

На правах рукописи

МОРОЛДОЕВ ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ

**СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЖУКОВ-ЖУЖЕЛИЦ
(COLEOPTERA, CARABIDAE) КРИОАРИДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ
ЮГА ВИТИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ**

03.00.16 - экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Улан-Удэ – 2009

Работа выполнена в Институте общей и экспериментальной биологии СО РАН

Научный руководитель:

Амшеев Роман Маньярович,
доктор биологических наук

Научный консультант:

Хобракова Лариса Цыренжаповна,
кандидат биологических наук

Официальные оппоненты:

Плешанов Андрей Сергеевич,
доктор биологических наук

Ананина Татьяна Львовна,
кандидат биологических наук

Ведущая организация:

**Забайкальский государственный
гуманитарно-педагогический университет
им. Н.Г. Чернышевского**

Защита диссертации состоится 14 мая 2009 г. в 16 часов на заседании диссертационного совета Д 212.022.03 при Бурятском государственном университете по адресу: 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, конференц-зал.

Факс: (3012)210588; *e-mail*: d21202203@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Бурятского государственного университета по адресу: 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а.

Автореферат разослан « » апреля 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Н.А. Шорноева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В Забайкалье сплошная многолетняя мерзлота чередуется с сезонной мерзлотой и рассматривается как единая переходная зона [Дугаров, 2004]. В этих условиях формируется Еравнинская криоаридная лесостепь, расположенная на юге Витимского плоскогорья. Экосистемы в зоне многолетней мерзлоты наиболее уязвимы, поэтому исследования почвенной биоты как индикатора природных и нарушенных местообитаний весьма актуальны. Подобные исследования были проведены в Северо-Восточной Сибири [Соломонов и др., 2002], которые показали относительную бедность видового состава биоты мерзлотных экосистем и её слабую устойчивость к антропогенным нагрузкам. Исследования почвенной мезофауны в мерзлотных экосистемах Забайкалья практически не проводились.

Жуки-жужелицы являются удобным модельным объектом при проведении фауно-экологических работ. Эта группа благодаря высокой степени адаптивной реакции сохраняет большое таксономическое разнообразие и высокую численность даже в условиях залегания многолетней мерзлоты [Чернов, 2000; Ухваткина, 2006].

К настоящему моменту для Витимского плоскогорья были известны только данные по фауне жужелиц, в том числе немногочисленные сведения по южной окраине плоскогорья - Еравнинской котловине [Алексеева, 1975; Шиленков, Кабаков, 1978]. Планомерные исследования структуры сообществ и особенностей экологии жужелиц Еравнинской котловины начались в последние годы [Хобракова, Моролдоев, 2006; Моролдоев, 2006, 2007; Хобракова, 2008]. Все вышеперечисленное определило цель и задачи работы.

Цель и задачи исследования. Цель – изучение структуры и динамики сообществ жужелиц криоаридной лесостепи юга Витимского плоскогорья. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Выявить общий видовой состав жужелиц криоаридной лесостепи юга Витимского плоскогорья;
2. Провести анализ ареалогической и экологической структуры фауны;
3. Изучить экологическую структуру сообществ жужелиц криоаридной лесостепи и разработать классификацию их сообществ в разных типах биогеоценозов юга Витимского плоскогорья;
4. Изучить сезонную динамику активности и демографическую структуру популяций доминантных видов жужелиц в условиях криоаридной лесостепи;
5. Выявить типы сезонных жизненных циклов жужелиц и их адаптации к условиям криоаридной лесостепи;
6. Выявить пути формирования фауны и структуры сообществ жужелиц в условиях мерзлотной лесостепи.

Научная новизна. К настоящему времени выявлено для Еравнинской мерзлотной лесостепи 92 вида жужелиц из 22 родов, из которых 19 видов приводится впервые для Витимского плоскогорья. Получены количественные данные по распределению, изучена структура и сезонная динамика сообществ жужелиц в различных ландшафтах юга Витимского плоскогорья. Приводится

классификация сообществ жужелиц для условий мерзлотной лесостепи. Изучена популяционная структура 13 доминирующих видов жужелиц.

Практическое значение работы. Полученные данные могут быть использованы при составлении кадастров животного мира Байкальского региона для оценки и сохранения биологического разнообразия. Данные по распространению неморального вида жужелицы изумрудной *Carabus smaragdinus* могут быть использованы при ведении Красной книги Республики Бурятия. Количественные данные по распределению жужелиц могут быть использованы для биоиндикации и оценки антропогенной нагрузки на почвенную фауну при проведении экологических экспертиз проектов освоения месторождений полезных ископаемых Витимского плоскогорья. Результаты исследований могут найти применение при проведении учебных занятий в школах, вузах и других образовательных учреждениях.

Апробация работы. Материалы работы докладывались на Всероссийской конференции с международным участием «Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии» (Улан-Удэ, 2006); Всероссийской конференции молодых ученых «Экология в современном мире: взгляд научной молодежи» (Улан-Удэ, 2007), на заседаниях лаборатории экологии животных Института общей и экспериментальной биологии СО РАН.

Публикации. По теме работы опубликовано 5 работ, в том числе 1 в издании, включенном в «Перечень...» ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 160 страницах, состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложений. Список литературы включает 130 наименований, в том числе 21 на иностранных языках. Основной текст диссертации содержит 7 таблиц и 33 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. Природные условия

Характеристика природных условий Еравнинской котловины, расположенной на юге Витимского плоскогорья, приводится на основе литературных данных [Мухина, 1965; Тайсаев, 1981; Осипов, 2005; Бадмаев, Куликов, Корсунов, 2006]. Климат исследованного региона резко континентальный с коротким тёплым периодом, малоснежьем, глубоким промерзанием почв и большими амплитудами среднегодовых и среднесуточных температур. Мерзлота распространена островными и сплошными массивами на глубине от 1-1,5 до 300 м. Характерной чертой котловины является кольцевая зональность сочетаний природных комплексов степи, лесостепи и тайги. В центральной части котловины распространена лесостепь, а в периферийной – лиственничная тайга. В целом, по климатическим и почвенно-растительным условиям этот регион является переходным между лесостепным Селенгинским среднегорьем и горно-таёжным Витимским плоскогорьем.

ГЛАВА 2. Материал и методы исследования

Материалом послужили собственные полевые сборы жужелиц в Еравнинской котловине, собранные в течение трёх полевых сезонов с мая по сентябрь 2005-2007 гг. Сведения по стационарным исследованиям с краткой характеристикой местообитаний и собранного материала по жужелицам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика биотопов и объём материала

| № | Географические координаты, высота над ур.м. | Биотопы | Почвы | Сроки сбора материала | Кол-во лов.-сут. | Мат-л, экз. |
|-------|---|--|-----------------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| 1 | 52°29'N, 111°29'E; 949 м | Открытый берег оз. Большое Еравное | Песчаные наносы | 30.05-30.08.2007 | 2000 | 172 |
| 2 | 52°31'N, 111°27'E; 951 м | Прибрежные ивовые заросли в долине р. Индола | Аллювиально-светлогумусовые | 20.05-20.09.2005 | 2600 | 211 |
| 3 | 52°30'N, 111°27'E; 952 м | Луг остепнённый закустаренный | Аллювиально-темногумусовые | | 2600 | 1491 |
| 4 | 52°38'N, 111°26'E; 970 м | Луг закустаренный | Темногумусовые | | 2600 | 703 |
| 5 | 52°35'N, 111°25'E; 956 м | Степь луговая | Черноземы криптоглееватые | | 2600 | 1166 |
| 6 | 52°38'N, 111°18'E, 996 м | Колок листовичный разнотравно-злаковый | Подбуры | 30.06-30.08.2006 | 2000 | 572 |
| 7 | 52°28'N, 111°32'E; 958 м | Колок березовый разнотравно-злаковый | Темногумусовые | 1.06-30.08.2006 | 5000 | 2474 |
| 8 | 52°30'N, 111°26'E; 951 м | Лес пойменный листовичный | Подбуры | 20.05-20.09.2005 | 2600 | 1534 |
| 9 | 52°29'N, 111°26'E; 952 м | Лес пойменный березово-лиственный | Темногумусовые | | 2600 | 1058 |
| 10 | 52°29'N, 111°26'E; 952 м | Лес пойменный березовый | Темногумусовые | | 2600 | 944 |
| 11 | 52°40'N, 111°26'E; 1010 м | Лес склоновый листовичный | Подбуры | 30.05-30.08.2007 | 2000 | 1566 |
| Итого | | | | | 29200 | 11891 |

Сбор материала проводился с использованием почвенных ловушек и вручную. В качестве ловушек использованы пластиковые стаканчики ёмкостью 0,25 л, заполненные на 1/3 объема 4%-ным раствором формалина. В каждом биотопе было установлено по 10 ловушек. Выборку жуков делали один раз в декаду. За весь период исследования собрано около 12000 экземпляров жужелиц в 11 биотопах. Всего отработано 29200 ловушко-суток.

Идентификация видов жужелиц проводилась с использованием определителей [Крыжановский, 1965, 1983; Лафер, 1989] с учётом современных каталогов [Kryzhanovskij et al., 1995; Макаров, 2003; Löbl, Smetana, 2003]. В трудных случаях были получены консультации ведущих российских карабидологов: И.А. Белоусова (ВИЗР РАСХН), Б.М. Катаева (ЗИН РАН), Р.Ю. Дудко (ИСиЭЖ СО РАН), Д.Н. Федоренко (ИПЭЭ РАН), Л.Ц. Хобраковой (ИОЭБ СО РАН). Ареалогический анализ фауны жужелиц проводился на основе ранее используемых классификаций [Емельянов, 1974; Городков, 1984, 1992, Сергеев, 1986, Дудко, Любечанский, 2002].

Сходство фаун и сообществ рассчитывалось по коэффициенту для качественных признаков – Жаккара, и количественных – Чекановского-Сьеренсена. При анализе структуры сообществ и популяций жужелиц использованы следующие экологические параметры: видовое богатство, динамическая плотность, показатели видового обилия и доминирования Симпсона, индексы разнообразия Шеннона, выровненности, соотношения полов. Шкала численного обилия приводится по Ренконену [Renkonen, 1938]. Доминантами считаются виды, составляющие 5% и более от суммарного обилия того или иного сообщества жужелиц; от 2 до 4,9% – субдоминанты; менее 2% – редкие. Репродуктивное состояние имаго жуков определено по методике Х. Валлина [Wallin, 1989]. Биотопическая приуроченность и гиропреферendum приводятся по оригинальным и литературным данным. Характеристика спектров жизненных форм дана по И.Х. Шаровой (1981). Сезонная динамика и жизненные циклы охарактеризованы с использованием критериев, разработанных отечественными карабидологами [Шарова, Денисова, 1997; Маталин, 1997, 1998; Шарова, Филиппов, 2003; Филиппов, 2006, 2008; Хобракова, 2003; Шарова, Хобракова, 2005; Хобракова, Шарова, 2005]. Статистическая обработка данных проведена с использованием программ Microsoft Excel'2007 и Statistica 6.0 for Windows.

ГЛАВА 3. Фауно-экологический анализ жужелиц лесостепи юга Витимского плоскогорья

3.1. История изучения жужелиц. Витимское плоскогорье – один из наименее изученных в энтомологическом отношении регионов Восточной Сибири. Сведения по фауне жужелиц этой территории носили фрагментарный характер [Алексеева, 1975; Шиленков, Кабаков, 1978, Золотаренко и др., 1980]. Лишь в последние годы начаты стационарные исследования сообществ и сезонной динамики жужелиц на южной окраине плоскогорья [Моролдоев, 2006, 2007; Хобракова, Моролдоев, 2006; Хобракова, 2008].

3.2. Таксономический состав. В состав фауны жужелиц исследованного района вошло 92 вида из 22 родов, 14 триб (табл. 2). Ядро карабидофауны составлено в значительной степени видами 5 триб: Pterostichini (19,6%), Zabriini (18,5%), Harpalini (16,3%), Carabini и Bembidiini (по 12%). Наибольшим видовым богатством отличаются рода *Harpalus* и *Pterostichus* (по 15 видов), *Amara* (13 видов), *Bembidion* (11 видов) и *Carabus* (10 видов). По численности преобладают рода *Carabus*, *Poecilus*, *Pterostichus*, *Curtonotus*, дающие в сумме 91,2% от общей численности жужелиц. Высокое обилие этих родов обусловлено доминированием на территории котловины *Carabus canaliculatus*, *C. hummeli*, *Poecilus fortipes*, *Pterostichus dauricus*, *Curtonotus hyperboreus*.

Таблица 2

Видовой состав жужелиц юга Витимского плоскогорья

| | |
|---|--|
| <i>Cylindera gracilis</i> Pallas, 1775 | <i>Calosoma investigator</i> Illiger, 1798 |
| <i>Cicindela coerulea</i> Pallas, 1773 | <i>C. arcensis</i> Herbst, 1784 |
| <i>Nebria rufescens</i> Stroem, 1768 | <i>C. billbergi</i> Mannerheim, 1827 |
| <i>Notiophilus aquaticus</i> Linnaeus, 1758 | <i>C. granulatus</i> Linnaeus, 1758 |

- C. hummeli* Fischer von Waldheim, 1923
C. latreillei Fischer von Waldheim, 1820
C. maeander Fischer von Waldheim, 1820
C. macleayi Dejean, 1826
C. canaliculatus M. F. Adams, 1812
C. kruberi Fischer von Waldheim, 1820
C. smaragdinus Fischer von Waldheim, 1823
Diacheila polita Faldermann, 1835
Blethisa catenaria Brown, 1944*
B. multipunctata Linnaeus, 1758*
Elaphrus sibiricus Motschulsky, 1844
E. riparius Linnaeus, 1758
Dyschirius baicalensis Motschulsky, 1844
Dyschiriodes globosus Herbst, 1783
Bembidion conicolle Motschulsky, 1844
B. obliquum Sturm, 1825
B. varium Olivier, 1795
B. humerale Sturm, 1825
B. mandli Netolitzky, 1932
B. coelestinum Motschulsky, 1844
B. hirmocoelum Chaudoir, 1850
B. obscurellum Motschulsky, 1845
B. infuscatum Dejean, 1831
B. ovale Motschulsky, 1844
B. scopulinum Kirby, 1837
Poecilus fortipes Chaudoir, 1850
P. major Motschulsky, 1844
P. rarus Lutshnik, 1922*
Pterostichus eschscholtzi Germar, 1824
P. niger Schaller, 1783
P. rugosus Gebler, 1823*
P. interruptus Dejean, 1828
P. gibbicollis Motschulsky, 1844
P. haptoderoides Tschitscherine, 1889*
P. diligens Sturm, 1824*
P. morawitzianus Lutshnik, 1922
P. parens Tschitscherine, 1897
P. cancellatus Motschulsky, 1860*
P. adstrictus Eschscholtz, 1823
P. dilutipes Motschulsky, 1844
P. montanus Motschulsky, 1844
P. dauricus Gebler, 1832
P. eximius A. Morawitz, 1862
Pseudotaphoxenus dauricus Fischer von Waldheim, 1823
Agonum nitidum Motschulsky, 1844
A. gracilipes Duftschmid, 1812
A. impressum Panzer, 1797
A. sexpunctatum Linnaeus, 1758
Platynus assimilis Paykull, 1790
Amara aeneola Poppius, 1906
A. anxia Tschitscherine, 1898*
A. kataejwi Hieke, 2000
A. biarticulata Motschulsky, 1844
A. communis Panzer, 1797
A. lunicollis Schiödte, 1837
A. violacea Motschulsky, 1844
A. praetermissa C. R. Sahlberg, 1827
A. aurichalcea Germar, 1824
A. consularis Duftschmid, 1812*
A. majuscula Chaudoir, 1850
A. infuscata Putzeys, 1866
A. microdera Chaudoir, 1844
Curtonotus hyperboreus Dejean, 1831
C. tumidus A. Morawitz, 1862
C. shinanensis Habu, 1953*
C. fodinae Mannerheim, 1825
Harpalus calceatus Duftschmid, 1812
H. major Motschulsky, 1850
H. pusillus Motschulsky, 1850
H. anxius Duftschmid, 1812
H. amariformis Motschulsky, 1844*
H. zabroides Dejean, 1829*
H. brevicornis Germar, 1824
H. xanthopus Gemminger et Harold, 1868
H. rufiscapus Gebler, 1833
H. vittatus Gebler, 1833
H. viridanus Motschulsky, 1844
H. aequicollis Motschulsky, 1844
H. heyrovskyi Jedlička, 1928
H. erosus Mannerheim, 1825
H. amputatus (Say, 1830)
Chlaenius stschukini Ménétries, 1837*
Cymindis collaris Motschulsky, 1844
C. vaporariorum Linnaeus, 1758

* – виды по литературным источникам

3.3. Ареалогический анализ фауны рассмотрен по широтной и долготной составляющей. По первой из них выделены бореальная, полizonальная, суббореальная гумидная, суббореальная субаридная группы [Сергеев, 1986]. К группе бореальных относится 45 видов (49%), широко распространённых в таёжной зоне Евразии, представленных родами *Carabus*, *Bembidion* и *Pterostichus*. К полizonальным видам относятся 14 видов (15%), адаптированных к широкому спектру температуры и влажности. К суббореальной гумидной группе отнесены 3

вида (3,3%), которые находятся на периферии ареала. Также отмечена находка неморального вида *Carabus smaragdinus* в нетипичных для него условиях юга Витимского плоскогорья. В суббореальную субаридную группу входит 29 видов (33%), распространенных в степях и лесостепях Евразии. По долготной составляющей ареала фауна жужелиц сформирована широко распространенными транспалеарктическими (23%), западно-палеарктическими и голарктическими (по 8%) видами. Все голарктические виды являются бореальными. В транспалеарктическую группу входят в основном бореальные виды. В западнопалеарктической группе отмечено 7 видов (7,6%). В карабидофауне Еравнинской котловины преобладает обширная группа центральнопалеарктических видов, распространенных в континентальном секторе Палеарктики. Всего в этой группе отмечено 48 видов (52%), среди которых можно выделить виды с монгольскими и сибирскими ареалами. Монгольские виды, как правило, связаны с ксерофитными или ксерофитно-мезофитными местообитаниями Северной Азии, в исследованном регионе они составляют 19,6%. Среди видов с сибирскими ареалами выделены транссибирские (9,8%), восточносибирские (19,6%), южносибирские (2,2%) и забайкальские (1%) виды. Кроме того, отмечено 7 восточнопалеарктических (7,6%) и 2 восточнопалеарктическо-неарктических вида (2,1%).

3.4. Анализ сходства фауны жужелиц Еравнинской котловины с карабидофаунами сопредельных территорий. Для кластерного анализа использованы данные по фаунам жужелиц Селенгинского среднегорья [Алексеева, 1975, 1978; Доржиева, 2002; Хобракова и др., 2004], Витимского плоскогорья [Шиленков, Кабаков, 1978], Муйской долины [Алексеева, 1979], хребта Хамар-Дабан [Имихенова, 1980], Баргузинского хребта [Ананина, 2001, 2006] и Восточного Саяна [Хобракова, 2003; Хобракова, Шарова, 2004]. На кластере (рис. 1), построенном с учётом всех отмеченных для данных территорий видов, выявлено, что наиболее близки фауны жужелиц Еравнинской котловины (ЕК) и Селенгинского среднегорья (СС). Обе территории заняты степями, соседствуют друг с другом и не имеют между собой существенных географических барьеров. В фауне жужелиц Еравнинской котловины значительна доля видов, встречающихся в субаридной зоне центральной

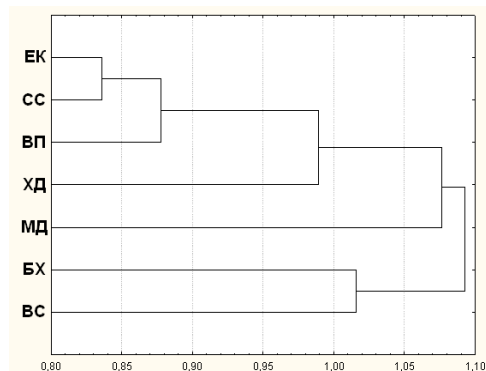


Рис. 1. Дендрограмма сходства карабидофаун.
Условные обозначения в тексте.

части Палеарктики от степей Казахстана до Монголии. Холодные степи юга Витимского плоскогорья ограничивают распространение на север многих из этих видов. К этой же группе близка фауна жужелиц Витимского плоскогорья (ВП) за счёт таёжных видов, распространённых на водоразделах и бортах котловины. С хребтом Хамар-Дабан (ХД) фауну жужелиц Еравнинской котловины, при относительно невысоком различии, объединяют широко распространенные виды: голаркты, транспалеаркты, транссибирские виды. Муйская долина

(МД) расположена между хребтами Северо-Муйский и Южно-Муйский и входит в систему горных цепей Станового нагорья. К северу Витимское плоскогорье ограничено Становым нагорьем, поэтому в фаунах жужелиц Еравнинской и Муйской котловин не обнаружилось значительного сходства (28%). Обусловлено это отсутствием в Муйской долине степных и лугово-степных видов, которые составляют 40% фауны Еравнинской котловины. В то же время все лесные виды, обнаруженные в лесостепи Витимского плоскогорья, являются общими и для горной тайги Станового нагорья. Фауны жужелиц Баргузинского хребта (БХ) и Восточного Саяна (ВС) образуют отдельную группу на дендрограмме. Обе горные территории характеризуются значительной долей видов, распространённых в горных системах Южной Сибири.

3.5. Экологический анализ фауны. В разделе анализируется состав фауны жужелиц Еравнинской котловины по спектрам биотопических групп, гигропреференту и жизненным формам.

В спектре биотопических групп выделено 9 биотопических группировок. Наиболее многочисленны лесные (22,8%) и степные (20,7%), менее обильны лугово-степные (17,4%), прибрежные и лугово-болотные (по 13%), лугово-полевые (5,4%), горно-лесные и лесо-болотные (по 3,2%), болотные (1%) виды.

По гигропреференту в равной степени представлены мезофильные и мезоксерофильные виды (по 40%), невелика доля гигрофильных (16%) и гигромезофильных (4%) жужелиц.

В спектре жизненных форм по соотношению трофических групп преобладают зоофаги (9 групп, 60 видов, 65,2%) над миксофитофагами (1 группа, 32 вида, 34,8%). Среди зоофагов по ярусным группировкам преобладают стратобионты: подстильно-почвенные (20,7%), поверхностно-подстилочные (16,3%), подстилочные (5,4%) и подстильно-трещинные (2,2%). Значительна доля эпигеобионтов: ходящих (20%), бегающих (3,3%) и летающих (2,2%). Меньше всего геобионтов роющих (2,1%) и ботриобионтов (1%). Среди миксофитофагов выделена единственная группировка геохортобионтов гарпалоидных (34,8%).

Итак, проведённый анализ указывает на криоаридный лесостепной характер карабидофауны юга Витимского плоскогорья. На примере Еравнинской котловины выявлено, что в фауне жужелиц сочетаются лесостепные и таёжные элементы благодаря особенностям полого-волнистого рельефа, небольшого перепада высот (950-1100 м) и мерзлоте. Лесостепная карабидофауна распространена непосредственно в межгорной котловине, которая постепенно сменяется на таёжную фауну жужелиц, приуроченную к её бортам и водоразделам. Таким образом, фауна жужелиц криоаридной лесостепи Еравнинской котловины можно охарактеризовать как переходную от степной фауны жужелиц Селенгинского среднегорья к таёжной Витимского плоскогорья.

ГЛАВА 4. Сообщества жужелиц Еравнинской котловины

4.1. Классификация сообществ жужелиц. Изучена экологическая структура и сезонная динамика сообществ жужелиц в лиственнично-берёзовой мерзлотной лесостепи Еравнинской котловины от приозерных биотопов через луговые степи, кустарниковые заросли, колковые и непрерывные леса к склоновым лиственничным

лесам. В анализе использованы дендрограммы сходства, рассмотрены численные показатели, структура доминирования, спектры биотопических групп и жизненных форм, сезонная динамика сообществ карабид.

Качественный анализ. По фаунистическим спискам видов для всех биотопов проведен расчёт коэффициента Жаккара. При кластерном анализе все сообщества жукелиц разделились на 3 группы и 6 подгрупп (рис. 2а):

1. Прибрежные сообщества жукелиц:
 - 1.1 Сообщества жукелиц берегов Еравнинских озёр.
2. Степные сообщества жукелиц:
 - 2.1 Сообщества жукелиц луговой степи.
3. Лесные сообщества жукелиц:
 - 3.1 Сообщества жукелиц лугов и кустарниковых зарослей;
 - 3.2 Сообщества жукелиц непрерывных и колковых березовых лесов;
 - 3.3 Сообщества жукелиц лиственничных колковых лесов;
 - 3.4 Сообщества жукелиц непрерывных лиственничных лесов.

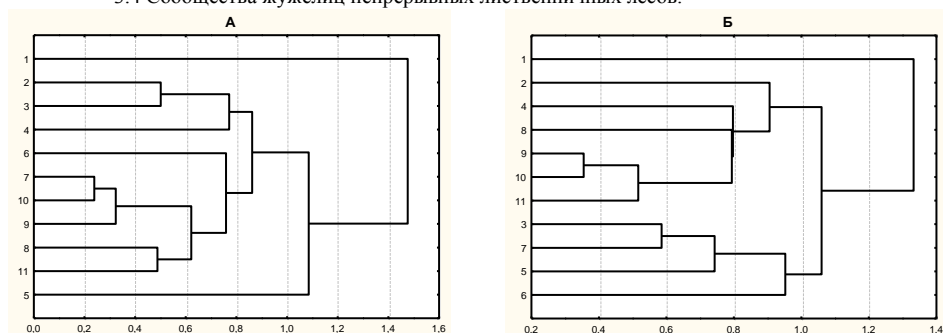


Рис. 2. Дендрограммы сходства биотопов: а – по фауне жукелиц (коэффициент Жаккара), б - по численному обилию жукелиц (индекс Чекановского-Сьеренсена). Номера биотопов: 1 – берега озёр Еравно-Харгинской системы, 2 – пойменный ивняк, 3 – остепнённый закустаренный луг, 4 – увлажненный закустаренный луг, 5 – луговая степь, 6 – лиственничный колос, 7 – березовый колос, 8 – пойменный лиственничный лес, 9 – березово-лиственничный лес, 10 – пойменный березовый лес, 11 – склоновый лиственничный лес.

В первую группу вошло сообщество жукелиц, приуроченное к берегам Еравно-Харгинской озёрной системы (1), обнаружившее наименьший процент сходства по видовому составу с остальными сообществами. На песчаных берегах озёр преобладают представители рода *Bembidion*, что составляет 55% видового состава жукелиц, которые не отмечены в остальных сообществах.

Во вторую группу выделилось сообщество жукелиц луговой степи (5), выявлен небольшой процент сходства видового состава с остальными сообществами, что объясняется значительной долей мезоксерофитных видов из родов *Cicindela*, *Cylindera*, *Amara*, *Harpalus*, не проникающих в другие биотопы.

В третью, самую обширную группу объединились лесные сообщества жукелиц, в которой выделились 4 подгруппы. Первая подгруппа сообществ жукелиц ивняковых зарослей (2), остепнённого закустаренного луга (3) и увлажнённого луга (4) сформировалась за счёт присутствия видов, предпочитающих увлажнённые открытые местообитания: *Carabus arcensis*, *C. granulatus*, *Elaphrus sibiricus*, *Pterostichus eschscholtzi*, *Agonum gracilipes*, а также лесных *C. hummeli*, *C. canaliculatus*, *C.*

billbergi, *Pterostichus interruptus*, *Curtonotus hyperboreus*. Во вторую подгруппу объединились сообщества жуужелиц непрерывных и колковых березовых лесов: пойменного березняка (10), березовых колков (7), а также смешанного берёзово-лиственничного леса (9). Во всех лесах, имеющих в составе растительности березу, встречаются лесные мезофилы из родов *Carabus*, *Pterostichus* и *Curtonotus*. В третью подгруппу выделилось сообщество жуужелиц лиственничного колка (6), в котором доля степных видов составляет 43%. Четвёртая подгруппа сообществ жуужелиц объединила сообщества жуужелиц пойменного лиственничного (8) и склонового лиственничного лесов (11), в которых почти полностью отсутствуют виды открытых пространств. По этой причине сообщества жуужелиц этих биотопов на дендрограмме отстоят от сообществ берёзовых лесов. Тем не менее, для всех лесных сообществ характерны общие виды: *Carabus hummeli*, *C. canaliculatus*, *Pterostichus adstrictus*, *P. dauricus*, *P. eximius*, *Curtonotus hyperboreus*, *Cymindis vaporariorum*.

Количественный анализ. Для кластерного анализа сообществ жуужелиц использован индекс Чекановского-Сьеренсена, при котором учитывается доля каждого вида в биотопе. Все сообщества жуужелиц традиционно разделились на три группы и шесть подгрупп (рис. 2б):

1. Прибрежные сообщества жуужелиц:
 - 1.2 Сообщества жуужелиц берегов Еравнинских озёр.
2. Лугово-лесные сообщества жуужелиц:
 - 2.1 Сообщества жуужелиц лугов и кустарниковых зарослей;
 - 2.2 Сообщества жуужелиц непрерывных лиственничных и березовых лесов.
3. Лесостепные сообщества жуужелиц:
 - 3.1 Сообщества жуужелиц березовых колковых лесов и остепнённого луга;
 - 3.2 Сообщества жуужелиц луговой степи;
 - 3.3 Сообщества жуужелиц лиственничных колковых лесов.

В первую группу по численному обилию снова выделилось сообщество жуужелиц берегов озёр (1) за счёт высокого численного обилия видов рода *Bembidion* (53%).

Во вторую группу объединились лугово-лесные сообщества жуужелиц. В ней выделились две подгруппы сообществ. В первую подгруппу по причине значительного численного обилия *Carabus granulatus* вошли сообщества жуужелиц луга закустаренного (4) и ивняковых зарослей (2). В следующей подгруппе объединились сообщества жуужелиц непрерывных лиственничных и березовых лесов.

В третью группу объединились лесостепные сообщества жуужелиц с тремя подгруппами: березового колка (7) и остепнённого луга (3); луговой степи (5); лиственничного колка (6).

Особый интерес вызывает тот факт, что по численному обилию сообщества жуужелиц колковых лесов объединились в одну группировку со степными сообществами. Хотя по видовому составу сообщество жуужелиц колковых лесов в основном состоит из лесных видов, численно все же доминируют степные жуужелицы.

При обзоре сообществ жуужелиц за основу приняты результаты их объединения по численному обилию.

4.2. Обзор сообществ жуужелиц. В данном разделе приводится характеристика групп сообществ жуужелиц в соответствии с классификацией, изложенной выше. Для групп и подгрупп сообществ приводятся основные численные показатели (видовое и численное обилие, индекс разнообразия Шеннона H , индекс выровненности J ,

показатель доминирования Симпсона С), доминирующие виды и сезонная динамика сообщества.

Прибрежные сообщества жуужелиц

1. Сообщество жуужелиц берегов Еравнинских озёр характеризуется высокими индексами видового разнообразия (2,46) и выровненности (0,82). Преобладают представители родов *Bembidion* (55%) и *Carabus* (15%). По численному обилию доминируют *Carabus maeander* (23%), *Bembidion scorpinulum* (13%), *B. obliquum* (11%), *B. obscurum* (10%), *E. sibiricus* (10%), *C. arcensis* (7%) и *B. varium* (5%). Индекс доминирования Симпсона составляет 0,11 (наиболее низкий среди всех изученных сообществ жуужелиц), что указывает на большое количество видов, но низкую их численность.

Лугово-лесные сообщества жуужелиц

1. Сообщества жуужелиц лугов и кустарниковых зарослей также отличаются высоким разнообразием ($H=2,12-2,48$; $J=0,7-0,8$), доминируют мезофильные *Carabus granulatus* и *C. canaliculatus*. Сезонная динамика этих сообществ отличается раннелетней (пик размножения *C. granulatus*) и среднелетней (пик размножения *C. canaliculatus*) активностью жуужков (рис. 3а).

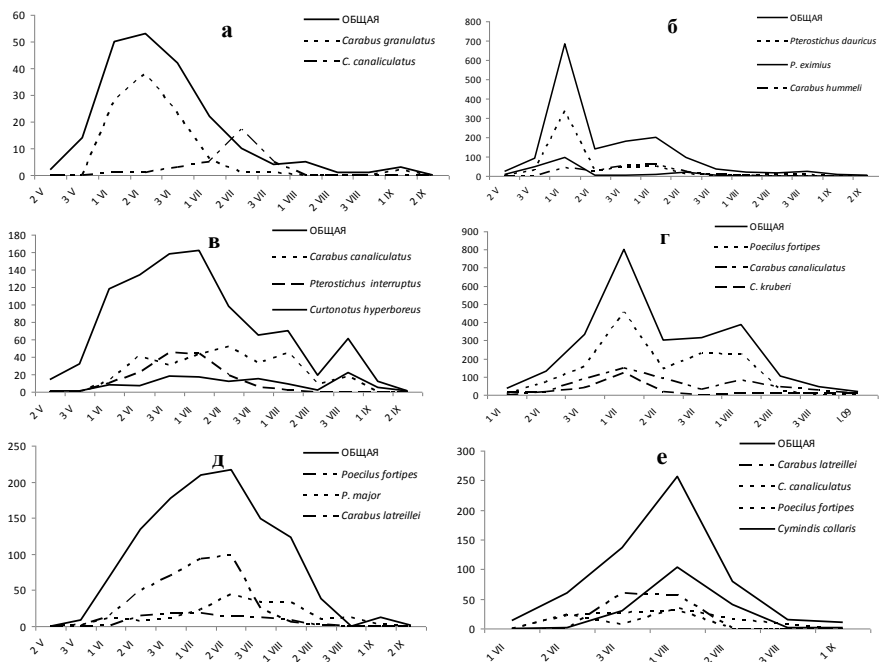


Рис. 3. Сезонная динамика сообществ жуужелиц: а – закустаренного луга, б – пойменного лиственного леса, в – пойменного березового леса, г – березовых колков, д – луговой степи, е – лиственных колков.

По оси абсцисс обозначены декады, по оси ординат – количество экземпляров жуужелиц.

2. Сообщества жуужелиц непрерывных лиственничных и березовых лесов характеризуются средними численными показателями видового обилия (15-19 видов), разнообразия ($H=1,84-2,23$; $J=0,62-0,72$; $C=0,15-0,22$), уловистости (3,6-5,9 экз./10 ловушко-суток). Во всех сообществах этой подгруппы преобладают лесные виды, высокой численности достигает *Carabus canaliculatus*, входящий в состав доминантов во всех непрерывных лесах, а также *C. billbergi*, *Pterostichus interruptus*, *P. eximius*, *Curtonotus hyperboreus*. В состав доминантов в сообществе жуужелиц пойменного лиственничника входят *Pterostichus dauricus* (35% численного обилия), *Carabus hummeli* (15%). Для жуужелиц непрерывных лесов характерны раннелетний (пойменный лиственничный лес, рис. 3б) или средне- и позднелетний (склоновый лиственничный, березовый и березово-лиственничный леса, рис. 3в) пики активности.

Лесостепные сообщества жуужелиц

1. Сообщества жуужелиц березовых колковых лесов и остепнённого луга характеризуются низким разнообразием ($H=1,5$ и $1,9$; $J=0,47$ и $0,50$) и высокими показателями индекса доминирования (0,45 и 0,35). Это обусловлено доминированием степного *Poecilus fortipes*, составляющего более половины численного обилия жуужелиц этих сообществ. Сезонная динамика активности отличается увеличением численности жуужелиц с I декады июля за счёт *Poecilus fortipes* и *Carabus kruberi* (рис. 3г).

2. Сообщество жуужелиц луговой степи состоит из 46 видов, оно довольно разнообразно ($H=2,43$; $J=0,63$; $C=0,15$). В структуре доминирования представлены степные виды: *Poecilus fortipes* (53%), *P. major* (17%). Пик сезонной динамики активности приходится на середину лета, с третьей декады июня по вторую декаду июля (рис. 3д).

3. Сообщество жуужелиц лиственничных колковых лесов состоит всего из 14 видов, с низким индексом разнообразия (1,9) и выровненности (0,72). В структуре доминирования представлены степные *Cymindis collaris* (31,1%), *Carabus latreillei* (20,5%), *Poecilus fortipes* (14,2%), а также лесные виды *C. canaliculatus* (15,7%), *Pterostichus dauricus* (6,3%). Сообщество отличается среднелетней активностью жуужелиц, пик наблюдается в I декаде июля за счёт резкого повышения численности *Cymindis collaris* (рис. 3е).

4.3. Особенности структуры сообществ жуужелиц. Изменения численных показателей сообществ жуужелиц. Наиболее богатыми по видовому составу оказалось сообщество жуужелиц степи (46 видов). Самая высокая динамическая плотность отмечена для сообществ жуужелиц луговых и лесных биотопов: остепнённый луг (6,4 экз. на 10 л/сут), пойменный лиственничный лес (5,9 экз. на 10 л/сут), закустаренный луг (5,7 экз. на 10л/сут), березовые колки (4,9 экз. на 10 лов/сут). Наиболее разнообразными оказались сообщества жуужелиц в лугово-кустарниковых биотопах, степи, в березовых непрерывных лесах. Минимальное разнообразие сообщества жуужелиц выявлено в березовых и лиственничных колках и в непрерывных лиственничных лесах. Показатель Симпсона возрастает при сильном доминировании одного или нескольких видов. Наиболее высок он на остепнённом лугу (0,45) и в березовых колках (0,35) из-за высокой численности *Poecilus fortipes*. Наиболее низкий показатель доминирования, указывающий на большое количество

видов, но их низкую численность, наблюдался на берегах озёр и разнотравно-злаковым лугу (0,11), а также в луговой степи и берёзовом лесу (0,15).

Изменения экологической структуры сообществ жужелиц. При анализе изменения структуры сообществ от центральной части котловины к её краям прослеживаются закономерности в изменениях состава биотопических групп и спектра жизненных форм жужелиц. На побережье озёр доминируют прибрежные (54,5%) и лугово-болотные (22,7%) виды. В пойменных лесах долины р. Индола преобладают лесные виды (60%). Кроме того, в эти леса могут проникать виды из соседних биотопов: степи (степные и лугово-степные – по 15%) и увлажнённых местообитаний (лугово-болотные – 5%). При увеличении абсолютной высоты до 950-980 м пойменные леса сменяются степными ландшафтами. Здесь значительна доля степных и лугово-степных (по 32,7%) видов жужелиц. В степи также наблюдается проникновение видов из соседних биотопов – доля лесных видов составляет здесь 26,5%, а лугово-полевых и лугово-болотных – по 4,1%. На высоте 1000-1050 м лесостепь в Еравнинской котловине постепенно сменяется склоновыми лиственничными лесами, где преобладают лесные (71,4%) и горно-лесные (14,3%) виды. Соотношение жизненных форм меняется следующим образом: эпигеобионты ходящие входят в состав доминантов во всех поясах растительности, причем их доля в карабидофауне увеличивается от 13,6% на побережье озёр до 40% в лесах. Стратобионты подстильно-почвенные преобладают в лесах: пойменных (35%), колковых (30%) и, особенно, в склоновых лиственничных лесах (61,9%). На побережье озёр значительную долю составляют стратобионты поверхностно-подстилочные (63,6%), гораздо меньше доля эпигеобионтов ходящих и бегающих (по 13,6%). В степях доминируют геохортобионты гарпалоидные (61,2%).

Обеднёность и оstepнёность сообществ жужелиц колковых лесов. Структура сообществ жужелиц берёзовых и лиственничных колковых лесов характеризуется двумя особенностями. Во-первых, для них характерна обеднёность видового состава по сравнению с сообществами жужелиц леса или степи. Во-вторых, в карабидофауне колковых лесов отмечена значительная доля степных элементов, в лиственничных колках степные виды составляют 35%, в берёзовых – 43%. По численному обилию степные виды составляют 67,8%, а лесные – 32,2%. Возможно, это обусловлено тем, что фрагментированные колковые леса служат для степных видов благоприятной стадией для размножения. Так, степные жужелицы *Cymindis collaris* и *Carabus latreillei* активны в лиственничных колках только в период размножения со II декады июля по II декаду августа. В июне и сентябре уловистость этих видов практически отсутствует. Берёзовые колки характеризуются большей увлажнёностью и более высоким травостоем по сравнению с лиственничными коками. В связи с этим отмечены значительные различия в структуре доминирования сообществ жужелиц фрагментированных лесов. В лиственничном колке с оstepнённым травянистым покровом доминирует степной подстильно-трещинный вид *Cymindis collaris*. В берёзовом колке с хорошо развитым травостоем и повышенной влажностью преобладает лугово-степной стратобионт подстильно-почвенный вид *Poecilus fortipes*.

Таким образом, синэкологический анализ выявил особенности формирования видового состава и структуры сообществ жужелиц в условиях криоаридной лесостепи

юга Витимского плоскогорья. Нами выявлены стабильные и нестабильные сообщества жужелиц. К первой группе относятся сообщества жужелиц лугов, степей и лесов. Видовой состав формируется стенотопными видами, отмечено высокое видовое богатство, выровненная структура численного обилия и доминирования. Ко второй группе относятся сообщества жужелиц фрагментированных колючих лесов. Видовой состав жужелиц сложен пластичными видами из прилегающих степных и лесных биотопов. Для этих сообществ выявлены низкие индексы разнообразия и выровненности, высокие индексы доминирования. Несмотря на лесной облик местообитаний, характер сообществ жужелиц лесостепной.

ГЛАВА 5. Сезонная динамика половозрастной структуры доминантных видов жужелиц

5.1. Сезонная динамика активности и жизненные циклы жужелиц. Анализ сезонной динамики активности демографической структуры популяций 13 доминантных видов жужелиц криоаридной лесостепи юга Витимского плоскогорья выявил 2 типа сезонной динамики активности жужелиц: раннелетний и среднелетний.

Одногодичные раннелетние виды жужелиц (5 видов) имеют высокий пик активности в начале лета в период размножения (июнь). У этих видов во второй половине сезона (август - сентябрь) отмечается небольшой подъем активности за счет молодого поколения имаго. Среди них выявлены виды без активности молодого поколения (*Carabus granulatus*, *Pterostichus dauricus* и *P. eximius*) и виды с активностью молодого поколения (*Carabus arcensis*, *C. billbergi*).

У представителя первой группы *Pterostichus dauricus* (рис. 4а) активность продолжается 12 декад, со второй декады мая по первую декаду сентября. Период размножения вида составляет 7-8 декад, но период максимального размножения занимает всего две декады июня. К середине лета численность жуков резко падает. Во второй половине лета молодое поколение малоактивно, вероятно, зимовка в кукольных колыбельках.

Во второй группе, на примере *Carabus billbergi* (рис. 4б), показана активность молодого поколения. Первый пик активности связан с размножением вида и охватывает период с конца мая до начала июля, максимальный период размножения охватывает 3-4 декады. Второй пик активности связан с выходом молодого поколения с середины августа до середины сентября. Зимуют молодые жуки.

Двухгодичные среднелетние виды жужелиц размножаются в наиболее тёплое время вегетативного сезона, с начала июня по август. В эту группу входят виды обычно с растянутым периодом активности (9-12 декад), при этом период максимального размножения приходится на середину лета. Период размножения у лесных видов более длительный и охватывает почти весь сезон (*Carabus canaliculatus* и *Curtonotus hyperboreus*), в то время как у степных видов (*Carabus latreillei*, *Poecilus fortipes*, *P. major*) он менее длительный, в среднем составляет 9-10 декад. *Carabus canaliculatus* (рис. 4в) – вид со среднелетним максимумом размножения, длительностью в 6 декад. Периоды размножения и выход молодого поколения практически совпадают. Зимуют имаго и личинки.

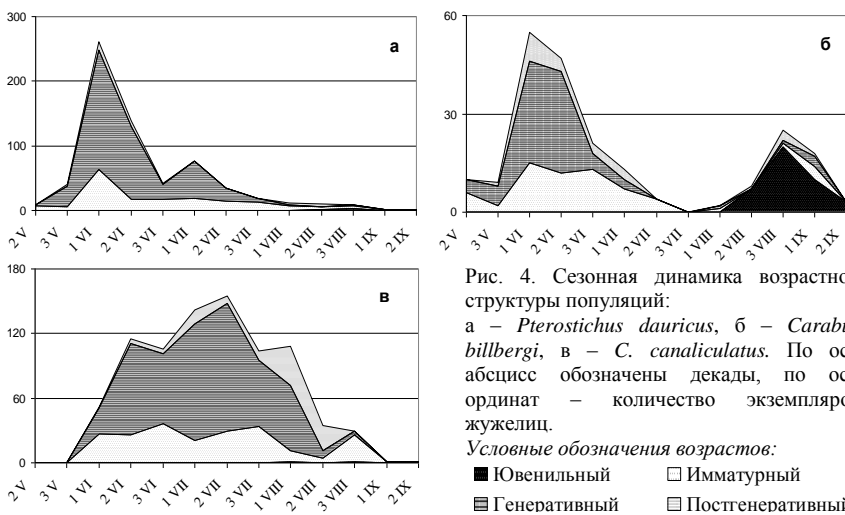


Рис. 4. Сезонная динамика возрастной структуры популяций: а – *Pterostichus dauricus*, б – *Carabus billbergi*, в – *C. canaliculatus*. По оси абсцисс обозначены декады, по оси ординат – количество экземпляров жувелиц.

Условные обозначения возрастов:

- Ювенильный
- Иматурный
- ▨ Генеративный
- ▤ Постгенеративный

Разнообразие жизненных циклов жувелиц в районе исследования низкое, отмечено всего два типа – одногодичные раннелетние (38,4%) и двухгодичные среднелетние (61,6%). Такой спектр жизненных циклов связан с климатическими особенностями региона: весенний и осенний периоды кратковременны, и смена сезонов достаточно резкая. В криоаридной лесостепи не отмечено осенних видов жувелиц. В условиях короткого теплого периода и близкого залегания мерзлоты у жувелиц происходит или укорочение сезонной активности и периода размножения, или удлинение жизненного цикла вида до двух лет. Подобные механизмы были выявлены для горных условий Восточного Саяна [Шарова, Хобракова, 2005; Хобракова, Шарова, 2005].

5.2. Особенности половозрастной структуры *Poecilus fortipes* и *Carabus canaliculatus* в формировании сообществ жувелиц фрагментированных колковых лесов.

В структуре сообществ жувелиц фрагментированных колковых лесов большую долю участия принимают два вида жувелиц из прилегающих степных и лесных биотопов: *Poecilus fortipes* и *Carabus canaliculatus*. Популяционный анализ двух доминирующих видов жувелиц дан по следующим параметрам: соотношению возрастных группировок, соотношению полов, доли генеративных самок и показателей яйцепродукции в колковых лесах, и прилегающих к ним степных биотопов и непрерывных лесов.

Poecilus fortipes – лугово-степной вид. Наибольшего обилия этот вид достигает в берёзовых колках (53,3% от суммарного обилия видов), однако доля генеративных самок составляет 32,9%. В лиственных колках численное обилие вида составляет 14,2%, а доля генеративных самок лишь 15%. В прилегающем степном биотопе численное обилие вида достигает 31%, а доля генеративных самок возрастает до 71%. Яйцепродукция вида также изменяется в зависимости от биотопа: среднее число яиц составляет в березовом колке 10,8 штук, в лиственном колке – 13,3, в степи – 11,3. В степи отмечена наиболее выровненная половая структура популяции, индекс соотношения полов составил -0,12.

Carabus canaliculatus – лесной вид, многочисленный в непрерывных берёзовых и лиственничных лесах (составляет 1/3 численного обилия жуужелиц в сообществах). Наибольшее численное обилие отмечено в непрерывном берёзовом лесу (30,2%), затем во фрагментированном берёзовом колке (22%), фрагментированном лиственничном колке (15,7%) и непрерывном лиственничном лесу (14,2%). Доля генеративных самок также изменяется в зависимости от биотопа: в непрерывном берёзовом лесу – 45,1%, непрерывном лиственничном лесу – 40,2%, затем во фрагментированном берёзовом колке – 39,1% и лиственничном колке – 34,5%. Яйцепродукция также изменяется: наибольшие показатели отмечены в лиственничном колке – 3,9 штук, непрерывном колке – 3,6, берёзовом колке – 3,6, берёзовом непрерывном лесу – 3,5.

Таким образом, фрагментированные колковые леса служат для лесных и степных видов временной стацией или резерватом в условий криоаридной лесостепи юга Витимского плоскогорья.

Выводы

1. Фауна жуков-жуужелиц криоаридной лесостепи юга Витимского плоскогорья включает 92 вида из 22 родов. Ядро фауны составляют виды 5 родов: *Harpalus*, *Pterostichus*, *Amara*, *Bembidion*, *Carabus*. По численному обилию доминируют виды родов *Carabus*, *Poecilus*, *Pterostichus*, *Curtonotus*.
2. Основу фауны жуужелиц юга Витимского плоскогорья составляют по широтной составляющей ареалов бореальные (48,9%), субаридные (31,5%) и полизональные (15,2%) виды. По долготной составляющей преобладают транспалеарктические (22,8%) и центральнопалеарктические (сибирские – 32,6% и монгольские – 19,6%) виды.
3. Анализ фауны жуужелиц юга Витимского плоскогорья с фаунами сопредельных территорий выявил, что карабидофауна изученного региона имеет наиболее близкие связи с фауной жуужелиц Селенгинского среднегорья и Витимского плоскогорья.
4. Для сообществ жуужелиц криоаридной лесостепи выявлено три несходные группы сообществ жуужелиц: прибрежные, степные и лесные. По численному обилию выделяются прибрежные, лугово-лесные и лесостепные группы сообществ. В условиях криоаридной лесостепи юга Витимского плоскогорья выявлены стабильные (лугов, степей и лесов) и нестабильные (фрагментированных колковых лесов) сообщества жуужелиц.
5. Фрагментированные колковые леса в условиях криоаридной лесостепи юга Витимского плоскогорья служат для лесных и степных видов временной стацией или резерватом.
6. По сезонной динамике половозрастной структуры доминирующих видов жуужелиц выявлено два типа жизненных циклов – одногодичные раннелетние (38,4%) и двухгодичные среднелетние (61,6%). Такой спектр жизненных циклов связан с климатическими особенностями региона и близкого залегания мерзлоты.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Моролдоев И.В. К экологии *Pterostichus dauricus* и *Pt. eximius* (Coleoptera, Carabidae) в лесах юга Витимского плоскогорья / И.В. Моролдоев // Вестник Бурятского университета. - Серия химия, биология, география. - Вып. 3. – Улан-Удэ: БГУ, 2007. – С. 231-233 (журнал, рекомендованный ВАК).
2. Моролдоев И.В. Динамика численности локальной популяции *Carabus canaliculatus* (Coleoptera, Carabidae) / И.В. Моролдоев // Проблемы популяционной экологии животных. – Материалы Международной конференции памяти академика И.А. Шилова. – Томск: ТГУ, 2006. – С. 88-89.
3. Моролдоев И.В. Пространственно-временная дифференциация лесных жужелиц *Carabus canaliculatus* Ad., *C. hummeli* Fisch. и *C. billbergi* Mnnh. (Coleoptera, Carabidae) на юге Витимского плоскогорья / Л.Ц. Хобракова, И.В. Моролдоев // Межрегиональное совещание энтомологов Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: ИСиЭЖ СО РАН, 2006. – С. 301-303.
4. Моролдоев И.В. Структура населения жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в лесах юга Витимского плоскогорья / Л.Ц. Хобракова, И.В. Моролдоев // Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии. – Всероссийская конференция с международным участием. – Улан-Удэ: ИОЭБ СО РАН, 2006. – С. 191-192.
5. Моролдоев И.В. Фауна жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Сосновоозерской котловины / И.В. Моролдоев // Экология в современном мире. – Материалы Всероссийской конференции молодых ученых. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2007. – С. 73-74.