

Пространственно-типологическая организация населения почвообитающих гамазовых клещей (*Acari, Mesostigmata*) Северного Алтая

И. И. МАРЧЕНКО, И. Н. БОГОМОЛОВА

*Институт систематики и экологии животных
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11
E-mail: gamasina@rambler.ru*

Статья поступила 29.04.2014

Принята к печати 27.05.2014

АННОТАЦИЯ

Статья основана на данных, полученных в ходе исследования почвообитающих гамазовых клещей (*Mesostigmata*) из 24 типичных местообитаний вдоль высотного градиента 400–1860 м над ур. м. физико-географической провинции Северный Алтай. В статье обсуждаются высотно-поясные изменения основных синэкологических характеристик – таксономического богатства, суммарного обилия и индекса β -разнообразия. Проведен анализ распределения видов с различными типами ареалов вдоль высотного градиента с учетом их числа, обилия и доли от числа и обилия. Выявлена неоднородность пространственно-типологической структуры населения почвообитающих гамазовых клещей Северного Алтая и проведена оценка влияния на нее основных экологических факторов.

Ключевые слова: почвенные гамазовые клещи, *Mesostigmata*, население, высотный градиент, Северный Алтай.

Мезостигматические (*Mesostigmata*) или гамазовые клещи – разнообразная и широко распространенная группа беспозвоночных, в которой описано около 11 тыс. видов. Примерно половина из них – свободноживущие хищники, обитающие в гнездах, почве, подстилке, разлагающейся древесине, компосте и других детритных субстратах. Как хищники они играют важную роль в экосистемных связях, таких как регуляция популяций других мелких почвенных беспозвоночных, а также косвенно принимают участие в разложении органических субстратов и азотном цикле. Почва известна как экстраординарная по биологическому разнообразию клещей сре-

да обитания [Petersen, Luxton, 1982; Coleman, Crossley, 1996; Wardle, 2006; Krantz, Walter, 2009; Walter, Proctor, 2013]. Фауна и экология почвенных гамазовых клещей на огромной территории Северной Азии, в том числе и в горах Алтая, охарактеризована фрагментарно и требует более подробного изучения.

В представленной работе физико-географическая провинция Северный Алтай впервые обследована вдоль всего высотного градиента с целью выявления видового богатства, высотно-поясных изменений и пространственно-типологической структуры населения почвенных гамазовых клещей. Ранее

подобные исследования проведены на Северо-Восточном Алтае [Марченко, 2010, 2011, 2012], на основании сборов из этого региона описаны несколько новых видов гамазид [Gwiazdowicz, Marchenko, 2012; Marchenko, 2013].

Видовое богатство почвенных гамазовых клещей Северного Алтая в результате данного исследования составило 133 вида, на Северо-Восточном Алтае отмечено 145 видов, что суммарно в двух алтайских провинциях составляет 193 вида клещей инфраотряда Gamasina (без учета когорты Uropodina). Полный список клещей Mesostigmata (вместе с Uropodina комплексом) этих провинций Алтая на текущий период (только по собственным данным) представлен 214 видами.

В задачи исследования входили анализ высотного-поясного распределения видов и более крупных таксонов (род, семейство), а также ареалогических групп видов, индекса экологического β -разнообразия, структуры населения и оценка влияния основных экологических факторов на пространственно-типологическую организацию населения почвообитающих гамазовых клещей Северного Алтая.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Регион исследования. Исследование проведено в горах Алтая, расположенных на юге Западной Сибири. Физико-географическая провинция Северный Алтай охватывает территорию площадью примерно 11 тыс. км² (51°24' – 52°09' с. ш., 83°70'–86°04' в. д.), ограниченную с севера Предалтайской равниной, с юга и запада Семинским и Ануйским хребтами соответственно, а с востока рекой Катунь. Абсолютные высоты хребтов составляют в среднем 1500–1700 м, а самая высокая вершина изучаемого региона – гора Белок Мухор-Черга (2014 м). Климат Северного Алтая континентальный, средняя многолетняя температура января колеблется от – 13 до – 17 °С, июля – от 16 до 19 °С. Годовая сумма осадков составляет 550–750 мм, причем более половины их выпадает в июле – августе. Подробные сведения о природных условиях изложены в различных литератур-

ных источниках [Куминова, 1960; Алтайский край, 1978; Огуреева, 1980; Самойлова, 1982]. Материал взят в 24 типичных местообитаниях вдоль высотного градиента 400–1860 м над ур. м. Северного Алтая, в том числе в основных типах населенных пунктов: крупные поселки в пределах лугово-степных низкогорий – пос. Сараса, крупные поселки в пределах лесостепных и лесных низкогорий – пос. Черга, малые поселки в пределах лесостепных и лесных среднегорий – пос. Верх-Кукуя (см. таблицу).

Методы исследования. Все местообитания Северного Алтая обследованы в период 12–24 июля 2011 г. Материалы собраны И. И. Марченко и Н. В. Владимировой по схеме, примененной прежде на Северо-Восточном Алтае: в большинстве местообитаний брали по пять проб почвы почвенным буром (диаметр 5,6 см и объем 125 см³) и по пять проб подстилки на всю глубину слоя ценогической рамкой 10 × 10 см. Исключение составляли местообитания, где подстилка отсутствовала, и почвенный субстрат брали в 10 повторностях только буром: поля, луга-степи. В дальнейшем все данные по обилию приведены на 1 м². Всего на Северном Алтае в этот период собрано 240 проб почвы и подстилки. Получено 5250 экз., из которых приготовлены постоянные препараты. Определение гамазовых клещей проведено И. И. Марченко. Расчеты выполнены в лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ И. Н. Богомоловой. Для построения классификации населения и выявления структуры использованы методы многомерного кластерного и факторного анализа. В качестве меры сходства использован коэффициент Жаккара в модификации для количественных признаков [Наумов, 1964]. Пространственно-типологическая структура населения выявлена методом корреляционного анализа по матрице средних коэффициентов сходства между вариантами населения, относящихся к таксонам классификации того или иного ранга. Оценка силы связи факторов среды и неоднородности населения рассчитана с помощью линейной качественной аппроксимации – качественного аналога регрессионной модели [Равкин, Ливанов, 2008].

Видовое богатство и обилие гамазовых клещей в местообитаниях Северного Алтая, по данным июля 2011 г.

Ландшафты, местообитания	Высота, м	Число видов	Обилие, экз./м ²
Лугово-степные низкогорья			
луговые степи и остепненные луга	400	12	6900
поля (пахотные земли)	400	3	50
Лесостепные низкогорья			
остепненные луга с лиственнично-березовыми перелесками	500	29	7800
мозаичные осиново-березовые леса	700	15	8200
Светлохвойно-мелколиственно-лесные низкогорья			
лиственнично-березовые леса	550	13	8300
осиново-березовые леса	500	14	6500
сосново-березовые леса	400	8	1900
террасированные долины с березово-сосновыми лесами	500	15	14 500
пойменные облесенные низинные болота	500	17	6700
Лесостепные среднегорья			
луговые степи и остепненные луга	1000	5	1400
сильно разреженные березово-лиственничные леса	1000	13	4800
Террасированные долины с полями, лугами и лиственнично-березовыми перелесками	900	16	5000
Светлохвойно-таежные среднегорья			
лиственнично-березовые леса	800	24	5800
березово-лиственничные леса	1200	16	7700
лиственничные леса	900	26	6800
Темнохвойно-таежные среднегорья			
мелколиственно-хвойные леса с преобладанием ели	1100	31	12 000
лиственнично-кедровые леса	1600	25	14 700
вырубки по лиственнично-кедровым лесам	1200	20	7200
Субальпийские редколесно-луговые среднегорья			
лиственнично-кедровые редколесья с высокотравными субальпийскими лугами	1300	26	8800
лиственнично-кедровые редколесья с низкотравными субальпийскими лугами	1800	18	12 700
Тундровые среднегорья			
каменисто-луговые тундры	1850	13	5700
Крупные поселки в пределах лугово-степных низкогорий	350	22	5400
Крупные поселки в пределах лесостепных и лесных низкогорий	500	30	20 300
Малые поселки в пределах лесостепных и лесных среднегорий	800	22	20 200

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Высотно-поясные изменения населения.

В результате проведенных исследований на Северном Алтае обнаружено 133 вида мезостигматических клещей инфраотряда Gamasina, относящихся к 17 семействам и 60 родам. Представители семейства Eviplididae обнаружены только в поселках. Общее видовое богатство в семействах следует в порядке убывания: Parasitidae (24), Ascidae (15), Lae-

lapidae (15), Zerconidae (14), Ologamasidae (11), Veigaiidae и Macrochelidae (по 10), Pachylaelapidae (8), Phytoseiidae (6), Digamasellidae (5), Epicriidae (4), Eviplididae (3), Blattisociidae и Melicharidae (по 2), Arctacaridae, Halaelapidae и Podocinidae (по 1). В низкогорьях наиболее богаты видами семейства Parasitidae (10), Laelapidae (8), Veigaiidae (7). В среднегорьях наибольшее число видов отмечено в семействах Zerconidae (12), Parasitidae (12), Ologamasidae (9), Ascidae (8), Pachylaelapidae (6).

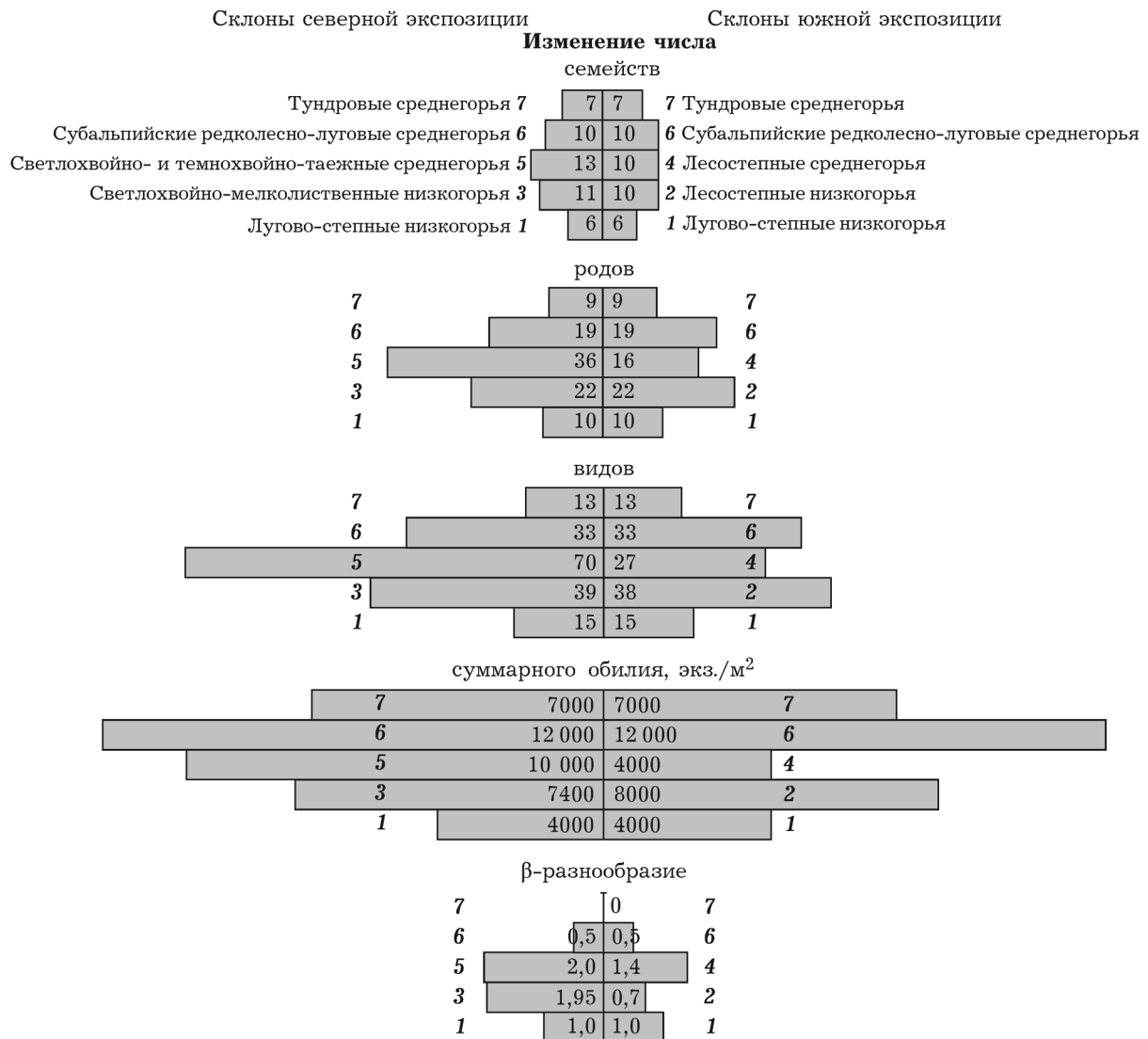


Рис. 1. Высотно-поясные изменения населения гамазовых клещей Северного Алтая

Высотно-поясные изменения на Северном Алтае рассмотрены для экологических профилей северной и южной экспозиции отдельно. Число семейств не зависит от экспозиции склонов: в низкогорьях и среднегорьях их отмечено примерно одинаковое число (10–13), кроме самых нижнего и верхнего поясов – лугово-степного низкогорного (6 семейств) и тундрового среднегорного (7 семейств). Изменение таксономического богатства на уровне родов и видов гораздо сильнее зависит как от абсолютной высоты, так и экспозиции поясов (рис. 1). Наибольшие отличия по таксономическому составу выявлены для среднегорий, расположенных на северных и южных склонах: в светлохвойно- и

темнохвойно-таежных среднегорьях на северных склонах отмечено максимальное число родов и видов (36 родов, 70 видов), для лесостепных среднегорий примерно на тех же абсолютных высотах южных склонов – минимальное (16 родов, 27 видов). Также для этих поясов характерны и самые большие отличия по суммарному обилию. Средняя плотность населения в первом поясе в 2,5 раза выше, чем во втором. Различия этих показателей таксономического богатства и плотности населения, отмеченные в среднегорьях, можно объяснить разницей в гидротермическом режиме, степенью облесенности и мощностью подстилки. Некоторые исследователи отмечают, что толщина подстилки по-

зитивно коррелирует с разнообразием почвенных клещей: толстый слой органики населен большим числом особей и видов, чем тонкий [Curry, 1994]. На северных склонах четко прослежен ромбовидный характер изменений видового богатства с максимальным числом видов в таежных среднегорьях и убыванием их вверх и вниз по высотному профилю. На южных склонах лесостепные среднегорья выпадают из такой ромбовидной конфигурации. За счет большей облесенности и оптимального гидротермического режима в почве и подстилке в ниже расположенном поясе – лесостепных низкогорьях – число родов и видов самое высокое по сравнению с остальными высотами на южных склонах.

Характер изменений индекса β -разнообразия ($\beta = S/\alpha - 1$, где S – общее число видов в отдельном высотном поясе, α – среднее видовое богатство в нем) также имеет ромбовидный характер, с максимальными значениями на северных склонах в лесных поясах: светлохвойно-мелколиственных низкогорьях и таежных среднегорьях (2,0) и резким снижением вверх и вниз по профилю. На южных склонах β -разнообразие максимально для лесостепных среднегорий (1,4), несмотря на сравнительно низкое видовое богатство. Для самых верхних высотных поясов – субальпийского и тундрового среднегорий – показатели β -разнообразия минимальны. Значения этого индекса коррелируют с общим разнообразием условий для данной территории, при этом чем меньше общих видов в разных точках отдельного высотного пояса, тем выше β -разнообразие.

Изменение обилия гамазид также имеет ромбовидный характер, но по сравнению с видовым богатством, максимальное обилие приходится на субальпийские среднегорья (12 000 экз./м²). Подобное соотношение сравнительно низкого видового богатства и очень высокой плотности населения гамазид отмечено также на Северо-Восточном Алтае в среднегорном подгольцовом поясе. Неуклонное повышение плотности населения гамазид от лугово-степных низкогорий до субальпийских среднегорий на северном склоне Северного Алтая, зафиксированное в июле, совпадает с данными, полученными на Северо-Восточном Алтае в августе. Это подтверждает гипотезу, выдвинутую ранее [Марчен-

ко, 2012], что позднее и кратковременное сезонное потепление в среднегорно-высокогорных поясах Алтая (иногда снег лежит мозаично до июля–августа), фенологическое запаздывание и сокращение вегетационного периода, значительное накопление органических остатков, которые в условиях низких температур разлагаются крайне медленно, приводят к вспышке размножения почвенных микроартропод во время короткого теплого периода.

На южных склонах ромбовидный характер изменений суммарного обилия нарушается за счет снижения обилия в сухих лесостепных среднегорьях с плохо развитой подстилкой (4000 экз./м²).

Как правило, в высокогорьях видовое разнообразие беспозвоночных снижается [Mikhailov, Olschwang, 2003; Северо-Восточный Алтай, 2009], но некоторые таксоны, например, настоящие мухи (Muscidae), обитающие выше границы леса в горах Урала и Алтая увеличивают абсолютное обилие и видовое богатство [Малоземов, 1992, 1996; Сорокина, 2013]. На Юго-Восточном Алтае (плато Уюк) отмечено максимальное число видов Muscidae, обитающих в тундровой зоне, по сравнению с нижерасположенными поясами (53 %) [Сорокина, 2013].

Высотно-поясные изменения населения гамазовых клещей с различными типами ареалов. Для выявления особенностей изменений в населении гамазовых клещей с различными типами ареалов вдоль высотного градиента Северного Алтая (400–1850 м) подсчитаны число видов и обилие (число особей/м²), а также доля от общего числа видов и доля обилия гамазид с учетом их географического распространения. По сходным условиям природной среды, ранее выделенные ландшафтно-высотные пояса, сгруппированы в три типа местообитаний, расположенных вдоль высотного градиента: 1 – лугово-степной; 2 – лесной; 3 – предтундрово-тундровой. Обнаруженные на Северном Алтае гамазовые клещи с учетом западной и восточной границ их распространения разделены на 11 групп видов с различными типами ареалов. Для лучшего представления выявленных изменений на высотном профиле в одну группу объединены широко-распространенные виды: космополиты, циркум-

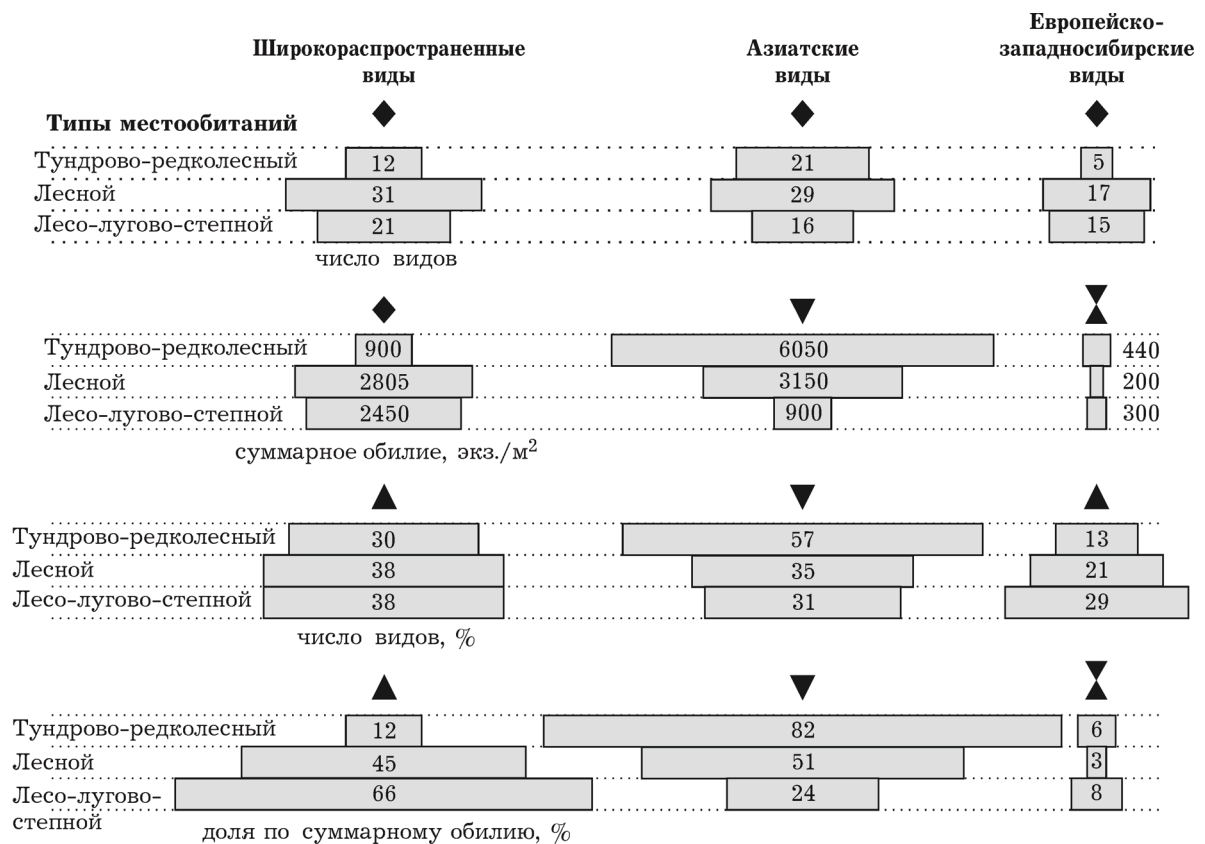


Рис. 2. Высотно-поясные изменения населения гамазовых клещей с различными типами ареалов на Северном Алтае

голаркты и транспалеаркты. Европейско-западносибирские виды представлены отдельно. В группу с азиатскими типами ареалов объединены виды, обитающие на территории Северной Азии: сибирские, западно-сибирские, южно-сибирские, алтайско-дальневосточные, сибирско-дальневосточные, центрально-восточнопалеарктические, восточнопалеарктические и алтайско-центральноазиатские виды. В целом фауна гамазовых клещей Северного Алтая (133 вида) состоит из равных долей широкоареальных и азиатских по 39 % (51–52) и европейско-западносибирских видов – 22 % (29 видов). Но изменение числа и суммарного обилия видов, а также доли от числа видов и доли от суммарного обилия у видов с различными типами ареалов по отдельным высотным поясам имеют свои особенности (рис. 2).

По числу видов все три группы – широкоареальные, азиатские и европейско-западносибирские – максимально представлены в лесном типе местообитаний. Это связано с

оптимальным гидротермическим режимом, разнообразием местообитаний, максимальной продуктивностью ценозов, толщиной слоя лесной подстилки в лесных ценозах. Вверх и вниз по высотному градиенту показатели видового богатства во всех трех группах снижаются вслед за снижением указанных характеристик, что совпадает с общим типом изменений видового богатства гамазид на высотном градиенте Северного Алтая (см. рис. 1). По числу видов во всех трех группах с различными типами ареалов отмечен ромбовидный тип изменений.

По показателям обилия три группы видов демонстрируют три типа изменений. Широко распространенные виды наибольшего обилия достигают в лесных местообитаниях, расположенных посередине профиля, и чуть ниже эти показатели в нижних лесо-лугово-степных местообитаниях. На вершине профиля обилие уменьшается примерно втрое. Такие изменения суммарного обилия относятся к ромбовидному типу. Азиатские виды, напро-

тив, увеличивают показатели обилия с увеличением абсолютных высот в 2–3 раза по сравнению с нижерасположенными на профиле местообитаниями и имеют максимальное обилие в предтундрово-тундровых “верхах”. Изменения обилия азиатских видов можно отнести к инвертированно-пирамидальному типу. Выявлены противоположные тренды изменений обилия широко распространенных и азиатских видов. По-видимому, виды с широкими ареалами предпочитают оптимальные по теплообеспеченности нижние и средние высотные пояса в суровых климатических условиях Северной Азии, избегая экстремальные по дефициту теплообеспеченности предтундрово-тундровые местообитания. Средний лесной пояс, оптимальный по гидротермическому режиму почвы, населен наравне широкоареальными и азиатскими видами как по числу видов, так и по суммарному обилию. Верхне-высотные местообитания большую часть года находятся под снегом, а затем подвергаются воздействию низких летних температур или резких перепадов дневных и ночных температур. При этом они населены с максимальной плотностью азиатскими видами, по сравнению с ниже расположенными типами местообитаний и видами с другими типами ареалов. Виды, которые произошли и ограничены в распространении Северной Азией, адаптированы к более позднему сезонному развитию природы. Высокое обилие в экстремальных предтундрово-тундровых местообитаниях отмечено в короткий период с середины до конца лета за счет запоздалого тепла, нетронутых в течение года пищевых ресурсов, снижения общего видового богатства, а также отсутствия конкуренции с широкоареальными видами. Европейско-западносибирские виды населяют с низким обилием все высотные пояса, и особенно немногочисленны в срединной части профиля. Такой тип изменений можно считать инвертированно-ромбовидным. По-видимому, это просто недостоверные соотношения. Также для трех ареальных групп проанализированы изменения доли от числа видов и доли от обилия на высотном профиле. Доля от числа широкоареальных и европейско-западносибирских видов уменьшается с увеличением абсолютных высот, такие изменения относятся к пирамидальному типу.

Доля от числа азиатских видов, напротив, возрастает с увеличением высот, такая закономерность характерна для инвертированно-пирамидального типа изменений.

Изменение доли суммарного обилия широко распространенных и азиатских видов на высотном профиле также идет в противоположных направлениях. Доля обилия широко распространенных видов снижается по мере увеличения высот, изменения происходят по пирамидальному типу. Доля обилия азиатских видов, наоборот, возрастает с подъемом в горы, изменения относятся к инвертированно-пирамидальному типу. Доля обилия европейско-западносибирских видов невелика во всех трех поясах, особенно в срединной части профиля, что совпадает с изменениями суммарного обилия на высотном профиле, которые также отнесены к инвертированно-ромбовидному типу.

Пространственно-типологическая структура населения. Территориальная неоднородность населения гамазовых клещей определяется несколькими экологическими факторами: абсолютными высотами, составом лесобразующих пород, степенью облесенности (за счет затененности кронами деревьев), нарушенностью фитоценозов, а также на нее оказывают влияние заливаемость-заболоченность и застроенность местообитаний. Пространственно-типологическая структура населения гамазовых клещей Северного Алтая представлена четырьмя типами населения – облесенных местообитаний, остепненных лугов, полевых и поселковых – или семью подтипами, расположенными вдоль основной вертикальной оси абсолютных высот (рис. 3).

Основной тренд представлен тремя подтипами населения и связан с увеличением абсолютных высот местности (1, 3 и 6). Самый нижний низкогорно-среднегорный подтип остепненных лугов и луговых степей объединяет два варианта сообществ, характерных для южных склонов на разных высотах (400 и 1000 м). Для этого подтипа свойственно низкое видовое богатство (17 видов) и сравнительно низкое обилие гамазовых клещей (4200 экз./м²). Только здесь в качестве доминанта отмечен *Cosmolaelaps mixta* Scherbak – 60 %. Значимых внешних связей с остальным населением не выявлено. На эти сообщества оказывает влияние два фактора –

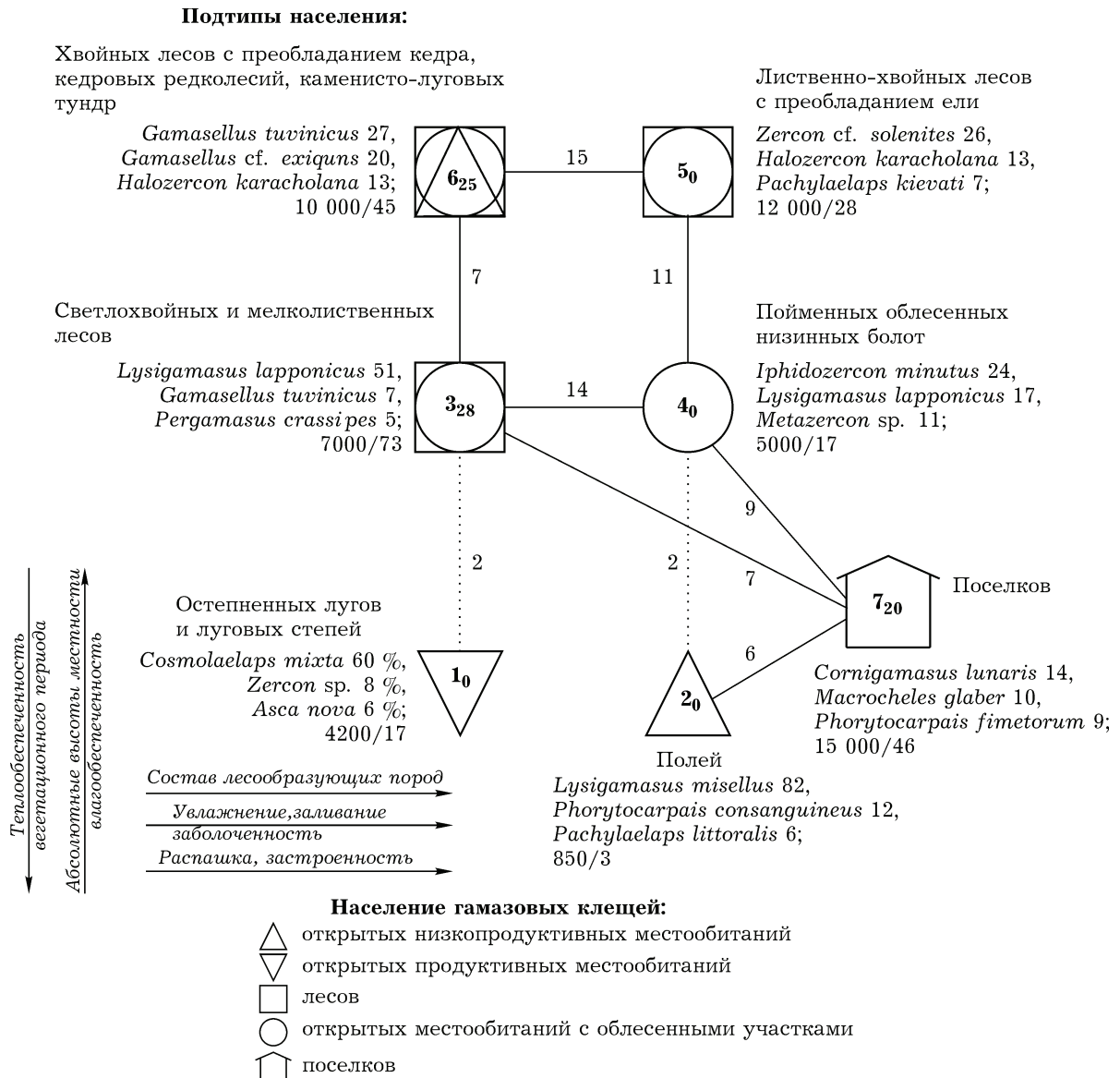


Рис. 3. Пространственно-типологическая структура населения гамазовых клещей Северного Алтая на уровне подтипов.

Внутри значков основная цифра означает номер подтипа, а индекс – внутреннее сходство; цифры у линий, соединяющих значки, – индексы внешнего (межгруппового) сходства. Стрелки на схеме направлены в сторону увеличения проявления фактора среды. Рядом со значками приведены три первых по обилию вида (%), плотность населения (экз./м²)/общее число отмеченных видов

максимальная теплообеспеченность и минимальная влагообеспеченность, что определяет сухость почвы и дерновины.

На тех же высотах (500–900 м), но на склонах северной экспозиции выделен подтип населения среднегорных светлохвойно-мелколиственных лесов (3). Он объединяет варианты сообществ 11 местообитаний, наиболее богат видами (73), которые составляют 55 % общего видового состава Северного

Алтая. Наиболее значимая внешняя связь (14 %) с подтипом населения среднегорных пойменных облесенных низинных болот, находящихся на тех же высотах. Также значима внешняя связь (7 %) с самым верхним на профиле среднегорным подтипом населения хвойных лесов с преобладанием кедра и каменисто-луговых тундр (6 подтип). Их объединяет общий вид-доминант *Gamasellus tuvinicus* Davydova. Суммарное обилие возрас-

тает в 1,7 раза (7000 экз./м²) по сравнению с подтипом остепненных лугов и луговых степей. Наиболее полно по числу видов здесь представлены семейства Veigaiidae (90 %), Pachylaelapidae (88 %), Zerconidae (79 %), Ologamasidae (63 %) от всех видов в данных семействах на Северном Алтае. По обилию во всех вариантах населения данного подтипа преобладают клещи *Lysigamasus lapronicus*, Trägårdh. Эти сообщества расположены на средних для профиля абсолютных высотах с оптимальной тепло- и влагообеспеченностью. На самых верхних позициях высотного профиля (1550–1860 м) расположен подтип среднегорных хвойных лесов с преобладанием кедра (*Pinus sibirica* Du Tour), кедровые редколесья и каменисто-луговые тундры (6 подтип), объединяющий пять вариантов населения. Наиболее значима внешняя связь данного подтипа с сообществами среднегорных мелколиственно-хвойных лесов с преобладанием ели (*Picea obovata* Ledebour) – 15 %, расположенных на тех же высотах. Видовое богатство в этом подтипе ниже чем в нижерасположенных светлохвойных и мелколиственных лесах (45 видов), а плотность населения существенно возрастает (10 000 экз./м²). Происходит частичная смена доминантов с преобладанием клещей рода *Gamasellus*: *G. tuvinicus* и *G. cf. exiquns* Davydova, доля их суммарного обилия составляет 47 %, и *Halozercion karacholana* Wisniewski, Karg et Hirschmann – 13 %. По сравнению с нижерасположенным подтипом меньше доля в семействах: Zerconidae (57 %), Veigaiidae (50 %), Pachylaelapidae (63 %) и выше участие видов из семейств Ologamasidae (73 %) (за счет рода *Gamasellus*) и Ascidae (30 %) (от числа всех видов в данных семействах, отмеченных на Северном Алтае).

В самостоятельные подтипы (2, 4 и 5), в стороне от основного тренда, выделены сообщества низкогорных полей, среднегорных пойменных облесенных низинных болот и среднегорных мелколиственно-хвойных лесов с преобладанием ели (*Picea obovata*).

Полям свойственно крайне бедное население (3 вида, 850 экз./м²), которое определяет распашка. На сообщества облесенных низинных болот оказывают влияние переувлажнение и периодическое заливание, которые определяют их специфический состав

видов-гигрофилов (*Iphidozercion minutus* (Halbert); *Iph. gibbus* Berlese; *Holostaspella subornata* Bregetova et Koroleva).

У сообществ мелколиственно-хвойных лесов с преобладанием ели (5 подтип) (1100 м над ур. м.) отмечены богатый видовой состав (28 видов) и максимальное обилие (12 000 экз./м²) по сравнению с другими естественными местообитаниями на высотном профиле. Население подтипа отличается преобладанием клещей семейства Zerconidae, которые составляют треть от общего числа видов и 46 % от обилия всех клещей данного сообщества. Население верхних среднегорных подтипов (6 и 5) испытывает влияние повышения абсолютных высот и, как следствие, меньшей теплообеспеченности, а также затененности кронами деревьев. Все эти факторы определяют короткий безморозный и бесснежный периоды.

Отклонение от основного тренда образует седьмой поселковый подтип населения с богатым и специфическим составом гамазовых клещей, треть которого составляют клещи семейства Parasitidae. Значимые связи у поселкового подтипа с населением окружающих населенные пункты полей, светлохвойных и мелколиственных лесов и пойменных болот (2, 3 и 4). Наибольшее влияние на формирование поселкового населения оказывает сельскохозяйственная деятельность человека: животноводство, огородничество и, как следствие, обилие органических остатков. Влияние этих факторов оценено в виде режима застроенных территорий. Мозаичность местообитаний в поселках обеспечивает высокое видовое богатство, а богатые органикой субстраты – максимальное обилие гамазид по сравнению со всем населением гамазовых клещей Северного Алтая.

Пространственно-типологическая организация населения. Под пространственно-типологической организацией населения животных понимают общий характер его территориальной неоднородности, а также набор и силу влияния факторов среды, сопряженных с пространственным изменением облика населения [Равкин, Ливанов, 2008]. В результате проведенных расчетов выявлено, что наибольшая корреляция с неоднородностью населения почвенных гамазовых клещей Северного Алтая отмечена с типом раститель-

ности (луга, степи, леса, тундры, болота). Этими режимами можно объяснить 73 % дисперсии матрицы коэффициентов сходства. С ними скоррелированы состав лесообразующих пород (30 %) – приращение 6 %; степень облесенности (22 %) и поясность (21 %). Второй по значимости фактор – теплообеспеченность (24 %), с ним скоррелированы поясность (21 %) и абсолютные высоты местности (5 %). Затем в порядке убывания силы связи следуют закустаренность (19 %), увлажненность (10 %) и застроенность (7 %). Влияние таких факторов, как распашка и заболоченность, минимально (4 и 2 % соответственно). Все перечисленные факторы учитывают 84 % дисперсии матрицы коэффициентов сходства. Структурные и классификационные природные режимы определяют 68 % дисперсии сходства населения, а факторы и режимы вместе – 84 % (коэффициент корреляции около 0,92).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований на Северном Алтае обнаружено 133 вида почвенных клещей инфраотряда Gamasina (Mesostigmata), относящихся к 17 семействам и 60 родам.

Высотно-поясные изменения таксономического богатства в этой физико-географической провинции на уровне семейств, родов и видов происходят по ромбовидному типу, при этом на склонах северной экспозиции максимальные значения отмечены в светлохвойно- и темнохвойно-таежных среднегорьях, а на склонах южной экспозиции – в лесостепных низкогорьях. Выше и ниже от них отмечено снижение показателей. Максимальные значения суммарного обилия гамазовых клещей отмечены в субальпийских среднегорьях и снижаются вверх и вниз по высотному профилю.

Характер изменений экологического индекса β -разнообразия также имеет ромбовидный характер, с максимальными значениями на северных склонах в лесных поясах (светлохвойно-мелколиственных низкогорьях и таежных среднегорьях) и на южных склонах в лесостепных среднегорьях.

Анализ высотно-поясных изменений населения почвенных гамазовых клещей с раз-

личными типами ареалов – широко распространенных, азиатских и европейско-западносибирских – показал, что число видов во всех ареальных группах максимально представлено в оптимальных по тепло- и влагообеспеченности лесных местообитаниях, расположенных в середине профиля. Высотно-поясные изменения суммарного обилия у видов с различными типами ареалов идут в трех разных направлениях. Широко распространенные виды максимального обилия достигают в средне-высотных лесных местообитаниях. Максимальное обилие азиатских видов отмечено в верхне-высотных местообитаниях. Европейско-западносибирские виды населяют с низким обилием все высотные пояса, и особенно малочисленны в срединной части профиля.

На территориальную неоднородность населения гамазовых клещей Северного Алтая в наибольшей степени оказывает влияние такой экологический фактор, как “тип растительности” (луга, степи, леса, тундры, болота), режимы которого скоррелированы с составом лесообразующих пород, степенью облесенности и поясностью. Второй по значимости экологический фактор – теплообеспеченность. С ним скоррелированы поясность и абсолютные высоты местности.

Информативность всех выявленных факторов учитывает 84 % дисперсии коэффициентов сходства, что соответствует коэффициенту корреляции – 0,92.

Исследования проведены в рамках программы ФНИ государственных академий на 2013–2020 гг. Проекты № VI.51.1.8. и № VI.51.1.7. Авторы выражают признательность Ю. С. Равкину за помощь в организации экспедиции на Северный Алтай и обсуждение рукописи, а также Н. В. Владимировой за участие в полевых работах и сбор материала.

ЛИТЕРАТУРА

- Алтайский край: Атлас. М.; Барнаул: ГУГК, 1978. Т. 1. 230 с.
- Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1960. 450 с.
- Малоземов А. Ю. О фауне и экологии настоящих мух (Diptera, Muscidae) восточного макросклона гор Приполярного Урала // Насекомые в естественных и антропогенных биогеоценозах Урала: мат-лы IV совещ. энтомологов Урала. – Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО АН СССР, 1992. С. 91–93.

- Малоземов А. Ю. Динамика сообществ двукрылых насекомых (Diptera) в горах Приполярного Урала // Успехи энтомологии на Урале. Екатеринбург: Ин-т экологии животных и растений УрО РАН; УрГУ, 1997. С. 141–143.
- Марченко И. И. Почвообитающие гамазовые клещи (Acari, Mesostigmata) Северо-Восточного Алтая: таксономические, ареалогические и структурные изменения сообществ на высотном градиенте // Евразият. энтомол. журн. 2010. Т. 9, № 4. С. 741–756.
- Марченко И. И. Пространственно-типологическая организация населения почвообитающих гамазовых клещей (Acari, Mesostigmata) Северо-Восточного Алтая. Сообщение I // Сиб. экол. журн. 2011. Т. 18, № 4. С. 505–515 [Marchenko I. I. Spatial-typological organization of the soil Gamasina mite (Acari, Mesostigmata) community of the Northeastern Altai. Communication I // Contemporary problems of ecol. 2011. Vol. 4, N 4. P. 379–387].
- Марченко И. И. Пространственно-типологическая организация населения почвообитающих гамазовых клещей (Acari, Mesostigmata) Северо-Восточного Алтая. Сообщение II // Там же. 2012. Т. 19, № 1. С. 35–47 [Marchenko I. I. Spatial-typological organization of the soil Gamasina mite (Acari, Mesostigmata) community of the Northeastern Altai. Communication II // Ibid. 2012. Vol. 5, N 1. P. 23–33.]
- Наумов Р. Л. Птицы в очагах клещевого энцефалита Красноярского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1964.
- Огуреева Г. Н. Ботаническая география Алтая. М.: Наука, 1980. 190 с.
- Равкин Ю. С., Ливанов С. Г. Факторная зоогеография. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2008. 205 с.
- Самойлова Г. С. Ландшафтная структура физико-географических регионов Горного Алтая. Ландшафтоведение: теория и практика // Вопросы географии. М. 1982. Сб. 121. С. 154–164.
- Северо-Восточный Алтай: животный мир и среда (аннотированный атлас). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 93 с.
- Сорокина В. С. Настоящие мухи (Diptera, Muscidae) Горного Алтая, обитающие выше границы леса // Биоразнообразии, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: мат-лы III Междунар. конф., 1–5 октября 2013, г. Горно-Алтайск. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2013. С. 118–122.
- A manual of acarology. Third edition / eds G. W. Krantz, D. E. Walter. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009. 807 p.
- Coleman D. C., Crossley D. A. Jr. Fundamentals of soil ecology. San Diego: Academic Press, Inc., 1996. 205 p.
- Curry J. P. Grassland in vertebrates, ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth. L.: Chapman & Hall. 1994, 250 p.
- Gwiazdowicz D. J., Marchenko I. I. Two new species of *Iphidozercon* (Acari, Ascidae) with a key to females // Acta Zool. Acad. Sci. Hungaricae. 2012. Vol. 58, N 1. P. 41–52.
- Marchenko I. I. A new species of *Gamasiphis* Berlese (Acari: Ologamasidae) from North Asia, with a key to the Eurasian species // Zootaxa. 2013. 3626. N 3. P. 381–390.
- Mikhailov Y. E., Olschwang V. N. High altitude invertebrate diversity in the Ural Mountains // Alpine biodiversity in Europe. Ecological studies / eds L. Nagy, G. Grabherr, Ch. Körner, D. B. A. Thompson. Berlin: Springer-Verlag, 2003. Vol. 167. P. 260–279.
- Petersen H., Luxton M. A comparative analysis of soil faunal populations and their role in decomposition processes // Oikos. 1982. Vol. 39. P. 287–388.
- Walter D. E., Proctor H. C. Mites: ecology, evolution & behavior. Life at a microscale. Second edition. Springer, 2013. 228 p.
- Wardle D. A. The influence of biotic interaction on soil biodiversity // Ecology letters. 2006. Vol. 9. P. 870–886.

Spatial-Typological Organization of the Soil Gamasid Mites (Acari, Mesostigmata) Populations of the North Altai

I. I. MARCHENKO, I. N. BOGOMOLOVA

*Institute of Systematics and Ecology of Animals
630091, Novosibirsk, Frunze str., 11
E-mail: gamasina@rambler.ru*

The article is based on the original data obtained during the study of soil gamasid mites (Mesostigmata) in 24 typical habitats along an altitudinal gradient at 400–1860 m a.s.l. in physico-geographic province of North Altai. The changes of main sinecological characteristics – taxonomic richness, total abundance and index of β -diversity of populations – were discussed. Analysis of the distribution of species with different types of habitats along the altitudinal gradient with regard to their number and abundance was carried out. The spatial-typological structure of soil gamasid mites populations in North Altai was characterized as inhomogeneous, and the impact of the main environmental factors on it was evaluated.

Key words: soil gamasid mites, Mesostigmata, population, altitudinal gradient, North Altai.