

АКАДЕМИЯ
НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ
ОТДЕЛЕНИЕ

**ЖИВОТНЫЕ
В УСЛОВИЯХ
АНТРОПОГЕННОГО
ЛАНДШАФТА**

СВЕРДЛОВСК

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЖИВОТНЫЕ
В УСЛОВИЯХ
АНТРОПОГЕННОГО
ЛАНДШАФТА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

СВЕРДЛОВСК 1990

УДК 591.5+502.5

Животные в условиях антропогенного ландшафта: Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Сборник посвящен проблемам зооиндикации и экологического мониторинга. Даны результаты многолетних исследований влияния антропогенных факторов на популяционные особенности массовых в Уральском регионе видов беспозвоночных, амфибий, мышевидных грызунов. Приведены показатели, удобные для эффективного осуществления мониторинга за состоянием среды.

Сборник рассчитан на широкий круг биологов — экологов, зоологов, студентов биологических факультетов.

Ответственный редактор
кандидат биологических наук **В. Л. Вершинин**

Рецензент
доктор биологических наук **Л. Н. Добринский**

Л. Е. ЛУКЬЯНОВА

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОН

Животные антропогенных ландшафтов существуют в условиях постоянного негативного воздействия неблагоприятных факторов. С одной стороны — рекреационная нагрузка, с другой — различного характера техногенные воздействия (промышленные загрязнения и т. д.) влияют на природные популяции животных, изменяя в определенной степени важнейшие экологические параметры. Одни из основных ценотических и популяционных показателей, отражающих жизнеспособность видовых популяций, — выровненность видов по их значимости, обилие, динамика численности, показатели воспроизводства (Уиттекер, 1980; Пианка, 1981; Одум, 1975). Изучение этих параметров в условиях антропогенного воздействия в настоящее время является актуальным, что и определило цель данного исследования.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в таежной зоне Среднего Урала на территориях, подверженных воздействию предприятий медеплавильного производства. Мелких млекопитающих отлавливали в зоне техногенного воздействия двух медеплавильных комбинатов (1—17 км) и на территории Висимского государственного заповедника, которая служила контролем. Контрольная зона расположена в 20 км от одного из источников воздействия. Отлов мелких млекопитающих проводили методом ловушкочиний в течение полевых сезонов 1987, 1988 гг. Ловушки выставляли в линию с интервалом 10 м на срок от 5 до 10 сут. В каждой линии функционировало от 50 до 350 ловушек со своим порядковым номером, что позволяло регистрировать места поимок животных и служило основой для дальнейшего статистического анализа. За период исследования отработано 28 140 ловушко-суток (л/с): 16 740 — в техногенных зонах и 11 400 — на фоновой; отловлено 2367 особей мелких млекопитающих (см. таблицу).

Провели морфофизиологический анализ отловленных живот-

Видовой состав мелких млекопитающих и число отловленных особей (N_i) в техногенных зонах (А) и контроле (В)

Вид	1987 г.		1988 г.		Σ	
	А	В	А	В	А	В
<i>Clethrionomys glareolus</i>	<u>65</u> 0,474	<u>397</u> 0,693	<u>383</u> 0,672	<u>964</u> 0,890	<u>448</u> 0,634	<u>1361</u> 0,822
<i>Clethrionomys rutilus</i>	<u>14</u> 0,102	<u>5</u> 0,009	<u>45</u> 0,079	<u>4</u> 0,004	<u>59</u> 0,083	<u>9</u> 0,005
<i>Clethrionomys rufocanus</i>	<u>0</u> 0	<u>25</u> 0,044	<u>0</u> 0	<u>34</u> 0,031	<u>0</u> 0	<u>59</u> 0,036
<i>P. Microtus</i>	<u>8</u> 0,058	<u>5</u> 0,009	<u>48</u> 0,084	<u>8</u> 0,007	<u>56</u> 0,079	<u>13</u> 0,008
<i>Apodemus agrarius</i>	<u>10</u> 0,073	<u>0</u> 0	<u>15</u> 0,026	<u>2</u> 0,002	<u>25</u> 0,035	<u>2</u> 0,001
<i>Apodemus sylvaticus</i>	<u>1</u> 0,007	<u>1</u> 0,002	<u>26</u> 0,046	<u>1</u> 0,001	<u>27</u> 0,038	<u>2</u> 0,001
<i>Sicista betulina</i>	<u>4</u> 0,029	<u>1</u> 0,002	<u>2</u> 0,004	<u>0</u> 0	<u>6</u> 0,008	<u>1</u> 0,0006
<i>P. Sorex</i>	<u>30</u> 0,219	<u>139</u> 0,243	<u>51</u> 0,089	<u>70</u> 0,065	<u>81</u> 0,115	<u>209</u> 0,126
<i>Neomys fodiens</i>	<u>5</u> 0,036	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>5</u> 0,007	<u>0</u> 0
Σ	<u>137</u> 0,998	<u>573</u> 1,002	<u>570</u> 1	<u>1083</u> 1	<u>707</u> 0,999	<u>1656</u> 1
Выровненность, e	0,737	0,434	0,591	0,239	0,606	0,301
Индекс обилия, особей/100 л/с	1,2 ± 0,1	8,3 ± 0,5	7,7 ± 0,4	39,3 ± 1,6	4,2 ± 0,2	19,6 ± 0,7
Индекс обилия <i>Cl. glareolus</i>	0,9 ± 0,1	6,6 ± 0,5	5,3 ± 0,3	36,1 ± 1,5	2,9 ± 0,2	17,4 ± 0,6
Кол-во л/с	5284	2752	4600	1600	9884	4352

Примечание. В числителе — количество отловленных особей, шт., в знаменателе — обилие особей за первые 4 сут. отлова. $e = -(\sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln p_i) / \ln S$, где e — показатель выровненности, p_i — доля i -го вида ($i=1, \dots, n$) в общей численности, S — общее число видов (виды с долевым участием, равным нулю, в расчет не берутся).

ных (Шварц и др., 1967). Степень участия в размножении различных половозрастных групп оценивали по следующим показателям: состоянию генеративных органов, количеству плацентарных пятен, желтых тел беременности и эмбрионов в матке у самок, массе и размерам семенников и семенных пузырьков, наличию сперматозоидов в придатках семенников у самцов. По состоянию репродуктивных органов всех отловленных животных

делили на размножающихся (перезимовавших особей и половозрелых прибылых) и не участвующих в размножении (неполовозрелых прибылых особей).

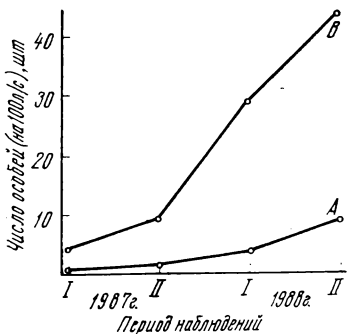
Результаты исследования и обсуждение

В техногенных зонах и на фоне были изучены видовой состав мелких млекопитающих, доленое участие видов и их относительное обилие (см. таблицу). Число видов, населяющих сравниваемые территории, практически не различалось, но видовой состав был неодинаков. Различия в нем обусловлены, в первую очередь, исчезновением на техногенной территории одного из типичных обитателей темнохвойных коренных лесов — красно-серой полевки — вследствие деградации ее основных местообитаний и появления обитателей смешанных лесов и луговых ассоциаций — полевой и лесной мыши, серых полевок, среди которых преобладает обыкновенная.

Судя по доленому участию в общем улове, абсолютный доминант среди видов на изучаемых территориях — рыжая полевка. Но ее роль в сообществе мелких млекопитающих техногенной зоны значительно ниже ($p=0,634$), чем в заповедной ($p=0,822$), что связано с антропогенной трансформацией первичных темнохвойных биогеоценозов, приводящей к возрастанию доли местообитаний (смешанные леса, луговые ассоциации) видов — приверженцев вторичных биогеоценозов и антропогенного ландшафта. В результате этого выровненность (e) доленого участия видов по Пиелу (Одум, 1975) на техногенной территории существенно выше ($e=0,606$), чем на фоне ($e=0,301$).

В исследуемые годы обилие мелких млекопитающих существенно изменялось (главным образом из-за изменения численности рыжей полевки), что повлияло на показатель выровненности. В год высокой численности рыжей полевки (1988) из-за повышения доли этого вида в суммарном улове мелких млекопитающих показатели выровненности снизились в обеих зонах, но их дистанция (0,352) между техногенной зоной и фоном практически не изменилась по сравнению с предыдущим годом (0,303). Этот факт подчеркивает индикаторную сущность показателя выровненности, указывающего на значительные различия сообществ мелких млекопитающих техногенных зон и фоновой территории.

Суммарное обилие мелких млекопитающих, выраженное в числе особей, отловленных на 100 л/с (за первые 4 сут.), в техногенной зоне было существенно ниже, чем в фоновой (что можно объяснить более низкой емкостью биотопов техногенной зоны). В год низкой численности (1987) индексы обилия на сравниваемых территориях различались приблизительно в 7, в год высокой (1988) — в 5 раз, что, вероятно, является отражением относительных различий суммарной экологической емкости



Динамика численности рыжей полевки в техногенной (А) и контрольной (В) зонах.

I — июнь — июль, II — август — сентябрь.

сти биотопов техногенной и заповедной территории.

На примере доминирующего вида мелких млекопитающих — рыжей полевки — рассмотрим изменение основных популяционных параметров на территории техногенного воздействия и на фоне. Относительное ее обилие на техногенной территории

в годы исследования было приблизительно в 7 раз ниже, чем в контроле, причем в годы низкой и высокой численности наблюдали лишь незначительную вариабельность данного отношения (соответственно — 7,3 и 6,8). Этот факт еще раз подчеркивает негативное воздействие техногенных факторов на состояние населения рыжей полевки, которые, преломляясь через разрушение основных биотопов данного вида и снижение экологической емкости местообитаний, приводят к существенному снижению численности вида.

Материалы по динамике численности вида на изучаемых территориях (см. рисунок) позволяют нам предполагать, что мы имеем дело, если не с одной популяцией, то с группой популяций, одинаково реагирующих на изменение условий экологического окружения. Это проявляется в сходстве динамики численности рыжей полевки в зоне техногенного воздействия и на фоне. В исследуемый период ее обилие на техногенной территории возросло в 17, а на фоне — в 10 раз, что говорит о более стабильной динамике численности полевков на заповедной территории по сравнению с техногенной. Как при низкой, так и при высокой численности обилие рыжей полевки за месяц увеличивалось на техногенной территории в 2,5, а на фоновой — в 1,5—2,2 раза (из-за более высокой репродуктивной активности полевков техногенной зоны). Это подтверждено результатами прямого анализа репродуктивных показателей зверьков сравниваемых зон. Оказалось, что доля самцов, участвующих в размножении на техногенной территории ($qA = 0,58$), была существенно выше, чем в контроле ($qB = 0,36$; $t = 6,21$; $\alpha < 0,0001$). Такая же, хотя и более слабо выраженная тенденция была характерна и для самок ($qA = 0,47$, $qB = 0,42$). Плодовитость самок (число эмбрионов) на заповедной территории ($\bar{x}B = 5,36 \pm 0,14$) также была существенно ниже, чем в зоне техногенного воздействия ($\bar{x}A = 6,00 \pm 0,22$; $t = 2,44$; $\alpha < 0,01$).

Частные характеристики популяционного воспроизводства рыжих полевков позволили нам на их основе получить интеграль-

ные показатели популяционного воспроизводства, включающие в себя (в качестве аргументов) плодовитость, соотношение полов, долю половозрелых животных среди общего числа самок популяций. Мы использовали показатели реального P_1 (число реально воспроизведенных потомков на особь популяции) и потенциального P_2 (потенциальное число потомков, которое было бы воспроизведено на одну особь популяции при условии, что все самки участвуют в размножении) воспроизводства популяции. По смыслу они близки к характеристикам, предложенным И. Г. Емельяновым и О. А. Михалевичем (1988). Интегральные показатели воспроизводства были значительно выше у полевок техногенной зоны (это устойчиво проявлялось в течение двух сезонов исследования):

Район	1987 г.		1988 г.		Σ	P_2
	P_1	P_2	P_2	P_3		
Техногенная территория	1,58	3,06	1,30	3,00	1,44	3,03
Контроль	1,00	1,71	0,77	2,70	0,89	2,21

Полученные факты более высокого воспроизводства населения рыжих полевок на техногенной территории по сравнению с контролем можно объяснить эффектом компенсации их более высокой общей смертности, обусловленной негативным воздействием антропогенных факторов (загрязнение среды поллютантами, рекреация и т. д.), приводящим к дополнительной элиминации особей. На фоновой и техногенной территориях для населения рыжей полевки, по-видимому, характерны плотностно-зависимые механизмы регуляции численности, конкретно преломляющиеся через емкость местообитаний сравниваемых зон (о чем свидетельствует существенное превышение показателя потенциального воспроизводства).

Заключение

Экологический анализ популяционных и ценологических параметров мелких млекопитающих техногенной и заповедной территорий позволяет заключить, что наиболее чувствительными к негативным воздействиям антропогенного характера являются вырывчатость долевого участия видов в сообществе, их обилие, динамика численности, показатели популяционного воспроизводства. В результате совокупной антропогенной нагрузки (техногенного воздействия, рекреационной нагрузки) происходит трансформация первичных биогеоценозов во вторичные, что через трансформацию местообитаний отражается на видовом составе, долевого участия и обилии мелких млекопитающих. Сообщество этой группы животных трансформируется, приобретая антропогенные свойства: появляются типичные представители антропогенных и «мозаичных» ландшафтов. Популяция рыжих полевок

на негативные дополнительные воздействия антропогенного характера, которые приводят к дополнительной элиминации животных, реагирует экстенсивно, путем повышения интенсивности воспроизводства, что и позволяет данному виду существовать в условиях антропогенного воздействия. Это в свою очередь не исключает и интенсивные пути адаптации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Емельянов И. Г., Михалевич О. А. Популяционные показатели интенсивности размножения у грызунов // Грызуны: Тез. докл. VII Всесоюз. совещ. Свердловск, 1988. С. 77.

Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.

Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 399 с.

Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.

Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск: УФАН СССР, 1967. 387 с.