

Сергей Николаевич ГАШЕВ¹
Ирина Александровна СТАЦЕНКО²

УДК 591:597/599

ВЛИЯНИЕ ШУМОВОЙ НАГРУЗКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СООБЩЕСТВА ПТИЦ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

¹ доктор биологических наук,
профессор, заведующий кафедрой
зоологии и эволюционной экологии животных,
Тюменский государственный университет
gsn-61@mail.ru

² студент, Институт биологии,
Тюменский государственный университет
statsenko83@yandex.ru

Аннотация

В статье изучено влияние шума автомобильного транспорта на сообщества птиц разных типов биотопов в средней тайге Западной Сибири. Показано, что на открытых участках уровень шума имеет более высокие значения, чем в лесном биоценозе. Однако в зимний сезон уровень интенсивности звука, создаваемого автотранспортом, на открытом пространстве и на лесном участке практически равны. Существует прямая связь численности и разнообразия населения птиц с густотой и со сложностью ярусной структуры растительности. На участках открытого пространства, а также лесного массива наибольшие значения индексов видового разнообразия сообществ птиц отмечены на дороге с низкой интенсивностью движения. Индекс видового богатства, индексы видового разнообразия, так же как и плотность, увеличиваются по мере удаления от дороги. Наибольшей устойчивостью отличаются сообщества птиц тех участков, что прилегают к дороге с низкой интенсивностью движения. На показатели видового разнообразия сообществ птиц наибольшее влияние оказывает

Цитирование: Гашев С. Н. Влияние шумовой нагрузки автомобильного транспорта на сообщества птиц средней тайги Западной Сибири / С. Н. Гашев, И. А. Стаценко // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2019. Том 5. № 1. С. 56-73.

DOI: 10.21684/2411-7927-2019-5-1-56-73

фактор расстояния от дороги, и лишь на два показателя (индекс выравненности Пиелу и резистентную устойчивость системы) — совместное влияние факторов расстояния от дороги и интенсивности движения автотранспорта.

Ключевые слова

Сообщества птиц, шум, автомобильный транспорт, устойчивость, средняя тайга.

DOI: 10.21684/2411-7927-2019-5-1-56-73

Введение

Бурное развитие автомобильного транспорта ухудшает качество среды обитания не только человека, но и животных. Одной из форм воздействия автотранспорта на окружающую среду является шумовое воздействие [1].

Большинство исследователей антропогенного воздействия на биоту изучают разные антропогенные факторы, влияние которых коренным образом трансформирует местообитания. Однако в действительности нагрузка далеко не всегда бывает столь сильной, гораздо чаще она бывает умеренной. И такие уровни антропогенного воздействия еще очень мало изучены. В качестве одного из них может быть рассмотрено шумовое воздействие [9].

Шумовое воздействие — одна из форм вредного физического воздействия на окружающую природную среду [5]. Первые научные сведения о шумовом воздействии появились в 1820-х гг. после измерения шума в городах Фри (США) и Р. Голтом (Великобритания). Однако в России первые работы по оценке шумовой нагрузки проводились только в 1930-х гг. такими авторами, как С. П. Алексеев, С. Я. Лифшиц, С. Н. Ржевкин, Г. Л. Навяжский, И. И. Славин и др. [14].

Высокие уровни шума являются значимым антропогенным фактором, вызывающим беспокойное или стрессовое состояние у живых организмов. Известно, что в зоне высокой шумовой нагрузки формируется пространство с низкой численностью животных [2]. Одним из источников шума является транспорт (в т. ч. автотранспорт).

Птицы — наиболее удобный объект для изучения поведения позвоночных животных в естественных условиях. Анализ орнитофауны позволяет получать объективную информацию о том, насколько вредно шумовое воздействие автотранспорта на гнездовое и коммуникативное поведение птиц, насколько эффективны разные природоохранные мероприятия в том или ином районе и т. д. [1].

Целью настоящей работы являлось проведение сравнительного изучения параметров сообществ птиц в разных зонах шумовой нагрузки автотранспорта с учетом разных природных особенностей на территории среднетаежной подзоны Западной Сибири.

Материал и методика

Полевые работы по изучению влияния автотранспорта на орнитофауну были проведены в Кондинском районе ХМАО-Югры в окрестностях пос. Между-

реченского и Лиственничного. Наблюдения проводились в разные сезоны года: летом (июнь-июль) 2004 г. и зимой (январь-март) 2005 г.

Для изучения влияния автотранспорта на орнитофауну были выбраны две дороги с высокой (Урайская трасса, сокр. УТ) и низкой (лесовозная дорога, сокр. ЛД) интенсивностью движения.

Интенсивность движения определяли с помощью методики, предложенной А. И. Федоровой и А. Н. Никольской [15]. Для этого два раза в сутки на выбранных дорогах производили подсчет автотранспорта: 1) в утренние часы — в период наименьшей загруженности автодорог транспортом; 2) в полдень — когда наблюдается максимальное число автомобилей. Подсчеты велись в будние дни и выходные. Полученные данные усредняли. На каждой из дорог было выделено по два участка площадью около 4 га каждый — лесной массив и открытое пространство. На каждом из них было отложено по 9 площадей наблюдения: 3 на расстоянии 20 м от дороги (опушка) — 1-я линия; следующие 3 на расстоянии 120 м от дороги — 2-я линия; еще 3 в 220 м от автомобильного шоссе — 3-я линия. Расстояние между площадями составило 100 м. В общей сложности нами было заложено 36 площадей наблюдения. Суммарная площадь их составила 16 га.

В летнее время нами была использована методика кругового учета птиц, разработанная М. К. Лаптевым в 1930-х гг. и усовершенствованная в последнее время рядом авторов [8, 10, 11, 13 и др.]. Суть метода кругового учета сводится к закладке площади наблюдения в виде окружности и полному учету птиц в пределах слышимости. На каждой площади учет производился в течение 5 мин. При этом регистрировались поющие самцы и выдающие себя позывками другие особи, а также визуально обнаруженные птицы. Учеты проводились в утренние часы, в период активности большинства видов птиц. В дождливую, ветреную погоду или во время сильного снегопада, а также при резких перепадах давления (смены погоды) учет не производили, т. к. обнаруживаемость птиц в этих условиях снижается в несколько раз. В зимний период птиц учитывали во время ЗМУ¹.

В летний полевой сезон нами было зафиксировано 268 экземпляров птиц, принадлежащих к 34 видам, в зимний полевой сезон — 44 экземпляра, относящихся к 7 видам. В районах работ изучались численность и видовой состав птиц, особенности экологии и этологии птиц, находки гнезд и погибших особей, показатели устойчивости сообществ птиц и т. п.

Также в ходе исследований нами был измерен уровень шума. Измерение производили в летнее и зимнее время. Шум от автомобилей (как грузовых, так и легковых) записывали на электронный диктофон марки Sanyo ICR-B50. Записанный звук обрабатывали с использованием двух программ:

- 1) Blaze Audio Wave Creator (полученные фонограммы распечатывали на принтере, после чего измеряли максимальные амплитуды фонограмм);
- 2) Winamp Setup (измеряли высоту индикаторной шкалы на экране дисплея).

¹ ЗМУ — зимний маршрутный учет.

В качестве единиц измерения уровня шума использовали относительные единицы (1 отн. ед. = 6 Дб). Полученные данные усредняли и изображали графически, затем обрабатывали при помощи программных пакетов STATISTICA 8.0 и STATAN-2011 [4]. Достоверность различия средних значений оценивали по *t*-критерию Стьюдента.

Обсуждение результатов

На исследуемых территориях нами были получены данные по интенсивности движения автотранспорта. Наибольшая интенсивность движения характерна для Урайской трассы, наименьшая — для лесовозной дороги (таблица 1).

Таблица 1

Table 1

Интенсивность движения на исследуемых дорогах

Traffic intensity on the studied roads

Вид автотранспорта	Урайская трасса	Лесовозная дорога
	авт./час	
Легковой	132,88 ± 13,77	13,13 ± 1,08
Грузовой	4,50 ± 0,54	2,50 ± 0,54
<i>Итого</i>	137,38 ± 14,31	15,63 ± 1,62

Примечание: все различия между дорогами достоверны при $P < 0,001$.

Note: all the differences between the roads are valid at $P < 0,001$.

Как видно из таблицы 1, на исследуемых нами дорогах преобладающим является легковой вид транспорта, особенно это хорошо просматривается на Урайской трассе, где его доля составляет 91% от общего количества машин.

Суммарная оценка количества автотранспорта классифицируется следующим образом: низкая интенсивность движения — 2,7-3,6 тыс. автомобилей в сутки, средняя — 8-17 тыс., высокая — 18-27 тыс. [7, 9, 15].

Исходя из этих данных, Урайская трасса относится к категории дорог с низкой интенсивностью движения, а лесовозная дорога — с очень низкой. Но т. к. первая является одной из наиболее загруженных автотранспортом дорог Кондинского района, то мы будем позиционировать ее как дорогу с относительно высокой интенсивностью движения, а лесовозную дорогу — с низкой.

В ходе исследований нами был измерен уровень шума, создаваемого автотранспортом. На рис. 1 отображено, как показатели уровней шума постепенно снижаются с увеличением расстояния от автодороги. Очевидно, это можно объяснить рассеиванием звука в пространстве и поглощением его в воздушной среде зелеными насаждениями и другими препятствиями [14].

В летнее время значения уровня шума, источником которого является автотранспорт, в различных биотопах различно (рис. 1Б). На открытом пространстве уровень шума имеет более высокие значения, чем в лесном биоценозе, и это,

вероятно, связано с отсутствием защитной полосы в виде деревьев и кустарников, обладающих шумоизолирующими свойствами. Однако в зимний сезон уровень интенсивности звука, создаваемого автотранспортом, на открытом пространстве и на лесном участке (рис. 1А) совпадает. Очевидно, это связано с отсутствием листвы на деревьях и кустарниках.

Грузовой транспорт, несмотря на его меньшую долю в общем потоке машин (9% на Урайской трассе и 36% на лесовозной дороге), по сравнению с легковым является более мощным источником шумового загрязнения (рис. 2).

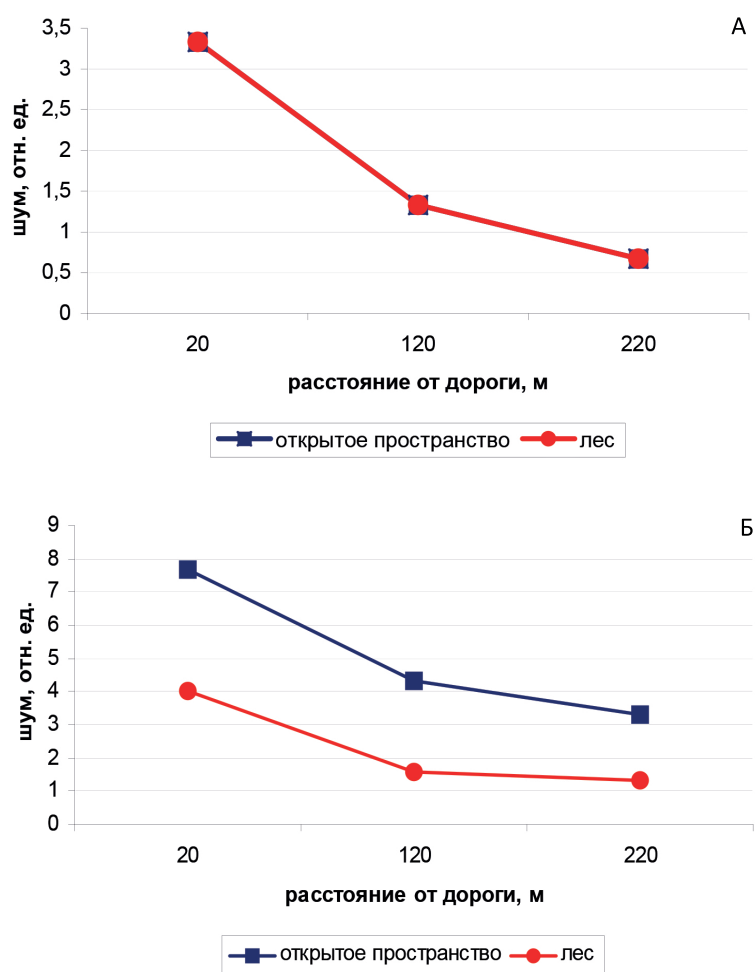


Рис. 1. Значения уровня шума, производимого легковыми машинами, в зависимости от расстояния от дороги в разных местообитаниях в зимнее (А) и летнее (Б) время

Fig. 1. The noise level produced by cars, depending on the distance from the road in different habitats in winter (А) and summer (Б)

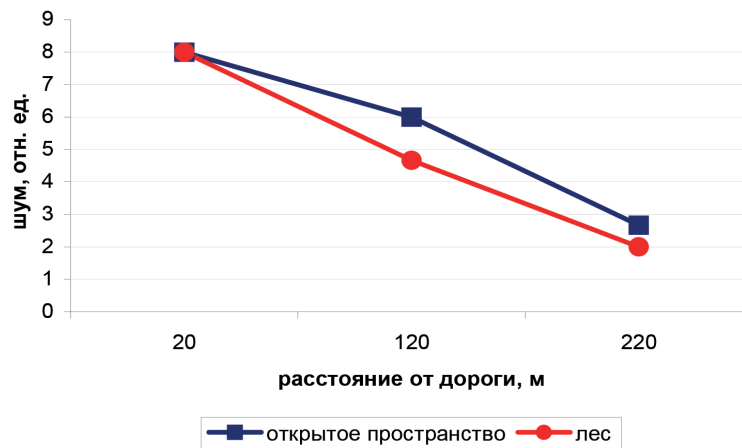


Рис. 2. Зависимость уровня шума, производимого грузовым транспортом, от расстояния от дороги в разных биотопах

Fig. 2. The dependence of the noise level produced by freight transport on the distance from the road in different biotopes

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что как легковой, так и грузовой вид транспорта являются источником шумового загрязнения окружающей среды. Наиболее сильный поток шумового загрязнения создает грузовой вид транспорта.

Изучение влияния автодорог на орнитофауну Кондинского района проводилось на лесном участке и на открытом пространстве. В ходе исследований было обнаружено 312 экземпляров птиц: 268 (принадлежащих к 34 видам) — в летний полевой сезон, 44 (относящихся к 7 видам) — в зимний.

В летнее время на открытом пространстве наибольшее количество видов наблюдается на дороге с высокой интенсивностью движения; с численностью дело обстоит наоборот: наибольшее число особей встречено на дороге с низкой интенсивностью движения. В зимнее время общее число видов на территориях, прилегающих к обеим дорогам, одинаково (2 вида), в то время как абсолютное обилие на территории вблизи Урайской трассы выше, чем на участках, граничащих с лесовозной дорогой.

В лесном биотопе на территории, прилегающей к дороге с высокой интенсивностью движения, общее число видов и абсолютное обилие ниже, чем на участках вблизи дороги с низкой интенсивностью движения (как в зимнее, так и в летнее время).

Плотность птиц в летнее время (таблица 3) максимальна на участках, прилегающих к лесовозной дороге, в зимнее — на участке открытого пространства вблизи Урайской трассы и на лесной территории, прилегающей к лесовозной дороге. В летнее время наблюдается четкая тенденция к увеличению плотности птиц с уменьшением антропогенной нагрузки. В зимнее время данная тенденция распространяется на лесной участок.

Если сравнить между собой открытые участки и лес, то можно заметить, что видовое разнообразие, абсолютное обилие и плотность птиц выше в лесу (как в зимний сезон, так и в летний). Существует прямая связь численности и разнообразия населения птиц с густотой и со сложностью ярусной структуры растительности [6]. Именно для лесных участков характерна такая структура растительности.

Из большого числа видов в сообществах птиц лишь немногие бывают доминантами, т. е. характеризуются наибольшей величиной относительного обилия в конкретном сообществе [12].

В летнее время абсолютным доминантом по численности на лесном участке на дороге с высокой интенсивностью движения является пеночка-теньковка (20%), субдоминантами выступают зяблик (13,9%), длиннохвостая синица (10,8%), серая мухоловка (10,8%); на дороге с низкой интенсивностью движения доминирующим видом также является пеночка-теньковка (22,7%), субдоминирующими — зяблик (14%), буроголовая гаичка (13,3%), ворон (12%). В открытом биотопе на дороге с высокой интенсивностью движения в качестве доминантов выступают чиж (26,1%), пеночка-теньковка (19,1%), серая мухоловка (19%); на дороге с низкой интенсивностью движения явным доминантом является чиж (56,9%), также доминирует пеночка-теньковка (20,8%), субдоминирует — сорока (11,1%).

Таблица 2

Table 2

Показатели сообществ птиц на участках с разной интенсивностью движения в разных биотопах

Indices of bird communities in the areas with different traffic intensity in different biotopes

Сезоны	Участки		Общее число видов, шт.	Абсолютное обилие, экз.	Плотность, экз./га
Лето	Откр. пр-во	УТ	12	54	13,5
		ЛД	7	73	18,25
	Лес	УТ	16	65	16,25
		ЛД	18	76	19
	Всего		34	268	67
Зима	Откр. пр-во	УТ	2	9	4,25
		ЛД	2	6	1,5
	Лес	УТ	3	4	1
		ЛД	6	25	6,25
	Всего		7	44	13
Всего			34	312	70

Таблица 3

Плотность птиц исследуемых территорий (летний полевой сезон)

Table 3

The density of birds in the studied areas (summer field season)

Участки		Расстояние от дороги, м	Относительное обилие, экз./га
Откр. пр-во	УТ	20	11
		120	0,5
		220	9,5
	ЛД	20	6
		120	15,5
		220	15
Лес	УТ	20	13
		120	10,5
		220	9,5
	ЛД	20	12,5
		120	12
		220	14

В зимний сезон доминантов и субдоминантов выделить достаточно сложно из-за сравнительно небольшого видового разнообразия и низкой численности зимующих в данном регионе птиц.

Когда структура сообщества птиц характеризуется просто числом входящих в него видов, часто полностью игнорируются количественные отношения между конкретными видами. При этом, естественно, утрачивается информация об обилии как малочисленных, так и, наоборот, многочисленных видов [12]. Поэтому в нашей работе для оценки видового разнообразия мы использовали не только абсолютные или относительные показатели обилия, но и пять широкоупотребляемых в экологии индексов. Это индекс видового богатства (R) (или плотность видов), индекс видового разнообразия Шеннона (H), индекс видового разнообразия Симпсона (D), индекс доминирования Симпсона (C) и индекс выравненности Пиелу (E) [12].

На участках открытого пространства, а также лесного массива наибольшие значения индексов видового разнообразия отмечены на дороге с низкой интенсивностью движения (таблица 4).

Очевидно, это связано с тем, что территория, прилегающая к дороге с низкой интенсивностью движения, менее подвержена антропогенной трансформации. На участках открытого биотопа индекс видового богатства больше на

дороге с высокой интенсивностью движения; индекс доминирования Симпсона уменьшается от дороги с высокой интенсивностью движения ($0,53 \pm 0,23$) до дороги с низкой интенсивностью ($0,41 \pm 0,05$), что может говорить о большем количестве обычных видов на территории, прилегающей к Урайской трассе; индекс выравненности Пиелу имеет меньшее значение на дороге с низкой интенсивностью движения (лесовозная дорога). Чем меньше значение индекса выравненности Пиелу, тем ярче доминирование одного или двух видов (в данном случае пеночки-теньковки и чижа).

Таблица 4

Table 4

Показатели видового разнообразия сообществ птиц открытого пространства (летний полевой сезон)

Indices of species diversity of open space bird communities (summer field season)

Показатели	Открытое пространство		Лесной участок	
	Дорога с высокой интенсивн. движения	Дорога с низкой интенсивн. движения	Дорога с высокой интенсивн. движения	Дорога с низкой интенсивн. движения
	X ± m			
Индекс видового богатства (R)	2,77 ± 1,51	2,63 ± 0,43	6,47 ± 0,17	7,07 ± 1,01
Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	0,99 ± 0,50	1,13 ± 0,15	2,00 ± 0,03	2,10 ± 0,13
Индекс видового разнообразия Симпсона (D)	0,47 ± 0,23	0,59 ± 0,05	0,83 ± 0,01	0,84 ± 0,02
Индекс доминирования Симпсона (C)	0,53 ± 0,23	0,41 ± 0,05	0,17 ± 0,01	0,16 ± 0,02
Индекс выравненности Пиелу (E)	0,87 ± 0,06	0,75 ± 0,02	0,88 ± 0,01	0,89 ± 0,01
Упругая устойчивость системы (UU)	2,02 ± 0,97	1,78 ± 0,37	5,71 ± 0,17	6,03 ± 0,45
Резистентная устойчивость системы (UR)	0,96 ± 0,49	1,56 ± 0,07	1,32 ± 0,01	1,31 ± 0,07
Общая устойчивость системы (U)	2,98 ± 1,44	3,35 ± 0,35	7,04 ± 0,16	7,35 ± 0,38

Примечание: достоверных различий между дорогами не обнаружено.

Note: there were no significant differences between the roads.

В зимнее время в открытом биотопе индексы видового разнообразия на дорогах с различной интенсивностью движения совпадают. Вероятно, это связано с малым объемом выборки вследствие того, что лишь небольшое число видов открытого пространства обитают на данной территории круглый год. На лесном участке наблюдается увеличение всех индексов от дороги с высокой интенсивностью движения до дороги с низкой (таблица 5).

Если рассматривать значение индексов видового разнообразия в открытом и в лесном биотопе на разном расстоянии от дороги (с низкой интенсивностью движения) (таблицы 6 и 7), то индекс видового богатства, индексы видового разнообразия, так же как и плотность, увеличиваются по мере удаления от дороги.

В зимний сезон данную тенденцию мы не рассматривали, т. к. на некоторых участках исследования нами не было встречено ни одной особи.

Характеристики сообщества птиц, которые мы привели выше, были дополнены показателями устойчивости (упругой, резистентной и общей) систем, которые основаны на индексах видового разнообразия Симпсона, видового богатства и ряде других. При этом устойчивость мы понимаем как способность системы возвращаться в исходное состояние после действия силы, меняющей ее состояние. Общая устойчивость системы (сообщества) складывается из ее способности возвращаться в начальное состояние после снятия действия внешних сил (упругая устойчивость), а также из способности сопротивляться этой внешней силе, которая пытается изменить состояние природной системы от исходного (резистентная устойчивость) [4].

Из полученных нами результатов следует, что наибольшей устойчивостью отличаются участки, прилегающие к дороге с низкой интенсивностью движения, испытывающие меньшую антропогенную нагрузку.

Для установления количественной зависимости между значениями общей устойчивости системы и расстоянием от дороги был применен корреляционно-регрессионный анализ. В ходе корреляционного анализа получены коэффициенты корреляции, свидетельствующие о наличии линейных связей между значениями общей устойчивости системы и расстоянием от дороги. Достоверность полученных нами коэффициентов корреляции проверена при помощи критерия Стьюдента, и лишь в одном случае (участок открытого пространства на дороге с низкой интенсивностью движения) признана достоверной. Близость полученного в данном случае коэффициента корреляции к единице ($r = 0,97 \pm 0,24$) свидетельствует о наличии сильной положительной связи между значениями общей устойчивости системы и расстоянием от дороги: чем дальше от дороги находится система, тем большей устойчивостью она обладает. Таким образом, можно сделать вывод, что с ростом степени антропогенной нагрузки наблюдается тенденция к снижению общей устойчивости системы.

Получено уравнение регрессии, описывающее изменение значений индекса общей устойчивости открытого биотопа в зависимости от расстояния от дороги с низкой интенсивностью движения:

$$Y = 2,654 + 0,006 \cdot x.$$

Таблица 5

Показатели видового разнообразия сообществ птиц лесных местообитаний (зимний полевой сезон)

Table 5

Indices of species diversity of forest bird communities (winter field season)

Показатели	Открытое пространство		Лесной участок	
	Дорога с высокой интенсивн. движения	Дорога с низкой интенсивн. движения	Дорога с высокой интенсивн. движения	Дорога с низкой интенсивн. движения
	X ± m			
Индекс видового богатства (R)	1,11 ± 1,11	1,11 ± 1,11	0,70 ± 0,70	0,99 ± 0,99
Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	0,23 ± 0,23	0,23 ± 0,23	0,21 ± 0,21	0,99 ± 0,99
Индекс видового разнообразия Симпсона (D)	0,17 ± 0,17	0,17 ± 0,17	0,15 ± 0,15	0,25 ± 0,25
Индекс доминирования Симпсона (C)	0,83 ± 0,17	0,83 ± 0,17	0,52 ± 0,29	0,75 ± 0,25
Индекс выровненности Пиелу (E)	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	0,64 ± 0,32	0,98 ± 0,02
Упругая устойчивость системы (UU)	0,43 ± 0,34	0,43 ± 0,34	0,30 ± 0,26	1,40 ± 1,31
Резистентная устойчивость системы (UR)	0,38 ± 0,38	0,37 ± 0,37	0,45 ± 0,45	0,61 ± 0,61
Общая устойчивость системы (U)	0,80 ± 0,71	0,80 ± 0,71	0,75 ± 0,71	2,01 ± 1,92

Примечание: достоверных различий между дорогами не обнаружено.

Note: there were no significant differences between the roads.

Анализ уравнения регрессии позволяет сделать вывод о том, что общая устойчивость сообщества птиц на расстоянии 20 м от дороги (опушка) имеет минимальные значения, с увеличением расстояния от источника шумового загрязнения она возрастает. Вероятно, это объясняется постепенным рассеянием и поглощением звука в воздухе.

Таблица 6

Значение индексов видового разнообразия для открытого пространства на дорогах с разной интенсивностью движения (летний полевой сезон)

Table 6

The indices of species diversity for open space on roads with different traffic intensity (summer field season)

Показатели	Дорога с высокой интенсивн. движения			Дорога с низкой интенсивн. движения		
	Расстояние от дороги, м					
	20	120	220	20	120	220
Индекс видового богатства (R)	5,21	0,00	3,12	1,85	3,34	2,70
Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	1,64	0,00	1,33	0,82	1,31	1,25
Индекс видового разнообразия Симпсона (D)	0,71	0,00	0,69	0,49	0,63	0,64
Индекс доминирования Симпсона (C)	0,29	1,00	0,31	0,51	0,37	0,36
Индекс выравнивания Пиелу (E)	0,79	1,00	0,83	0,75	0,73	0,78
Упругая устойчивость системы (UU)	3,13	0,09	2,83	1,04	2,10	2,21
Резистентная устойчивость системы (UR)	1,25	0,00	1,62	1,63	1,42	1,64
Общая устойчивость системы (U)	4,39	0,09	4,45	2,68	3,52	3,85

Для того чтобы определить, какой из двух факторов (фактор интенсивности движения или фактор расстояния от дороги) или, может, их совместное влияние в наибольшей степени воздействует на сообщества птиц, нами был проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Было установлено, что ведущим является фактор расстояния от дороги: сила влияния этого фактора на другие показатели, такие как индекс видового разнообразия, индекс доминирования Симпсона, индекс выравнивания Пиелу и показатель резистентной устойчивости, составляет от 10 до 15% (таблица 8). Таким образом, если сравнивать каждую дорогу в отдельности, то на дороге с низкой интенсивностью движения (для данной дороги нами была получена статистически достоверная связь между показателем общей устойчивости системы и расстояния от дороги) наблюдается увеличение плотности птиц по мере удаления от дороги.

Таблица 7

Значение индексов видового разнообразия для лесного участка на дорогах с разной интенсивностью движения (летний полевой сезон)

Table 7

The indices of species diversity for the forest area on roads with different traffic intensity (summer field season)

Показатели	Дорога с высокой интенсивн. движения			Дорога с низкой интенсивн. движения		
	Расстояние от дороги, м					
	20	120	220	20	120	220
Индекс видового богатства (R)	6,35	6,80	6,25	7,86	5,07	8,28
Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	1,97	2,06	1,96	2,20	1,85	2,26
Индекс видового разнообразия Симпсона (D)	0,82	0,84	0,83	0,85	0,81	0,86
Индекс доминирования Симпсона (C)	0,18	0,16	0,17	0,15	0,19	0,14
Индекс выравненности Пиелу (E)	0,86	0,90	0,89	0,89	0,89	0,88
Упругая устойчивость системы (U)	5,43	6,00	5,71	6,31	5,16	6,63
Резистентная устойчивость системы (UR)	1,32	1,31	1,34	1,25	1,45	1,24
Общая устойчивость системы (U)	6,75	7,31	7,05	7,56	6,61	7,87

В то же время из таблицы 8 видно, что на показатели видового разнообразия наибольшее влияние оказывает фактор расстояния от дороги, и лишь на два показателя (индекс выравненности Пиелу и резистентную устойчивость системы) — совместное влияние обоих факторов.

Интенсивность движения на сообщества птиц влияет слабо, что, вероятно, связано с низкой интенсивностью движения на исследуемых дорогах, и шум, производимый автотранспортом, воздействует на исследуемые биогеоценозы в незначительной степени. Сила влияния шума ощущается лишь на небольшом расстоянии от его источника.

Таблица 8

Влияние фактора интенсивности движения и фактора расстояния от дороги на характеристики видового разнообразия сообществ птиц исследуемых территорий

Table 8

Influence of the traffic intensity and distance from the road on the species diversity of bird communities of the studied territories

Показатели	Влияние фактора, %		Совместное влияние факторов А и В
	Расстояние от дороги (А)	Интенсивность движения (В)	
Индекс видового богатства (R)	6,9	0,1	0,2
Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	5,4	0,6	1,0
Индекс видового разнообразия Симпсона (D)	10,1	0,7	3,0
Индекс доминирования Симпсона (C)	13,9	0,1	2,9
Индекс выравненности Пиеллу (E)	12,1	1,9	10,1
Упругая устойчивость системы (UU)	2,7	0,4	0,5
Резистентная устойчивость системы (UR)	15,1	1,9	8,0
Общая устойчивость системы (U)	5,1	0,7	1,5

Заключение

Таким образом, исследования показали, что на открытом пространстве уровень шума имеет более высокие значения, чем в лесном биоценозе, и это связано с отсутствием защитной полосы в виде деревьев и кустарников, обладающих шумоизолирующими свойствами. Однако в зимний сезон уровень интенсивности звука, создаваемого автотранспортом, на открытом пространстве и на лесном участке практически равны. Существует прямая связь численности и разнообразия населения птиц с густотой и со сложностью ярусной структуры растительности. Именно для лесных участков характерна наиболее сложная структура растительности.

На участках открытого пространства, а также лесного массива наибольшие значения индексов видового разнообразия сообществ птиц отмечены на дороге

с низкой интенсивностью движения. Индекс видового богатства, индексы видового разнообразия, так же как и плотность, увеличиваются по мере удаления от дороги. Наибольшей устойчивостью отличаются сообщества птиц участков, прилегающих к дороге с низкой интенсивностью движения и испытывающих меньшую антропогенную нагрузку.

На показатели видового разнообразия сообществ птиц наибольшее влияние оказывает фактор расстояния от дороги, и лишь на два показателя (индекс выравненности Пиелу и резистентную устойчивость системы) — совместное влияние факторов расстояния от дороги и интенсивности движения автотранспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адам А. М. Влияние дорог на фауну птиц / А. М. Адам // Проблемы охраны природы Западной Сибири: сборник статей. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 1980. С. 78-82.
2. Бельский Е. А. Реакции населения птиц южной тайги Среднего Урала на техногенное загрязнение среды обитания / Е. А. Бельский, А. Г. Ляхов // Экология. 2003. № 3. С. 200-207.
3. Владышевский Д. В. Птицы в антропогенном ландшафте: монография / Д. В. Владышевский. Новосибирск: Наука, 1975. 199 с.
4. Гашев С. Н. STATAN-2011: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2011615336 от 7 июля 2011 г.
5. Голубев И. Р. Окружающая среда и ее охрана: учеб. пособие / И. Р. Голубев, Ю. В. Новиков. М.: Просвещение, 1985. 192 с.
6. Захаров В. Д. Биоразнообразие населения птиц наземных местообитаний Южного Урала: монография / В. Д. Захаров. Миасс: Ильменский государственный заповедник им. В. И. Ленина Уральского отделения РАН, 1998. 158 с.
7. Корчагин В. А. Экологические аспекты автомобильного транспорта: учеб. пособие / В. А. Корчагин, Ю. А. Филоненко. М.: Международный независимый эколого-политологический университет, 1997. 100 с.
8. Кузякин А. П. Метод учета птиц в лесу для зоогеографических целей / А. П. Кузякин, Э. В. Рогачева, Т. В. Ермолаева // Ученые записки Московского областного педагогического института им. Н. К. Крупской. Труды кафедры зоологии. 1958. Том 65. Выпуск 3. С. 99-101.
9. Малов Р. В. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды / Р. В. Малов, В. И. Ерохов и др. М.: Транспорт, 1982. 200 с.
10. Наумов Р. Л. Методика абсолютного учета птиц в гнездовой период на ландшафтах / Р. Л. Наумов // Зоологический журнал. 1965. Том 44. № 1. С. 81-92.
11. Наумов Р. Л. Опыт абсолютного учета лесных певчих птиц в гнездовой период // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: Академия наук СССР, 1963. С. 137-147.
12. Одум Ю. Экология: в 2 томах / Ю. Одум. М.: Мир, 1986. Том 2. 376 с.

13. Реймерс Н. Ф. О некоторых особенностях количественного учета птиц и мелких млекопитающих в условиях горной тайги юга Средней Сибири / Н. Ф. Реймерс // Зоологический журнал. 1958. Том 37. Выпуск 8. С. 1214-1222.
14. Степанова Е. А. Оценка внутрижилищной акустической среды обитания человека (на примере урбоэкосистемы города Омска): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. А. Степанова. Омск: Омский государственный педагогический университет, 2004. 20 с.
15. Федорова А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. Воронеж: Воронежский государственный университет, 1997. 304 с.

Sergey N. GASHEV¹
Irina A. STATSENKO²

UDC 591:597/599

**INFLUENCE OF THE MOTOR TRANSPORT'S NOISE
ON BIRD COMMUNITIES IN THE MIDDLE TAIGA
OF WESTERN SIBERIA**

¹ Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Department of Zoology and Evolutionary Ecology of Animals, University of Tyumen
gsn-61@mail.ru

² Student, Institute of Biology, University of Tyumen
statsenko83@yandex.ru

Abstract

This article studies the influence of the motor transport noise on bird communities of different biotopes in an average taiga of Western Siberia. The authors show that the noise level is higher on open sites, compared to a forest biocenosis. However, during winter, the intensity level evens in open space and forest. There is a direct link between the number and variety of the birds' population and the density and complexity of vegetation's level structure. Both in open spaces and forests, the greatest indices of birds' species diversity are noted on the road with low intensity of movement. The indices of species richness, diversity, also as well as density increase farther from the road. The bird communities living in the sites next to the road with low movement have the greatest stability. The distance from the road has the greatest influence over the indices of species diversity of bird communities, while the combined impact of distance from the road and intensity of traffic — only on two indices: Pielu's uniformity index and the system's resistant stability.

Keywords

Communities of birds, noise, motor transport, stability, middle taiga.

Citation: Gashev S. N., Statsenko I. A. 2019. "Influence of the motor transport's noise on bird communities in the middle taiga of Western Siberia". Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 5, no 1, pp. 56-73.
DOI: 10.21684/2411-7927-2019-5-1-56-73

DOI: 10.21684/2411-7927-2019-5-1-56-73**REFERENCES**

1. Adam A. M. 1980. "Influence of roads on the bird fauna". In: Problems of nature conservation in Western Siberia, pp. 78-82. Tomsk: Tomsk State University Publishing House. [In Russian]
2. Belsky E. A., Lyakhov A. G. 2003. "Reactions of the bird population of the southern taiga of the Middle Urals to man-made pollution of the environment". *Ekologiya*, no 3, pp. 200-207. [In Russian]
3. Vladyshevsky D. V. 1975. *Birds in Anthropogenic Landscape*. Novosibirsk: Nauka. [In Russian]
4. Gashev S. N. 2011. STATAN-2011: certificate of computer program registration No 2011615336 of 7 July. [In Russian]
5. Golubev I. R., Novikov Yu. V. 1985. *Textbook in Environment and Its Protection*. Moscow: Prosveshchnie. [In Russian]
6. Zakharov V. D. 1998. *Biodiversity of the Bird Population of Terrestrial Habitats of the Southern Urals*. Miass: Ilmenskiy gosudarstvennyy zapovednik im. V. I. Lenina Uralskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk. [In Russian]
7. Korchagin V. A., Filonenko Yu. A. 1997. *Ecological Aspects of Automobile Transport*. Moscow: International Independent Ecological and Political Science University. [In Russian]
8. Kuzyakin A. P., Rogacheva E. V., Ermolaeva T. V. 1958. "Method of counting birds in the forest for zoogeographic purposes". *Uchenyye zapiski Moskovskogo oblastnogo pedagogicheskogo instituta im. N. K. Krupskoy. Trudy kafedry zoologii*, vol. 65, no 3, pp. 99-101. [In Russian]
9. Malov R. V., Erokhov V. I. et al. 1982. *Automobile Transport and Environmental Protection*. Moscow: Transport. [In Russian]
10. Naumov R. L. 1965. "Methodology for the absolute accounting of birds in the nesting period on landscapes". *Zoologicheskiy zhurnal*, vol. 44, no 1, pp. 81-92. [In Russian]
11. Naumov R. L. 1963. "Experience of absolute accounting of forest songbirds in the nesting period". In: *Organization and methods of recording birds and harmful rodents*, pp. 137-147. Moscow: Academy of Sciences of the USSR. [In Russian]
12. Odum Yu. 1986. *Ecology in 2 vols. Vol. 2*. Moscow: Mir. [In Russian]
13. Reimers N. F. 1958. "On some features of the quantitative accounting of birds and small mammals in the conditions of the mountain taiga of the south of Central Siberia". *Zoologicheskiy zhurnal*, vol. 37, no 8, pp. 1214-1222. [In Russian]
14. Stepanova E. A. 2004. "Assessment of the Intra-Housing Acoustic Human Habitat (the case of the urban ecosystem of the city of Omsk)". *Cand. Sci. (Biol.) diss. abstract*. Omsk: Omsk State Pedagogical University. [In Russian]
15. Fedorova A. I., Nikolskaya A. N. 1997. *Workshop on Ecology and Environmental Protection*. Voronezh: Voronezh State University. [In Russian]