

ФИТОПАТОЛОГИЯ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 595.762

DOI: 10.25684/2712-7788-2023-2-167-7-15

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЖУЖЕЛИЦ
(COLEOPTERA, CARABIDAE) ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЯ****Татьяна Львовна Ананина¹, Александр Афанасьевич Ананин^{1,2}**

¹Объединенная дирекция Баргузинского государственного природного биосферного заповедника и Забайкальского национального парка (ФГБУ «Заповедное Подлесье»), 670002, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, Комсомольская, 44-64

E-mail: t.l.ananina@mail.ru

²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьянова, 6

E-mail: a_ananin@mail.ru

Численность и фенология жуужелиц, живущих на берегах озера Байкал, еще недостаточно исследованы. Приводятся итоги параллельного мониторинга видового состава, обилия, фенологических особенностей сезонной активности жуужелиц на двух заповедных территориях в Северной и Южной части Восточного Прибайкалья. Установлено, что тепловой режим, биоразнообразие, фенология и численность жуужелиц на хребте Хамар-Дабан (Байкальский заповедник, юго-восточное Прибайкалье) значительно превышает таковые на Баргузинском хребте (Баргузинский заповедник, северо-восточное Прибайкалье). Суммы накопленного тепла определяют фенологические особенности периода сезонной активности и оказывает влияние на численность жуужелиц. Их реакция на погодные условия видоспецифична.

Ключевые слова: карабиды; низкогорье; Хамар-Дабан; Баргузинский хребет

Введение

Особо охраняемые природные территории – заповедники и национальные парки на побережье Байкала являются научно-исследовательскими учреждениями. В их основные задачи, наряду с охраной и экологическим просвещением, входит проведение инвентаризации биоты, изучение абиотических компонентов, мониторинг состояния природных комплексов. Долговременные исследования на природоохранных территориях, как правило, ограничиваются набором климатических параметров, птиц и млекопитающих. Насекомые, в силу отсутствия специалистов, или трудоёмкости учетных работ, фигурируют в долговременных рядах наблюдений не часто (Минин и др., 2020). В то же время они играют важнейшую роль в поддержании многих экосистемных функций природной среды (Ruchin, Egorov, 2021). В Баргузинском государственном природном биосферном заповеднике (северо-восточное Прибайкалье, N54.35, E109.5), наряду с другими модельными объектами животного мира, с 1988 г. осуществляется мониторинг динамики численности жуужелиц на высотном трансекте (Баргузинский хребет) (Ананина, 2010). В 2004–2005 гг. параллельно мы проводили количественные учеты жуужелиц на территории Байкальского государственного природного биосферного заповедника (N51.57, E105.10) в юго-восточной части Прибайкалья (хребет Хамар-Дабан) (рис. 1).



Рис. 1 Схема расположения территорий Баргузинского и Байкальского заповедников
Fig. 1 Scheme of the location of the territories of the Barguzinsky and Baikalsky reserves

Наш интерес к исследуемым районам состоял в том, что:

а) обе территории относятся к одному типу высотной поясности «влажный прибайкальский тип поясности растительности», не имеющий себе аналогов на Земле (Тюлина, 1976);

б) на территории Байкальского заповедника не проводились количественные учеты жуужелиц;

в) изучаемые районы Прибайкальской восточной природной территории удалены друг от друга на достаточно большое расстояние 450 км (в широтном градиенте – на 2,8° в долготном – на 4,4°);

г) никогда не подвергались хозяйственной деятельности человека и до настоящего времени сохранились в девственном состоянии.

Предыдущий разбор собранного нами материала по жуужелицам был сосредоточен на сравнении биоразнообразия карабидофаун Баргузинского хребта и Хамар-Дабана (Ананина, 2009а; 2009б).

Целью данного исследования была оценка влияния абиотических факторов на изменения численности и фенологию сезонной активности модельных видов жуужелиц в нижней части горнолесного пояса хребтов Хамар-Дабан и Баргузинского.

Характеристика районов исследования

Материалом для исследования послужили данные одновременных количественных учетов жуужелиц в вегетационный период 2004 г. и данные метеорологических станций «Давша» и «Танхой» на территории Баргузинского и Байкальского заповедников.

Исследуемые территории входят в состав котловинной провинции Байкало-Джугджурской горно-таежной области Северной Азии (Сочава, 1986). Ключевые участки исследований размещаются в низкогорной части западного макросклона Баргузинского хребта и северо-западного макросклона хребта Хамар-Дабан (рис. 2).



Рис. 2 Территории исследования (нижняя часть горнолесного пояса):
а – долина р. Давше, Баргузинский хребет, северо-восточное Прибайкалье
(фото Ананина А.А.); б – долина р. Большая Осиновка, хребет Хамар-Дабан, юго-восточное
Прибайкалье (фото Сутула В.И.)

Fig. 2 Study areas (lower part of the mountain forest belt):
a – river valley Davshe, Barguzinsky Ridge, northeastern Baikal region (photo by Ananin A.A.);
b – river valley Bolshaya Osinovka, Khamar-Daban ridge, southeastern Baikal region
(photo by Sutula V.I.)

Среднегодовая температура на территории Баргузинского заповедника – самая низкая для всего Прибайкалья (Ладейщиков, 1976). Максимум атмосферных осадков выпадает в Юго-восточной части Прибайкалья (Белова, 2017). Мы охарактеризовали климат исследуемых территорий следующим образом: как значительно увлажнённый и умеренно континентальный – на территории Байкальского заповедника, умеренно увлажненный и резко континентальный – в Баргузинском заповеднике. Континентальность климата в Прибайкалье при продвижении с южной оконечности Байкала к северной повышается (Ананина, 2020). По мнению известного геоботаника Тюлиной Л.Н. (Тюлина, 1976) растительность Баргузинского хребта и Хамар-Дабана сформировалась под влиянием водной массы озера Байкал. В структуре растительности этих районов присутствует сходство, и в то же время наблюдается различие по составу лесообразующих пород. В низкогорной части Баргузинского хребта, по большей части, произрастают светлохвойные лиственнично-сосновые леса, в то время как на Хамар-Дабане преобладает кедрово-пихтовая тайга.

Объекты и методы исследования

Площадки для отлова жужелиц размещались в нижней части горнолесного пояса на высоте 500-700 м над уровнем моря в характерных биотопах: На Баргузинском хребте – Лиственничник голубичный, Луг разнотравный, Сосняк брусничный, Кедрач бадановый и Осинник бадановый, на Хамар-Дабане – Лиственничник брусничный, Луг разнотравный, Топольник злаково-разнотравный, Пихтарник зеленомошный, Пихтарник чернично-бадановый. В каждом биотопе на расстоянии 5-7 м друг от друга было установлено 5 почвенных ловушек (Barber, 1931). Для отлова использовали поллитровые стеклянные банки диаметром 70 см, на $\frac{1}{4}$ наполненные фиксатором (4% раствор формалина) и вкопанные вровень с поверхностью земли. Сбор жуков проводили с третьей декады мая по третью декаду августа 5, 15, 25 числа месяца.

В качестве модельных выделены по 5 доминантных видов жуужелиц, доля участия которых составляла более 10% от общего населения сообщества жуужелиц. На Баргузинском хребте – *Calathus micropterus* Duft., 1812; *Carabus odoratus barg.* Shil., 1996; *Pterostichus eximius* A. Mor., 1862; *Pt. montanus* Motsch., 1844; *Pt. dilutipes* Motsch., 1844; На Хамар-Дабане – *Pt. subaeneus* Chaud., 1850; *Pt. septentrionis* Chaud., 1868; *Carabus odoratus dab.* Shil., 1996; *Pt. dilutipes* Motsch., 1844, *Pt. oblongopunctatus* Fabr., 1787.

Для характеристики гидротермических условий вегетационного периода 2004 г., на каждой территории, использовали стандартизированный набор данных: максимальная, минимальная и средняя температуры воздуха, минимальная температура на почве, уровень атмосферных осадков (по декадам). Для характеристики теплового режима в период активности жуужелиц рассчитали суммы средних суточных температур воздуха (эффективные температуры) выше 0⁰, +5⁰, +10⁰, продолжительность безморозного периода (в днях). Рассмотрены характеристики фенологических сезонов жуужелиц (Летописи природы Баргузинского и Байкальского заповедников за 2004 г.). Границы температурных порогов и названия фенологических сезонов взяты в описании фенологических явлений Баргузинского заповедника: «Голая весна» (окончательный переход $t > 5^0$), «Зеленая весна» (окончательный переход $t > 10^0$), «Предлетье» (первый переход $\min t > 5^0$), «Полное лето» (устойчивый переход $\min t > 5^0$), «Ранняя осень» (первый переход $\min t < 0^0$, первый заморозок), «Золотая осень» (устойчивый переход $\min t < 0^0$ C) (табл. 2).

Результаты и обсуждение

В 2004 г. на каждой территории было отработано по 2300 ловушко–суток, в которые было отловлено: на Баргузинском хребте – 2549 особей жуужелиц 12 видов 8 родов, на Хамар-Дабане – 3021 особь жуужелиц 23 видов 11 родов (табл. 1).

Карабидофауна исследуемых территорий отличается своеобразием. Анализ видовых списков жуужелиц в низкогорном поясе растительности выявил достаточно большое различие – из 28 встреченных отмечено только 5 общих видов. Бóльшим видовым богатством отличается хребет Хамар-Дабан. В карабидофаунах присутствует 4 эндемичных вида. Здесь наблюдается процесс молодого видообразования, например, полиморфный вид *Carabus odoratus* Motsch на Баргузинском хребте образует подвид *C. od. bargusinus*, а на Хамар-Дабане – *C. od. dabanensis* (Хобракова и др., 2014) (табл. 1).

Гидротермический режим Южного и Северного Прибайкалья в 2004 г. значительно разнился. В Байкальском заповеднике среднегодовая температура была на 3,5° выше, чем в Баргузинском заповеднике, а уровень атмосферных годовых осадков на Хамар-Дабане превышал в 2,1 раза. Тепловой режим вегетационного периода (сумма положительных температур) в Байкальском заповеднике был также выше на 28%, а биологическое лето продолжалось на 63 дня дольше. Наступление весенних фенологических сезонов на Хамар-Дабане, по сравнению с Баргузинским хребтом, опережало на две недели, летних – на 3-7 дней. Осенние сезоны запаздывали на 11-17 дней (табл. 2).

Предыдущие исследования показали, что в Северном Прибайкалье лидирующим фактором, оказывающим влияние на жизнедеятельность жуужелиц, выступают температуры воздуха, уровень атмосферных осадков занимает второе место (Ананина, 2010). Ученые также рассматривают накопленное тепло, или пороговую сумму положительных температур, наиболее надежным сигналом начало вегетации растений и выхода насекомых из диапаузы (Минин и др., 2020; Pozsgai, 2018; Burtshell *et al.*, 2020).

Таблица 1

Видовой состав сем. Carabidae в нижней части горнолесного пояса Баргузинского хребта и хребта Хамар-Дабан

Table 1

The species composition of the family Carabidae in the lower part of the Khamar-Daban Mountain forest belt and the Barguzinsky Range

Вид Species	Баргузинский хребет Barguzinsky Range	Хамар- Дабан Khamar- Daban Range
<i>Leistus (Leistus) niger</i> Gebl.		+
<i>Nebria (Boreonebria) rufescens</i> Str.		+
<i>Notiophilus aquaticus</i> L.	+	+
<i>Carabus (Diocarabus) loschnikovi</i> F. W.	+	
* <i>Carabus (Morphocarabus) odoratus dabanensis</i> Shil.		+
* <i>Carabus (Morphocarabus) odoratus bargusinus</i> Shil.	+	
<i>Poecilus (Poecilus) cupreus cupreus</i> L.		+
<i>Pterostichus (Bothriopterus) adstrictus</i> Esch.	+	
<i>Pterostichus (Petrophilus) dilutipes</i> Motsch.	+	+
<i>Pterostichus (Phonias) diligens</i> Sturm.		+
<i>Pterostichus (Petrophilus) eximius</i> A. Mor.	+	+
<i>Pterostichus (Petrophilus) montanus</i> Motsch.	+	
<i>Pterostichus (Bothriopterus) oblongopunctatus</i> Fabr.		+
* <i>Pterostichus (Petrophilus) septentrionis</i> Chaud.		+
* <i>Pterostichus (Petrophilus) subaeneus</i> Chaud.		+
<i>Bembidion (Peryphus) amurense</i> Motsch.		+
<i>Bembidion (Peryphus) grapii</i> Gyll.		+
<i>Bembidion (Plataphus) prasinum</i> Duft.		+
<i>Calathus (Neocalathus) erratus</i> C.R. Sahlb.		+
<i>Calathus (Neocalathus) micropterus</i> Duft.	+	+
<i>Agonum (Liebherrius) alpinum</i> Motsch.		+
<i>Agonum (Europhilus) fuliginosum</i> Panz.		+
<i>Agonum (Agonum) gracilipes</i> Duft.,		+
<i>Platynus (Platynus) assimilis</i> Paykull,		+
<i>Platynus (Batenus) mannerheimi</i> Dej.	+	+
<i>Amara (Amara) communis</i> Panz.	+	
<i>Curtonotus (Curtonotus) aulicus</i> Panz.	+	
<i>Harpalus (Harpalus) latus</i> L., 1758	+	+
Всего	12	23

Примечание: *эндемичные виды
Note: *endemic species

Таблица 2

Параметры погоды на исследуемых территориях восточного Прибайкалья, 2004 г.

Table 2

Weather parameters in the studied territories of the eastern Baikal region, 2004

Параметры погоды Weather parameters	Баргузинский заповедник Barguzinsky Reserve	Байкальский заповедник Baikalsky Reserve
Среднегодовая температура воздуха, t °C / Average annual air temperature, t °C	-2,4	+0,9
Уровень атмосферных осадков, мм / Precipitation level, mm	430,2	716,9
Продолжительность безморозного периода, дни / Frost-free period, day	134	197
Сумма эффективных t > 0°C / Sum efficient t > 0°C	1421,6	1824,4
Начало феносезона "Голая весна" / Beginning of the season "Naked Spring"	7.05	21.04
Начало феносезона "Зеленая весна" / Beginning of the season "Green Spring"	30.05	15.05
Начало феносезона "Предлетье" / Beginning of the season "Predletye"	11.06	8.06
Начало феносезона "Полное лето" / Beginning of the phenoseason "Full summer"	5.07	29.06
Начало феносезона "Ранняя осень" / Beginning of the season "Early autumn"	1.09	18.09
Начало феносезона "Золотая осень" / Beginning of the season "Golden autumn"	24.09	5.10

В Баргузинском заповеднике в 2004 плюсовые температуры воздуха пришли в первую декаду мая, в Байкальском заповеднике – в третью декаду апреля, в фенологический сезон «Голая весна» (табл. 1).

Суммы накопленного тепла до третьей декады июня на Баргузинском хребте и до первой декады июня на Хамар-Дабане явились наиболее важным фактором, определившим начало активности жуужелиц (рис. 3.)

С использованием начальных дат выхода жуков на поверхность, сравнительным методом обнаружили, что на Хамар-Дабане активный период раннелетних видов *Pt. subaeneus* и *Pt. septentrionis* начинался в первой декаде июня, а *C. odoratus*, *Pt. dilutipes*, *Pt. oblongopunctatus* – во второй декаде июня. На Баргузинском хребте раннелетний *Pt. eximius* выходит на поверхность во второй декаде июня, а *C. odoratus*, *Cal. micropterus*, *Pt. motanus*, – в третью декаду июня. Таким образом, даже близкородственные виды (род *Carabus*) и даже один вид (*Pterostichus dilutipes*) в разных климатических условиях различаются по своим фенологическим особенностям.

Характерно, что и пик активности (численности) в двух сообществах различаются на целый месяц, на Хамар-Дабане – вторая декада июня, на Баргузинском хребте – вторая декада июля (рис. 3). По результатам корреляционного анализа численность всех модельных видов связана (положительно) со средними, минимальными, максимальными температурами толщи воздуха и температурами на поверхности почвы ($r_s=0,4-0,5$), в большей степени в Баргузинском заповеднике. Также, у всех видов выявлена отрицательная зависимость от уровня выпадения атмосферных

осадков ($r_s=0,3-0,5$), в большей степени в Байкальском заповеднике. Все без исключения виды показали высокую связь с суммами накопленного тепла ($r_s=0,5-0,7$).

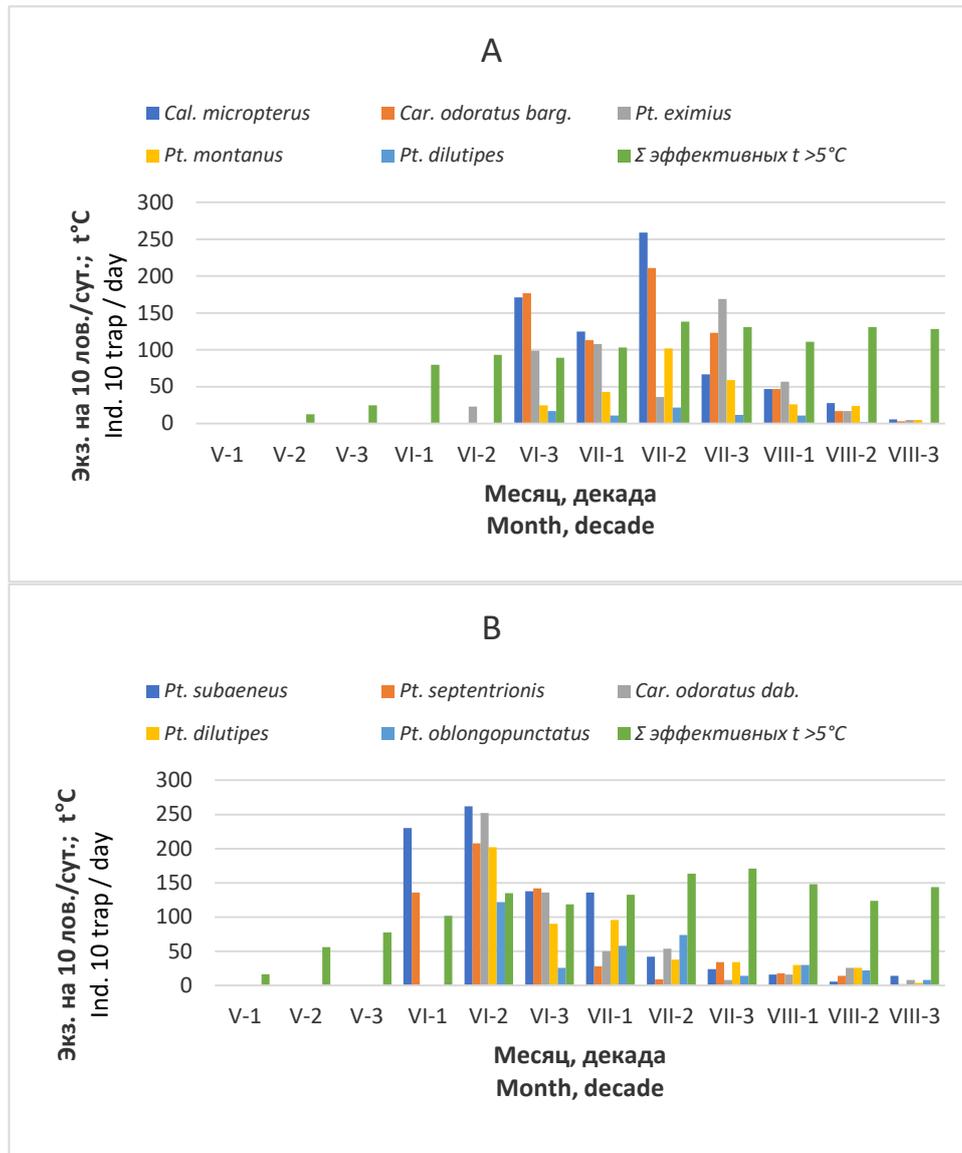


Рис. 3 Динамика численности жужелиц в нижней части горнолесного пояса хребтов Баргузинский (А) и Хамар-Дабан (В)

Fig. 3 Population dynamics of ground beetles in the lower part of the mountain forest belt on the Barguzinsky (A) and Khamar-Daban (B) ridges

Выводы

В результате сравнительного анализа метеоданных и количественных учетов жужелиц установлено: тепловой режим, биоразнообразие жужелиц, сроки регистрации у них сезонных фенологических явлений и их численность на территории Байкальского заповедника значительно превышает таковые в Баргузинском заповеднике.

Численность всех модельных групп жужелиц на хребтах Хамар-Дабан и Баргузинский определяется абиотическими факторами территории. Она положительно

зависит от средних, минимальных, максимальных температур толщи воздуха, температуры на поверхности почвы и суммы накопленного тепла, но отрицательно связана с величиной выпадения атмосферных осадков.

Установлена тесная связь видов жуужелиц с суммами накопленного тепла, которая определяет этапы периода сезонной активности и оказывает непосредственное влияние на их численность.

Начало выхода модельных групп жуужелиц на поверхность в нижней части горнолесного пояса хребта Хамар-Дабан происходит на 1 декаду раньше (первая декада июня), чем на Баргузинском хребте (вторая декада июня), а пик активности (численности) на Хамар-Дабане регистрируется на 1 месяц ранее (вторая декада июня), чем на Баргузинском хребте (вторая декада июля).

Исследования выполнены в рамках темы государственного задания ФГБУ «Заповедное Подлеморье» и частично профинансирована в рамках выполнения государственного задания Института общей и экспериментальной биологии СО РАН, проект FWSM-2021-0001

Литература / References

Ананина Т.Л. К характеристике карабидокомплексов низкогорий хребта Хамар-Дабан // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2009а. Т. 4. С. 138-146.

[*Ananina T.L.* Characteristics of carabido-complexes of the low mountains of the Khamar-Daban ridge // Bulletin of the Buryat State University. Biology, geography. 2009 a. 4:138-146]

Ананина Т.Л. К эколого-фаунистической характеристике карабидофаун (COLEOPTERA, CARABIDAE) низкогорий Северного и Южного Прибайкалья / Биологическое разнообразие – определяющие факторы, мониторинг // Материалы региональной научной конференции, посвященной 20-летию заповедника (г. Кемерово, 16-18 сентября 2009 г.). Кемерово, 2009 б. С. 43-44.

[*Ananina T.L.* On the ecological and faunal characteristics of carabidofauna (COLEOPTERA, CARABIDAE) of the low mountains of the Northern and Southern Baikal region / Biological diversity – determining factors, monitoring. Proceedings of the regional scientific conference dedicated to the 20th anniversary of the reserve (Kemerovo, September 16-18, 2009). Kemerovo, 2009 b:43-44]

Ананина Т.Л. Динамика численности жуужелиц в горных условиях Северного Прибайкалья. Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2010. 136 с.

[*Ananina T.L.* Dynamics of the number of ground beetles in the mountains of the Northern Baikal region. Ulan-Ude: Publishing house of the Buryat State University, 2010. 136 p.]

Белова Н.А. К динамике основных климатических параметров Южного Прибайкалья // Труды заповедников и национальных парков Байкальской Сибири. Улан-Удэ. 2017. Т. 2. С.136-144.

[*Belova N.A.* On the dynamics of the main climatic parameters of the Southern Baikal region // Proceedings of reserves and national parks of Baikal Siberia. Ulan-Ude. 2017. 2:136-144]

Ладейщиков Н.П. Климатическое районирование Прибайкалья // Климатические ресурсы Байкала и его бассейна. Новосибирск, 1976. С. 272-304.

[*Ladeyshchikov N.P.* Climatic zoning of the Baikal region // Climatic resources of Baikal and its basin. Novosibirsk, 1976. 272-304]

Минин А.А., Ананин А.А., Буйволов Ю.А., Ларин Е.Г., Лебедев П.А., Поликарпова Н.В., Прокошева И.В., Руденко М.И., Сапельникова И.И., Федотова В.Г., Шуйская Е.А., Яковлева М.В., Янцер О.В. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. Т. 5(4). С. 89-110. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.060>

[Minin A.A., Ananin A.A., Buivolov Yu.A., Larin E.G., Lebedev P.A., Polikarpova N.V., Prokosheva I.V., Rudenko M.I., Sapelnikova I.I., Fedotova V.G., Shuiskaya E.A., Yakovleva M.V., Yantser O.V. Recommendations for the unification of phenological observations in Russia // Nature Conservation Research. Reserved science. 2020. 5(4):89-110. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.060>]

Сочава В.Б. Проблемы физической географии и геоботаники. Новосибирск: Наука, 1986. 344 с.

[Sochava V.B. Problems of physical geography and geobotany. Novosibirsk: Science, 1986. 344 p.]

Тюлина Л.Н. Влажный прибайкальский тип поясности растительности. Новосибирск, 1976. 319 с.

[Tyulina L.N. Wet Pribaikalsky type of vegetation zonality. Novosibirsk, 1976. 319 p.]

Хобракова Л.Ц., Шиленков В.Г., Дудко Р.Ю. Жуки жужелицы (COLEOPTERA, CARABIDAE). Бурятия, 2014. 380 с.

[Khobrakova L.Ts., Shilenkov V.G., Dudko R.Yu. Ground beetles (COLEOPTERA, CARABIDAE) of Buryatia. 2014. 380 p.]

Barber H. Traps for cave-inhabiting insects, Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society. 1931. 46: 259-266.

Burtschell L., Dezeure J., Godelle B., Huchard E. Seasonal timing on a cyclical Earth: Towards a theoretical framework for the evolution of phenology // PLoS Biology. 2022. Vol. 20 (12). DOI: 10.1371/journal.pbio.3001952

Pozsgai G., Baird J., Littlewood N.A., Pakeman R.J., Young M.R. // International Journal of Biometeorology. 2018. Vol. 62. P. 1063-1074. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1509-3>

Ruchin A.B., Egorov L.V. Vertical stratification of beetles in deciduous forest communities in the Centre of European Russia // Diversity. 2021. Vol. 13(11). P. 508.

DOI: 10.3390/d13110508n

Статья поступила в редакцию 02.05.2023 г.

Ananina T.L., Ananin A.A. Influence of abiotic factors on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Eastern Baikal region // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2023. № 2 (167). P. 7-15

The number and phenology of ground beetles living on the shores of Lake Baikal is not still sufficiently studied. The results of parallel monitoring of the species composition, abundance, and phenological features of the seasonal activity of ground beetles in two protected areas in the northern and southern parts of the Eastern Baikal region presented. We have established that the thermic regime, biodiversity, phenology and abundance of ground beetles on the Khamar-Daban ridge (Baikal Reserve, southeastern Cisbaikalia) significantly exceed those on the Barguzinsky Ridge (Barguzinsky Reserve, northeastern Cisbaikalia). The amount of accumulated heat determines the phenological features of the seasonal activity and affects the abundance of ground beetles. Their response to weather conditions is species-specific.

Key words: *Carabides; low mountains; Khamar-Daban; Barguzinsky ridge*