

6. Ковалевский В.С. Условия формирования и прогнозы естественного режима подземных вод. – М.: Недра, 1973. – 152 с.
7. Ковалевский В.С. Основы прогнозов естественного режима подземных вод. – М.: Стройиздат, 1974. – 204 с.
8. Методические рекомендации по выявлению, обследованию, паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами. – М.: МПР РФ, 2002. – 86 с.
9. Требования к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых. – М., 2000. – 48 с.
10. Федорова Т.К. Физико-химические процессы в подземных водах. – М.: Недра, 1985. – 181 с.
11. Программа работ к проекту экологического мониторинга геологической среды в зоне влияния ООО «Восточно-Бейский разрез» по разделу «подземные и поверхностные воды». – Минусинск, 2008. – 34 с.
12. Web-ресурс: «Использование энергии». Zaporozhye Nuclear Power Plant. (<http://nnp.zp.ua>).
13. Web-ресурс: «Мировой рынок угля и перспективы российских экспортеров». Журнал «ВНИКИ» (<http://www.vniki.ru>).



УДК 599.32(470.54-25)+502.211:504.5

Н.Ф. Черноусова, О.В. Толкачев

СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОГО И АЭРОТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В статье рассмотрено влияние разных факторов урбанистического воздействия на сообщества мелких млекопитающих. Выявлено, что аэротехногенное воздействие не вызывает снижения численности и разнообразия сообществ мелких млекопитающих. В частности, в лесопарке, несмотря на интенсивную рекреацию, эти показатели поддерживаются на высоком уровне.

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, урбанизация, рекреация, аэротехногенное загрязнение, характеристики сообщества, размножение.

N.F. Chernousova, O.V. Tolkachev

FOREST SITE SMALL MAMMAL COMMUNITIES IN THE CONDITIONS OF RECREATIONAL AND AEROTECHNOGENIC INFLUENCE OF THE CITY ENVIRONMENT

Urbanistic influence different factor effect on the small mammal communities is considered in the article. It is revealed that aerotechnogenic influence doesn't cause decrease in number and variety of the small mammal communities. In particular, in a forest park, despite of intensive recreation, these indicators are at high level.

Key words: small mammals, urbanization, recreation, aerotechnological pollution, community characteristics, reproduction.

Сообщества мелких млекопитающих, обитающие в условиях городской агломерации, подвергаются интенсивному воздействию урбанизации, включающей комплекс разнообразных факторов. Среди важнейших компонентов воздействия можно выделить два основных – аэротехногенное загрязнение и рекреация, которые вынуждают млекопитающих каким-то образом адаптироваться к изменениям среды их обитания.

Цель исследований. Изучение разных факторов урбанистического воздействия: рекреации и аэротехногенного воздействия – на сообщества мелких млекопитающих.

Материалы и методы исследований. Для выявления влияния отдельных составляющих нами были выбраны четыре пробных участка южнотаежной лесной экосистемы. Два участка находятся внутри крупного промышленного города (Екатеринбурга), а два – вне его. На первом участке – дендрарии Ботанического сада УрО РАН ("Р– 3+"), расположенном внутри города, в силу заповедного режима действует только аэротехногенное загрязнение. На втором городском участке ("Р+ 3+" – лесопарк), отделенном от дендрария только магистралью, выражены оба фактора: и рекреация, и загрязнение. Из двух загородных участков один (контрольный), без заметной рекреации и с аэротехногенным загрязнением на уровне фона ("Р– 3–"), располо-

жен в 10 км от г. Екатеринбурга. Другой загородный участок с выраженным рекреационным воздействием, но, как и в контроле, с аэротехногенным загрязнением на уровне регионального фона ("P+ 3-"), находится также в 10 км от г. Екатеринбурга. По оценкам лесоводов, все участки однотипные и однородные по основным таксационным характеристикам древостоев. На всех участках животных отлавливали в середине лета 2010 года в сжатые сроки, стандартным способом ловушко-линий по 300 ловушко-суток на каждом. Результаты обрабатывали стандартными программами Statistica 8 и Past 181.

Результаты исследований и их обсуждение. Численность во всех обследованных локалитетах в основном определялась доминирующим видом – гемисинантропом *A. uralensis* Pallas, 1811 (табл. 1), что свидетельствует об антропогенной нарушенности местообитаний [1–3]. Самое высокое обилие мелких млекопитающих наблюдалось в лесопарке. Это является результатом его положения: близости к селитебной зоне и уровнем загрязненности пищевыми отбросами, что создает благоприятные условия для лесной мыши. Однако доля *A. uralensis* в лесопарке оказалась ниже, чем на участках "P– 3+" и "P+ 3-" (табл. 2), что может быть следствием почти полного отсутствия лесных видов в указанных локалитетах в год исследований. Гемисинантроп *A. uralensis* обнаружен в значительном количестве (не менее 50 %) не только, как предполагалось, на городских участках и рекреационном контроле, но и на контрольном участке в лесу. Возможно наличие лесной мыши в ненарушенном сосновом лесу, с одной стороны, связано с небольшим расстоянием (≈ 2 км) от контрольного участка до обширного рекреационного массива на берегу оз. Глухое и до коллективного сада, а с другой – с низкой численностью лесных видов летом текущего года, т.е. с отсутствием естественных конкурентов за экологическую нишу в данном местообитании.

На участке "P+ 3+", помимо самой высокой численности, отмечено и большее число видов мелких млекопитающих. На нем, несмотря на значительную рекреационную нарушенность, кроме двух типичных видов-гемисинантропов (*A. uralensis*, *A. agrarius*), обитают и типичные представители лесной фауны грызунов: серые и лесные полевки. Хотя участок "P+ 3-" и расположен в лесном массиве большей площади, но, видимо, лучшая кормовая база на "P+ 3+" за счет пищевых отходов дала возможность лесным видам грызунов даже в год низкой численности в прилегающих лесах сохраниться в улавливаемом количестве.

Таблица 1

Встречаемость каждого вида по локалитетам, %

Вид	Участок			
	Дендрарий "P– 3+"	Лесопарк "P+ 3+"	Рекреационный без аэротехногенного загрязнения "P+ 3-"	Лесной контроль "P–3-"
<i>A. agrarius</i>	26,5	8,2	0,0	0,0
<i>A. uralensis</i>	57,1	54,1	79,2	50,0
<i>C. glareolus</i>	0,0	4,9	16,7	41,7
<i>C. rutilus</i>	0,0	0,0	0,0	8,3
<i>M. arvalis</i>	16,3	24,6	0,0	0,0
<i>S. araneus</i>	0,0	8,2	4,2	0,0
Индекс обилия	49	61	24	12

Примечания. P+/- – наличие или отсутствие рекреационного воздействия; 3+/- – наличие или отсутствие аэротехногенного загрязнения.

Для всех сообществ мелких млекопитающих были рассчитаны показатели разнообразия и доли редких видов по формулам, предложенным Л.А. Животовским [4]. Соотношения между показателями разнообразия, полученные для сообществ участков "P– 3+" и "P+ 3+" предыдущего года (значения индекса $3,0 \pm 0,25$ и $3,7 \pm 0,26$ соответственно), сохранились и в текущем (табл. 2).

Согласно данным текущего года, наиболее разнообразным из четырех изученных оказалось сообщество микромаммалий участка "P+ 3+", для которого индексы Животовского были достоверно выше (только с сообществом на участке "P–3-" различия на грани значимости). Хотя показатели разнообразия сообществ других локалитетов при сравнении между собой значимо не различались, самый низкий индекс отмечен на участке с рекреацией без техногенного воздействия ("P+ 3-"). Здесь же мы наблюдаем и наибольший индекс доминирования как следствие значительной доли *A. uralensis* в сообществе, и максимальный индекс доли редких видов, обратный показателю выровненности Пиелу (табл. 2).

Таблица 2

Показатели разнообразия сообществ мелких млекопитающих

Показатель	Участок			
	"P- 3+"	"P+ 3+"	"P+ 3-"	"P- 3-"
Число видов	3	5	3	3
Особей на 300 ловушко-суток	49	61	24	12
Индекс доминирования	0,42	0,37	0,66	0,43
Индекс разнообразия Животовского	2,81±0,11	4,08±0,25	2,26±0,26	2,69±0,26
Доля редких видов (по Животовскому)	0,06±0,035	0,18±0,050	0,25±0,088	0,10±0,087

Помимо показателей обилия и видового разнообразия мелких млекопитающих изучаемых сообществ, мы рассмотрели некоторые морфофизиологические признаки (индексы селезенки, печени и сердца), традиционно изучаемые у животных этой группы. Использовали данные, полученные для вида-гемисинантропа, присутствовавшего во всех исследованных местообитаниях, – малой лесной мыши.

Значительно отличающиеся от средних значения индексов сердца и печени могут быть проявлениями физиологического стресса, возникающего в ответ на неблагоприятные условия. Например, повышение индексов сердца и печени, нарушающее правило рядов Гессе, говорит о наличии значительных энергетических затрат, не связанных с теплообменом [5]. Увеличение индекса селезенки также принято считать неспецифическим индикатором неблагополучного состояния организма [6]. Отдельные половозрастные группы могут значительно отличаться как по экологически особенностям, так и по морфофизиологическим характеристикам [5]. Мы не обнаружили достоверных различий между полами по исследуемым параметрам возможно в связи с небольшим периодом наблюдения и соответственно недостаточно объемными выборками, поэтому данные по обоим полам были объединены. В анализ были включены только половозрелые сеголетки, представляющие большую часть всего материала.

При сравнении сформированных таким образом по каждому местообитанию выборок удается обнаружить некоторые тенденции в реакции рассмотренных морфофизиологических параметров на действие изучаемых факторов (табл. 3).

Таблица 3

Средние значения и статистические ошибки индексов селезенки, печени и сердца *A. uralensis* из разных местообитаний

Участок	Индекс печени	Индекс сердца	Индекс селезенки
"P- 3+"	76,8±3,4 (N=27)	7,23±0,17 (N=28)	2,76±0,33 (N=28)
"P+ 3+"	85,9±2,9 (N=38)	7,39±0,15 (N=38)	2,79±0,28 (N=37)
"P+ 3-"	84,1±12,4 (N=2)	6,99±0,64 (N=2)	4,16±1,22 (N=2)
"P- 3-"	72,3±8,8 (N=4)	6,35±0,45 (N=4)	2,50±0,86 (N=4)

Примечание. *В скобках приведены размеры выборок (обозначения участков те же, что в табл. 1).

Индексы сердца и печени *A. uralensis* из локалитета "P+ 3+" выше, чем у животных, отловленных в остальных местообитаниях. Обнаруженные различия достигают значимого уровня по индексу сердца при сравнении "P+ 3+" с "P+ 3-" ($p=0,03$) и по индексу печени при сравнении "P+ 3+" с "P- 3-" ($p=0,04$). Участки "P+ 3+" и "P+ 3-" различаются по наличию/отсутствию техногенного загрязнения, а "P+ 3+" с "P- 3+" – по рекреационному воздействию. Наименьшие значения индексов сердца, печени и селезенки были отмечены на участке "P- 3-", который полностью лишен урбаногенной нагрузки, хотя отличия и не достигали значимого уровня. Вероятно, в данном случае проявляется некоторая тенденция в изменении морфофизиологических показателей в зависимости от антропогенной нагрузки.

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил оценить вклад каждого фактора (рекреации и аэротехногенного загрязнения) во влияние на рассматриваемые индексы, а также их сочетанное действие (табл. 4).

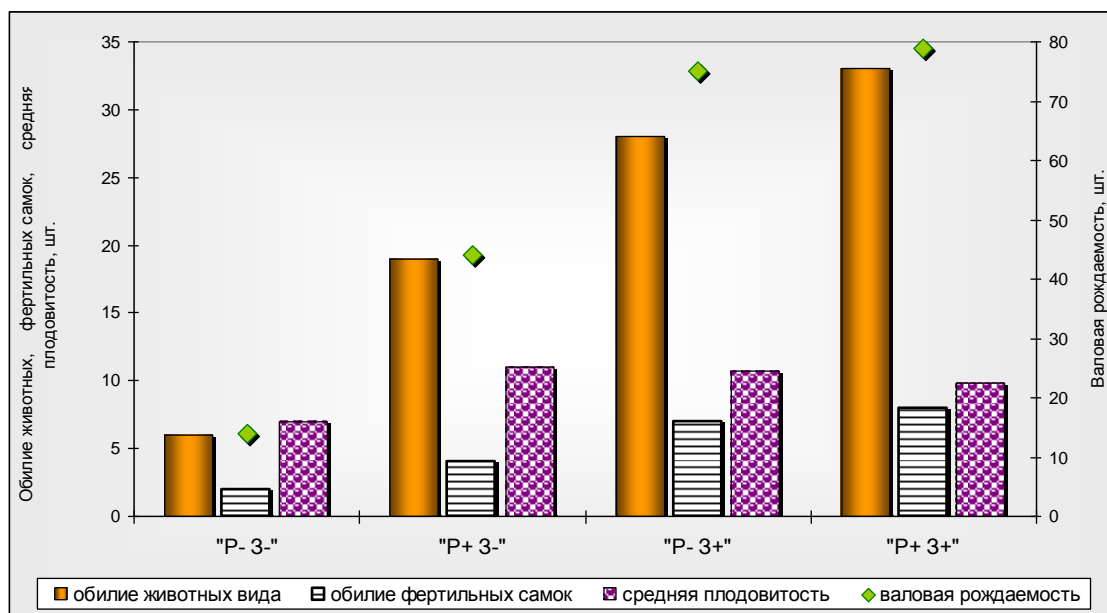
Оказалось, что каждый фактор в отдельности значимо не влияет на рассматриваемые признаки, а их взаимодействие, напротив, значимо во всех случаях. По-видимому, увеличение индексов некоторых органов *A. uralensis* происходит в результате стресса, являющегося следствием кумулятивного эффекта рекреационного и аэротехногенного воздействия.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния рекреации и аэротехногенного загрязнения на индексы сердца, печени и селезенки *A. uralensis*

Параметр	SS	F	p
<i>Индекс сердца</i>			
Взаимодействие	1037	1263	0,000
Рекреация	0,18	0,21	0,645
Аэротехногенное загрязнение	3,24	3,94	0,051
<i>Индекс печени</i>			
Взаимодействие	131801	420	0,000
Рекреация	949	3,03	0,086
Аэротехногенное загрязнение	229	0,73	0,395
<i>Индекс селезенки</i>			
Взаимодействие	185	62	0,000
Рекреация	0,16	0,05	0,817
Аэротехногенное загрязнение	0,45	0,15	0,700

С целью выяснения механизмов формирования численности массовых видов грызунов в урбанизированной среде мы проанализировали параметры, характеризующие воспроизводство *A. uralensis*. Оценивали следующие показатели: процент фертильных самок, среднее количество эмбрионов и плацентарных пятен, приходящихся на одну самку в популяции (средняя плодовитость – СП) и рассчитали показатель валовой рождаемости (ВР) как $\bar{Э} \cdot N_{\text{самок}} = ВР$, где $\bar{Э}$ – среднее количество эмбрионов и плацентарных пятен, приходящихся на одну самку.

Средняя плодовитость оказалась самой низкой у малой лесной мыши в контроле (рис.), хотя из-за большой дисперсии признака отличия были незначимы. У животных, обитающих на лесных участках в урбанизированной среде, плодовитость самок оказалась сходной. Уровень валовой рождаемости у лесной мыши в контроле ("Р-3-") был также самым низким. Наибольшая валовая рождаемость наблюдалась в дендрарии и соседнем с ним лесопарке, где было и самое высокое обилие вида. Обнаружена значимая корреляция между валовой рождаемостью и обилием животных вида ($r=0,8$; $p=0,03$), но ее отсутствие между валовой рождаемостью и процентом фертильных самок в популяции ($r=0,39$; $p=0,39$).



Некоторые демографические характеристики популяций *A. uralensis*

Двухфакторный анализ влияния рекреации и аэротехногенного загрязнения на показатель средней плодовитости самок показал, что по отдельности каждый фактор не оказывает значимого воздействия, хотя мы и наблюдаем некоторое увеличение плодовитости при наличии любого из факторов (табл. 5–6). Взаимодействие факторов значимо влияет на среднюю плодовитость.

Таблица 5

Средняя плодовитость *A. uralensis* в условиях разного урбанистического воздействия

Фактор	Наличие фактора	N	Среднее	Ошибка
Техногенное воздействие	—	6	9,7	2,3
Техногенное воздействие	+	14	10,3	0,8
Рекреация	—	9	9,9	1,1
Рекреация	+	11	10,3	1,3

Таблица 6

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния рекреации и аэротехногенного загрязнения на среднюю плодовитость *A. uralensis*

Фактор	SS	Degr. of	MS	F	p
Техногенное воздействие	2,007	1	2,007	0,12	0,73
Рекреация	1,126	1	1,126	0,07	0,80
Взаимодействие факторов	1619,461	1	1619,46	100,09	0,00
Ошибка	275,064	17	16,18		

На основании наших данных мы можем заключить, что плодовитость размножавшихся самок малой лесной мыши не зависит ни от обилия вида, ни от обилия фертильных самок в популяции. Валовая рождаемость, являясь производной средней плодовитости и обилия фертильных самок, в нашем случае играет ведущую роль в формировании численности популяции. Причем, ни уровень рекреации, ни степень техногенного воздействия по отдельности не оказали влияния на показатели, ответственные за воспроизводство популяции. Лишь взаимодействие факторов оказалось значимым.

Выводы

Таким образом, на примере участка "P+ 3+" (лесопарк) мы видим, что для микромаммалий, обитающих в нижних ярусах под пологом леса, аэротехногенное воздействие не оказывает заметного отрицательного влияния на численность и разнообразие их сообщества. Адаптация сообществ мелких млекопитающих к антропогенному, рекреационному, воздействию происходит благодаря изменению видового состава: типичные гемисинантропные виды (*A. uralensis* и *A. agrarius*), присутствующие в этом местообитании, повышают разнообразие сообщества. Близость человеческого жилья, которое мыши могут использовать для зимовки, а также (даже в зимний период) изобилие мест с остатками пищевых отходов, создают благоприятные условия для поддержания более высокого обилия этих видов в лесопарке по сравнению с остальными локалитетами. Площадь "P+ 3+" более чем в шесть раз превосходит соседний, лишенный рекреационного воздействия, заповедный участок "P– 3+". Видимо, благодаря этому, в лесопарке в отличие от дендрария лесные виды даже в годы депрессии численности в окружающих лесах сохраняются в обилии, достаточном для обнаружения с помощью общепринятых зоологических методов. Повышенные значения изученных морфофизиологических показателей у животных из лесопарка ("P+ 3+") могут свидетельствовать о компенсаторной реакции на стресс от выраженного суммарного урбанистического воздействия. Не обнаружено существенных отличий в значениях показателей, характеризующих возобновительную способность популяций у животных, обитающих в урбанизированной среде, однако выявлено значимое влияние взаимодействия рекреации и аэротехногенного воздействия на среднюю плодовитость самок лесной мыши.

Литература

1. Черноусова Н.Ф. Особенности динамики сообществ мышевидных грызунов под влиянием урбанизации. 1. Динамика видового состава и численности грызунов // Экология. – 2001. – № 3. – С. 186–192.
2. Черноусова Н.Ф. Динамика численности мелких млекопитающих на урбанизированных территориях // Сибирский экологический журнал. – 2010. – № 1. – С. 149–156.
3. Черноусова Н.Ф., Толкач О.В. Динамика сообществ мелких млекопитающих урбанизированных территорий // Синантропизация растений и животных. – Иркутск, 2007. – С. 163–166.
4. Животовский Л.А. Показатель внутривидового разнообразия // Журн. общей биологии. – 1980. – Т. 41. – № 6. – С. 828–836.
5. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск, 1968. – 387 с.
6. Оленев Г.В., Пасичник Н.М. Экологический анализ феномена гипертрофии селезенки с учетом типов онтогенеза цикломорфных грызунов // Экология. – 2003. – № 3. – С. 208–219.



УДК 634.0.232:553.411(571.61)

А.Н. Алешичев

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В статье дан анализ роста и развития насаждений на бурoughольном месторождении при различной густоте посадки, которая при искусственном лесоразведении является основным фактором жизнеспособности и играет первостепенную роль в процессах формирования леса. Обобщены схемы размещения посадочных мест и предложена оптимальная густота посадки при создании лесных культур.

Ключевые слова: Амурская область, Завитинский район, Райчихинское бурoughольное месторождение, пробная площадь, бонитет, полнота, возраст насаждений.

A.N. Aleshichev

PLANT THICKNESS INFLUENCE ON THE ARTIFICIAL PLANTING FORMATION IN THE BROWN COALFIELD CONDITIONS

The analysis of planting growth and development on the brown coalfield at various plant thickness which is a major factor of viability in the process of artificial forest planting and plays a primary role in the forest formation processes is given in the article. Schemes for the planting spot placing are generalized and the optimum plant thickness when creating the forest cultures is offered.

Key words: Amur region, Zavitsinsky District, Raychikhinskiy brown coalfield, trial area, bonitet, completeness, planting age.

Введение. Несмотря на огромный практический опыт искусственного лесоразведения, проблема густоты лесных культур была и остается одной из важнейших в лесокультурном производстве, в том числе и один из ее моментов – первоначальная густота. Густота посадки (численность) является основной характеристикой жизнеспособности лесных культур и в искусственном лесоразведении играет первостепенную роль [2,5,7].

С лесоводственной и экономической точек зрения оптимальной считается густота, при которой прирост максимален, а расходы на выращивание минимальны [3,4,7]. При определении первоначальной густоты необходимо учитывать, прежде всего, целевое назначение древостоев, их таксационные показатели, условия мест произрастания, наличие рабочей силы [11].