

На правах рукописи



Еремеев Евгений Алексеевич

**ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ СЕМЕЙСТВА SILPHIDAE (COLEOPTERA)
АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЛТАЯ**

03.02.04 – Зоология

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Томск – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина» на кафедре биологии.

Научный руководитель: доктор биологических наук, доцент
Псарев Александр Михайлович

Официальные оппоненты:

Михайлов Юрий Евгеньевич, доктор биологических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра экологии, природопользования и защиты леса, заведующий кафедрой

Чернышёв Сергей Эдуардович, кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория филогении и фауногенеза, ведущий научный сотрудник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»

Защита диссертации состоится 18 мая 2017 г. в 16 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.267.09, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (главный корпус ТГУ, аудитория 224).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке и на официальном сайте федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» www.tsu.ru.

Материалы по защите диссертации размещены на официальном сайте ТГУ: <http://www.ams.tsu.ru/TSU/QualificationDep/co-searchers.nsf/newpublicationn/EremeevEA18052017.html>

Автореферат разослан «__» марта 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук,
профессор

 Середина Валентина Петровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Некробионтные жесткокрылые являются одной из важнейших экологических групп в природе, в которую входит значительное количество семейств. Эти организмы являются деструкторами, разлагающими мертвую органику до более простых неорганических компонентов, тем самым возвращая химические элементы в биосферу (Одум, 1986). Одним из ключевых семейств этой группы насекомых является семейство Silphidae, выполняющее ряд важных функций в природе (Wilson, Knollenberg, 1984; Копысова, Кулеш, 2007). Помимо характерной для всех некробионтных жесткокрылых функции уничтожения мертвой органики, они также участвуют в регуляции численности мух и их личинок (хищничество имаго жуков-мертвоедов), которые развиваются на трупах (Еремеев, Плюта, 2010). Важность подробного изучения этой группы насекомых (экология, последствия антропогенной деятельности) обусловлена ее ролью в экосистемах – сохранение экологического равновесия (Бережнова, Цуриков, 2013). Отличительная черта представителей семейства Silphidae и некробионтных жесткокрылых в целом – обитание в микробиотопах, формирующихся на базе отдельных порций мертвой органики (так называемого субстрата).

В настоящее время активно происходят процессы разрастания городов (урбанизация), усиление человеческого прессинга на окружающую среду, рост уровня потребления, а, следовательно, и увеличения количества ландшафтов, которые подверглись той или иной степени антропогенной трансформации (Максаковский, 2008). Все процессы, протекающие в таких ландшафтах, имеют разную степень отличия от аналогичных процессов, происходящих на нетронутых человеком участках естественной среды (Мильков, 1973).

Многие территории северо-восточной части Алтая подвергаются значительному антропогенному прессингу, так как здесь сосредоточено большое число промышленных предприятий и единиц автотранспорта, а обширные территории покрыты плотной жилой застройкой (Дзагоева и др., 1999).

Жесткокрылые семейства Silphidae чувствительны к антропогенным воздействиям, что позволяет использовать их в качестве достаточно перспективных объектов биоиндикации (Гонгальский и др., 2002; Пушкин, 2009, 2014). Однако, несомненно, требуется более детальное изучение этого вопроса и разработка методик биоиндикации с использованием представителей семейства Silphidae (Сигида, Пушкин, 2001). Кроме того, изучение региональных особенностей фауны некробионтных жесткокрылых, их ландшафтное распределение, помогает пониманию многих процессов, протекающих в экосистемах, в том числе и фауногенеза территорий.

Несмотря на то, что жесткокрылые семейства Silphidae имеют большое значение в природе, сведения об их фауне и экологии на Алтае крайне скудны, и носят фрагментарный характер. Практически неизвестно влияние антропоген-

но-трансформированных ландшафтов на видовой состав жуков-мертвоедов и их биотопическую приуроченность.

Целью настоящей работы является выявление видового разнообразия и изучение экологии жесткокрылых семейства Silphidae на территории северо-восточной части Алтая, подвергающейся антропогенному воздействию различной природы.

Исходя из цели, были поставлены следующие **задачи**:

1. Выявить фауну жуков-мертвоедов северо-восточной части Алтая;
2. Провести ареалогический анализ населения жесткокрылых семейства Silphidae исследуемой территории;
3. Изучить трофические предпочтения и биотопическое распределение жесткокрылых семейства Silphidae в северо-восточной части Алтая;
4. Оценить последствия антропогенного влияния на фауну жесткокрылых семейства Silphidae.

Научная новизна. Впервые проведена оценка видового разнообразия жесткокрылых семейства Silphidae на урбанизированной территории северо-восточной части Алтая. Составлен аннотированный список 17 выявленных видов, в котором приведены данные по биологии, экологии и распространению жуков-мертвоедов. Впервые на территории Сибири проведен анализ степени аттрактивности 2 типов субстрата (мортмассы пойкилотермных и гомойотермных организмов) для различных видов жуков-мертвоедов и их предпочтения к типам субстрата в различных биотопах. Выявлены особенности биотопического размещения жесткокрылых семейства Silphidae и их разделение на биотопические группы. Установлена группа видов, наиболее толерантных к антропогенной нагрузке. Обнаружено, что умеренная степень человеческого воздействия оказывает положительное влияние на жуков-мертвоедов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выполненная работа представляет собой определенный вклад в изучение биологического разнообразия и экологии некробионтов Сибири. Полученные результаты могут служить основой для экологического и биоценотического мониторинга в условиях антропогенно-трансформированных ландшафтов. Собранные данные по биотопическому распределению и трофическим предпочтениям могут оказать помощь в проведении исследований в области судебной энтомологии. Информация, полученная в ходе выполнения диссертационной работы, используется при чтении курсов «Зоология беспозвоночных», «Общая экология» и «Полевая практика по зоологии» в АГГПУ им. В.М. Шукшина.

Методология и методы исследования. Основные методологические подходы данного диссертационного исследования – изучение локального биоразнообразия как части биосферы и ее роли в саморегуляции экосистем. Были использованы традиционные методы энтомологических исследований – сбор насекомых с применением ручного отлова и специально сконструированных

ловушек, количественный учет, анализ трофических связей. Обработка результатов проводилась с использованием методов статистического анализа.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Население жесткокрылых семейства Silphidae северо-восточной части Алтая характеризуется значительным видовым разнообразием, которое имеет особенности в различных биотопах и ориентировано, в первую очередь, на мортмассу гомеотермных организмов.

2. В ландшафтах, подвергшихся умеренной степени антропогенной трансформации (наличие свалок пищевых отходов), видовое и численное обилие жесткокрылых семейства Silphidae увеличивается, а в ландшафтах с высокой степенью антропогенной трансформации (плотная застройка, отсутствие достаточной кормовой базы) уменьшается.

Связь работы с научно-исследовательскими темами. Значительный объем диссертационного исследования был выполнен в рамках аналитических ведомственных целевых программ: «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 годы)» – тема 1.1.08: «Изучение видовой структуры и функциональной значимости жесткокрылых в составе герпетобия различных ландшафтов» и проект № 2.1.1/4334 «Изучение состава и функциональной значимости основных таксоценов жесткокрылых в структуре копро- и некробиотических сообществ (сравнительный аспект)». Также в рамках проекта «Изучение закономерностей трансформации видового состава и организационной структуры таксоценов членистоногих в ландшафтно-зональном аспекте (2013 г.)» и в рамках гранта РФФИ № 14-04-98003 «Изучение таксономического и структурного разнообразия сапрофильного комплекса жесткокрылых особо охраняемых территорий Алтайского края с разной степенью рекреационной нагрузки (2013 г.)».

Апробация работы. Высокая степень достоверности результатов исследования определяется применением адекватных и разнообразных методов исследования, значительным объемом материала, собранного в течение 5 лет работы. Результаты исследований были представлены на IX российско-монгольской конференции (Бийск, 2010), на VIII межрегиональном совещании энтомологов Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, 2010), на XV международной конференции «Экология России и сопредельных территорий (Новосибирск, 2010), на X российско-монгольской конференции (Бийск, 2011), на III Всероссийской школе-семинаре с международным участием (Томск, 2011), на VIII международной конференции «Доклады научных идей – 2012» (Прага, 2012), на XII российско-монгольской конференции (Бийск, 2013), на международной конференции «Стратегии развития современной науки» (Йелм, 2013), на I международной научной конференции «Прикладные науки и технологии в Соединенных Штатах и Европе: основные проблемы и научные находки» (Нью-Йорк, 2013), на IV Международной конференции: «Концептуальные и прикладные аспекты научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных» (Томск, 2015).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, из них 3 статьи в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Общий объем диссертации (без приложений) составляет 163 страницы машинописного текста, содержит 51 рисунок, 11 таблиц и состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и 4 приложений. Список литературы содержит 167 источников, из которых 83 – на иностранном языке.

Благодарности. За всестороннее содействие, ценные советы и критические замечания по работе автор благодарен и выражает глубокую признательность научному руководителю, д.б.н. А.М. Псареву (АГГПУ, Бийск).

Также автор выражает искреннюю благодарность к.б.н. В.К. Зинченко (ИСиЭЖ, Новосибирск), д.б.н. В.Н. Романенко (ТГУ, Томск), д.б.н. Н.И. Еремевой (КемГУ, Кемерово), к.б.н. М.В. Щербакову (ТГУ, Томск), д.б.н. Л.А. Комаровой (АГГПУ, Бийск), а также всем лицам, оказавшим содействие в процессе работы над диссертацией.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ СЕМЕЙСТВА SILPHIDAE

Литературный обзор освещает историю изучения семейства Silphidae с середины XVIII века и до настоящего времени. Затронуты проблемы описания видов, систематики, состояния изученности фауны по регионам планеты, на постсоветском пространстве, на исследуемой территории, экологии и практического значения (применение в качестве объектов биоиндикации, в судебной энтомологии и как возможные вредители сельского хозяйства).

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЛТАЯ

В главе приводится описание географического положения, рельефа, геологического строения, гидрологии, климата, типов почв и растительности исследуемой территории.

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И РАЙОНЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Материалы и методы исследований

Исследование проводили в течение 5 лет, с 2009 по 2013 годы, в ходе которого на территории города Бийска и его окрестностей, расположенной в северо-восточной части Алтая нами было собрано 6 638 экземпляров некробионтных жесткокрылых из которых 2 717 экземпляров принадлежат 6 родам и 17 видам семейства Silphidae. Для сбора жесткокрылых использовали ловушку, предложенную В.К. Зинченко (2007) и ловушку в виде усеченной пирамиды (Кашеев и др., 1997). Конструкция ловушки не предполагает контакта приманки с некро-

фагами, поэтому там протекают только процессы бактериального гниения, что обеспечивает длительную сохранность субстрата. Приманка, помещаемая в ловушки, была одинакового веса. При проведении исследования, было установлено 170 ловушек, общее время работы которых составляет 17 000 ловушко-суток.

Математическая обработка материала производилась при помощи приложения *Microsoft Office Excel 2010*.

Ареалогический анализ выполнен с выделением 4 широтных (Сергеев, 1986): суббореальная, бореальная, субаридная, полизональная и 5 долготных групп (Емельянов, 1974): голарктическая, транспалеарктическая, центрально-палеарктическая, западно-палеарктическая, восточно-палеарктическая.

При вычислении индекса доминирования и выделении классов обилия использовалась логарифмическая шкала (Песенко, 1972, 1982). Оценка богатства видового состава проводилась с вычислением индекса видового богатства Маргалефа (Песенко, 1982; Мэгарран, 1992). Для установления степени фаунистического сходства различных биотопов и пунктов с установленными ловушками применялись коэффициенты Жаккара (Jaccard, 1901) и Серенсена (Sørensen, 1948).

3.2. Районы исследований

В разделе приводится комплексное описание исследуемых географических точек (координаты определялись при помощи программы *Google Earth Pro*).

Ловушки на исследуемой территории были установлены в 23 точках в 5 выделенных нами биотопах: в Амуро-Орловском лесу (хвойный лес) – 3 точки, на Бийско-Чумышской возвышенности (лесополосы из лиственных пород деревьев, луга и остепненные луга, залежи) – 6 точек, в промышленной зоне города (сосновый лес со значительным количеством лиственных пород деревьев) – 3 точки, на островах на реке Бия в черте города (луга, лиственные леса и кустарники) – 5 точек, на V-й террасе реки Бия в районе поселка Боровой (пойменные леса и кустарники у основания террасы, ближе к вершине – сообщества ксерофитов) – 3 точки. Также ловушки были установлены в 3 точках в центре города, террасированном склоне и овраге. Все исследованные биотопы в разной степени были подвержены антропогенному влиянию.

ГЛАВА 4. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ СЕМЕЙСТВА SILPHIDAE СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЛТАЯ

4.1. Краткая характеристика жесткокрылых семейства Silphidae

Дается морфологическая характеристика, а также описывается образ жизни и особенности экологии жуков-мертвоедов (Крыжановский, 1965; Крыжановский, Мамаев, 1984; Николаев, Козьминых, 2002).

4.2. Аннотированный список видов

В ходе исследования, проведенного на территории северо-восточной части Алтая, удалось выявить 17 видов, распределяющихся по 6 родам, представляющих 2 подсемейства жесткокрылых семейства Silphidae (табл. 1).

Наиболее разнообразен род *Nicrophorus*, единственный в подсемействе Nicrophorinae – 9 видов. Значительно менее богато представлены роды подсемейства Silphinae: *Thanatophilus* (3 вида) и *Silpha* (2 вида). Роды *Phosphuga*, *Oiceoptoma* и *Nicrodes* представлены по одному виду каждый. В разделе так же приводится аннотированный список обнаруженных видов жуков-мертвоедов (распространение, биология и экология, собранный материал).

Таблица 1 – Таксономический спектр жесткокрылых семейства Silphidae северо-восточной части Алтая

Семейство	Род	Вид	Количество экземпляров	%
Silphidae	<i>Nicrodes</i>	<i>Nicrodes littoralis</i>	1	0,1
		<i>Silpha</i>	<i>Silpha obscura</i>	110
	<i>Silpha carinata</i>		361	13,3
	<i>Thanatophilus</i>	<i>Thanatophilus latericarinatus</i>	26	1
		<i>Thanatophilus rugosus</i>	79	2,9
		<i>Thanatophilus sinuatus</i>	347	12,8
	<i>Oiceoptoma</i>	<i>Oiceoptoma thoracicum</i>	475	17,5
	<i>Phosphuga</i>	<i>Phosphuga atrata</i>	7	0,3
	<i>Nicrophorus</i>	<i>Nicrophorus morio</i>	9	0,3
		<i>Nicrophorus investigator</i>	87	3,2
		<i>Nicrophorus vespillo</i>	650	23,9
		<i>Nicrophorus vespilloides</i>	190	7
		<i>Nicrophorus fossor</i>	72	2,6
		<i>Nicrophorus vestigator</i>	67	2,5
		<i>Nicrophorus antennatus</i>	25	0,9
		<i>Nicrophorus sepultor</i>	183	6,7
		<i>Nicrophorus interruptus</i>	28	1
Всего	6	17	2717	100

4.3. Ареалогическая структура населения

Ареалогический состав жесткокрылых семейства Silphidae северо-восточной части Алтая по широтной составляющей формируется за счет видов из 3 групп: суббореальной, субаридной и полизональной (табл. 2).

Преобладают виды из суббореальной широтной группы (*Nicrodes littoralis*, *Silpha carinata*, *S. obscura*, *Phosphuga atrata*, *Thanatophilus sinuatus*, *Nicrophorus vespilloides*, *N. vestigator*, *N. sepultor*, *N. interruptus*) – 9 видов, 53,1% от общего количества видов. Суббореальная группа по численному обилию незначительно уступает полизональной (47,6 и 48,5% соответственно).

Полизональная группа представлена 5 видами (*O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. latericarinatus*, *N. investigator*, *N. vespillo*) – 29,5% от общего числа видов. Наименее многочисленной из представленных широтных групп на исследуемой

территории оказалась субаридная группа – 3 вида (*N. morio*, *N. fossor*, *N. antennatus*) – 17,7% от общего числа видов. Также субаридная группа наименее многочисленная в численном обилии – 3,9%.

Таблица 2 – Число видов жуков семейства Silphidae северо-восточной части Алтая и их доля (%) в ареалогических группах

Широтная группа ареалов	Долготная группа ареалов					Всего
	голарктическая	транспалеарктическая	центральнопалеарктическая	западнопалеарктическая	восточнопалеарктическая	
Полизоная	2 (11,8)	2 (11,8)	-	-	1 (5,9)	5 (29,5)
Суббореальная	1 (5,9)	4 (23,6)	1 (5,9)	3 (17,7)	-	9 (53,1)
Субаридная	-	2 (11,8)	-	1 (5,9)	-	3 (17,7)
Всего	3 (17,7)	8 (47,2)	1 (5,9)	4 (23,6)	1 (5,9)	17 (100)

По долготной составляющей, по видовому богатству значительно преобладают транспалеарктические виды (8 видов, 47,2% от общего числа видов): *N. littoralis*, *S. obscura*, *Ph. atrata*, *O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. sinuatus*, *N. morio*, *N. fossor*. В 2 раза по видовому богатству им уступают виды западнопалеарктической группы – 4 вида (*S. carinata*, *N. vestigator*, *N. antennatus*, *N. interruptus*) (23,6% видового богатства семейства Silphidae). На голарктическую группу приходится 3 вида (17,7% от общего числа видов): *N. investigator*, *N. vespillo* и *N. vespilloides*. По 1 виду включают в себя центральнопалеарктический (*N. sepultor*) и восточнопалеарктический ареалогические комплексы (*Th. latericarinatus*) (по 5,9% каждый).

Доминируют по численному обилию также транспалеарктические виды (40,5% от общего числа особей). Доля голарктических видов составляет 34,1%, западнопалеарктических – 17,7%, центральнопалеарктических – 6,7%, а восточнопалеарктических всего 1%.

Структура населения жесткокрылых семейства Silphidae в выделенных биотопах неоднородна. В видовом отношении доминируют суббореальные виды. Так в Амуро-Орловском лесу на них приходится 41,7%, на Бийско-Чумышской возвышенности, в промышленной зоне города и на островах на реке Бия в черте города по 50%, в поселке Боровой – 37,5%.

4.4. Биотопические группы

На основании изучения литературы и опытным путем нами были выделены 3 биотопические группы: лугово-степная, лесная и эвритопная. Лесная группа разделяется на 2 подгруппы по встречаемости видов – одна преимущественно в хвойных (*Necrodes littoralis*, *N. vespilloides*, *N. fossor*), вторая в лиственных лесах (*Ph. atrata*, *N. vestigator*, *N. interruptus* (часто на опушках)). Но *Th. latericarinatus* не показал выраженной преференции к определенному типу лесных биотопов. К лугово-степным видам относится только *N. morio*. В группу эвритопов вошли виды, не проявившие явной приуроченности к конкретным биотопам:

S. carinata, *S. obscura*, *O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. sinuatus*, *N. investigator*, *N. vespillo*, *N. antennatus* и *N. sepultor*.

Анализ данных показал, что по видовому и по численному обилию преобладает эвритоная группа (9 видов, 52,9% от общего количества видов). Следом идут лесная – 41,2% (7 видов) и лугово-степная группы – 5,9% (1 вид). Доли биотопических групп в численном соотношении: эвритоная – 85,3% (2317 экземпляров), лесная – 14,4% (391 экземпляр) и лугово-степная – 0,3% (9 экземпляров).

4.5. Трофические связи

Преференции жесткокрылых определялись к одному из 2 типов приманки – останкам пойкилотермных (рыба) или гомойотермных (мясо млекопитающих) организмов. Местоположение ловушек было различным по экологическим условиям (количество солнечной энергии, степень антропогенной нагрузки, сила ветра, высота, близость к водоемам).

Результаты проведенного исследования, в целом, показали, что 59,7% особей жуков-мертвоедов предпочли ловушки с останками гомойотермных и только 40,3% с останками пойкилотермных организмов.

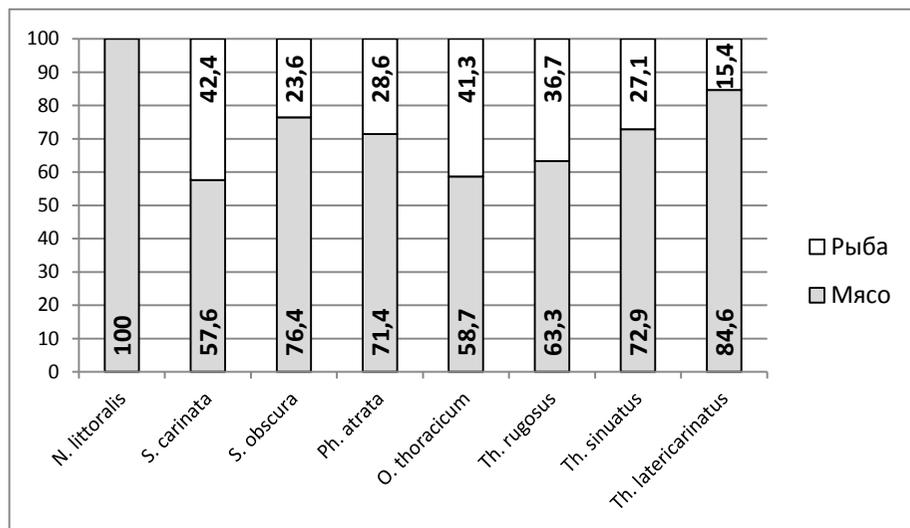


Рисунок 1 – Преференции к различным типам приманки у видов подсемейства Silphinae, %.

Вид *N. littoralis* был обнаружен только на приманке с мясом. Другие представители подсемейства Silphinae не выразили четких предпочтений к типу приманки, однако в ловушках с мясом их было встречено чуть больше. Процентное соотношение пойманных особей на приманку из мортмассы пойкилотермных или гомойотермных организмов, распределяется следующим образом. Виды *S. carinata* (57,6; 42,4%), *O. thoracicum* (58,7; 41,3%), *Th. rugosus* (63,3;

36,7%) встречались примерно в одинаковой пропорции ($\approx 40\%$ на приманке с рыбой). Виды, отдавшие предпочтение гомойотермной приманке в еще большей мере: *Ph. atrata* (71,4; 28,6%), *Th. sinuatus* (72,9; 27,1%), *S. obscura* (76,4; 23,6%). Для *Th. latericarinatus* (84,6; 15,4%) ловушки с мясной приманкой были наиболее аттрактивны. Таким образом, все виды подсемейства Silphinae на исследуемой территории предпочитают останки теплокровных животных, а 4 последних вида имеют ярко выраженную склонность к ним (рис. 1).

В подсемействе Nicrophorinae (рис. 2) виды *N. vespilloides* (32,6; 67,4%) и *N. fossor* (48,6; 51,4%) показали наибольшую склонность к субстрату из разлагающейся рыбы (единственные 2 вида во всем семействе, у которых более чем 50% особей предпочли приманку с рыбой). Менее выражено это проявилось у *N. vespillo* (55,4; 44,6%) (можно сказать, что вид не имеет четкой предпочтения к типу субстрата, как и *N. fossor*). Виды *N. investigator* (63,2; 36,8%), *N. sepultor* (60,2; 38,8%), *N. interruptus* (60,7; 39,3%) предпочли рыбу в $\approx 37\%$ случаев. Для *N. antennatus* (72; 28%), *N. morio* (77,8; 22,2%) и *N. vestigator* (80,6; 19,4%) приманка из гниющей рыбы имела наименьшую степень аттрактивности.

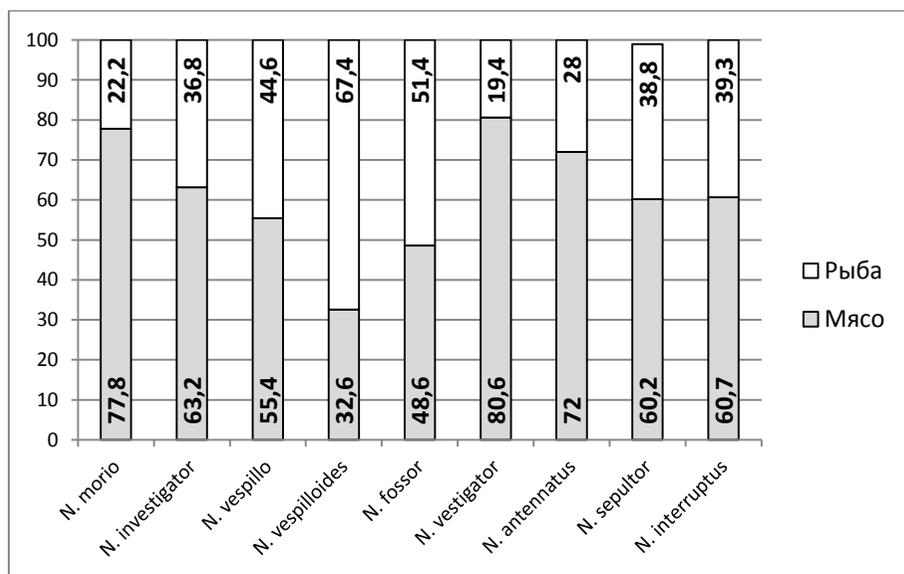


Рисунок 2 – Преференции к различным типам приманки у видов подсемейства Nicrophorinae, %.

В среднем для подсемейства Silphinae доля особей привлеченных мясной приманкой составила 64,2%, рыбной – 35,8%. Для подсемейства Nicrophorinae – 54,9% и 45,1% соответственно.

ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ БИОТОПИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ СЕМЕЙСТВА SILPHIDAE СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЛТАЯ

Анализ биотопического распределения жесткокрылых семейства Silphidae проводился в 5 выделенных биотопах северо-восточной части Алтая: в Амуро-Орловском лесу, на Бийско-Чумышской возвышенности, в сосновом лесу в промышленной зоне города, на островах на реке Бия в городской черте и на склоне V-й террасы реки Бия в районе поселка Боровой.

5.1. Амуро-Орловский лес

На территории Амуро-Орловского леса было собрано 243 экземпляра жуков-мертвоедов (третий по видовому разнообразию и населенности биотоп), которые принадлежат 12 видам (8,9% от общего числа жуков-мертвоедов, собранных во всех обследованных биотопах).

Доминируют суббореальные виды – западно-палеарктический *S. carinata* (37% от общего числа собранных здесь жесткокрылых семейства Silphidae) и транспалеарктический *S. obscura* (15,6%) (в совокупности более половины населения жуков-мертвоедов на данной территории). Основу видового разнообразия формируют субдоминантные виды: *N. investigator* (10,8%), *N. vespillo* (9,1%), *O. thoracicum* (8,2%), *Th. latericarinatus* (6,6%), *N. vespilloides* (3,8%), *Th. sinuatus* (3,7%), *Th. rugosus* (1,6%), *N. antennatus* (1,6%), *N. fossor* (1,2%) (общая доля в сборах – 46,6%). Редкий вид здесь *N. vestigator* (0,8%).

На этой территории отмечено преобладание эвритопных видов (8 видов; 66,7%) над видами лесной группы (4 вида; 33,3%). Виды эвритопной группы преобладают также и в численном отношении (87,6 и 12,4% соответственно).

Две широтные ареалогические группы имеют одинаковое количество видов (по 5 видов; или 41,7%) – суббореальная (*S. carinata*, *S. obscura*, *Th. sinuatus*, *N. vespilloides*, *N. vestigator*) и полizonальная (*O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. latericarinatus*, *N. investigator*, *N. vespillo*). Субаридная группа представлена 2 видами (16,6%) – *N. fossor* и *N. antennatus*. Несмотря на паритет между суббореальной и полizonальной группами по видовому количеству, по численному обилию первая значительно преобладает над второй (60,9 и 36,3% соответственно). Доля видов с субаридным ареалом составляет 2,8%.

По долготной составляющей доминирует транспалеарктическая группа (5 видов, 30,3% численного обилия (*S. obscura*, *O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. sinuatus*, *N. fossor*)). По 3 вида входят в голарктическую (*N. investigator*, *N. vespillo*, *N. vespilloides*) (23,7%) и в западно-палеарктическую (*S. carinata*, *N. vestigator*, *N. antennatus*) (39,4%) группы. Восточно-палеарктическая группа представлена 1 видом – *Th. latericarinatus* (6,6%).

5.2. Бийско-Чумышская возвышенность

На Бийско-Чумышской возвышенности нами было собрано 1316 экземпля-

ров жуков-мертвоедов (первый по видовому разнообразию и населенности биотоп), которые принадлежат 16 видам (48,4% от общего количества жесткокрылых семейства Silphidae, собранных на исследуемой территории).

Доминируют суббореальные виды – западно-палеарктический *S. carinata* (17,4% от общего числа собранных здесь особей), транспалеарктический *Th. sinuatus* (23,5%) и полизональный голарктический *N. vespillo* (20,5%), что в совокупности составляет 61,4% населения жуков-мертвоедов на данной территории. Основу видового состава формируют субдоминантные виды (общая доля 36,1%): *N. sepultor* (12,8%), *Th. rugosus* (5,3%), *N. vestigator* (4,6%), *S. obscura* (4,4%), *N. interruptus* (2,1%), *N. investigator* (2%), *N. fossor* (2%), *O. thoracicum* (1,8%) и *N. antennatus* (1,1%). Редкие виды – *N. vespilloides* (0,8%), *Th. latericarinatus* (0,7%), *N. morio* (0,5%) и *Ph. atrata* (0,5%). Только в этом биотопе обнаружены виды *Ph. atrata* и *N. interruptus*.

Эвритопные виды (9 видов; 56,3%) преобладают над лугово-степными (1 вид; 6,2%) и над лесными (6 видов; 37,5%). Виды эвритопной группы, преобладают также и в численном отношении – 88,8%. На долю лесной группы приходится 10,7%, а на лугово-степные виды всего 0,5%.

По числу видов по широтной составляющей доминируют суббореальные виды (8 видов; 50%) – *S. carinata*, *S. obscura*, *Ph. atrata*, *Th. sinuatus*, *N. vespilloides*, *N. vestigator*, *N. sepultor*, *N. interruptus*. Полизональная ареалогическая группа представлена 5 видами (31,2%) (*O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. latericarinatus*, *N. investigator*, *N. vespillo*), субаридная – 3 видами (18,8%) (*N. morio*, *N. fossor* и *N. antennatus*). По численному обилию преобладает также суббореальная группа (66,1%). Доля видов с полизональным ареалом составляет 30,3%, а с субаридным ареалом 3,6%.

По долготной составляющей доминирует транспалеарктическая группа (7 видов, 38% численного обилия (*S. obscura*, *Ph. atrata*, *O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. sinuatus*, *N. morio*, *N. fossor*)). Западно-палеарктическая группа представлена 4 видами (25,2%) – *S. carinata*, *N. vestigator*, *N. antennatus*, *N. interruptus*, голарктическая – 3 видами (18,7%) – *N. investigator*, *N. vespillo*, *N. vespilloides*, восточно-палеарктическая (*Th. latericarinatus* (0,7%)) и центрально-палеарктическая (*N. sepultor* (12,8%)) – по 1 виду.

В пойме реки Чемровка и на берегу озера Красилово было поймано всего по 1 экземпляру вида *O. thoracicum*. Таким образом, в этом районе преобладают эвритопные виды, полизональной, транспалеарктической группы.

5.3. Промышленная зона

В промышленной зоне города нами было собрано 1011 экземпляров жуков-мертвоедов (второй по видовому разнообразию и населенности биотоп), которые принадлежат 14 видам (37,2% от общего числа жесткокрылых семейства Silphidae).

Доминируют полизональные виды – транспалеарктический вид *O. tho-*

racicum (36% от общего числа собранных здесь жесткокрылых), голарктический вид *N. vespillo* (31,8%) и суббореальный голарктический вид *N. vespilloides* (15,5%) (в совокупности 83,3% населения жуков-мертвоедов на данной территории). Основу видового состава формируют субдоминантные виды (15,7%): *N. fossor* (4,1%), *S. carinata* (3,7%), *N. investigator* (3,3%), *Th. sinuatus* (2%), *N. sepultor* (1,5%) и *S. obscura* (1,1%). Редкие виды – *N. vestigator* (0,5%) и *Th. rugosus* (0,2%). Группа очень редких видов (3 вида) – *Necrodes littoralis* (0,1%), *N. morio* (0,1%) и *N. antennatus* (0,1%). Только в промышленной зоне города был обнаружен вид *N. littoralis*.

Эвритопные виды (9 видов; 64,3%) преобладают над лугово-степными (1 вид; 7,1%) и над видами лесной группы (4 вида; 28,6%). Виды эвритопной группы, преобладают также и в численном отношении – 79,7%. На долю лесной группы приходится 20,2%, а на лугово-степные виды всего 0,1%.

По числу видов по широтной составляющей доминируют суббореальные виды (7 видов; 50%) (*N. littoralis*, *S. carinata*, *S. obscura*, *Th. sinuatus*, *N. vespilloides*, *N. vestigator*, *N. sepultor*). Полизональная группа представлена 4 видами (28,6%) (*O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *N. investigator*, *N. vespillo*), субаридная 3 видами (21,4%) – *N. morio*, *N. fossor* и *N. antennatus*. Несмотря на преобладание по видовому обилию суббореальной группы, по численному обилию она сильно уступает полизональной (24,4 и 71,3% соответственно). Доля видов с субаридным ареалом незначительна и составляет 4,3%.

По долготной составляющей по численному обилию доминирует голарктическая группа – 3 вида, 50,6% от общего числа жесткокрылых семейства Silphidae – *N. investigator*, *N. vespillo*, *N. vespilloides*. Группа видов с транспалеарктическим ареалом преобладает по количеству видов, но уступает голарктическим видам по численному обилию – 7 видов, 43,6% численного обилия (*N. littoralis*, *S. obscura*, *O. thoracicum*, *Th. rugosus*, *Th. sinuatus*, *N. morio*, *N. fossor*). Западно-палеарктическая группа представлена 3 видами (4,3%) – *S. carinata*, *N. vestigator*, *N. antennatus*. Центрально-палеарктическая группа включает в себя 1 вид – *N. sepultor* (1,5%).

5.4. Острова на реке Бия

На островах на реке Бия в черте города нами было собрано 112 экземпляров жуков-мертвоедов (пятый по видовому разнообразию и четвертый по населенности биотоп), которые принадлежат 6 видам (4,1% от общего числа жесткокрылых семейства Silphidae на исследуемой местности).

Доминируют полизональные виды – транспалеарктический вид *O. thoracicum* (58% от общего числа собранных здесь жесткокрылых) и голарктический вид *N. vespillo* (25%) (73% населения жуков-мертвоедов). Основу видового состава формируют субдоминантные виды: *N. vespilloides* (12,5%), *N. investigator* (1,8%) и *S. carinata* (1,8%). Общая доля субдоминантных видов в сборах составила 16,1%. Редким видом здесь оказался *Th. sinuatus* (0,9%).

Эвритопная группа (5 видов; 83,3%) преобладает над лесной (*N. vespilloides* (16,7%)). Представители лугово-степной группы здесь обнаружены не были. Виды эвритопной группы преобладают в численном отношении – 87,5% от всего численного обилия жесткокрылых семейства Silphidae на островах на реке Бия. На долю лесной группы приходится 12,5% особей.

По числу видов по широтной составляющей не доминирует ни одна из групп. Полизональная (*O. thoracicum*, *N. investigator*, *N. vespillo*) и суббореальная (*S. carinata*, *Th. sinuatus*, *N. vespilloides*) группы включают в себя по 3 вида (по 50% соответственно от общего видового обилия). Представители субаридной группы здесь не обнаружены. По численному обилию полизональная группа (84,8%) убедительно доминирует над суббореальной (15,2%).

По долготной составляющей по численному обилию преобладают виды транспалеарктической группы – *O. thoracicum* и *Th. sinuatus* (2 вида, 58,9% от общего числа жесткокрылых семейства Silphidae). Доля видов голарктической группы (3 вида: *N. investigator*, *N. vespillo*, *N. vespilloides*) – 39,5%. Западно-палеарктическая группа представлена 1 видом (1,8%) – *S. carinata*.

Данный биотоп обладает интересной особенностью – большая часть особей жесткокрылых семейства Silphidae, здесь была привлечена ловушками с рыбной приманкой, что напрямую отражает местоположение установленных ловушек – острова постоянно окружены водой, соответственно, наиболее обычны и доступны для жуков-мертвоедов пойкилотермные организмы.

5.5. V-я терраса реки Бии в районе поселка Боровой

На склоне речной террасы в поселке Боровой нами было собрано 33 экземпляра жуков-мертвоедов (четвертый по видовому разнообразию и пятый по населенности биотоп), которые принадлежат 8 видам (1,2% от общего числа жесткокрылых семейства Silphidae).

Доминируют виды из 3 широтных ареалогических групп: из полизональной группы – голарктический вид *N. vespillo* (24,2% от общего числа собранных здесь жесткокрылых семейства Silphidae), из суббореальной – транспалеарктический вид *Th. sinuatus* (также 24,2%) и из субаридной – западно-палеарктический вид *N. antennatus* (15,2%) (всего 63,6% населения жуков-мертвоедов на данной территории). Основу видового состава формируют субдоминантные виды (общая доля 36,4%) (*S. carinata* (9,1%), *S. obscura* (9,1%), *Th. rugosus* (9,1%), *N. morio* (6,1%), *N. fossor* (3%)). Количество особей между видами распределилось таким образом, что в группу редких и очень редких видов не вошел ни один вид жуков-мертвоедов.

Эвритопные виды (6 видов; 75%) преобладают над лугово-степными видами (1 вид; 12,5%) и над видами лесной группы (1 вид; 12,5%). Виды эвритопной группы, преобладают и в численном отношении – 90,9%. На долю лесной группы приходится 3%, на лугово-степную – 6,1%.

По числу видов по широтной составляющей суббореальная (*S. carinata*,

S. obscura и *Th. sinuatus*) и субаридная (*N. morio*, *N. fossor* и *N. antennatus*) группы представлены одинаковым числом видов (по 3 вида; по 37,5% соответственно). В полизональной группе 2 вида (25%) – *Th. rugosus* и *N. vespillo*. По численному обилию суббореальная группа (42,4%) преобладает над полизональной (33,3%). Доля видов с субаридным ареалом составляет 24,3%.

По долготной составляющей по численному обилию доминирует транспалеарктическая группа (5 видов – *S. obscura*, *Th. rugosus*, *Th. sinuatus*, *N. morio*, *N. fossor*), 51,5% от общего числа жесткокрылых семейства Silphidae. В западно-палеарктической группе 2 вида (24,3%) – *S. carinata* и *N. antennatus*. Голарктическая группа включает в себя 1 вид (24,2%) – *N. vespillo*.

5.6. Сравнительный анализ фауны биотопов

В разделе приводятся сведения о структуре классов обилия видов жесткокрылых семейства Silphidae в каждом из обследованных биотопов.

Из всех обследованных биотопов Бийско-Чумышская возвышенность наиболее богата по видовому и по численному обилию (1 316 экземпляров жуков-мертвоедов, принадлежащих 5 родам и 16 видам (48,4% от общего числа особей)). В промышленной зоне Бийска было собрано 1011 экземпляров (5 родов; 14 видов; 37,2%), в Амуро-Орловском лесу – 243 экземпляра (4 рода; 12 видов; 8,9%), на островах на реке Бия – 112 экземпляров (4 рода; 6 видов 4,1%), на склоне V-й террасы реки Бия в районе поселка Боровой – 33 экземпляра (3 рода; 8 видов; 1,2%).

Для всей исследуемой территории структура классов обилия следующая: 3 вида-доминанта (*S. carinata*, *O. thoracicum*, *N. vespillo*), 8 субдоминантов (*S. obscura*, *Th. rugosus*, *Th. sinuatus*, *N. investigator*, *N. vespilloides*, *N. fossor*, *N. vestigator*, *N. sepultor*), 5 редких видов (*Ph. atrata*, *Th. latericarinatus*, *N. morio*, *N. antennatus*, *N. interruptus*), 1 очень редкий вид (*N. littoralis*).

Наиболее обильно населены биотопы, удаленные от водоемов (Бийско-Чумышская возвышенность, Амуро-Орловский и сосновый лес в промышленной зоне) – суммарная доля – 94,7% от численного обилия жесткокрылых семейства Silphidae на исследуемой территории, в то время как на долю биотопов, расположенных вблизи от водных объектов (острова на реке Бия, склон V-й террасы реки Бия, пойма реки Чемровки и берег озера Красиловое) приходится всего 5,3%. Вероятно это объясняется тем, что вблизи от крупных водоемов, складываются особые микроклиматические условия, главное из которых – сильный и продолжительный ветер. Поскольку жуки-мертвоеды не привязаны к конкретному местообитанию, а в своем развитии связаны с субстратом, привлекающим их своим запахом, интенсивный ветер, меняющий свое направление препятствует поиску трупов и полету жуков в данной местности. Сюда же можно отнести и преобладание на таких территориях трупов пойкилотермных организмов, а как мы выяснили в ходе исследования, жуки-мертвоеды преимущественно ориентированы на мортмассу гомойотермных организмов. Это мо-

жет представлять дополнительную сложность в массовом заселении жесткокрылыми семейства Silphidae околородных территорий.

Наиболее благоприятным биотопом для жесткокрылых семейства Silphidae является Бийско-Чумышская возвышенность (ландшафт, свойственный для лесостепной природной зоны – обширные открытые пространства, перемежающиеся лесополосами, что создает разнообразие биотопов и микроклиматических особенностей (неввысокая влажность, равномерное распределение большого количества солнечного тепла и света, следовательно, любой субстрат начинает становиться привлекательным довольно быстро)). Немаловажную роль играет и отсутствие водоемов поблизости (их наличие, как мы полагаем, может негативно влиять на численность жуков-мертвоедов). Положительно сказывается и незначительное влияние человека (выпас крупного рогатого скота, расположенные вблизи садоводческие участки, жилые районы занимают только небольшую южную часть).

Наибольшая доля особей видов *S. carinata* (63,4%), *S. obscura* (52,7%), *Th. rugosus* (88,6%), *Th. sinuatus* (89%), *Ph. atrata* (100%), *N. morio* (66,7%), *N. vestigator* (89,6%), *N. antennatus* (60%), *N. sepultor* (91,8%) и *N. interruptus* (100%) была отловлена на Бийско-Чумышской возвышенности (10 видов). Наибольшая доля особей видов *O. thoracicum* (76,6%), *Necrodes littoralis* (100%), *N. investigator* (37,9%), *N. vespillo* (49,5%), *N. vespilloides* (82,6%) а также *N. fossor* (58,3%) была отловлена в сосновом лесу в промышленной зоне города Бийска (6 видов). Большая часть особей вида *Th. latericarinatus* (61,5%) была поймана в Амуро-Орловском лесу.

Таблица 3 – Степень фаунистического сходства выделенных биотопов на территории северо-восточной части Алтая, вычисленная с использованием коэффициентов Жаккара (*a*) и Серенсена (*b*)

a

Биотопы	АОЛ	БЧВ	ПЗ	О	БОР
АОЛ	–	0,75	0,73	0,5	0,54
БЧВ	–	–	0,76	0,38	0,33
ПЗ	–	–	–	0,43	0,57
О	–	–	–	–	0,27
БОР	–	–	–	–	–

b

Биотопы	АОЛ	БЧВ	ПЗ	О	БОР
АОЛ	–	0,86	0,85	0,66	0,7
БЧВ	–	–	0,86	0,55	0,5
ПЗ	–	–	–	0,6	0,73
О	–	–	–	–	0,43
БОР	–	–	–	–	–

Примечание: АОЛ – Амуро-Орловский лес, БЧВ – Бийско-Чумышская возвышенность, ПЗ – промышленная зона города, БОР – склон V-й террасы реки Бия в районе поселка Боровой.

Наибольшая степень сходства по фауне оказалась между биотопами Бийско-Чумышская возвышенность и промышленная зона города (0,76), Бийско-

Чумышская возвышенность и Амуро-Орловский лес (0,75) и Амуро-Орловский лес и промышленная зона (0,73). Промышленная зона и склон V-й террасы реки Бии в районе поселка Боровой, Амуро-Орловский лес и склон V-й террасы реки Бии, Амуро-Орловский лес и острова на реке Бия в черте города характеризуются средней степенью сходства (0,5–0,57). Немного меньшие показатели были вычислены для промышленной зоны и островов на реке Бия (0,43). Наименьшая степень фаунистического сходства отмечена для Бийско-Чумышской возвышенности и островов на реке Бия (0,38), Бийско-Чумышской возвышенности и склона V-й террасы реки Бии (0,33) и для островов на реке Бия и склона V-й террасы реки Бии (0,27) (табл. 3). Показатели коэффициентов Жаккара и Серенсена оказались аналогичными, однако значения коэффициента Серенсена несколько выше.

ГЛАВА 6. АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЖЕСТКОКРЫЛЫХ СЕМЕЙСТВА SILPHIDAE В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЛТАЯ

Интенсификация человеческого воздействия на окружающую среду, в особенности рост и развитие городов, порождает антропогенно-трансформированные ландшафты (Максаковский, 2008), в которых наблюдается изменение видового состава и численности особей разных видов. Одновременно происходит распространение синантропных и инвазионных видов (в том числе потенциально опасных), за счет которых происходит постоянное увеличение видового разнообразия насекомых в поселениях человека. Так, *N. vespillo* был завезен в Северную Америку (Николаев, Козьминых, 2002) – в результате изменилась его ареалогическая группа (из транспалеарктического вида превратился в голарктический). Проблема синурбанизации (освоение насекомыми городской среды и сосуществование их с человеком) становится все более актуальной (Luniak, 2004). Известны индикационные возможности ряда таксонов насекомых для оценки состояния и мониторинга экосистем разного ранга (McGeoch, 1998; Hodkinson, Jackson, 2005). Сведения о комплексе городских некробионтных жесткокрылых отсутствуют, а между тем в его структуру входят как виды, составляющие один из важнейших элементов деструкционного блока экосистем, так и виды, активно участвующие в регуляторных процессах, контролирующих численность популяций вредных видов мух (Еремеев, Плюта, 2010).

Степень антропогенного воздействия на биотопы была определена визуально (экспертная оценка). Так, для Амуро-Орловского леса это средний уровень (обширные нежилые территории, покрытые хвойным лесом, лишь частично соприкасающиеся с городом, где обнаружены свалки бытового и строительного мусора). Для Бийско-Чумышской возвышенности степень воздействия несколько ниже (большие открытые пространства в незначительной мере заняты садоводческими товариществами и используемые для выпаса скота). Промышленную зону города можно охарактеризовать как наиболее загрязненную территорию (многочисленные выбросы от значительного числа заводов, расположен-

ных здесь). На островах на реке Бия антропогенное влияние прослеживается еще меньше, чем на территории Бийско-Чумышской возвышенности (на некоторых участках видны следы использования места в рекреационных целях). Наименее затронутой и видоизмененной территорией в городе Бийске и его окрестностях является склон V-й террасы реки Бии в районе поселка Боровой, ввиду труднодоступности места для проникновения человека (Дзгоева и др., 1999).

В ловушки, установленные в различных местах в центре города Бийска, жуки-мертвоеды пойманы не были. Для этого участка характерна плотная многоэтажная застройка, значительная степень покрытия грунта асфальтом и интенсивное дорожное движение.

Если ранжировать все биотопы по степени антропогенного воздействия в порядке возрастания, то возможно их разделение на 2 группы. Для биотопов с минимальными показателями воздействия и расположением вблизи от водных объектов (склон V-й террасы реки Бии, острова на реке Бия, пойма реки Чемровка и берег озера Красилово) характерно минимальное видовое и численное обилие, в то время как 3 наиболее населенных биотопа – Амуро-Орловский лес, Бийско-Чумышская возвышенность и, в особенности, промышленная зона, имеют более высокие показатели антропогенной нагрузки и удалены от водоемов.

Мы полагаем, что для видов семейства *Silphidae* наиболее благоприятны биотопы, расположенные в пригородных участках города. Это обусловлено наличием в таких районах свалок пищевых отходов, привлекающих большое количество мелких позвоночных животных, наличием значительных популяций домашних животных и различных синантропных видов. Можно заявить, что плотность населения позвоночных животных небольших и средних размеров в пригородах возможно даже выше, чем на удаленных от города территориях. Все эти организмы погибают по естественным причинам или от рук человека (в городах достаточно велико число сбитых машинами животных, так называемые «дорожные убийства»).

Таким образом, умеренное воздействие человека (отсутствие обильного транспортного трафика и плотной многоэтажной застройки) оказывает положительный эффект на виды семейства *Silphidae*. Большие территории, покрытые асфальтом, могут служить препятствием в жизнедеятельности жуков-мертвоедов. Так, одна из особенностей поведения жуков-могильщиков (*Nicrophorus*) – откладывание яиц в труп и закапывание его в землю, становится невозможной в парках или у обочин дорог, где земля очень плотная или покрыта асфальтом. Отсюда следует, что на жесткокрылых семейства *Silphidae* в большей мере отрицательно влияет не близость к промышленным объектам, а близость к районам с плотной многоэтажной застройкой и интенсивным движением, а также химическое загрязнение почвенного яруса и как следствие, аккумуляция трупами токсичных веществ (выпадение в осадок твердых частиц пепла, кислотные осадки после выбросов на предприятиях, накопление в почве продуктов выхлопа двигателей внутреннего сгорания).

Субдоминантные виды составляют основу населения жесткокрылых семейства Silphidae во всех изученных биотопах, но в биотопах с высоким уровнем антропогенного воздействия (Амуро-Орловский лес, промышленная зона) доминантные виды лидируют по численному обилию (зачастую до половины численного обилия). Такая же ситуация на островах на реке Бия (умеренный уровень антропогенного воздействия), вероятно, объясняется изолированностью данной территории и неблагоприятными микроклиматическими условиями для жуков-мертвоедов. Таким образом, мы можем сделать вывод, что разные виды жуков-мертвоедов обладают разной степенью чувствительности к воздействию человека на территорию.

Наибольшей толерантностью к антропогенному влиянию и экологической пластичностью среди жесткокрылых семейства Silphidae обладают виды *S. carinata*, *O. thoracicum* и *N. vespillo* (обнаружены в больших количествах во всех биотопах, с разной степенью антропогенной нагрузки, в особенности *N. vespillo*, так как его доля в биотопах стабильно высока). Вид *S. carinata* считается одним из наиболее обычных, и широко распространённых, однако в других частях своего ареала, например на Британских островах, он может быть крайне редким видом (Wright, 2009).

Незначительное количество особей вида *N. vespilloides*, обнаруженное в 3 из 5 биотопов свидетельствует об индивидуальных предпочтениях – его обычное местообитание – хвойные леса – и на таких территориях его доля была достаточно высока (до 15,5% в промышленной зоне города).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного нами исследования фауны и экологии жесткокрылых семейства Silphidae антропогенно-трансформированных ландшафтов северо-восточной части Алтая на 5 выделенных биотопах удалось собрать 2 717 экземпляров и выявить 17 видов жуков-мертвоедов из 6 родов и 2 подсемейств: *N. littoralis* (0,1% от общего числа пойманных особей), *S. carinata* (13,3%), *S. obscura* (4%), *Ph. atrata* (0,3%), *Th. rugosus* (2,9%), *Th. sinuatus* (12,8%), *Th. latericarinatus* (1%), *O. thoracicum* (17,5%), *N. morio* (0,3%), *N. investigator* (3,2%), *N. vespillo* (23,9%), *N. vespilloides* (7%), *N. fossor* (2,6%), *N. vestigator* (2,5%), *N. antennatus* (0,9%), *N. sepultor* (6,7%) и *N. interruptus* (1%). Перечисленные виды относятся к 3 широтным и 5 долготным ареалогическим группам, а также к 3 биотопическим группам. 59,7% особей жуков-мертвоедов предпочли ловушки с останками гомеотермных организмов и только 40,3% с останками пойкилотермных организмов.

В качестве перспектив дальнейшей разработки темы можно указать следующее. Необходимо более обширное изучение фауны и экологии жесткокрылых семейства Silphidae не только на территории Алтая, но и по всему югу Западной Сибири, ввиду отсутствия каких-либо данных по целому ряду областей (Тюменская, Омская, Новосибирская, Томская области). Следует изучить сукцесси-

ональную смену видов жуков-мертвоедов на субстрате и скорость погребения жуками-могильщиками (*Nicrophorus*) трупов в различных природных зонах юга Западной Сибири.

По результатам проведенного исследования были сделаны следующие выводы.

1. Жесткокрылые семейства Silphidae территории северо-восточной части Алтая представлены 17 видами, относящимся к 6 родам и 2 подсемействам. Количество видов отличается в каждом из обследованных биотопов: в Амуро-Орловском лесу – 12, на Бийско-Чумышской возвышенности – 16, в промышленной зоне города – 14, на островах на реке Бия в черте города – 6, на склоне V-й террасы реки Бии в районе поселка Боровой – 8.

2. Ареалогическую структуру населения семейства Silphidae на изучаемой территории по долготной составляющей в видовом и в численном обилии формирует транспалеарктическая группа (47,2 и 40,5% от общего числа видов и особей соответственно). По широтной составляющей по числу видов доминирует суббореальная группа (53,1%), а по числу особей – полизональная (48,5%).

3. Жесткокрылые семейства Silphidae на территории северо-восточной части Алтая представлены 3 биотопическими группами: эвритопной (доминирует во всех биотопах – 9 видов, 52,9% от общего числа видов, 85,3% от общего численного обилия), лесной (7 видов, 41,2% от общего видового обилия) и лугово-степной (1 вид, 5,9% соответственно). Общая доля лесной и лугово-степной групп в численном обилии – 14,7%.

4. Приманка из мортмассы гомойотермных организмов для 59,7% особей жуков-мертвоедов имела большую степень аттрактивности, чем приманка из мортмассы пойкилотермных организмов (40,3% особей соответственно).

5. В исследуемом регионе для жесткокрылых семейства Silphidae наиболее предпочтительны биотопы Бийско-Чумышская возвышенность (открытые пространства, занятые луговыми биоценозами и степненными лугами, перемежающиеся лесополосами из лиственных пород деревьев), и, в несколько меньшей мере, смешанный лес в промышленной зоне города. Биотопы, расположенные в непосредственной близости от водных объектов (острова на реке Бии, склон V-й террасы реки Бии в районе поселка Боровой), оказались наиболее бедными по видовому и численному обилию.

6. Сильная антропогенная трансформация в центральной части города, где преобладает плотная многоэтажная застройка, большие пространства покрыты асфальтом и производится регулярный вывоз мусора и трупов животных оказывает отрицательное воздействие на жесткокрылых семейства Silphidae.

7. Умеренное антропогенное воздействие (редкая застройка, наличие свалок пищевых отходов) создает кормовую базу для многих видов животных, которые после смерти становятся субстратом для личинок и имаго жуков-мертвоедов и приводит к увеличению их видового и численного обилия, что наблюдается в пригородных и окраинных территориях. Наиболее устойчивы к

антропогенному влиянию виды *S. carinata*, *O. thoracicum* и *N. vespillo*, которые обнаружены в больших количествах во всех исследованных биотопах.

Публикации автора по теме диссертации

Статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. **Еремеев Е. А.** Жуки-мертвоеды (Coleoptera: Silphidae) городских лесов города Бийска / Е. А. Еремеев, А. М. Псарев // Вестник Нижневартковского государственного университета. – 2016. – № 2. – С. 36–41. – 0,58 / 0,5 п.л.

2. **Еремеев Е. А.** Некоторые аспекты экологии вида *Nicrophorus vespilloides* Herbst, 1784 [Электронный ресурс] / Е. А. Еремеев, А. М. Псарев // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – URL : <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25156> (дата обращения: 20.01.2017). – 0,42 / 0,35 п.л.

3. **Еремеев Е. А.** Материалы к фауне жуков-мертвоедов (Coleoptera: Silphidae Latreille, 1807) Алтайского края / Е. А. Еремеев, А. М. Псарев, В. К. Зинченко // Евразийский энтомологический журнал. – 2016. – Т. 15, вып. 3. – С. 295–298. – 0,51 / 0,45 п.л.

Публикации в других научных изданиях:

4. Псарев А. М. Жуки-мертвоеды (Coleoptera: Silphidae) особо охраняемых территорий верховий Оби / А. М. Псарев, **Е. А. Еремеев** // Концептуальные и прикладные аспекты научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных: сборник материалов IV Международной конференции. Томск, 26–28 октября 2015 г. – Томск, 2015. – С. 105–109. – 0,35 / 0,2 п.л.

5. Псарев А. М. Герпетобионтные жесткокрылые городских лесов Бийска / А. М. Псарев, **Е. А. Еремеев**, В. К. Зинченко // Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 7-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 08–10 апреля 2015 г. – Саратов, 2015. – Ч. 1. – С. 337–339. – 0,13 / 0,05 п.л.

6. **Eremeev E. A.** The perspectives of creation and usage of entomoparks / E. A. Eremeev // Applied Sciences and technologies in the United States and Europe : common challenges and scientific findings : proceedings of the 1st International scientific conference. New York, USA, June 29, 2013. – New York, 2013. – P. 5. – 0,12 п.л.

7. **Eremeev E. A.** The history of the studying of the beetles of the family Silphidae (literature review) / Е. А. Еремеев // Алтай: экология и природопользование: труды XII российско-монгольской научной конференции молодых ученых и студентов. Бийск, 22–23 апреля 2013 г. – Бийск, 2013. – С. 72–76. – 0,27 п.л.

8. **Eremeev E. A.** Necrobiont Coleoptera (Family Silphidae) of Biysk City surroundings / E. A. Eremeev // The Strategies of Modern Science Development: proceedings of the II International scientific-practical conference. Yelm, WA, USA, June 04–05, 2013. – Yelm, 2013. – P. 8–9. – 0,11 п.л.

9. **Eremeev E. A.** Necrophilous Coleoptera in the structure of urban communities (Biysk City and its surroundings) / E. A. Eremeev // Scientific enquiry in the contemporary world : theoretical basics and innovative approach : research articles. – 2012. – Vol. 1 : Natural science. – P. 83–84. – 0,18 п.л.

10. Psarev A. M. To the question about ecological preferences of substrate insects / A. M. Psarev, **E. A. Eremeev** // Zprávy vědecké ideje – 2012 : materiály VIII mezinárodní vědecko-praktická conference. Praha, 27 října – 5 listopadu 2012 roku. – Praha, 2012. – Díl 19 : Biologické vědy. Chemie a chemická technologie. Zvěrolékařství. – P. 22–23. – 0,14 / 0,06 п.л.

11. **Еремеев Е. А.** Некробионтные жесткокрылые (Сем. Silphidae) окрестностей города Бийска / Е. А. Еремеев // Концептуальные и прикладные аспекты научных исследований в области зоологии беспозвоночных : сборник материалов III Всероссийской школы-семинара с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения Ростислава Петровича Бережкова (1891–1961). Томск, 24–27 октября 2011 г. – Томск, 2011. – С. 183–184. – 0,1 п.л.

12. **Еремеев Е. А.** Материалы к изучению экологии жуков-мертвоедов (Coleoptera: Silphidae) Бийско-Чумышской возвышенности / Е. А. Еремеев, А. М. Псарев // Алтай: экология и природопользование : труды X российско-монгольской научной конференции молодых ученых и студентов. Бийск, 22–23 апреля 2011 г. – Бийск, 2011. – С. 78–81. – 0,12 / 0,1 п.л.

13. **Еремеев Е. А.** Некрофильные жесткокрылые в структуре городских сообществ / Е. А. Еремеев, Н. Ю. Плюта // Экология России и сопредельных территорий : материалы XV Международной экологической студенческой конференции. Новосибирск, 29–31 октября 2010 г. – Новосибирск, 2010. – С. 81–82. – 0,13 / 0,09 п.л.

14. **Еремеев Е. А.** Жуки-гистериды (Coleoptera: Histeridae) как компонент некробионтного комплекса антропогенно-трансформированных ландшафтов / Е. А. Еремеев, А. М. Псарев // Энтомологические исследования в Северной Азии : материалы VIII Межрегионального совещания энтомологов Сибири и Дальнего Востока с участием зарубежных ученых. Новосибирск, 04–07 октября 2010 г. – Новосибирск, 2010. – С. 77–78. – 0,13 / 0,07 п.л.

15. **Еремеев Е. А.** Материалы к изучению экологии жуков-мертвоедов (Coleoptera: Silphidae) на антропогенно трансформированных территориях / Е. А. Еремеев, А. М. Псарев // Алтай: экология и природопользование : труды IX российско-монгольской конференции молодых ученых и студентов. Бийск, 22–23 апреля 2010 г. – Бийск, 2010. – С. 78–81. – 0,18 / 0,15 п.л.

Подписано в печать 06.03.2017 г.
Формат А4/2. Ризография
Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 03-03/17
Отпечатано в авторской редакции
на оборудовании ООО «Позитив-НБ»
634050 г. Томск, пр. Ленина 34а