

МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В БИОМОНИТОРИНГЕ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ИШИМСКОГО РАЙОНА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

© 2018

Левых Алёна Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент,
заведующий кафедрой биологии, географии и методики их преподавания
Ишимский педагогический институт имени П.П. Ершова (филиал)

Тюменского государственного университета (г. Ишим, Тюменская область, Российская Федерация)

Аннотация. В статье представлены результаты полевых исследований мелких млекопитающих в 1997–2017 гг. на трёх особо охраняемых природных территориях Ишимского района Тюменской области (подзона северной лесостепи). Методами синэкологии определено видовое и структурное разнообразие, интегральные показатели состояния сообществ, методами эпигенетики оценена стабильность развития в популяциях доминирующих видов – *Myodes rutilus* и *Sorex araneus*. Показано, что уровень видового разнообразия и устойчивости сообществ мелких млекопитающих прямо пропорционален площади ООПТ и обратно пропорционален уровню антропогенной нагрузки на местообитание; в направлении возрастания антропогенной нагрузки из сообществ мелких млекопитающих исчезают представители экологических групп нейтралов и антропофилов; возрастает индекс доминирования *Apodemus agrarius* и увеличивается обилие экзоантропных видов. Установлено, что информационная структура всех изучаемых сообществ соответствует таковой слабо нарушенных местообитаний лесостепной зоны Западной Сибири; наиболее устойчиво воспроизводится в ряду лет информационная структура сообщества мелких млекопитающих ООПТ, занимающей наибольшую площадь (1108 га), испытывающей минимальное антропогенное воздействие. По состоянию сообщества мелких млекопитающих выявлен низкий ресурсный потенциал лесопарка площадью 14,5 га, расположенного в центре города. В то же время интегральные показатели флуктуирующей асимметрии неметрических признаков черепа в исследованных популяциях *M. rutilus* и *S. araneus* свидетельствуют о стабильности эпигенетических процессов и хорошем «здоровье» наземно-воздушной среды.

Ключевые слова: мелкие млекопитающие; грызуны; землеройки-бурозубки; индексы разнообразия; устойчивость; доминирование; выравненность; экологические группы; неметрические признаки черепа; флуктуирующая асимметрия; стабильность развития; синэкология; эпигенетика; биомониторинг; особо охраняемые природные территории.

Введение

В современных условиях беспрецедентного разрушения живого покрова планеты первостепенной научной задачей является разработка теоретических основ и технологий мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, технологий предотвращения разрушения средообразующей функции живых систем [1, с. 974–975; 2, с. 65; 3, с. 692]. К настоящему времени в ряде стран показана неэффективность природоохранной политики, обусловленная ошибочным подходом к выделению ключевых охраняемых территорий, недостаточно учитывающим влияние ландшафтно-экологических особенностей на структуру и устойчивость популяционных систем охраняемых видов [4, с. 8, 156, 224]. В связи с этим приоритетной составляющей экологического мониторинга становится биологический мониторинг [5, с. 3; 6, с. 3], и рассматривается возможность включения биоиндикаторов в программы устойчивого природопользования [7, с. 36]. Представительный материал о состоянии биоты даёт изучение симпатрических популяций мелких наземных грызунов и насекомых, индикаторные свойства, которых описаны в ряде работ отечественных и зарубежных авторов [8, с. 104; 9, с. 10; 10, с. 12; 11, с. 65; 12, с. 106; 13, с. 636–637].

Системный подход к исследованию популяций предполагает как изучение устойчивости самих популяционных систем, так и систем более высокого уровня – сообществ, частью которых является популяция [14, с. 10–11]. Устойчивость популяций может быть оценена методами эпигенетики [15, с. 146; 16,

с. 215], устойчивость сообществ – методами синэкологии. Это обосновывает актуальность данной работы.

Цель исследования: исследование фауны, структуры сообществ мелких млекопитающих и стабильности развития в популяциях доминирующих видов на особо охраняемых природных территориях Ишимского района Тюменской области.

Объекты исследования: сообщества симпатрических популяций мелких наземных грызунов и землероек-бурозубок.

Материалы и методы исследований

Материалом для работы послужили мелкие млекопитающие, отловленные в ходе учётов на территории памятников природы регионального значения Ишимского района Тюменской области: «Синицинский бор» – реликтовый сосняк, расположенный в 16 км от г. Ишима; «Народный парк» – лесопарк на юго-западной окраине г. Ишима, связанный с естественными пригородными местообитаниями; «Берёзовая роща» – лесопарк в черте г. Ишима, окружённый частной застройкой и автомагистралью. Исследуемые территории расположены в подзоне северной лесостепи.

Учёты проводили на ООПТ «Синицинский бор» в летние сезоны 1997–1999, 2008 гг., на ООПТ «Народный парк» – в 1997–1999, 2002–2003, 2007–2011, 2016–2017 гг., на ООПТ «Берёзовая роща» в 2007–2008, 2016–2017 гг. Отлов животных осуществляли расставляемыми в линии ловушками Геро [17, с. 52–62; 18, с. 18], которые проверяли каждые сутки и через 2–4 суток переставляли на другой участок.

Всего за указанный период отработали 11347 ловушко-суток (лов.-сут.), в том числе по биотопам: ООПТ «Синицинский бор» – 9900 лов.-сут.: сосняк разнотравный – 4950 лов.-сут., опушка сосняка разнотравного – 4725 лов.-сут., залежь, примыкающая к сосняку разнотравному, – 225 лов.-сут.; ООПТ «Народный парк» – 5850 лов.-сут.: искусственный сосняк разнотравный – 3995 лов.-сут., залежь, примыкающая к сосняку разнотравному, – 1855 лов.-сут.; ООПТ «Берёзовая роща» (березняк разнотравный) – 547 лов.-сут.

Отловленных животных подвергали полному обследованию по методу морфофизиологических индикаторов [19, с. 61–132], определяя по тимусу относительный возраст и по гонадам – половую принадлежность. При камеральной обработке учитывали количество беременных самок, количество эмбрионов, в том числе резорбирующих, количество в рогах матки тёмных плацентарных пятен или жёлтых пятен беременности. Видовую принадлежность устанавливали по особенностям внешнего строения, строению зубов и черепа [20, с. 25, 169, 214; 21, с. 215–278].

Обилие мелких млекопитающих (в целом и отдельных видов) определяли в пересчёте на 100 лов.-сут. Индекс доминирования рассчитывали как отношение количества особей данного вида к общему количеству особей всех видов, отловленных на данной территории (в %). Исследованные сообщества описывали по видовому составу и относительному обилию разных видов методом кластерного анализа по программе Statistica (Version 6).

Экологические группы по отношению к человеку выделяли в соответствии с классификацией С.Н. Гашева [10, с. 191]. Структуру сообществ анализировали методом индексов биоразнообразия [22, с. 133; 23, с. 77, 107–121; 24, с. 95–107] и методом многомерных пиктограмм, построенных по индексам видового разнообразия Шеннона (H) и Симпсона (D), выравнивания Шеннона (J) и Симпсона (E) [25, с. 36–39; 26, с. 789]. Состояние сообществ оценивали по интегральным показателям, основанным на индексах видового биоразнообразия; коэффициентах, отражающих физико-географические особенности природной зоны и стадии сукцессионного развития экосистемы; демографических показателях и индивидуальных индексах антропогенной адаптированности, характеризующих отношение отдельных видов к человеку, их экологическую стратегию и жизненные формы по типу питания, отношению к влажности и открытости местообитаний [10, с. 190–192]. Расчёты производили на основе оригинальных формул С.Н. Гашева [10, с. 14–24] по авторской статистической программе «Рабочее место териолога» [27].

Для соблюдения принципа «прочих равных условий» при сравнительном анализе экологической структуры, индексов разнообразия и интегральных показателей состояния изучаемых сообществ мелких млекопитающих использовали материалы учётов одного года – 2008-го.

На основе методологических подходов, развиваемых английскими генетиками и их российскими последователями [28; с. 112–141; 29, с. 362; 30, с. 3–133; 31, с. 268; 15, с. 146; 16, с. 215; 32, с. 189–197; 33, с. 27, 47] по комплексу фенов неметрических

признаков черепа оценили стабильность развития популяций доминирующих видов – красной полёвки (*Myodes rutilus* Pall., 1779) и обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus* L., 1758), и «здоровье» наземно-воздушной среды на территории «Синицинского бора» и «Народного парка». В работе использовали каталоги неметрических признаков черепа, разработанные А.Г. Васильевым с соавторами [34, с. 12–14; 15, с. 471, 495; 16, с. 496–499]. Всего исследовали проявление 35 фенов у 103 особей *M. rutilus* (45 особей из «Народного парка» и 57 – из «Синицинского бора»); 13 фенов у 163 особей *S. araneus* (86 особей из «Народного парка» и 77 – из «Синицинского бора»). В качестве интегрального коэффициента асимметрии неметрических признаков рассчитали среднее число асимметрично проявляющихся признаков на особь (ЧАП):

$$\text{ЧАП} = \frac{\sum A_i}{nk},$$

где A_i – число особей, асимметричных по признаку i ; n – численность выборки; k – число признаков. Полученные значения ЧАП сравнивали с табличным значением [33, с. 50].

Результаты исследования и их обсуждение

За весь период исследований в «Синицинском бору» отловлено 13 видов мелких наземных грызунов и землероек-бурозубок, в «Народном парке» – 11 видов, в «Берёзовой роще» – 2 вида. Видовой состав мелких млекопитающих указанных территорий описан нами ранее [35, с. 29–32; 36, с. 53; 37, с. 22]. Отмеченные виды относятся к двум семействам (Хомяковые – Cricetidae, Мышиные – Muridae) отряда Грызуны (Rodentia) и одному семейству (Землеройковые – Soricidae) отряда Насекомоядные (Insectivora). Зафиксирован сходный спектр видов мелких млекопитающих как в «Синицинском бору», так и в «Народном парке», однако есть и различия: ряд малочисленных стенотопных видов отмечен только на одной из этих двух территорий. В сообществе же мелких млекопитающих лесопарка «Берёзовая роща» за четыре года исследования выявлено всего два вида – домовая (*Mus musculus* L., 1758) и полевая мыши (*Apodemus agrarius* Pall., 1771).

По соотношению экологических групп (по отношению к человеку; классификация С.Н. Гашева [10, с. 191]) в сообществе мелких млекопитающих «Синицинского бора» преобладают нейтралы, «Народного парка» – содоминируют нейтралы и экзоантропы, «Берёзовой рощи» – содоминируют экзоантропный и эвсинантропный виды и совсем отсутствуют представители других экологических групп (рис. 1). Такое изменение структуры микротериоценозов изучаемых ООПТ хорошо сопоставимо с увеличивающейся антропогенной нагрузкой на территорию, оценённой в баллах, в ряду: «Синицинский бор» (3 балла) → «Народный парк» (5 баллов) → «Берёзовая роща» (15 баллов).

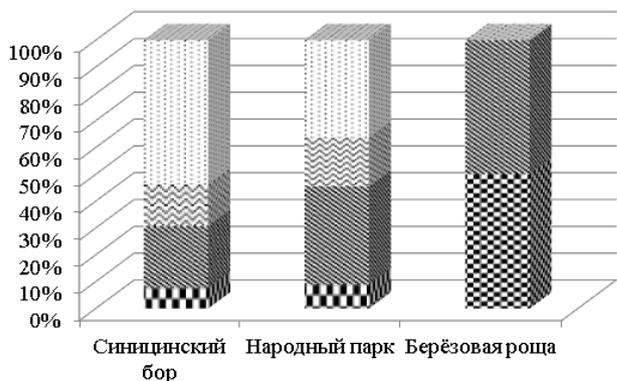
Показательно возрастание в этом ряду индекса доминирования полевой мыши – вида индикатора трансформированных местообитаний на фоне понижения индекса доминирования видов мелких млекопитающих, характерных для лесных сообществ, – эк-

зоантропного (факультативного синантропного) вида обыкновенной бурозубки (*S. araneus*), антропофильного вида малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pall., 1811) и вида-нейтрала красной полёвки (*M. rutilus*) (рис. 2).

Рисунок 3 отражает изменение структуры микротиериоценоза в направлении сокращения площади ООПТ («Синицинский бор» – 1108 га, «Народный парк» – 72 га, «Берёзовая роща» – 14,5 га), уменьше-

ния её связи с естественными ландшафтами и увеличения антропогенной нагрузки. Сообщество мелких млекопитающих лесопарка «Народный парк» отличается от такового реликтового «Синицинского бора» смещением обилия в сторону экзоантропных видов.

Сообщество мелких млекопитающих «Берёзовой рощи» характеризуется нарушенной структурой (рис. 3).



◻ эквиплантофилы ◻ экзоантропы ◻ антропофилы ◻ нейтралы

Рисунок 1 – Экологическая структура сообществ мелких млекопитающих ООПТ Ишимского района

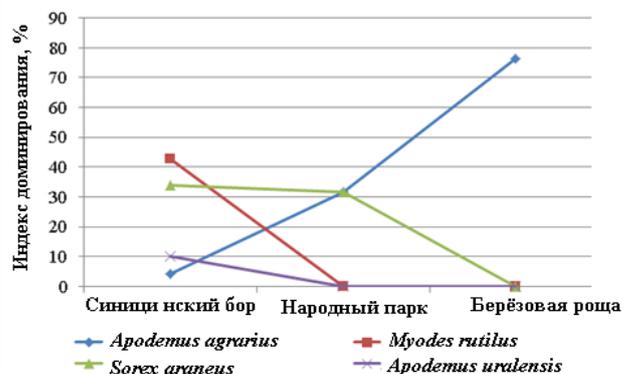


Рисунок 2 – Индекс доминирования в сообществах мелких млекопитающих на ООПТ Ишимского района

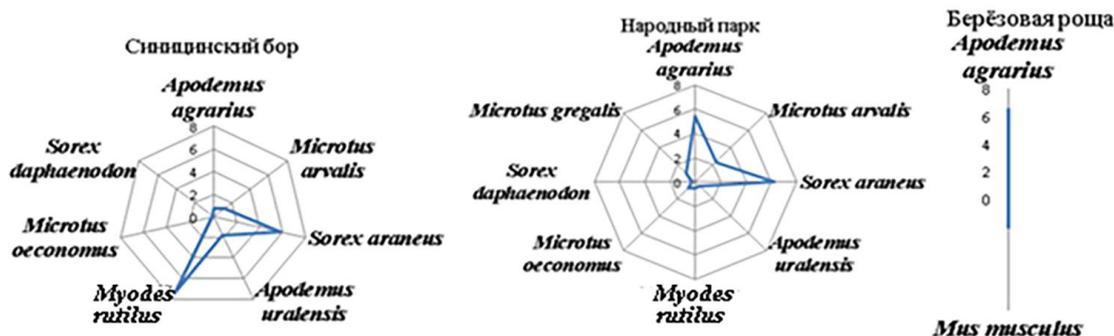


Рисунок 3 – Структура сообществ мелких млекопитающих на ООПТ Ишимского района по видовому составу и относительному обилию разных видов

Кластерный анализ выборок из разных местообитаний по видовому составу и относительному обилию разных видов показал, что сообщества мелких млекопитающих изучаемых территорий образуют единую пространственную структуру с таковыми различными структурно-функциональными зонами города Ишима (рис. 4). Целостность этой структуры обеспечивается высоким уровнем сходства микротиериоценозов лесопарка «Берёзовая роща», зон частной и многоэтажной застройки. Очевидно, что сообщество мелких млекопитающих «Берёзовой рощи» занимает промежуточное положение между двумя другими, четко обособленными кластерами.

Общее относительное обилие мелких млекопитающих летом 2008 г. было сходным в «Синицинском бору» и «Народном парке», а в «Берёзовой роще» – почти в 2 раза ниже (табл. 1), что служит индикатором значимой изолированности экосистемы «Берёзовой рощи» от других природных территорий и её меньшего ресурсного потенциала.

Сообщества изучаемых ООПТ характеризуются невысокими индексами разнообразия, что объясняется в первую очередь физико-географическими особенностями территории. Наибольшие значения разнообразия (индексы видового богатства, видового

разнообразия) и выравненности по результатам учётов одного года (2008 г.) наблюдаются в сообществе микромлекопитающих «Народного парка». Однако в другие годы учёта максимальный уровень разнообразия и выравненности отмечен в сообществе реликтового «Синицинского бора» [37, с. 23; 38; с. 17]. Во все годы исследования индексы разнообразия микротиериоценозов реликтового «Синицинского бора» и искусственного лесопарка «Народный парк» сопоставимы, что объясняется большой площадью последнего и его связью с естественными пригородными ландшафтами. Но, как видно из таблицы 1, значения индекса видового разнообразия Шеннона, придающего при оценке разнообразия больший вес малочисленным («редким») видам, в изучаемых сообществах составляют 8,3–3,9% от максимально возможного значения этого показателя. Значения индекса видового разнообразия Симпсона, придающего больший вес многочисленным («обычным») видам, варьируют от 36% («Берёзовая роща») до 74% («Народный парк») максимально возможной величины. Известно, что индекс разнообразия Симпсона чувствителен к изменениям структуры доминирования в сообществах, особенно связанных с влиянием антропогенных факторов [25, с. 36].

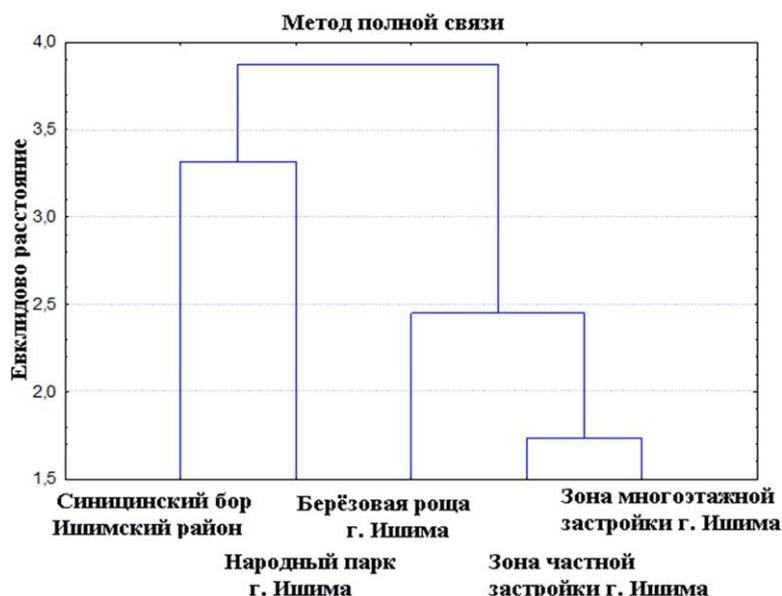


Рисунок 4 – Дендрограмма сходства сообществ мелких млекопитающих из разных местообитаний по видовому составу и относительному обилию разных видов

Таблица 1 – Показатели состояния сообществ мелких млекопитающих на изучаемых ООПТ Ишимского района (по результатам учётов 2008 г.)

Показатели	ООПТ	Берёзовая роща	Народный парк	Синицинский бор
Характеристика сообщества мелких млекопитающих				
Количество ловушко-суток		200	386	975
Количество зверьков, N		17	66	168
Количество видов, S		2	8	7
Относительное обилие, экз./100 лов.-сут.		8,5	17,1	17,23
Индексы разнообразия				
Индекс видового богатства, R		2,12	10,00	7,03
Индекс видового разнообразия Шеннона, H		0,55	1,59	1,37
Индекс видовое разнообразие Симпсона, D		0,36	0,74	0,68
Индекс доминирования Симпсона, C		0,64	0,26	0,32
Индекс выравненности Пиелу, E		0,79	0,76	0,70
Демографические показатели				
Общее количество самок		7	40	75
Количество беременных самок		3	8	23
Количество эмбрионов		31	65	172
Количество резорбирующих эмбрионов		0	1	0
Количество зимовавших зверьков		14	32	74
Интегральные показатели				
Показатель успешности размножения, URZ		4285,7	1969,2	3066,7
Индекс консервативности, IKV		1,24	1,09	0,89
Показатель плохой агрегированности, BAG		0,13	0,01	0,09
Показатель упругой устойчивости, UU		0,68	3,64	9,17
Показатель резистентной устойчивости, RU		1,24	1,06	1,13
Показатель общей устойчивости, U		1,92	4,70	10,3
Индекс антропогенной адаптированности, IAA		1,11	1,09	1,09
Обобщённый показатель благополучия, SSS		44,91	25,62	41,07

Примечание. H – от 0 до 6,64, при S = 100; D – от 0 до 1.

Максимальным значением индекса доминирования характеризуется двухвидовое сообщество мелких млекопитающих «Берёзовой рощи», отличающееся минимальными индексами разнообразия.

Информационная структура сообществ, оцениваемая по индексам разнообразия, характеризует не только особенности самих сообществ, но и различия между местообитаниями разных сообществ, поэтому форма пиктограмм, построенных по индексам ви-

дowego разнообразия и выравненности, служит качественной характеристикой как сообществ, так и ландшафтов [25, с. 37].

Пиктограммы сообществ мелких млекопитающих каждой ООПТ имеют уникальную форму. Это свидетельствует о качественных различиях сообществ, которые особенно чётко выражены на пиктограммах, построенных по усреднённым за ряд лет индексам разнообразия и выравненности (рис. 5).

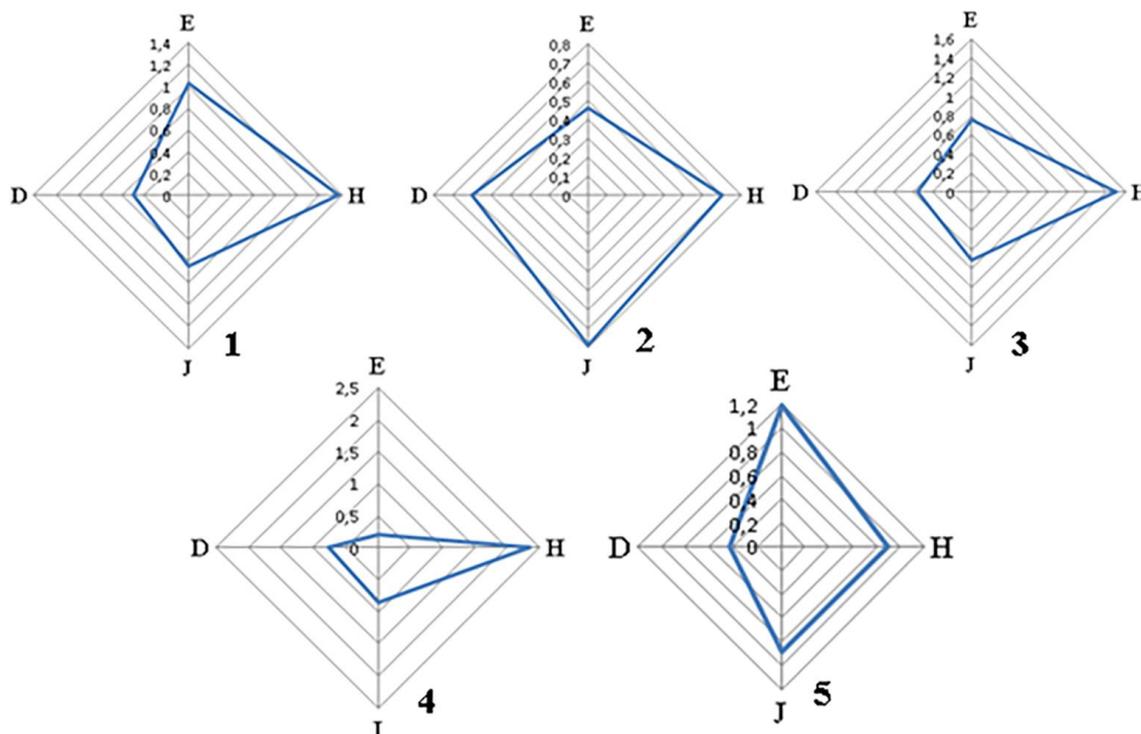


Рисунок 5 – Усреднённые пиктограммы информационных индексов разнообразия сообществ мелких млекопитающих ООПТ Ишимского района: 1 – Народный парк (опушка сосняка разнотравного), усреднённо 1997–2017 гг.; 2 – Народный парк (залежь, примыкающая к сосняку), усреднённо 2002–2011 гг.; 3 – Народный парк, усреднённо 1997–2017 гг.; 4 – Синицинский бор, усреднённо 1997–2008 гг.; 5 – Берёзовая роща (березняк разнотравный), усреднённо 2007–2008 гг.

Пиктограммы сообществ «Синицинского бора» (рис. 5: 4) и «Народного парка» (рис. 5: 3) сходны уплощённостью по вертикальной оси, что соответствует низкой выравненности, и вытянутостью вдоль горизонтальной оси вправо. Это свидетельствует о преобладании индекса разнообразия Шеннона над индексом разнообразия Симпсона и о большем удельном весе в сообществе малочисленных видов. Пиктограмм микротериоценоза «Берёзовой рощи» отличается низким разнообразием, но большей выравненностью (рис. 5: 5).

Самой устойчивой информационной структурой характеризуется сообщество мелких млекопитающих «Синицинского бора» (рис. 6). Это соответствует наиболее высоким показателям общей и упругой устойчивости – способности системы вернуться в прежнее состояние после снятия на неё действия внешних сил, рассчитанным по выборке 2008 года (табл. 1). Наибольшее значение показателя резистентной устойчивости (характеризующей способность системы противостоять внешнему воздействию) отмечено в сообществе мелких млекопитающих «Берёзовой рощи». Выявленные закономерности согласуются с отмеченными в литературе сведениями о том, что максимальные показатели резистентной устойчивости отмечаются в сообществах наиболее трансформированных местообитаний, а максимальные показатели упругой устойчивости – в зрелых и климаксных сообществах [10, с. 22; 39, с. 17–18].

Качественное сравнение усреднённых пиктограмм информационных индексов разнообразия изучаемых сообществ Ишимского района и сообществ ненарушенных открытых и лесных ландшафтов Западной Сибири позволяет характеризовать информа-

ционную структуру первых как несколько дисгармоничную, а соответствующие местообитания как слабо нарушенные [25, с. 37–39].

Анализ интегральных показателей состояния исследуемых сообществ показал, что «плохая агрегированность» выше в микротериоценозе «Берёзовой рощи». Это указывает на более неравномерное распределение зверьков по территории, их скученность на участках с более благоприятными защитными и кормовыми свойствами и, очевидно, индицирует нарушение местообитания.

Это же сообщество характеризуется наибольшей антропогенной адаптированностью, что объясняется присутствием в нём только эвсинантропных и экзоантропных видов (рис. 2). Однако индексы антропогенной адаптированности сообществ «Народного парка» и «Синицинского бора» принимают близкие значения, т.к. в них высок совокупный удельный вес эвсинантропов, экзоантропов и антропофилов (рис. 3). Присутствие указанных групп, и особенно эвсинантропов, индицирует нарушение местообитаний всех исследуемых ООПТ.

Относительно высокие индексы консервативности, успешности размножения и обобщённый показатель благополучия в сообществе микромаммалий «Берёзовой рощи» свидетельствуют о сохранении достаточного репродуктивного потенциала указанного сообщества. Очевидно, что виды, входящие в состав названного сообщества, максимально реализуют г-стратегию, что служит предпосылкой воспроизведения их популяций в условиях высокой антропогенной нагрузки на местообитание.

Анализ эпигенетической изменчивости в выборках обыкновенной бурозубки и красной полёвки из «Синицинского бора» и «Народного парка» показал,

что интегральный коэффициент флуктуирующей асимметрии (ЧАП) бинарных неметрических признаков черепа, рассматривающийся в качестве основной меры стабильности развития популяций (популяционного гомеозиса) и «здоровья среды», во всех исследуемых популяциях не достигает критического уровня (35%): *S. araneus*: Синицинский бор –

ЧАП = 5,6%, Народный парк – ЧАП = 1,7%; *M. rutilus*: Синицинский бор – ЧАП = 20,3%, Народный парк – ЧАП = 20,2%. Это позволяет оценить эпигенетические процессы в изучаемых популяциях как относительно стабильные, а «здоровье» наземно-воздушной среды как хорошее (1 балл по пятибалльной шкале).

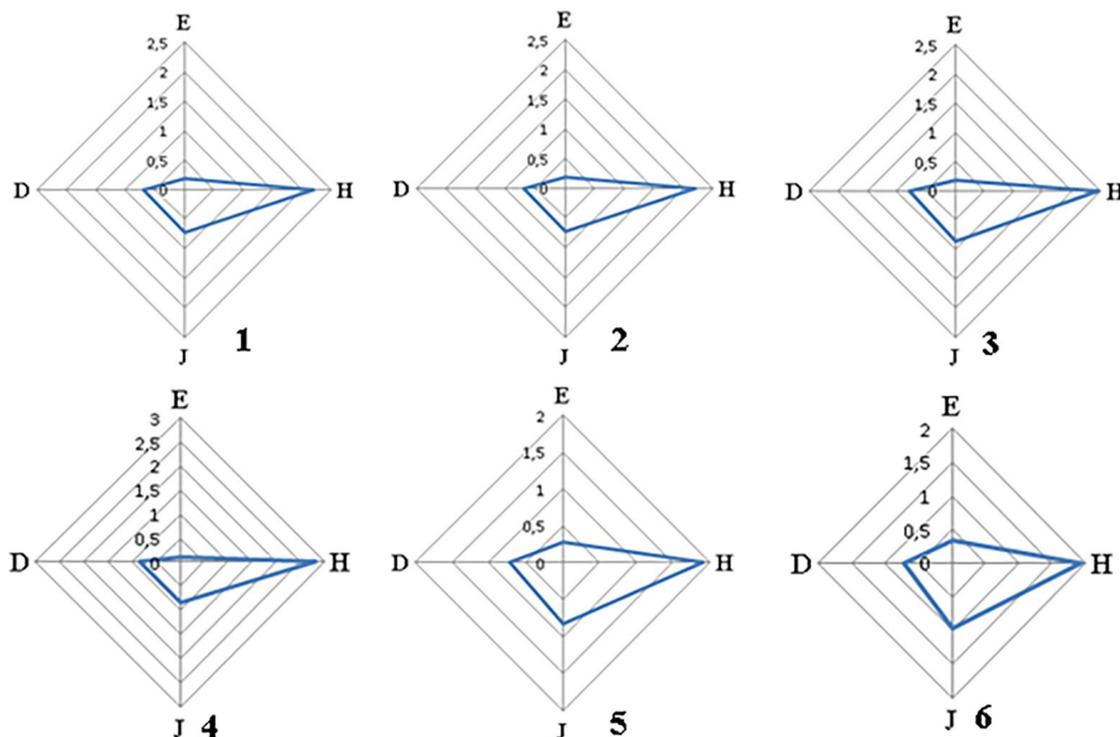


Рисунок 6 – Пиктограммы информационных индексов разнообразия сообщества мелких млекопитающих Синицинского бора: *опушка сосняка разнотравного*: 1 – лето 1997 г., 2 – осень 1997 г., 3 – лето 1998 г., 4 – лето 1999 г., 5 – лето 2008 г.; *залежь, примыкающая к реликтовому сосняку*: 6 – лето 2008 г.

Проведённые исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1. На особо охраняемых природных территориях Ишимского района отловлены мелкие наземные грызуны и землеройки-бурозубки из двух отрядов и трёх семейств: в «Синицинском бору» – 13 видов, в «Народном парке» – 11 видов, в «Берёзовой роще» – 2 вида.

2. В структуре населения мелких млекопитающих изучаемых ООПТ Ишимского района выявлены представители четырёх экологических групп по отношению к человеку: эвсинантропы, экзоантропы, антропофилы, нейтралы. При увеличении антропогенной нагрузки на местообитание из сообществ мелких млекопитающих исчезают нейтралы и антропофилы.

3. В градиенте антропогенной нагрузки возрастает индекс доминирования полевой мыши – вида индикатора трансформированных местообитаний – и увеличивается обилие экзоантропных видов.

4. Малое количество видов и низкая численность большинства видов определяют низкое видовое разнообразие и невысокую выравненность изучаемых микротериоценозов, что обусловлено в первую очередь физико-географическими особенностями территории.

5. Информационная структура всех изучаемых сообществ в целом соответствует таковой слабо нарушенных местообитаний лесостепной зоны Западной Сибири. Наиболее устойчиво воспроизводит-

ся в ряду лет информационная структура сообщества мелких млекопитающих «Синицинского бора», отличающегося также максимальными показателями упругой и общей устойчивости.

6. Низкое относительное обилие мелких млекопитающих, минимальные среди исследуемых сообществ индексы видового богатства, видового разнообразия и выравненности, максимальные показатели «плохой агрегированности», антропогенной адаптированности, резистентной устойчивости, нарушенная структура доминирования в сообществе мелких млекопитающих «Берёзовой рощи» указывают на происходящую утрату ресурсного потенциала лесопарка. Сравнительно высокий индекс консервативности, успешности размножения и обобщённый показатель благополучия сообщества микромаммалий «Берёзовой рощи» свидетельствуют о его достаточном репродуктивном потенциале.

7. Популяции обыкновенной бурозубки и красной полёвки «Синицинского бора» и «Народного парка» характеризуются стабильностью эпигенетических процессов, что свидетельствует о хорошем «здоровье» среды обитания.

Список литературы:

1. Павлов Д.С., Букварева Е.Н. Биоразнообразие и жизнеобеспечение человечества // Вестник РАН. 2007. Т. 77, № 11. С. 974–986.
2. Sutherland W.J., Freckleton R.P., Goodfray H.Ch.J. [et al.] Identification of 100 fundamental ecological questions // Journal of Ecology. 2013. Vol. 101. P. 58–67.

3. Salamin N., Wüest R.O., Lavergne S. [et al.] Assessing rapid evolution in a changing environment // *Trends in Ecology and Evolution*. 2010. Vol. 25, № 12. P. 692–698.
4. Хански И. Ускользящий мир: экологические последствия утраты местообитаний. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 340 с.
5. Большаков В.Н., Бердугин К.И., Головатин М.Г., Горячев В.М. Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области: монография. Екатеринбург: Редакция журнала «Уральский следопыт», 2008. 216 с.
6. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. колл.: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; редкол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. 412 с.
7. Venier I.A., Pearce J.L., Wintle D.A., Dekessy S.A. Future forests and indicator-species population models // *The Forestry Chronicle*. Vol. 83, № 1. P. 36–40.
8. Большаков В.Н., Васильев В.Г., Васильева И.А., Чибиряк М.В. Популяционная экология мелких млекопитающих пойменных лесов реки Сакмары (Оренбургская область) // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2015. № 10 (185). С. 104–107.
9. Васильев А.Г., Васильева И.А. Феногенетический мониторинг импактных популяций растений и животных в условиях антропогенного пресса // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2009. Т. 3, № 8. С. 5–12.
10. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2000. 220 с.
11. Лукьянова Л.Е. Сопряжённость симпатрических видов мелких млекопитающих в контрастных условиях среды // *Экология*. 2013. № 1. С. 65–72.
12. Мухачева С.В., Давыдова Ю.А., Воробейчик Е.Л. Роль гетерогенности среды в сохранении разнообразия мелких млекопитающих в условиях сильного промышленного загрязнения // *Доклады Академии наук. Серия биологическая*. 2012. Т. 447, № 1. С. 106–109.
13. Avenan N. The potential utility of rodents and other small mammals as indicators of ecosystem 'integrity' of South African grasslands // *Wildlife Research*. 2011. № 38. P. 626–639. DOI: 10.1071/WR10223.
14. Лидикер В. Популяционная регуляция у млекопитающих: эволюция взгляда // *Сибирский экологический журнал*. 1999. № 1. С. 5–13.
15. Васильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии. Екатеринбург: Академкнига, 2005. 640 с.
16. Васильев А.Г., Васильева И.А. Гомологическая изменчивость морфологических структур и эпигенетическая дивергенция таксонов: основы популяционной мерономии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 511 с.
17. Кучерук В.В., Тупикова Н.В., Евсеева В.С., Заклинская В.А. Опыт критического анализа методики количественного учета грызунов и насекомоядных при помощи ловушко-линий // *Организация и Самарский научный вестник*. 2018. Т. 7, № 3 (24) методы учета птиц и вредных грызунов. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 52–62.
18. Карасёва Е.В., Телицына А.Ю., Жигальский О.А. Методы изучения грызунов в полевых условиях. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 416 с.
19. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // *Труды Института экологии растений и животных*. Вып. 58. АН СССР, Урал. филиал. Свердловск, 1968. 387 с.
20. Павлинов И.Я. Краткий определитель наземных зверей России. М.: Изд-во МГУ, 2002. 167 с.
21. Юдин Б.С. Насекомоядные млекопитающие Сибири. М.: Наука СО, 1971. 170 с.
22. Одум Ю. Экология. В 2 т. Т. 2. М.: Мир, 1986. 376 с.
23. Magurran A.E. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 256 p.
24. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // *Количественные методы экологии и гидробиологии: сборник научных трудов, посвящённых памяти А.И. Бакалова / отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг*. Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. С. 91–129.
25. Литвинов Ю.Н. Микропроцессы эволюции сообществ (на примере сообществ мелких млекопитающих) // *Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии*. 2008. Вып. 30. С. 29–46.
26. Щипанов Н.А., Литвинов Ю.Н., Шефтель Б.И. Экспресс-метод оценки локального биологического разнообразия сообщества мелких млекопитающих // *Сибирский экологический журнал*. 2008. № 5. С. 783–791.
27. Гашев С.Н. База данных «Рабочее место териолога» / Свидетельство о государственной регистрации № 2013620056 от 09.01.2013.
28. Grüneberg H. Genetical studies on the skeleton of the mouse. I. Minor variations of the vertebral column // *Journal of Genetics*. 1950. Vol. 50. P. 112–141.
29. Berry A.C., Berry R.J. Epigenetic variation in the human cranium // *Journal of Anatomy*. 1967. Vol. 10, Is. 2. P. 361–379.
30. Sjøvold T. Non-metrical divergence between skeletal populations. The theoretical foundation and biological importance of C.F.B. Smith's Mean Measure of Divergence // *Ossa*. 1977. Vol. 4 (Suppl. 1). P. 1–133.
31. Ansorge H. Assessing non-metric characters as a morphological tool // *Zoology*. 2001. Vol. 104, Is. 3–4. P. 268–277.
32. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.: Наука, 1987. 213 с.
33. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
34. Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н. Эволюционно-экологический анализ устойчивости популяционной структуры вида (хроно-географический подход). Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2000. 132 с.
35. Левых А.Ю. Население мелких млекопитающих садов и парков города Ишима // *Экология животных и фаунистика: Ecology of animals and faunistics: сб. науч. тр. / под ред. С.Н. Гашева*. Вып. 8. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. С. 27–35.

36. Выкова Е.А., Gashev S.N., Levykh A.Yu. Natural and historical aspects of the origin and functioning of urban mammals in western Siberia, Russia and Uzbekistan // Acta Biologica University Daugavpils. 2015. 15 (1). С. 4–64.

37. Левых А.Ю. Биомониторинг окружающей среды г. Ишима как индикатор качества жизни // XXVI Ершовские чтения: сборник научных статей с междунар. участием. Ишим: ИПИ им. П.П. Ершова, 2016. С. 19–26.

38. Левых А.Ю. Морфогенетическая структура популяций разных видов мелких млекопитающих на юге Тюменской области и биотопические особенности её формирования // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2007. Т. 2, № 1. С. 1–142.

39. Гашев С.Н., Быкова Е.А., Левых А.Ю. Устойчивость сообществ мелких млекопитающих урбанизированных в различных природных зонах // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17, № 6. С. 14–18.

SMALL MAMMALS IN THE BIOMONITORING SYSTEM OF PROTECTED AREAS (ON THE EXAMPLE OF THE ISHIM DISTRICT OF THE TYUMEN REGION)

© 2018

Levykh Alyona Yuryevna, candidate of biological sciences, associate professor,
head of Biology, Geography and Teaching Methods Department
P.P. Ershov Ishim Pedagogical Institute (branch) of Tyumen State University
(Ishim, Tyumen Region, Russian Federation)

Abstract. The article presents the results of the field studies of small mammals carried out from 1997 till 2017 on three specially protected natural areas of the Ishim District of the Tyumen Region (on the example of subzone of the northern forest-steppe). The method of synecology helped to analyze both the species and structural diversity and integral indices of the state of communities. The method of epigenetics aimed to show the stability of development in the populations of dominant species (on the example of *Myodes rutilus* and *Sorex araneus*). The article shows that the level of species diversity and stability of small mammalian communities is directly proportional to the area of specially protected natural areas and reversely proportional to the level of anthropogenic load on the habitat. High anthropogenic load is the reason of neutrals and anthropophiles disappearing from communities of small mammals. The index of dominance of *Apodemus agrarius* increases as well as the exoanthropic species. The author establishes that the information structure of all studied communities is that of poorly disturbed habitats of the forest-steppe zone of Western Siberia. The information structure of the small mammals community of the most protected areas (1108 hectares), experiencing minimal anthropogenic impact is consistently reproduced in the number of years. The analysis of small mammals' community showed a low resource potential of a forest park with an area of 14,5 hectares, located in the center of the city. At the same time the integral indices of the fluctuating asymmetry of the nonmetric features of the skull in the investigated populations of *M. rutilus* and *S. araneus* indicate the stability of epigenetic processes and the good state of the land and air environment.

Keywords: small mammals; rodents; common shrews; indices of diversity; sustainability; domination; alignment; ecological groups; nonmetric signs of skull; fluctuating asymmetry; stability of development; synecology; epigenetics; biomonitoring; specially protected natural areas.

УДК 582.711.713 – 146:631.529 (470.1/2)

Статья поступила в редакцию 30.04.2018

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕПРОДУКТИВНЫХ СТРУКТУР *AMYGDALUS NANA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА СЕВЕРЕ

© 2018

Мифтахова Светлана Алексеевна, кандидат биологических наук,
научный сотрудник отдела Ботанический сад
Скромная Ольга Валерьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
временно исполняющий обязанности заведующего отделом Ботанический сад
Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация)

Аннотация. В результате изучения строения цветков растений *Amygdalus nana* при интродукции в средней подзоне тайги Республики Коми показано его соответствие видовым признакам растения. Вместе с тем отмечены тератологические изменения, которые выражаются в аномальном развитии стерильных и фертильных структур цветков (махровость – увеличивается число лепестков, их края приобретают волнистость, происходит преобразование тычинок в лепестки; недоразвитие пестика и др.). Прослежен жизненный цикл цветков *A. nana* в условиях Севера, определена продолжительность фаз их развития (от фазы плотного зеленого бутона до фазы отцветания). Показаны особенности процесса плодоношения особей *A. nana*, где отмечена дегенерация оплодотворенных семязачатков, происходящая из-за возможного нарушения разных этапов эмбриогенеза. При этом значительное число аномалий в фертильных частях цветка, вероятно, является причиной, приводящей к формированию малого количества плодов на растениях. Проведенный анализ строения цветков *A. nana* в условиях средней подзоны тайги Республики Коми дает дополнительные сведения о внутривидовых изменениях репродуктивных структур данного растения. Полученные результаты могут служить дополнительной информацией для установления антропогенных различий внутри таксона.