

УДК 574.474:595.789

К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДНЕВНЫХ БАБОЧЕК В УСЛОВИЯХ КАТУНСКОГО РЕКРЕАЦИОННОГО РАЙОНА

Малков П.Ю.

ГОУ ВО «Горно-Алтайский государственный университет», Горно-Алтайск,
e-mail: malkovi@bk.ru

На основе анализа результатов учетов на трансектах показано, что высокий уровень антропогенной нагрузки приводит к снижению видового богатства и разнообразия населения дневных бабочек в условиях горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района. Обедненность в местах концентрации туристов и рекреантов прослеживается как до начала массового туристического сезона, так и в его разгар, что позволяет говорить о пролонгированности изменений. Наиболее значительные перестройки, по-видимому, происходят в сообществах дневных чешуекрылых долинных лугов, так как различия в индексах разнообразия здесь, как правило, статистически достоверны, тогда как в сообществах березово-сосновых лесов это проявляется лишь на уровне тенденции. Для минимизации указанного процесса представляется целесообразным выделить в пределах ландшафтов долины реки Катунь небольшие по площади резерваты с регулируемым доступом, которые позволили бы сохранить своеобразный биологический потенциал территории.

Ключевые слова: дневные бабочки, булавоусые чешуекрылые, рекреация

EVALUATION OF STABILITY OF BUTTERFLIES POPULATIONS OF THE KATUN RECREATION DISTRICT

Malkov P.Y.

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

The analysis of transect counts data has shown that high level of human disturbance leads to decrease in both species richness and species diversity of butterflies in montane areas of southern part of Katunsky recreational region. The butterfly species depletion on tourist and other recreants' concentration spots was observed before the beginning of mass tourist season as well as at peak of it and therefore can indicate the prolonged effect of population changes. The most serious rearrangements apparently take place in butterfly communities of meadows because the differences in biodiversity indexes here are statistically significant, whereas the communities of birch-pine forests demonstrate only subtle tendencies. To minimize the observed effects it is advisable to allot several medium-sized protected areas with regulated access along the valley of Katun river which would assist in preservation of a distinctive biological potential of the territory.

Keywords: butterflies, Hesperioidea, Papilionoidea, recreation

В предыдущей публикации рассмотрены процессы трансформации населения дневных бабочек под влиянием туристско-рекреационной деятельности главным образом, применительно к условиям северной части Катунского рекреационного района Алтая [4]. В той же статье обоснована актуальность и общая логика исследования. Представленное сообщение преследует цель охарактеризовать специфику реакции сообществ дневных бабочек на рекреационный фактор в окрестностях курорта Чемал, расположенного в южной части Катунского района.

Материалы и методы исследования

Характер влияния туристско-рекреационной деятельности на состояние населения дневных чешуекрылых в южной части Катунского рекреационного района изучали на примере двух ландшафтов, расположенных в окрестностях курорта Чемал (долинные луга и долинные березово-сосновые леса). При этом сообщества булавоусых бабочек в каждом из биотопов оценивали в двух вариантах – на участках с высоким и участках с низким уровнем антропогенного

воздействия. Отличающиеся наибольшим своеобразием сообщества разнотравных склонов с обнажениями горных пород, для которых характерен ряд интересных в лепидоптерологическом отношении видов (например, аполлонов *Parnassius apollo*, *P. nomion*, *P. clarius*), в данном сообщении не рассматриваются, так как в связи с высокой сложностью рельефа туристы здесь перемещаются почти исключительно по узким тропам, и выделить репрезентативные участки рекреационного воздействия не представляется возможным.

Учеты проводили в 2017 г. до начала массового туристического сезона (конец мая – начало июня) и в его разгар (конец июля – начало августа). Бабочек учитывали маршрутным методом на трансектах. Метод трансект, в отличие от методов учетных площадок и мечения, предъявляет менее жесткие требования к типу распределения вида внутри станции [8]. На каждом из исследованных участков одновременно проходили 2–3 км. Указанная длина маршрута репрезентативна для оценки обилия отдельных видов, если они неоднократно встречаются на маршруте [10], а также для оценки суммарного обилия, так как совокупность единично встречающихся видов, как правило, составляет незначительную часть общей плотности населения [1, 2]. Ширину трансекта определяли для каждого вида отдельно по удвоенной

средней дальности обнаружения [5]. Для вычисления обилия использовали формулу

$$x_i = \frac{5n_i}{k_i L},$$

где x_i – обилие i вида на 1 га, n_i – число зарегистрированных особей i вида, k_i – средняя дальность обнаружения i вида в метрах, L – длина маршрута в километрах [3].

В качестве интегральных показателей для оценки состояния населения дневных бабочек анализировали: число видов, встреченных на маршруте, суммарное обилие, индексы разнообразия Симпсона и Шеннона. Напомним, что индексы разнообразия учитывают два компонента – видовое богатство и выравнивание вклада видов в суммарное обилие, при этом, чем больше видов образуют сообщество и чем выше выравнивание их обилия, тем более разнообразным и структурно сложным оно считается. На величину первого из индексов наибольший эффект оказывает самый обильный вид [6], тогда как второй индекс более чутко реагирует на изменение количества видов в группировке, особенно при низком видовом богатстве [7]. Оценку статистической достоверности различия индексов разнообразия проводили с помощью ресемплинга перестановочным (permutation) тестом [8] при 9999 рандомизациях. Все вычисления осуществляли с использованием программ MS Excel и Paleontological Statistics [9].

Результаты исследования и их обсуждение

В раннелетний период основные отличия сообществ дневных бабочек на контрольных и подверженных рекреационному воздействию участках сводятся к следующему (табл. 1). В условиях разнотравных лугов долины реки Катунь тенденцию снижения обилия на рекреационных участках демонстрируют 13 из 16 (81%) зарегистрированных в этом биотопе видов дневных чешуекрылых. При этом мальвовая толстоголовка *Pyrgus malvae*, зорька *Anthocharis cardamines*, пеструшка спирейная *Neptis rivularis*, верониковая шашечница *Mellicta britomartis*, перламутровка *Clossiana dia*, сенница *Coenonympha hero* и голубянка *Lycaena helle*, *Aricia artaxerxes* в местах концентрации отдыхающих не обнаружены даже единичными экземплярами. Противоположную тенденцию увеличения плотности популяции на участках рекреации демонстрируют лишь три вида – белянки *Aporia crataegi*, *Pieris rapae* и голубянка *Plebejus argus*. Два первых из них – типичные мигранты, скопления имаго у которых зачастую обусловлены наличием белковой и минеральной подкормки, например, в виде отходов жизнедеятельности лошадей, весьма обильных в местах прохождения конных туристических маршрутов. В отношении голубянки *Plebejus argus* отметим, что по результатам аналогичных исследований

в более влажной северной части Катунского района она была отнесена к группе видов, избегающих рекреационную нагрузку [4]. В южной же части района данный вид находит, по всей видимости, более благоприятные условия, так его обилие здесь на порядок выше, и рекреационный фактор перестает быть лимитирующим.

Из 15 видов дневных бабочек, встреченных в раннелетний период на трансектах в березово-сосновых лесах, восемь (53%) отдают предпочтение участкам с низкой рекреационной нагрузкой. Из них толстоголовка *Carterocephalus silvicolus*, парусник Штуббендорфа *Parnassius stubbendorffii*, ленточник Гельмана *Limenitis helmanni*, голубянка *Plebejus argyrognomon*, а также уже упомянутые при рассмотрении населения долинных лугов *Anthocharis cardamines* и *Coenonympha hero* обнаружены исключительно на участках с малым рекреационным воздействием. Противоположенный характер предпочтения проявляется у шести видов, большинство из которых экологически принадлежат к луговому комплексу и для лесов нормальной полноты малохарактерны, в частности, махаон *Papilio machaon*, горошковая беляночка *Leptidea sinapis* и голубянка *Aricia artaxerxes*.

В середине лета в долинных лугах зарегистрировано в общей сложности 27 видов дневных бабочек (табл. 2). Количество видов, выявленных с более высоким обилием или исключительно на участках с низкой антропогенной нагрузкой, совпадает с числом видов, для которых характерна противоположная тенденция (по 12 видов и 44%). В местах массовой рекреации не обнаружены белянки *Leptidea sinapis*, *Pieris rapae*, *P. napi*, шашечницы *Melicaea latonigena* и *Melitaea phoebe*, сатириды *Aphanopus hyperantus*, *Lasiommata maera*, *Coenonympha amaryllis*, голубянки *Lycaena alciphron* и *Aricia eumedon*. Только на рекреационных участках встречены способные к сравнительно длительным перелетам *Aglais urticae* и *Pieris brassicae*, а также голубянка *Plebejus argus*, ситуация в отношении которой обсуждалась выше.

На трансектах в березово-сосновых лесах в это же время зарегистрировано 12 видов дневных чешуекрылых, из которых семь (58%) более обильны в естественных вариантах биотопа, в том числе четыре обнаружены только здесь – толстоголовка *Ochlodes sylvanus*, краеглазка придорожная *Lopinga achine* и чернушки *Erebia aethiops*, *E. ligea*. Только вдоль грунтовых лесных дорог, тропинок и на полянах на рекреационных участках присутствует луговой вид *Minois dryas*, а также мигранты – резедовая белянка *Pontia daplidice* и многоцветница *Nymphalis xanthomelas*, не встреченные в контроле.

Таблица 1

Раннелетний аспект населения дневных чешуекрылых горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района (2017 г.), особей/га

Вид	Долинные луга		Березово-сосновые леса	
	В	Н	В	Н
<i>Plebejus argus</i>	147	136	6	2
<i>Aporia crataegi</i>	72	68	20	15
<i>Plebejus argyrognomon</i>	2	15	0	1
<i>Neptis rivularis</i>	0	1	4	6
<i>Leptidea sinapis</i>	1	8	0,5	0
<i>Pieris napi</i>	1	2	2	4
<i>Coenonympha hero</i>	0	3	0	5
<i>Coenonympha amaryllis</i>	3	5	0	0
<i>Aricia artaxerxes</i>	0	6	2	0
<i>Leptidea morsei</i>	0	0	3	3
<i>Lycaena helle</i>	0	4	0	0
<i>Araschnia levana</i>	0	0	2	1
<i>Anthocharis cardamines</i>	0	0,5	0	0,5
<i>Carterocephalus silvicolus</i>	0	0	0	1
<i>Pieris rapae</i>	0,6	0,3	0	0
<i>Mellicta athalia</i>	0,4	0,5	0	0
<i>Pyrgus malvae</i>	0	0,7	0	0
<i>Limenitis helmanni</i>	0	0	0	0,5
<i>Mellicta britomartis</i>	0	0,5	0	0
<i>Papilio machaon</i>	0	0	0,3	0
<i>Parnassius stubbendorfii</i>	0	0	0	0,3
<i>Clossiana dia</i>	0	0,3	0	0

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

Таблица 2

Летний аспект населения дневных чешуекрылых горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района (2017 г.), особей/га

Вид	долинные луга		березово-сосновые леса	
	В	Н	В	Н
1	2	3	4	5
<i>Minois dryas</i>	9	7	0,6	0
<i>Argynnis paphia</i>	0,8	0,7	5	8
<i>Neptis rivularis</i>	0	0	2	11
<i>Colias hyale</i>	5	3	0	0
<i>Aphanopus hyperantus</i>	0	2	2	4
<i>Plebeius argus</i>	8	0	0	0
<i>Polyommatus icarus</i>	4	3	0	0
<i>Melicia latonigena</i>	0	6	0	0
<i>Brenthis daphne</i>	2	3	0	0
<i>Coenonympha oedippus</i>	3	2	0	0
<i>Pontia daplidice</i>	2	0,7	0,3	0
<i>Brenthis ino</i>	2	1	0	0
<i>Pieris rapae</i>	0	3	0	0
<i>Melitaea phoebe</i>	0	3	0	0
<i>Pieris napi</i>	0	0,4	1	1

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
<i>Heteropterus morpheus</i>	1	1	0	0
<i>Heodes virgaureae</i>	1	1	0	0
<i>Argynnis adippe</i>	0	2	0	0
<i>Lopinga achine</i>	0	0	0	2
<i>Aricia eumedon</i>	0	2	0	0
<i>Argynnis niobe</i>	1	0,6	0	0
<i>Argynnis aglaja</i>	1	0,4	0	0
<i>Leptidea morsei</i>	0	0	0,8	0,6
<i>Aglais urticae</i>	1	0	0	0
<i>Pieris brassicae</i>	0,7	0	0	0
<i>Leptidea sinapis</i>	0	0,6	0	0
<i>Nymphalis xanthomelas</i>	0	0	0,5	0
<i>Lycaena alciphron</i>	0	0,4	0	0
<i>Ochlodes sylvanus</i>	0	0	0	0,3
<i>Lasiommata maera</i>	0	0,3	0	0
<i>Coenonympha amaryllis</i>	0	0,3	0	0
<i>Erebia aethiops</i>	0	0	0	0,3
<i>Erebia ligea</i>	0	0	0	0,3

Сопоставление обобщенных характеристик населения дневных бабочек в естественных биотопах и их рекреационных аналогах позволяет получить целостное представление о закономерностях их трансформации, так как интегральные показатели определяются с учетом вклада всей совокупности видов и, следовательно, более надежны в сравнении с фактом изменения обилия (присутствия – отсутствия) того или иного вида. Теоретически отсутствие вида на трансекте может быть обусловлено влиянием случайных факторов, например, продолжительностью маршрута. Интегральные характеристики с одной стороны менее зависимы от таких случайных факторов, с другой – позволяют сравнивать между собой сообщества в существенно отличающихся условиях, а также разные группы организмов.

Анализ сводных показателей позволяет утверждать, что высокий уровень рекреационной нагрузки приводит к снижению видового богатства и разнообразия населения дневных бабочек в условиях горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района (табл. 3). Обедненность их населения в местах концентрации туристов и рекреантов прослеживается как до начала массового туристического сезона, так и в его разгар, что позволяет говорить о прологированности изменений. Наиболее значительные перестройки, по-видимому, происходят в сообществах дневных чешуекрылых долинных лугов, так как различия в индексах разнообразия здесь, как правило, статистически достоверны, тогда как в сообществах березово-сосновых лесов это проявляется лишь на уровне тенденции.

Таблица 3

Интегральные показатели населения дневных чешуекрылых горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района

Показатель	долинные луга		березово-сосновые леса	
	В	Н	В	Н
начало июня				
Видовое богатство	8	16	9	12
Суммарное обилие	226	248	39	38
Индекс Симпсона	0,48*	0,62	0,70	0,79
Индекс Шеннона	0,82*	1,39	1,60	1,93
конец июля – начало августа				
Видовое богатство	15	23	8	9
Суммарное обилие	40	39	10	26
Индекс Симпсона	0,87	0,90	0,65	0,69
Индекс Шеннона	2,40*	2,96	1,85	1,58

Условные обозначения: * – $P < 0,05$.

Заключение

Рассмотренные в данном сообщении изменения в сообществах дневных чешуекрылых Катунского рекреационного района согласуются с ранее полученными представлениями о том, что население булавоусых чешуекрылых на данной территории реагирует на высокий уровень рекреационного воздействия качественными и количественными изменениями в видовом составе и структуре [4]. Происходящие изменения носят направленный (векторный) характер, при этом они проявляются не только в период массового потока туристов, но и сохраняются в иные сезоны. Для минимизации указанного процесса представляется целесообразным выделить в пределах ландшафтов долины реки Катунь, как испытывающих наибольшую рекреационную нагрузку, небольшие по площади резерваты с регулируемым доступом, которые позволили бы сохранить своеобразный биологический потенциал территории.

Исследование выполнено при поддержке грантом РФФИ №16-45-040158 р_а и инициативным научным проектом госзадания Минобрнауки РФ 5.5702.2017/БЧ.

Список литературы

1. Кузякин А.П. Дневные чешуекрылые как зоогеографический индикатор // Четвертая межвузовская зоогеографическая конференция: тезисы докладов. – Одесса: ОГУ, 1966. – С. 135–136.
2. Мазин Л.Н. Общие итоги и перспективы исследования населения булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) природных зон СССР // Систематика животных, практическая зоология и ландшафтная зоогеография (чтения памяти А.П. Кузякина). – 1991. – С. 68–78.
3. Малков П.Ю. Количественный анализ биологических данных. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2005. – 76 с.
4. 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.
5. Малков Ю.П. К методике учета булавоусых чешуекрылых // Животный мир Алтае-Саянской горной страны. – Горно-Алтайск, 1994. – С. 33–36.
6. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
7. Шитиков В.К. Использование рандомизации и бутстрепа при обработке результатов экологических наблюдений // Принципы экологии. – 2012. Т.1. – №1. – С. 4–24.
8. Gall L.F. Measuring the Size of Lepidopteran Populations // Journal of Research on the Lepidoptera. – 1985. – Vol. 2. – № 24. – P. 97–116.
9. 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>
10. Thomas J.A. A Quick Method for Estimating Butterfly Numbers During Surveys // Biological Conservation. – 1983. – № 27. – P. 195–211.