

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА СООБЩЕСТВА ДНЕВНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

Малков П.Ю.

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

Статья продолжает публикацию результатов исследования воздействия туристско-рекреационного природопользования на динамику населения булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea). Цель представленного сообщения – охарактеризовать происходящие структурные изменения в биотических комплексах (таксоценозах) дневных бабочек прибрежных экосистем Телецкого озера в горах Алтая. На основе материалов количественных учетов показано, что выявленные изменения в сообществах в целом соответствуют сформированным ранее представлениям о том, что население булавоусых чешуекрылых чутко реагирует на высокий уровень рекреационного воздействия динамикой видового состава и структуры. Такая тенденция прослеживается как в частных изменениях территориального распределения отдельных видов, так и в направленном смещении интегральных показателей всего населения булавоусых чешуекрылых. Сравнение ситуации на побережье Телецкого озера и в Катунском рекреационном районе позволяет утверждать, что в условиях низкогорного высотного пояса Северного и Северо-Восточного Алтая луговые околоводные комплексы дневных бабочек представляют собой наиболее уязвимый (по отношению к туристско-рекреационному влиянию) тип сообществ этой группы насекомых. Направленное снижение видового богатства и разнообразия в них проявляется во всех изученных нами ситуациях.

Ключевые слова: дневные бабочки, булавоусые чешуекрылые, рекреация

INFLUENCE OF RECREATIONAL LAND USE ON THE BUTTERFLY COMMUNITIES OF COASTLINE OF LAKE TELETSKOYE

Malkov P.Yu.

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

The article continues to publish the results about the study of the impact of tourist and recreational environmental management on the dynamics of the population of butterflies. The purpose of the report is to characterize the ongoing structural changes in the communities of the coastal ecosystems of Lake Teletskoye in the Altai Mountains. It is shown that the communities of the butterflies respond to a high level of recreational impact by the dynamics of the composition and structure of species. This is seen both in individual changes in the territorial distribution of individual species, and in the directional shift of the integral indicators of the entire population. A comparison of the situation on the shores of Lake Teletskoye and in the Katunsky recreation area suggests that under the conditions of the Northern and Northeastern Altai, the coastal meadow butterfly complexes are the most vulnerable (in relation to tourist and recreational influence) type of communities of this group of insects.

Keywords: butterflies, Hesperioidea, Papilionoidea, recreation

Становление и развитие устойчивого природопользования на рекреационных территориях подразумевает наличие обязательного мониторинга состояния их биологических сообществ. В значительной степени это обусловлено тем, что благоприятные для рекреации местности нередко представляют собой уникальные природные объекты с наличием редких и эндемичных компонентов. Сохранение этой уникальности – обязательное условие не только для поддержания стабильности рекреационных территорий, но и существенный фактор повышения их привлекательности для отдыхающих.

Представленная статья продолжает публикацию результатов исследования закономерностей трансформации населения дневных бабочек (булавоусых чешуекрылых) на Алтае под воздействием туристско-рекреационного природопользования [1–2]. Цель этого сообщения – охарактеризовать происходящие структурные изменения в сообществах дневных чешуекрылых прибрежных экосистем Телецкого озера.

Материалы и методы исследования

Оценку туристско-рекреационного влияния на состояние населения булавоусых чешуекрылых осуществляли на примере двух ландшафтных урочищ, представленных на побережьях северо-западной части Телецкого озера (прибрежные луга и хвойно-мелколиственные леса). При этом сообщества дневных бабочек в каждом из биотопов оценивали в двух вариантах – на участках с высоким и участках с низким уровнем рекреационного воздействия.

Учеты проводили в 2018 г. в разгар туристического сезона (вторая половина июля). Бабочек учитывали маршрутным методом на трансектах. Ширину трансекта определяли для каждого вида отдельно по удвоенной средней дальности обнаружения. 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.

В качестве интегральных показателей для оценки состояния населения дневных бабочек анализи-

ровали: число видов, встреченных на маршруте, суммарное обилие, индексы разнообразия Симпсона и Шеннона.

Индекс Симпсона: $1 - D = 1 - \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$, индекс Шеннона:

$$H' = \sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N},$$

где n_i – обилие i вида, N – суммарная плотность населения, \ln – натуральный логарифм [3].

Оценку статистической достоверности различия индексов разнообразия проводили с помощью ресэмплинга перестановочным (permutation) тестом [4] при 9999 рандомизациях. Все вычисления осуществляли с использованием программ MS Excel и Paleontological Statistics [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Телецкое озеро включено в список природных объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО в составе единого территориального объекта «Золотые горы Алтая» [6]. Непосредственно в прибрежной части Телецкого озера проживает около 2200 человек, из них 85% в крайней северо-западной части озера – селах Иогач и Артыбаш. Местное население в основном занимается заготовкой и переработкой древесины, подсобным сельским хозяйством и оказанием разнообразных услуг туристам и отдыхающим. Количество отдыхающих на озере составляет около 100 тысяч человек в год, причем их массовый приток приходится на середину лета [7]. В прибрежной зоне расположено более двух десятков относительно крупных турбаз, а также множество мелких объектов сервисной инфраструктуры – палаточные кемпинги, пункты проката лодок, велосипедов и лошадей, примитивные пирсы и причалы, торговые точки и др.

Луговые участки по побережьям северо-западной части Телецкого озера испытывают значительную рекреационную нагрузку. Большинство более или менее удобных мест на берегу озера используются в качестве мест для организации палаточных биваков. В естественном (разнотравно-злаковом) состоянии прибрежные луга сохранились лишь на территории Алтайского заповедника и на очень ограниченных локальных участках в непосредственной близости от него.

Хвойно-мелколиственные леса по побережьям подвержены влиянию рекреационного фактора, как правило, в меньшей степени. Главным образом это обусловлено наличием естественных трудностей для передвижения людей по лесу такого типа, в частности зарослей кустарников и папоротнико-высокотравья, буреломов, значи-

тельной расчлененности мезо- и микро-рельефа. Рекреационные участки лесов обычно находятся либо непосредственно на огражденных территориях турбаз, либо граничат с ними или наиболее популярными туристическими объектами, такими, например, как водопады. Они отличаются от естественных наличием в той или иной степени благоустроенных троп, а также более выраженной мозаичностью условий.

Сведения об обилии бабочек в исследованных биотопах представлены в табл. 1. Хорошо заметно обеднение сообществ булавовых чешуекрылых на участках прибрежных лугов с высоким уровнем туристско-рекреационного воздействия. Более половины выявленных здесь видов способны к длительным перелетам, и их присутствие может иметь лишь временный, миграционный характер (*Pieris brassicae*, *Pontia daplidice*, *Colias hyale*, *Nymphalis vaualbum*). Из числа явно оседлых видов обычна только голубянка *Everes argiades*, гусеницы которой в таких условиях, скорее всего, развиваются на широко представленном луговом клевере *Trifolium pratense*.

Принципиально иная ситуация складывается на тех луговых участках, где уровень рекреационной нагрузки незначителен. В составе населения дневных бабочек проявляется группа многочисленных и обычных видов, причем за редким исключением они не принадлежат к мигрантам (*Leptidea sinapis*, *Minois dryas*, *Hyponphele lycaon*, *Coenonympha amaryllis*, *Lycaeides subsolanus*, *Plebicula amanda*). Из числа видов с небольшой плотностью исключительно здесь обнаружены шашечницы *Melitaea latonigena*, *M. cinxia*, *M. diamina* и голубянка *Tongeia fischeri*.

В хвойно-мелколиственных лесах различия между сообществами дневных бабочек естественных и рекреационных участков выражены в меньшей степени. Одним и тем же порядком чисел характеризуется обилие белянок *Leptidea morsei*, *Pontia daplidice*, *Gonepteryx rhamni*, пестрокрыльницы изменчивой *Araschnia levana*, перламутровки *Argynnis paphia* и цветочного глазка *Aphantopus hyperantus*. Однако и в этом случае есть виды, обнаруженные только на контрольных или только на подверженных рекреационному воздействию участках. В частности, в местах концентрации отдыхающих не встречены типично лесные – толстоголовка *Ochloides sylvanus*, перламутровки *Brenthis ino* и *Clossiana thore*, чернушки *Erebia aethiops* и *Erebia ligea*. Только на территориях турбаз, обочинах лесных дорог, тропинок и на полянах в местах рекреации обнаружена сеница

Coenonympha hero и голубянки *Celastrina argiolus*, *Cupido osiris*, *Cyaniris semiargus*, *Plebejus argus*, кроме того, изредка встречаются мигранты – капустница *Pieris brassicae* и крапивница *Aglais urticae*, не найденные в контроле.

Таблица 1
Население дневных чешуекрылых побережий Телецкого озера (июль 2018 г.), особей/га

Вид	прибрежные луга		хвойно-мелколиственные леса	
	Н	В	Н	В
<i>Minois dryas</i>	32	0	0	0
<i>Pontia daplidice</i>	27	0,3	0,2	0,2
<i>Leptidea morsei</i>	7	0,4	0,4	0,6
<i>Leptidea sinapis</i>	6	0	0	0
<i>Everes argiades</i>	0	5	0,5	1
<i>Neptis rivularis</i>	0	0	5	0,9
<i>Aphantopus hyperantus</i>	0,4	0	4	4
<i>Polygonia c-album</i>	0,8	0	0,4	2
<i>Pieris napi</i>	0	0	1	2
<i>Colias hyale</i>	1	0,4	0,5	1
<i>Thymelicus lineola</i>	2	0,2	0	0
<i>Hyponephele lycan</i>	2	0	0	0
<i>Lycæides subsolanus</i>	2	0	0	0
<i>Plebicula amanda</i>	2	0	0	0
<i>Argynnis paphia</i>	0	0	0,8	0,6
<i>Gonepteryx rhamni</i>	0	0	0,4	0,9
<i>Brenthis ino</i>	0,7	0	0,4	0
<i>Ochlodes sylvanus</i>	0	0	1	0
<i>Araschnia levana</i>	0	0	1	1
<i>Argynnis adippe</i>	1	0	0	0
<i>Coenonympha amaryllis</i>	1	0	0	0
<i>Erebia aethiops</i>	0	0	1	0
<i>Celastrina argiolus</i>	0	0	0	1
<i>Cupido osiris</i>	0	0	0	1
<i>Cyaniris semiargus</i>	0	0	0	1
<i>Tongeia fischeri</i>	0,9	0	0	0
<i>Pieris brassicae</i>	0	0,2	0	0,6
<i>Nymphalis vaualbum</i>	0,4	0,4	0	0
<i>Coenonympha hero</i>	0	0	0	0,7
<i>Aglais urticae</i>	0	0	0	0,6
<i>Melitaea latonigena</i>	0,6	0	0	0
<i>Melitaea diamina</i>	0,6	0	0	0
<i>Clossiana thore</i>	0	0	0,5	0
<i>Lopinga achine</i>	0	0	0,5	0
<i>Argynnis aglaja</i>	0	0	0,4	0,5
<i>Melitaea cinxia</i>	0,4	0	0	0
<i>Erebia ligea</i>	0	0	2	0
<i>Papilio machaon</i>	0,2	0	0	0,09
<i>Plebejus argus</i>	0	0	0	0,1

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

Более общее представление о закономерностях рекреационной трансформации населения дневных бабочек позволяет получить сравнение интегральных показателей, которые определяются с учетом вклада всей совокупности видов и, следовательно, более надежны в сравнении с фактом изменения обилия (присутствия – отсутствия) одного вида [2]. Анализ показал, что на лугах по побережью Телецкого озера в местах с повышенным уровнем рекреационного влияния в сравнении с контролем проявляется значительное обеднение сообществ дневных бабочек по всем четырем обобщающим характеристикам (табл. 2). Снижение всех проанализированных показателей, в том числе суммарного обилия, которое главным образом зависит от частоты встречаемости преобладающих (доминирующих по численности) видов, однозначно свидетельствует о крайне высокой степени трансформации сообществ такого типа в рассматриваемых условиях, что делает такие участки мало пригодными даже для видов с высоким уровнем экологической пластичности.

В условиях хвойно-мелколиственных лесов различия между исследованными вариантами сообществ выражены не столь существенно. При этом население булавоусых чешуекрылых на рекреационных участках в прибрежных лесах по ряду показателей имеет сравнительно более высокие значения, хотя это и не подтверждается использованными статистическими тестами. Главным образом это обусловлено проникновением в хвойно-мелколиственные леса лугово-степных и эвритопных видов дневных бабочек по открытым и мозаичным участкам, формирование которых в значительной степени связано с антропогенной деятельностью. В результате на рекреационных участках меняется морфологический (физиономический) облик населения дневных бабочек, но уровень богатства и разнообразия при этом остается относительно постоянным.

Таблица 2
Интегральные показатели населения дневных чешуекрылых побережий Телецкого озера

Показатель	прибрежные луга		хвойно-мелколиственные леса	
	Н	В	Н	В
Видовое богатство	20**	7	18	20
Суммарное обилие	88	6,9	20	19,8
Индекс Симпсона	0,76*	0,46	0,87	0,91
Индекс Шеннона	1,90	1,07	2,43	2,71

Примечание. Условные обозначения: * – $P < 0,01$, ** – $P < 0,001$.

Сравнение ситуации на побережье Телецкого озера и в Катунском рекреационном районе [1–2] позволяет утверждать, что в условиях Северного и Северо-Восточного Алтая луговые околосводные комплексы дневных бабочек представляют собой наиболее уязвимый по отношению к туристско-рекреационному влиянию тип сообществ этой группы насекомых. Направленное снижение видового богатства и разнообразия в них проявляется во всех нами изученных биотопах. В лесных и суходольно-луговых биотопах изменения проявляются, как правило, в меньшей степени.

Заключение

Выявленные изменения в сообществах дневных чешуекрылых побережий Телецкого озера в целом соответствуют сформированному ранее представлениям о том, что население булавоусых чешуекрылых чутко реагирует на высокий уровень рекреационного воздействия динамикой видового состава и структуры. Это прослеживается как в частных изменениях пространственного распределения отдельных видов, так и в направленном смещении интегральных показателей всего населения. При этом из всего разнообразия экосистем, эксплуатируемых в качестве рекреационных объектов, наиболее критическая ситуация складывается на прибрежных луговых участках, сообщества дневных чешуекрылых в которых отклоня-

ются от своего естественного аналога в наибольшей мере.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 16-45-040158 p_a и инициативного научного проекта госзадания Минобрнауки РФ 5.5702.2017/БЧ.

Список литературы

1. 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. № 9–2. С. 252–256.
2. Малков П.Ю. К оценке устойчивости населения дневных бабочек в условиях Катунского рекреационного района // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 11–1. С. 86–90.
3. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // Количественные методы экологии и гидробиологии: сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова. Тольятти, 2005. С. 91–129.
4. Шитиков В.К. Использование рандомизации и бутстрепа при обработке результатов экологических наблюдений // Принципы экологии. 2012. Т. 1. № 1. С. 4–24.
5. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. № 4. 9 p. URL: <http://folk.uio.no/ohammer/past/Past3.zip> (дата обращения: 27.11.2018).
6. Ротанова И.Н., Иванов А.В., Журавлева С.М., Ефремов Г.А. Большой Алтай: биосферно-культурная уникальность как потенциал межгосударственного сотрудничества // Развитие территорий. 2016. № 1. Т. 4. С. 93–105.
7. Шевченко Г.А. Геоэкологическое состояние акватории и прибрежной зоны Телецкого озера (Горный Алтай): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Томск, 2010. 22 с.