

УДК 574.474:595.72

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ ПРЯМОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (ORTHOPTERA) КАТУНСКОГО РЕКРЕАЦИОННОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Худякова Н.Е., Малков П.Ю., Худякова Т.С.

ФГБОУ ВО "Горно-Алтайский государственный университет", Горно-Алтайск,  
e-mail: nch752@bk.ru, malkovi@bk.ru

На основе анализа результатов количественных учетов методом кошения в травяном покрове лесных и луговых ландшафтов Катунского рекреационного района Республики Алтай проведена оценка характера воздействия туризма и рекреации на видовое богатство, суммарное обилие и разнообразие сообществ прямокрылых насекомых. Показано, что население прямокрылых реагирует на туристско-рекреационное воздействие качественными и количественными перестройками видового состава и структуры. Выявлена высокая статистически достоверная корреляция между индексами Шеннона и Симпсона, а также между этими индексами и числом видов. В зависимости от типа ландшафта рекреационный фактор может, как способствовать увеличению ширины распространения и численности отдельных видов прямокрылых, так и оказывать негативное ограничивающее действие. Локальные исчезновения или снижения численности стенотопных видов на рекреационных территориях, как правило, компенсируются заселением новых более антропопотолерантных элементов.

**Ключевые слова:** прямокрылые насекомые, сообщества, рекреация

## ASSESSMENT OF INFLUENCE OF RECREATIONAL LAND USE ON POPULATION OF ORTHOPTEROUS INSECTS (ORTHOPTERA) IN THE KATUN RECREATION DISTRICT OF THE ALTAI REPUBLIC

Khudyakova N.E., Malkov P.Yu., Khudyakova T.S.

Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, e-mail: nch752@bk.ru, malkovi@bk.ru

The assessment of tourism and recreation impact on species richness, total abundance, and diversity of orthopterous communities in forest and meadow landscapes of the Katun recreation district of the Altai Republic has been carried out based on analysis of quantitative data obtained through sweep-net method. It is shown that the community of orthopterous insects reacts to tourism and recreational influence by qualitative and quantitative reorganizations of its species composition and structure. The high statistically reliable correlation between Shannon and Simpson indexes and also between these indexes and the number of species has been identified. Depending on the landscape type the recreational factor can either cause the increase in the width of distribution and the number of some species of orthopterous insects, or have negative and limiting effect. Local disappearances or decreases in the number of stenotopic species in recreational territories as a rule are compensated by new more anthropotolerant elements populating them.

**Keywords:** orthopterous insects, communities, recreation

По степени воздействия на экосистемы туристско-рекреационная деятельность занимает сравнительно скромное место по сравнению с множеством иных факторов антропогенного происхождения. Вместе с тем проблеме оценки силы и характера ее влияния справедливо уделяется пристальное внимание, так как сохранение разнообразия является не только обязательным условием для поддержания стабильности экосистем, но и становится существенным фактором повышения их привлекательности для отдыхающих [5]. В значительной степени это обусловлено тем, что рекреационные территории, как правило, представляют собой уникальные природные объекты, для которых характерна повышенная концентрация биологического разнообразия, зачастую сочетающаяся с наличием редких и эндемичных компонентов.

Алтайские горы представляют собой важный центр туризма и отдыха в Сибири.

Последствия неорганизованного туризма на наиболее популярных объектах в последнее время здесь стали проявляться со всей очевидностью. В значительной мере это относится к Катунскому рекреационному району, выделенному по комплексу природно-экономических характеристик [12]. Специальные исследования позволили выявить ряд негативных перестроек в состоянии различных экосистемных компонентов в этом районе [2-4]. Цель представленной работы – оценить характер трансформации сообществ прямокрылых насекомых (Orthoptera) под воздействием туристско-рекреационных нагрузок в условиях Катунского рекреационного района.

### Материалы и методы

Влияние туристско-рекреационной деятельности на состояние сообществ прямокрылых насекомых изучали на примере четырех низкогорных ландшафтов Катунского

рекреационного района Алтая. Население Orthoptera в каждом из ландшафтов оценивали в двух вариантах – с высоким и относительно низким уровнем антропогенного воздействия.

Сосново-березовые леса низкогорной части долины реки Катунь представляют собой одно из излюбленных мест отдыха туристов на Алтае. Места неорганизованного и частично организованного отдыха сконцентрированы по побережью. На участках, удаленных от Катунь или труднодоступных для автотранспорта, уровень туристско-рекреационного воздействия резко снижается.

Исследованные луговые биотопы долины Катунь мозаично перемежаются с сосново-березовыми участками. Уровень туристско-рекреационного воздействия на этот ландшафт в целом совпадает с предшествующим. Удаленные от Катунь луговые участки, кроме того, испытывают умеренный прессинг как пастбища или покосы.

Суходольные луговые биотопы обследованы в окрестностях города Горно-Алтайска. Участок с высоким уровнем антропогенной нагрузки представляет собой горнолыжную трассу, склоны которой в теплое время года также привлекают отдыхающих. Наибольший уровень рекреационного влияния приходится на зимний период.

Березовые леса низкогорной части Алтая в целом малоинтересны для туристов. Измененный вариант ландшафта обследован на территории пригородного рекреационного объекта “Еланда”, имеющего неплохо развитую инфраструктуру (пруд, конные маршруты, автобусная остановка и др.). Объект в основном посещают жители Горно-Алтайска.

Учеты проводили в 2016 г. до начала массового приезда туристов (конец мая – начало июня), в разгар туристического сезона (конец июля – начало августа) и ближе к его окончанию (начало сентября). Для выявления обилия использовали традиционный метод кошения энтомологическим

сачком. Принято, что результаты отлова за пятьдесят взмахов, отражают плотность прямокрылых на 1 м<sup>2</sup> травянистой поверхности [1, 8]. Устойчивость биотопических группировок прямокрылых оценивалась на основе анализа числа встреченных видов, суммарной плотности, индексов разнообразия Шеннона и Симпсона. Хронологические характеристики прямокрылых приводятся в соответствии с классификацией М.Г. Сергеева [6]. Статистическую достоверность различия индексов разнообразия оценивали с помощью ресэмплинга перестановочным (permutation) тестом [10] при 9999 рандомизациях. Все вычисления осуществляли с использованием программ Microsoft Excel и Paleontological Statistics [11].

### Результаты и обсуждение

Видовой состав и соотношения по обилию во всех исследованных группировках прямокрылых подвержены существенным изменениям во времени. Ранее Н.Е. Худяковой [9] на представительном во времени материале было продемонстрировано, что в Северном Алтае в таксоценах Orthoptera за теплый период года прослеживается шесть сезонных аспектов имаго. В данном случае сроки проведения полевых исследований охватывают только раннелетний, летний и позднелетний аспекты.

Раннелетний аспект сформирован минимальным количеством видов, представленных небольшим числом имаго (табл. 1). Большинство видов прямокрылых в это время находятся в преимагинальных стадиях развития. Широко встречается только короткоусый прыгунчик *Tetrix bipunctata*, принадлежащий к жизненной форме герпетобионтов. Не обнаружен он лишь на участках с высокой рекреационной нагрузкой в сосново-березовых лесах долины р. Катунь, а также, наоборот, в местах со слабой нагрузкой в низкогорных березовых лесах. Скорее всего, это свидетельствует о агрегированности его распределения в лесных

**Таблица 1**

Раннелетний аспект сообществ прямокрылых насекомых Катунского рекреационного района в 2016 году, экз./м<sup>2</sup>

Вид	сосново-березовые леса		долинные луга		суходольные луга		березовые леса	
	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
<i>Tetrix bipunctata</i>	0	0,8	0,4	0,8	0,8	0,4	0,8	0
<i>Chorthippus parallelus</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0,8
<i>Euthystira brachyptera</i>	0	0	0	0	0	0,4	0	0
Видовое богатство	0	1	1	1	1	2	2	1
Суммарное обилие	0	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8

Условные обозначения: В – высокий, Н - низкий уровень туристско-рекреационного воздействия.

ландшафтах и не имеет прямого отношения к рекреационному фактору, так как однозначная связь отсутствует. Из прочих видов в березовых лесах на разнотравно-злаковых полянах зарегистрирован короткокрылый конек *Chorthippus parallelus*, а на участках суходольных лугов с низкой антропогенной нагрузкой - короткокрылый зеленчук *Euthystira brachyptera*.

Летний аспект прямокрылых насекомых характеризуется переходом большинства видов в дефинитивную фазу развития, что обуславливает максимальный уровень видового богатства и суммарного обилия имаго (табл. 2). Сопоставление внутриландшафтных отличий в сообществах Orthoptera контрольных и рекреационных участков показывает, что последние, как правило, бывают освоены большим числом видов. В частности, в лесных ландшафтах антропогенное изменение структуры травяного покрова позволяет поддерживать сравнительно высокую плотность северостепным и луговым видам - короткокрылому мечнику *Conocephalus dorsalis*, конькам измен-

чивому *Glyptobothrus biguttulus* и бурому *Chorthippus apricarius*. В подверженных рекреационному воздействию луговых участках долины р. Катунь отмечена более высокая плотность полизональной белополюсой кобылки *Chorthippus albomarginatus*, перелетной саранчи *Locusta migratoria*, а также двух неморальных видов - большой болотной кобылки *Stethophyma grossum* и зеленой болотной кобылки *Mecostethus alliaceus*. Плотность их популяций в аналогичном ландшафте, но на слабонарушенных рекреацией участках заметно ниже, либо они там вообще не обнаружены. Отклонение от указанной тенденции свойственно суходольным лугам, где в контроле встречено на один вид больше, чем на рекреационном участке. В результате воздействия рекреационного фактора из состава сообщества прямокрылых в данном случае выпадают короткокрылый зеленчук *Euthystira brachyptera*, толстоголовая травянка *Stenobothrus lineatus*, чернокрылая кобылка *Megaulacobothrus aethalinus*, короткокрылый мечник *Conocephalus dorsalis*,

Таблица 2

Летний аспект сообществ прямокрылых насекомых Катунского рекреационного района в 2016 году, экз./м<sup>2</sup>

Вид	сосново-березовые леса		долинные луга		суходольные луга		березовые леса	
	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	4	0	6,8	0	19,2	16	2,4	0
<i>Chorthippus apricarius</i>	1,6	0,8	0	0	8	14,4	0	0
<i>Phaneroptera falcata</i>	1,6	5,6	2,8	2,4	0	0	1,2	0
<i>Chorthippus fallax</i>	0	0	1,6	0	6,4	3,2	0,8	0,8
<i>Omocestus viridulus</i>	0	0	0,8	4	4	3,2	0	0
<i>Euthystira brachyptera</i>	1,6	0	3,6	0,8	0	3,2	0,4	0
<i>Stenobothrus lineatus</i>	0	0	0	0	0	6,4	0	0
<i>Mecostethus alliaceus</i>	0	0	4,8	0,8	0	0	0	0
<i>Psophus stridulus</i>	0	0	0,8	0	4	0	0	0
<i>Tetrix bipunctata</i>	0	0,8	0,4	0	1,6	0	0,8	0
<i>Stethophyma grossum</i>	0	0	3,6	0	0	0	0	0
<i>Gomphocerus rufus</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	3,2
<i>Conocephalus dorsalis</i>	0,8	0	0	0	0	2,4	0	0
<i>Bicolorana bicolor</i>	0	0	0	2,4	0	0	0,8	0
<i>Megaulacobothrus aethalinus</i>	0	0	0	0	0	3,2	0	0
<i>Dianemobius fascipes</i>	0	0	0	0	0	0	3,2	0
<i>Podismopsis poppiusi</i>	0	0	0	1,6	0	0	0	0
<i>Metrioptera brachyptera</i>	0	0	0	0	1,6	0	0	0
<i>Chorthippus parallelus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,6
<i>Tettigonia cantans</i>	0	0	0	0,8	0	0	0	0
<i>Tettigonia viridissima</i>	0	0	0	0,8	0	0	0	0
<i>Locusta migratoria</i>	0	0	0,4	0	0	0	0	0
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	0	0	0,4	0	0	0	0	0
Видовое богатство	5	3	11	8	7	8	8	3
Суммарное обилие	9,6	7,2	26	13,6	44,8	52	10	5,6

**Таблица 2**

Позднелетний аспект сообществ прямокрылых насекомых Катунского рекреационного района в 2016 году, экз./м<sup>2</sup>

Вид	сосново-березовые леса		долинные луга		суходольные луга		березовые леса	
	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
<i>Chorthippus fallax</i>	0	0	2,4	0	1,6	0,8	0,8	0,8
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	0	0,4	1,2	0	1,2	3,2	0	0
<i>Chorthippus apricarius</i>	0	0,4	0	0,8	1,6	2,6	0	0
<i>Phaneroptera falcata</i>	0	1,2	0,8	1,2	0	0	0,8	0
<i>Tetrix bipunctata</i>	0,8	0	2,4	0	0,8	0	0	0
<i>Mecostethus alliaceus</i>	0	0	2,4	0,8	0	0	0	0
<i>Psophus stridulus</i>	0	0	0	0	2,4	0	0	0
<i>Gomphocerus rufus</i>	0	0	0	0,4	0,8	0,4	0	0
<i>Locusta migratoria</i>	0	0	0,4	0	0	0	0	0
<i>Dianemobius fascipes</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0
Видовое богатство	1	3	6	4	6	4	3	1
Суммарное обилие	0,8	2	10	3,2	8,4	7	2	0,8

но увеличивают плотность короткокрылых скачок *Metrioptera brachyptera*, огневка трескучая *Psophus stridulus* и бурый конек *Chorthippus apricarius*.

С наступлением позднелетнего аспекта видовое богатство и суммарная плотность населения прямокрылых заметно снижаются (табл. 3). При этом в общих чертах сохраняется тенденция предпочтения значительной частью видов участков с более высоким уровнем рекреационной нагрузки. Наиболее четко это выражено в луговых ландшафтах, где к таким видам принадлежат восточносибирский конек *Chorthippus fallax*, короткоусый прыгунчик *Tetrix bipunctata*, зеленая болотная кобылка *Mecostethus alliaceus*, огневка трескучая *Psophus stridulus*, перелетная саранча *Locusta migratoria*. Сходная ситуация прослеживается и в березовых лесах, где обыкновенный пластинокрыл *Phaneroptera falcata* и чернополосый сверчок *Dianemobius fascipes* обнаружены только на измененных рекреационным влиянием участках. Исключением из общего вектора

выступает население долинных сосново-березовых лесов, для которого в этот период наоборот характерно снижение числа видов и общего обилия в местах рекреации.

В качестве совокупной оценки устойчивости населения прямокрылых насекомых к туристско-рекреационному воздействию проанализированы величины индексов видового разнообразия. При этом более информативны сведения о разнообразии сообществ в летний и позднелетний аспекты (табл. 3), так как ранним летом в большинстве ландшафтов обнаружено всего по одному виду прямокрылых, что соответствует нулевому разнообразию. Выявлена высокая статистически достоверная корреляция между индексами Шеннона и Симпсона ( $r=0,97$ ), а также между этими индексами и видовым богатством сообществ ( $r=0,92$  и  $r=0,80$  соответственно). Это означает, что оба индекса в данной ситуации примерно одинаково отражают структурное разнообразие сообществ. Одновременно это свидетельствует об отсутствии явно выражен-

**Таблица 3**

Показатели видового разнообразия населения прямокрылых насекомых Катунского рекреационного участка

Индекс разнообразия	сосново-березовые леса		долинные луга		суходольные луга		березовые леса	
	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
летний аспект								
Индекс Шеннона	1,47**	0,68	2,03	1,89	1,62	1,80	1,83***	0,96
Индекс Симпсона	0,74***	0,37	0,84	0,82	0,75	0,80	0,80*	0,57
позднелетний аспект								
Индекс Шеннона	0	0,95	1,65	1,32	1,72**	1,14	1,06	0
Индекс Симпсона	0	0,56	0,79	0,72	0,81	0,64	0,64	0

Условные обозначения: \* - статистически достоверное различие  $P<0.05$ , \*\* -  $P<0.01$ , \*\*\* -  $P<0.001$ .

ных абсолютных доминантов, численность которых бы в разы превышала прочие виды, как это бывает, например, при вспышках массового размножения вредителей [7]. В целом же основное направление изменений видового разнообразия соответствует отмеченной выше тенденции увеличения структурной сложности ортоптероидных сообществ под воздействием рекреационного фактора.

### Заключение

Таким образом, сообщества прямокрылых насекомых Катунского рекреационного района реагируют на туристско-рекреационное воздействие качественными и количественными перестройками видового состава и структуры. Однако интенсивность влияния рекреационного фактора на группировки прямокрылых, по всей видимости, уступает силе таких первостепенных факторов как распашка и выпас скота, в результате действия которых могут происходить принципиальные перестройки структуры сообществ, падение видового богатства и разнообразия. В зависимости от типа ландшафта рекреационный фактор может, как способствовать увеличению широты распространения и численности отдельных видов прямокрылых насекомых, так и оказывать негативное ограничивающее действие. Локальные исчезновения или снижения численности стенотопных видов прямокрылых на рекреационных территориях, как правило, компенсируются заселением новых более антропоотолерантных элементов.

Исследование выполнено при поддержке грантом РФФИ №16-45-040158 p\_a.

### Список литературы

1. Кашкаров Д.Н. Среда и сообщество (основы синэкологии): курс, читанный в Среднеазиатском государственном

университете. – М.: Государственное медицинское издательство, 1933. – 243 с.

2. Малков П.Ю. Влияние рекреационного природопользования на биотопические группировки дневных бабочек (на примере Катунского рекреационного района Республики Алтай) // Международный журнал фундаментальных и прикладных исследований. – 2016. - №9. – Ч. 2. – С. 252-256.

3. Павлова К.С. Оценка геоэкологических последствий неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района Республики Алтай. - Автореф. канд. дисс. - Новосибирск, 2015. – 19 с.

4. Павлова К.С., Робертус Ю.В., Кивацкая А.В. Характер изменения свойств и состава почв рекреационных территорий (на примере Катунского района Республики Алтай) // Мир науки, культуры и образования. - 2013. - Вып.38. - №1. - С. 338-342.

5. Самойлов Б. Л., Морозова Г. В. Влияние рекреационного лесопользования на животных // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука. – 1987. – С. 36-70.

6. Сергеев М. Г. Закономерности распространения прямокрылых насекомых Северной Азии. – Новосибирск, 1986. – 238 с.

7. Сергеев М. Г. Ландшафтные типы сообществ прямокрылых насекомых и закономерности их антропогенных изменений. 1. Горы Южной Сибири // Сибирский экологический журнал. – 1999. – Т.6. – №5. – С. 501-508.

8. Сергеев М.Г. Хортобионтные членистоногие в наземных экосистемах Западно-Сибирской равнины: оценки запасов углерода // Вестник НГУ. Серия биология, клиническая медицина. – 2009. - Т.9. – Вып.4. – С. 71-74.

9. Худякова Н.Е. Прямокрылые насекомые (Orthoptera) Северного Алтая (фауна, сезонная динамика и характер распределения сообществ). - Автореф. канд. дисс. - Новосибирск, 2004. – 23 с.

10. Шитиков В.К. Использование рандомизации и бутстрепа при обработке результатов экологических наблюдений // Принципы экологии. – 2012. - Т.1. - №1. – С. 4-24.

11. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. – 2001. – №4. – 9 p. <http://folk.uio.no/ohammer/past/Past3.zip>

12. Sukhova M.G., Zhuravleva O.V., Kocheeva N.A., Minayev A.I., Karanin A.V., Bolbukh T.V., Nikolchenko Yu.N., Bakulin A.A., Roldugin V.V. The Natural climatic conditions for the economic activity in mountain areas (in the case of the Altai Republic) // Life Science Journal. – 2014. - №11. – P. 664-668.