопарки; F – лес-контроль. Цифры рядом с буквенными обозначениями – мера линий.

Результаты исследования подпологовых ярусов растительности и некоторые характеристики почвенных горизонтов представлены в табл. 1. Согласно данным таблицы очевидно, что в лесопарках процессы урбанизации оказали влияние на нижние ярусы фитоценоза. В первую очередь следует отметить малочисленность подростов основных лесобразующих пород. Затем, увеличение видового состава древесно-кустарниковых пород подлеска за счет самосева интродуцентов, а так же увеличение густоты подлеска, как правило, за счет доминирования типичных лесных видов. Активное разрастание лесных видов (малины и рябины) прямо или косвенно спровоцировано близостью урбанизированной среды. Развитие подлеска оказывает влияние на условия произрастания травяно-кустарниковых видов и развитие мохового покрова, с созданием режима благоприятствования для одних групп растительности, и подавления других. Например, плотный ярус малины и активное включение в состав растительности крапивы двудомной, ведут к подавлению развития лесных видов живого напочвенного покрова. Причиной такого доминирования малины были, скорее всего,

беглые низовые пожары и расселение растений птицами из культурных близлежащих посадок.

Площадь тропиной сети в лесопарках колеблется от 3 до 8%, что соответствует I и II стадиям деградации, за исключением первых линий лесопарков и ЦПКиО, где она максимальная и достигает 11–20% – IV стадия деградации [2]. На контроле и в Дендрарии рекреационные нагрузки отсутствуют.

Показателем, характеризующим гумусовый слой почвы, является ее плотность. Значение плотности почвы на всех изученных линиях составило менее единицы. Таким образом, во всех местах отбора почва характеризуется рыхлым сложением. Наиболее плотное сложение почвы обнаружено на участках Дендрарий и лесопарк Лесоводов России.

Для обобщающей оценки растительных сообществ и эдафических показателей по комплексу представленных в таблице признаков с помощью кластерного анализа построена дендрограмма (рис. 1), из которой следует, что участки контроля формируют отдельный кластер. Внутри «лесной» группы участки разделились в зависимости от режима увлажнения почвы.

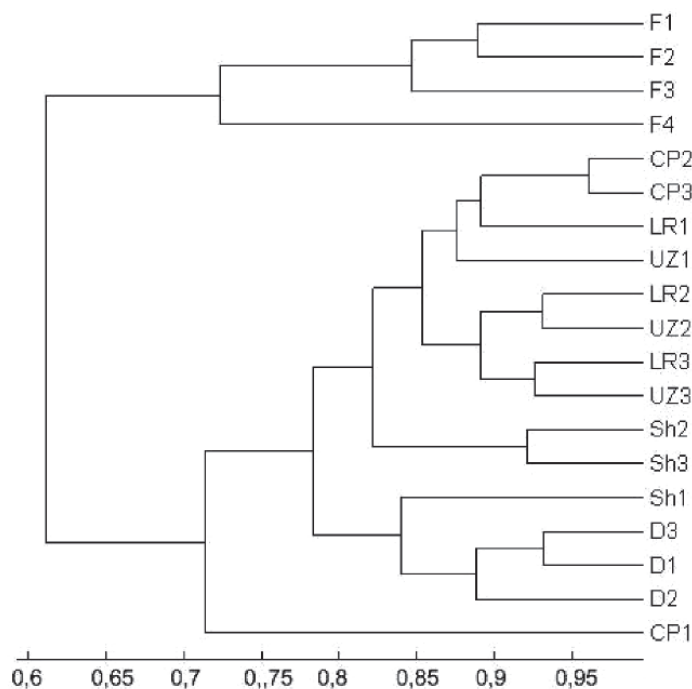


Рис. 1. Дендрограмма группировки обследованных участков на основе характеристик фитоценозов. Обозначения участков те же, что в табл. 1

Среди городских обособленные положения занимают участки Дендрария. Это может быть следствием активного внедрения под полог леса самосева интродуцентов,

в связи с близостью источников обсеменения, и отсутствием рекреации. Формирование остальных кластеров происходит согласно рекреационной нагрузке, а процессы

трансформации нижних ярусов растительности нивелируют влияние условий произрастания насаждений и приуроченность их к разным типам леса. Первые линии каждого локалитета (за исключением Дендрария) отделяются от других линий этого же локалитета, скорее всего в связи с тем, что они подвергались наибольшему рекреационному прессу. Это подтверждается обособлением первой линии ЦПКиО, где воздействие рекреации настолько велико, что отделяет ее от всех других городских участков.

Таким образом, в обследованных локалитетах на периферических участках лесопарков и парков (первые линии) рекреационное воздействие оказывается достаточно мощным, чтобы эти участки отделялись от коренной, естественной части, по своим геоботаническим и эдафическим характеристикам.

Для мелких млекопитающих мы обнаружили специфику состава и характеристик для городских, лесопарковых и лесных сообществ.

В контрольном лесу отловлено 9 видов грызунов (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780, *C. rutilus* Pallas, 1779, *Microtus arvalis* Pallas, 1778, *M. oeconomus* Pallas, 1776, *M. agrestis* Linnaeus, 1761, *Apodemus agrarius* Pallas, 1771, *A. (Sylvemus) uralensis* Pallas, 1811, *Sicista betulina* Pallas, 1779, *Micromys minutus* Pallas, 1771), причем, за все годы малая лесная и полевая мыши были обнаружены по одной особи только на 1-й линии на участке близком к дороге. Из мелких насекомоядных встречались три вида бурозубок (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758, *S. caecutiens* Laxmann, 1788, *S. minutus* Linnaeus, 1766), обычных для сосновых лесов Среднего Урала. На всех участках в большей или меньшей степени, в зависимости от биотопа, доминировала обыкновенная полевка (от 24 до 52%). Содоминант – обыкновенная бурозубка (16–31%). Третьими по численности были виды полевок рода *Clethrionomys* (на первых трех участках рыжая, а на четвертом – красная), что связано со спецификой лесорастительных условий местообитаний.

Хотя в городской черте мы отловили те же виды, что и в лесу, но присутствовали они далеко не на всех участках. Очевидно, что внутри городской застройки видов было значительно меньше. В Дендрарии за представленный период обнаружено только три вида грызунов (малая лесная и полевая мыши и обыкновенная полевка, хотя в предыдущие годы мы отлавливали и по-

левку-экономку, и рыжую полевку) и обыкновенная бурозубка. В ЦПКиО сообщество мелких млекопитающих представлено четырьмя видами грызунов и двумя – бурозубок. В лесопарках были отловлены все лесные виды мелких млекопитающих, а также полевая и лесная мыши, но в каждом состав сообществ различался (подробно динамика сообществ за восемь лет описана нами ранее [6].

Распределение видов в сообществах микромаммалий городской черты кардинально отличалось от лесных. Внутри застройки на всех участках доминировала *A. uralensis*, составляя в Дендрарии около 60% сообщества, а в ЦПКиО – около 80%. Вторым по численности видом в Дендрарии была *A. agrarius* (чуть более 20%), а затем *S. araneus* (примерно 10%). В ЦПКиО второй по обилию вид – красная полевка (около 15%), а остальные – малочисленны. Доминирование в лесопарках по видовому составу и значениям занимало промежуточное положение между лесными и внутригородскими сообществами. На первых линиях, наиболее приближенных к застройке, везде доминировала лесная мышь. На остальных линиях она присутствовала приблизительно в равной пропорции с обыкновенной бурозубкой и одним из видов лесных полевок, в зависимости от лесопарка [6].

Мы проанализировали видовое разнообразие (индексы Шеннона, Пиелу) и индексы доминирования в сообществах мелких млекопитающих по линиям внутри отдельных локалитетов (табл. 2)

Можно было ожидать, что в городских местообитаниях самые высокие индексы доминирования должны быть на первых линиях, но, как видно из таблицы 2, это наблюдается далеко не всегда. В лесопарках самый высокий индекс доминирования на первых линиях был отмечен только в двух случаях: Лесоводов России (LR) и Юго-Западном (UZ), где, как сказано выше, доминировала лесная мышь. Для Шувакишского лесопарка (Sh), такого явления не выявлено, т.к. лесная мышь не была там единственным многочисленным видом. Во всех локалитетах (кроме указанных 2-х лесопарков) индекс доминирования у сообществ разных линий практически не отличался.

В ЦПКиО (СР) из-за самой сильной рекреационной нарушенности лесных участков, *A. uralensis* составляла в среднем около 80% всех отловленных животных, и, соответственно, индекс доминирования на всех линиях был очень высоким. Дендрарий (D)

занимал промежуточное положение по этому показателю. В контрольном лесу показатель доминирования в сообществах незначитель-

но отличался от показателей лесопарков (за исключением первых линий Шувакишского и Юго-Западного лесопарков).

Таблица 2

Показатели разнообразия сообществ млекопитающих, обследованных участков

Показатель	D1	D2	D3	CP1	CP2	CP3	LR1	LR2	LR3	Sh1	Sh2	Sh3	UZ1	UZ2	UZ3	F1	F2	F3	F4
Dom.	41,1	48,9	42,0	68,7	63,7	63,6	65,4	25,6	23,9	29,4	30,6	26,4	40,9	22,9	30,0	21,0	26,1	32,7	17,5
H	1,10	0,98	1,08	0,66	0,73	0,65	0,83	1,64	1,59	1,42	1,33	1,55	1,22	1,66	1,51	1,76	1,67	1,50	1,89
E	0,79	0,89	0,78	0,43	0,40	0,46	0,40	0,68	0,76	0,73	0,68	0,75	0,63	0,80	0,65	0,80	0,72	0,68	0,86
N	107	94	161	184	130	154	112	179	158	84	155	132	154	111	141	140	96	123	118
S	4	3	4	5	5	4	8	11	8	7	7	8	7	8	10	9	10	9	9

Примечание: условные обозначения участков те же, что в табл. 1.; Dom., – индекс доминирования; H – индекс разнообразия (Шеннона), E – индекс выровненности сообщества (Пиелу), N – количество отловленных животных, S – число видов.

Индекс разнообразия (H) отрицательно коррелирует с индексом доминирования ($R = -0,96$ при $P < 0,001$), поэтому для индексов разнообразия при сравнении по линиям получены почти те же закономерности, что и по доминированию.

Показатели выровненности всех сообществ, кроме сообществ ЦПКиО и первой линии лесопарка Лесоводов России, были близки и довольно высоки, что свидетельствует об относительно равномерном распределении видов.

Таким образом, исходя из всего выше изложенного, можно заключить, что несмотря на эффект повышенной тревожности, присутствующий на первых линиях всех участков, это далеко не всегда влечет за собой почти полное исчезновение лесных видов, заметное доминирование лесной мыши и, как следствие, снижение разнообразия сообществ.

Существует мнение [7], что видовое разнообразие в сообществах, подвергающихся стрессовым воздействиям, уменьшается, однако, как следует из наших результатов, это происходит далеко не всегда. В некоторых случаях повышение разнообразия сообществ на первых линиях, более подверженных антропогенному воздействию, видимо, является результатом их экотонного характера. Проникновение в окрестности города гемисинантропов привело к увеличению числа обитающих в них видов животных. В Дендрарии, с отсутствующей рекреационной нагрузкой, разнообразие сообществ – минимальное. Это, очевидно, связано с его относительно небольшой площадью и почти полным отсутствием возможности пополнения лесных видов из прилегающих лесов (он отделен от лесопарковой зоны широкой высокоскоростной трассой с интенсивным движением).

По характеристикам разнообразия и видового состава сообществ мелких млекопитающих (с учетом численности каждого вида) была построена дендрограмма (рис. 2). Как видно из рис. 2, линии естественного лесного насаждения формируют отдельную группу кластеров, внутригородские локалитеты (Дендрарий и ЦПКиО) также образуют отдельную группу, в которую попали первые линии лесопарков UZ и LR, что объясняется, в первом случае изолированностью UZ1 от всего лесопарка, а во втором – сходными лесорастительными условиями LR1 и CP1-CP3. Остальные линии лесопарков формируют отдельную группу, более изолированную от внутригородских, чем от лесных.

При сравнении дендрограмм, полученных для эдафо-растительных характеристик сообществ исследуемых участков (см. рис. 1) и для сообществ мелких млекопитающих (рис. 2), видно, что существуют общие закономерности в группировке кластеров. В обоих случаях изолированное положение занимают группы кластеров леса и частично участки внутригородских сообществ. Кластеры сообществ мелких млекопитающих лесопарков как и большинство участков растительных сообществ лесопарков образуют отдельные группы, хотя связи, которые мы наблюдаем для участков отдельных линий фито- и зооценозов во многих случаях не совпадают.

Выводы

1. В лесопарках города Екатеринбургa наиболее трансформированы подрост и подчиненные ярусы фитоценозов: кустарниковый, травяно-кустарничковый. Подрост хвойных лесобразующих пород, как правило, малочисленный, или отсутствует, а формирование подростa листвен-

ных пород часто происходит за счет инвазийных видов.

2. Распространение самосева интродуцентов древесных и кустарниковых пород

наряду с подавлением подроста материнского древостоя, наблюдаются и при отсутствии рекреационного воздействия на лесной участок (Дендрарий).

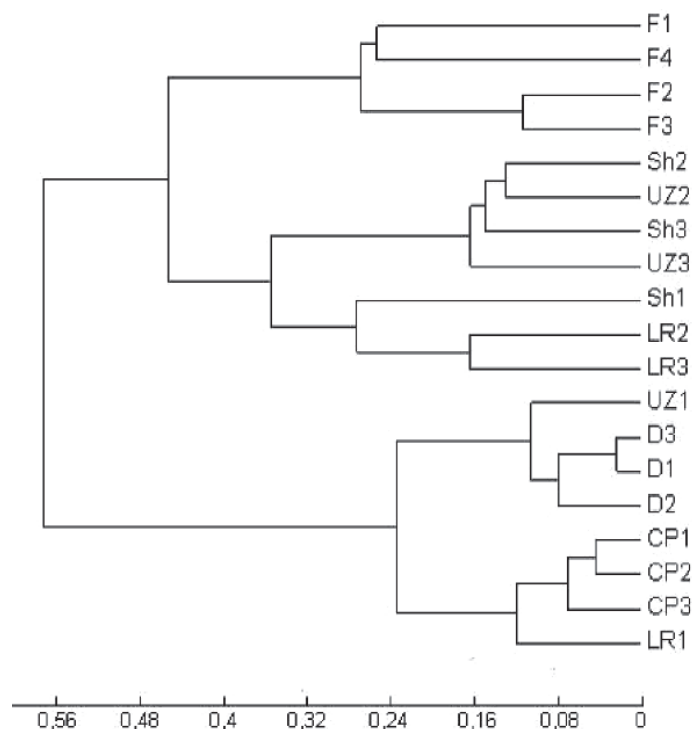


Рис. 2. Дендрограмма группировки обследованных участков на основе характеристик сообществ мелких млекопитающих. Обозначения участков те же, что в табл. 1

3. Несмотря на эффект повышенной тревожности, присутствующий на первых линиях всех участков, это далеко не всегда влечет за собой почти полное исчезновение лесных видов микромаммилий, заметное доминирование лесной мыши, и, как следствие, снижение разнообразия сообществ.

4. Сравнение дендрограмм фитоценологических характеристик линий отлова и характеристик сообществ мелких млекопитающих показало, что специфика сообществ мелких млекопитающих исследованных локалитетов определяется не только эдафорастительными условиями, но и другими параметрами участков, такими как изолированность территории и рекреация, которые в некоторых случаях могут играть решающую роль.

5. Экотонные условия лесопарковой зоны создали дополнительные условия для большего видового разнообразия нижних

ярусов растительности и соответственно сообществ мелких млекопитающих, что согласуется с общими положениями об экотонах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума УрО РАН грант №12-И-42057.

Список литературы

1. Колесников Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Практическое руководство. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.
2. ОСТ 56-100-95. // Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы (утв. Приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. №114. По состоянию на 25 сентября 2006 года). – М., 2006. – 13 с.
3. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1966. – 64 с.
4. Соловьева В.В., Розенберг Г.С. // Успехи современной биологии. – 2006. – № 6. – С. 531–549.
5. Черноусова Н.Ф., Толкач О.В. // Синантропизация растений и животных. – Иркутск, 2007. – С. 163–166.
6. Черноусова Н.Ф. // Сибирский экологический журнал. – 2010. – №1. – С. 149–156.
7. Wittaker R.H. // Science. – 1969. – Vol. 147. – P. 250–260.