

УДК 592 : 631.4 : 581.524(470.21)

## Материалы к почвенной фауне Хибинского горного массива на примере горы Вудъяврчорр

И.В. Зенкова<sup>1</sup>, В.В. Пожарская<sup>1</sup>, А.А. Похилько<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН

<sup>2</sup> Петрозаводский государственный университет, Кольский филиал

**Аннотация.** Обсуждаются результаты почвенно-зоологических работ, выполненных на северо-восточном склоне горы Вудъяврчорр (Хибинский массив) в осенний сезон 2008 года. Получены данные по таксономическому и трофическому разнообразию, численности и биомассе беспозвоночных животных. Охарактеризовано своеобразие фаунистических комплексов основных горно-растительных поясов Хибин – лесного, субальпийского и альпийского. Выявлены черты сходства и различия фауны почвообитающих беспозвоночных горных и равнинных биоценозов Мурманской области.

**Abstract.** The fauna of soil-dwelling invertebrate animals on the northeastern slope of Vudjavrchorr mountain (Khibiny massif) has been studied. Results concerning taxonomic and trophic diversity, number and biomass of invertebrates have been obtained. The domination structure of animal local communities in the mountain litters has been investigated. Similarity and differences in the community of invertebrate animals in the mountain and flat forest soils have been discussed.

**Ключевые слова:** Хибинский массив, высотный пояс, почвенная фауна, биоразнообразие  
**Key words:** Khibiny Mountains, altitudinal belt, soil fauna, biodiversity

### 1. Введение

Первые сведения по фауне Хибин были собраны и обобщены В.Ю. Фридолиным, который возглавлял зоогеографический отряд комплексной научной экспедиции со времени основания Хибинской горной станции Кольской базы Академии наук СССР в 1930 году. В ходе первого десятилетия деятельности Кольская база выпустила 5 сборников научных трудов, включающих материалы по геологии, геохимии, почвенному покрову, флоре и фауне Хибинских тундр. Было описано не менее 1000 видов насекомых и 90 видов позвоночных животных, в том числе тех, существование которых в Хибинах нельзя было предполагать (Оранжева, 2008).

Исследования В.Ю. Фридолина базировались на принципе взаимоотношений животных и растений с элементами ландшафта и микроклиматом. Ученый отмечал, что фауна и флора "Хибинской горной страны" характеризуется значительным для таких северных широт богатством и разнообразием видов и разнородностью их зоогеографического происхождения: на сравнительно небольшой территории сосредоточен сложный комплекс лесных, горных и арктоальпийских видов. Арктоальпийский элемент биоты является древним и занимает открытые ландшафты горной тундры. Лесной элемент фауны и флоры – эволюционно более молодой. Как в горно-тундровом, так и в лесном комплексе есть виды и европейского, и сибирского происхождения, характерные для Восточной Сибири. Сочетание этих видов придает своеобразие хибинской биоте и свидетельствует о том, что оба ее элемента находятся в состоянии незакончившегося расселения. В особый элемент В.Ю. Фридолин выделял виды животных и растений "горные, но не альпийские и не арктические, ... немногочисленные, но, несомненно, очень древние, часть из которых реликтового характера". Таким образом, В.Ю. Фридолин рассматривал Хибинские горы как "географический рефугиум", населенный реликтами фауны и флоры. Результаты биоценологических исследований были обобщены в ряде научных публикаций (Фридолин, 1934; 1936 а,б).

Позднее в Хибинах были выполнены работы по отдельным группам беспозвоночных животных: дождевым червям (Перель, 1979; Рыбалов, 2006), почвообитающим жукам (Россолимо, 1989; 1994), наземным насекомым (Эколого-экономическое обоснование..., 2000). В предгорьях Хибин было обнаружено четыре вида дождевых червей при доминировании *Lumbricus rubellus* Hoffm., численность которого в отдельных местообитаниях достигала 130 экз./м<sup>2</sup>. Описано 17 видов жужелиц (Carabidae), 15 видов стафилинид (Staphylinidae), 1 вид мягкотелок (Cantharidae), по 2 вида щелкунов (Elateridae) и долгоносиков (Curculionidae). Для массовых видов жесткокрылых проанализирована связь пространственного распределения и предпочитаемых температур и установлена корреляция распределения большинства видов с вертикальным температурным градиентом. Показано, что к наиболее высокогорным поясам Хибин приурочены типично северные виды – *Curtonotus alpinus* Paykull (Carabidae) и *Lathrobium poljarnis* Coiffait (Staphylinidae). В 1998 году в рамках подготовки проекта по организации национального

парка "Хибины" было проведено энтомологическое обследование территории Хибинского и Ловозерского горных массивов (*Эколого-экономическое обоснование...*, 2000). В результате собраны насекомые 201 вида, относящиеся к 8 отрядам и 50 семействам. Обследование подтвердило зоогеографическую закономерность – обеднение энтомофауны Северной Евразии при продвижении с востока на запад.

Цель наших исследований состоит в изучении биоразнообразия, структурно-функциональной организации и динамики почвенной фауны Хибинского горного массива. Предполагается оценка влияния высотной поясности и экспозиции склонов на таксономическое и экологическое разнообразие почвообитающих беспозвоночных. В настоящем сообщении обсуждаются предварительные результаты почвенно-зоологических работ, проведенных на горе Вудъяврчорр, которая является достаточно изученной с точки зрения метеорологических условий, растительности, почв и подстилающих их материнских пород (*Аврорин и др.*, 1936; *Пономарева*, 1940; *Мишкин*, 1953; *Серебряков*, 1961; *Миняев*, 1963; *Медведев*, 1964; *Ройзин*, 1969; *Ройзин, Егоров*, 1972; *Полярно-альпийский...*, 1974; *Почвообразование...*, 1979; *Раменская*, 1983; *Похилько*, 1993; *Переверзев*, 2006; *Шмакова и др.*, 2008).

## 2. Материалы и методы

Полевые работы по отбору образцов подстилок для зоологического и физико-химического анализа проведены в сентябре 2008 года на северо-восточном склоне горы Вудъяврчорр в основных горно-растительных поясах: лесном, субальпийском и альпийском. Характеристика растительности и почв этих поясов приведена в ряде работ, перечисленных выше. Нами обследованы 4 площадки, на каждой из которых отобрано по 5 образцов подстилки размером 25×25 см (табл. 1).

Для наиболее полного охвата таксономического разнообразия беспозвоночных в пределах каждой исследованной площадки образцы подстилок отбирали под разными типами растительности. Приводим общее описание и виды растений и лишайников, встреченные на исследованных площадках.

Лесной пояс представлен еловым редкостойным лесом (еловое редколесье), сформированным елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и березой извилистой (*Betula tortuosa* Ledeb.). В виде невысоких (2-4 метра) деревьев встречается рябина Городкова (*Sorbus gorodkovii* Pojark.). В кустарничковом ярусе преобладают черника (*Vaccinium myrtillus* L.) и вороника (*Empetrum hermaphroditum* Hageup.) с примесью голубики (*V. uliginosum* L.), брусники (*V. vitis-idaea* L.), дерена шведского (*Chamaepericlymenum suecicum* (L.) Aschers. et Graebn.). Обычен папоротник голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm.). Разнотравье формируют: цицербита альпийская (*Cicerbita alpina* (L.) Wallr.), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), марьянники лесной (*Melampyrum sylvaticum* L.) и луговой (*M. pratense* L.), золотарник лапландский (*Solidago lapponica* With.), купальница европейская (*Trollius europaeus* L.), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.), луговик извилистый (*Avenella flexuosa* (L.) Drej.), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.). Моховой ярус представлен зелеными мхами из родов: *Polytrichum* Hedw., *Sphagnum* L., *Dicranum* Hedw.

Древесный ярус березового кривоствольного леса (березовое криволесье) сформирован березами извилистой и субарктической (*B. subarctica* Orlova) с примесью рябины. В кустарничковом ярусе – виды, характерные для елового редколесья с преобладанием черники; появляются типичные горно-тундровые: филлодоце голубая (*Phyllococe caerulea* (L.) Vab.), подбел многолистный (*Andromeda polifolia* L.). В травяном покрове, наряду с геранью, купальницей, цицербитой, иван-чаем, луговиком и золотарником представлены: гравилат речной (*Geum rivale* L.), манжетка клубочковая (*Alchemilla glomerulans* Bus.), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), мытник лапландский (*Pedicularis lapponica* L.), душистый

Таблица 1. Расположение исследованных площадок и физико-химические показатели подстилок в основных растительных поясах горы Вудъяврчорр (северо-восточная экспозиция)

Показатели	Растительный пояс			
	лесной 1	субальпийский 2	альпийский	
			3	4
Географические координаты	67°38'53" N 33°39'45" E	67°38'49" 33°39'24"	67°38'43" 33°39'30"	67°38'42" 33°39'26"
Высота над ур. м., м	357	419	430	478
рН водный (n образцов = 5)	4,2 ± 0,2	4,6 ± 0,3	4,0 ± 0,1	4,3 ± 0,1
рН солевой	3,7 ± 0,1	4,4 ± 0,4	3,9 ± 0,1	4,6 ± 0,1
Влажность, %	248 ± 33	274 ± 52	225 ± 33	194 ± 65
Температура, °С	5,8 ± 0,2	5,3 ± 0,2	5,5 ± 0,2	5,6 ± 0,4

Примечание. Площадки: 1 – елово-березовый редкостойный лес, 2 – березовый кривоствольный лес, 3 – тундра кустарничковая, 4 – тундра лишайниково-кустарничковая.

колосок альпийский (*Anthoxanthum alpinum* A. et D. Love), горец живородящий (*Bistorta vivipara* (L.) S.F. Gray), горькуша альпийская (*Saussurea alpina* (L.) DC.), дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.) и др. Моховой ярус менее выражен, ведущее место в нем занимают виды рода *Dicranum*; из печёночных мхов наиболее часто встречается маршанция *Marchantia polymorpha* L.

В альпийском поясе обследованы два участка – тундра кустарничковая и лишайниково-кустарничковая, расположенных по склону на разной высоте над уровне моря.

В горной тундре кустарничковой развит кустарниковый ярус из карликовой березы (*Betula nana* L.), ив сизой (*Salix glauca* L.), мохнатой (*S. lanata* L.), миртовидной (*S. myrsinites* L.) и филиколистной (*S. phylicifolia* L.), можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.). В кустарничковом ярусе преобладают арктоус альпийский (*Arctous alpina* (L.) Niedenzu.), вороника, голубика, менее обильны брусника и черника. Появляются луазелеурия лежачая (*Loiseleuria procumbens* (L.) Desv.), диапенсия лапландская (*Diapensia lapponica* L.). Из травянистых растений в небольшом количестве встречаются астрагал холодный (*Astragalus frigidus* (L.) A. Gray), луговик извилистый, плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L.), дифазиаструм альпийский (*Diphasiastrum alpinum* (L.) Holub.) и другие. Лишайники представлены цетрарией исландской (*Cetraria islandica* (L.) Ach.) и видами родов *Cladonia* Web., *Alectoria* Ach., *Stereocaulon* Schreb.

В горной тундре лишайниково-кустарничковой среди лишайников преобладают кладония оленья (*C. rangiferina* (L.) Nyl.) и цетрария исландская (*Cetraria islandica* (L.) Ach.). Из сосудистых растений со значительным обилием произрастают ивы сетчатая (*S. reticulata* L.) и полярная (*S. polaris* Wahlenb.), кустарнички – вороника, черника, брусника, арктоус, филлодоце, диапенсия, дриада точечная (*Dryas punctata* Juz.), гарриманелла моховидная (*Harrimanella hypnoides* (L.) Cov.). Среди травянистых растений обычны: смолевка бесстебельная (*Silene acaulis* (L.) Jacq.), ястребинка альпийская (*Hieracium alpinum* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), луговик извилистый, осока биджелу (*Carex bigelowii* Torr. ex Schwein), ситник трехраздельный (*Juncus trifidus* L.) и др.

Для зоологического анализа использовали стандартные методы: ручной разбор образцов в лабораторных условиях и последующий электропрогрев подстилок для полной экстракции беспозвоночных (*Количественные методы...*, 1987). После экстрагирования животных взвешивали на аналитических весах для определения сырой массы и фиксировали в 70° спирте. Перед разбором подстилок определяли их влажность и кислотность (*Аринушкина*, 1970). Статистическую обработку результатов – описательную статистику и корреляционный анализ проводили в программе MS Excel (*Ивантер, Коросов*, 2003). Корреляционный анализ использовали для оценки сопряженного характера изменения численности и биомассы беспозвоночных с физико-химическими показателями подстилок.

### 3. Результаты и обсуждение

#### 3.1. Таксономическое и трофическое разнообразие беспозвоночных

В почвах северо-восточного склона горы Вудъяврчорр под разными типами растительности выявлено 16 таксономических групп (семейств и отрядов) беспозвоночных животных: от 8 до 10 в разных горно-растительных поясах. Членистоногие – насекомые и многоножки встречались во всех поясах; дождевые черви были найдены только в березовом криволесье; единичные экземпляры слизней – только в еловом редколесье. В наскальных лишайниково-кустарничковых ассоциациях горной тундры были разнообразнее насекомые – сосущие фитофаги, представленные трипсами, щитовками, клопами. Общими для всех площадок были лишь 3 группы насекомых: двукрылые, жужелицы и стафилины (табл. 2).

Следовательно, при переходе от лесного пояса к горно-тундровому из состава почвенной фауны выпадают наиболее крупноразмерные и тонкопокровные беспозвоночные – представители сапрофильного комплекса (дождевые черви, моллюски). Разнообразие хищных членистоногих и насекомых-фитофагов, наоборот, возрастает. На видовом уровне влияние высотной поясности на состав почвенной фауны проявляется еще отчетливее.

Таблица 2. Встречаемость беспозвоночных в подстилках разных горно-растительных поясов

Горно-растительный пояс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Всего групп
Тундра лишайниково-кустарничковая							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Тундра кустарничковая					+	+			+	+	+	+	+	+	+		9
Березовое криволесье			+	+				+	+	+	+	+	+	+			8
Еловое редколесье	+	+				+	+	+	+	+	+	+					9

Группы беспозвоночных: 1 – слизни (Molluska), 2 – листоблошки (Psyllidae), 3 – волосатики (Nematomorpha), 4 – дождевые черви (Lumbricidae), 5 – трипсы (Thysanoptera), 6 – мягкотелки (Cantharidae), 7 – клопы (Hemiptera), 8 – энхитреиды (Enchytraeidae), 9 – пауки (Aranei), 10 – двукрылые (Diptera), 11 – жужелицы (Carabidae), 12 – стафилины (Staphylinidae), 13 – щелкуны (Elateridae), 14 – перепончатокрылые (Hymenoptera), 15 – многоножки (Lithobiidae), 16 – червецы (Ortheziidae).

Единственный вид многоножек – хищная костьянка *Monotarsobius curtipes* Koch (Myriapoda, Lithobiidae) тяготеет к тундровым местообитаниям и достигает в них большей численности, чем в сосняках и ельниках равнинных территорий Мурманской области (Зенкова, Петрашова, 2008). Дождевые черви, представленные двумя подстилочными видами *L. rubellus*, *Dendrobaena octaedra* Sav. и одним почвенным *Aporrectodea caliginosa* Sav., предпочитают подстилку березняков, листовая опад которых более доступен для усвоения по сравнению с еловой хвоей. Из 14 видов почвообитающих моллюсков, известных в Мурманской области (Бызова и др., 1986), в равнинных лесах северотаежной подзоны нами описано 9 видов (Зенкова, Валькова, 2008), в горных биоценозах – только 1 вид слизней.

Список жужелиц, обитающих в Хибинских горах, насчитывает 17 видов (Россолимо, 1989; 1994). На склоне северо-восточной экспозиции горы Вудъяврчорр нами обнаружено 5 видов: в еловом редколесье – типичный лесной *Calathus micropterus* Duft. и полизональный *C. melanocephalus* L. (оба – неспециализированные хищники); в березовом криволесье – *Patrobis assimilis* Payk. (бореальный вид, приуроченный к увлажненным местообитаниям); в альпийском поясе – *C. micropterus*, тундровый вид *Patrobis septentrionis* Dejean. и представитель арктической фауны жужелиц *Pterostichus brevicornis* Kirby. Эти виды были описаны для Хибинских гор (Россолимо, 1989; 1994; Эколого-экономическое обоснование..., 2000). Однако жужелицы *P. assimilis*, *P. brevicornis* и *P. septentrionis* ранее не указывались для южных районов Мурманской области – беломорских островов Канда拉克шского природного заповедника, на которых были выполнены многолетние почвенно-зоологические исследования различных типов биоценозов, включая наскальные растительные ассоциации (Бызова и др., 1986). Вероятно, эти виды тяготеют к растительным высотным поясам Хибинских гор.

Личинки щелкунов в подстилках березового криволесья и тундры кустарничковой принадлежат к трансевразийскому борео-монтанному виду *Liotrichus affinis* Payk., фоновому для равнинных и горных хвойных и лиственных лесов северной тайги и лесотундры. В лишайниково-кустарничковой тундре их сменяют личинки мелкоразмерного аркто-борео-монтанного вида *Hypnoidus rivularius* Gyll. Щелкун *L. affinis* в подстилках равнинных сосняков и ельников центральной части Мурманской области встречается редко и значительно уступает по численности доминирующим эврибионтным видам элатерид *Eanus costalis* Payk. и *Athous subfuscus* Mull. (Сердюк и др., 2007; Зенкова, 2008а). На беломорских островах Канда拉克шского заповедника единичные находки *L. affinis* сделаны только в березняке кустарничково-разнотравном (Бызова и др., 1986). Очевидно, в пределах северотаежной подзоны Мурманской области щелкун *L. affinis* предпочитает лиственные леса равнинной и горной тайги и лесотундры, а также горные тундры. Щелкунчик ручьевого *H. rivularius* в лесных почвах равнинных территорий встречен не был, следовательно, обнаружение его личинок в почвах альпийского пояса Хибин согласуется с характеристикой этого вида как тундрового (Медведев, 2001).

Таким образом, даже для таксонов, представленных в нескольких горно-растительных поясах Хибин, прослеживается четкая высотная смена таежных видов тундровыми.

В целом лесные биоценозы Хибин значительно уступают еловым и сосновым лесам равнинных территорий Мурманской области по таксономическому разнообразию почвообитающих беспозвоночных, главным образом, насекомых разных трофических уровней. Для сравнения лесные подстилки равнинных территорий населяют представители 30 таксономических групп, в ельниках разного типа их число варьирует от 15 до 23, в сосняках – от 14 до 25 (Зенкова, 2008а,б).

В разных растительных поясах Хибин беспозвоночные предпочитают определенные типы растительности. В лесном и субальпийском поясе их таксономическое разнообразие выше под мхами и разнотравьем и ниже под кустарничками. В тундровом поясе большинство таксонов тяготеют к подстилкам под мхами и кустарничками по сравнению с лишайниками и разнотравьем. В тундре лишайниково-кустарничковой наибольшее разнообразие беспозвоночных отмечено в кустарничково-лишайниковых ассоциациях, наименьшее – в лишайниковых и моховых.

Личинки двукрылых и жуки (жужелицы, мягкотелки, стафилиниды) в разных поясах населяют подстилку под разными типами растительности. Дождевые черви обнаружены в большинстве растительных ассоциаций березового криволесья, а многоножки – под всеми исследованными типами растительности тундрового пояса. Представители сапрофильного комплекса почвенной фауны – энхитреиды и личинки щелкунов в лесном и субальпийском поясе предпочитают почву под разнотравьем, в тундре – под подушками мха.

### 3.2. Численность

В различных горно-растительных поясах по численности преобладают одни и те же группы членистоногих: двукрылые, мягкотелки, стафилины, пауки и многоножки. Уровня численности в 100 и более экз./м<sup>2</sup> достигают только мелкоразмерные беспозвоночные с экологической стратегией *r*-типа – личинки двукрылых (табл. 3).

Таблица 3. Численность беспозвоночных в почвах горы Вудъяврчорр

Группы беспозвоночных	Еловое редколесье	Березовое криволесье	Тундра	
			кустарничковая	лишайниково-кустарничковая
Diptera	100	288	96	65
Staphylinidae	50	117	33	15
Cantharidae	60	–	92	–
Aranei	15	–	25	30
Enchytraeidae	35	8	–	15
Carabidae	10	8	21	5
Elateridae	–	8	8	10
Lithobiidae	–	–	8	20
Lumbricidae	–	13	–	–
Molluska	10	–	–	–
Нymenoptera	–	4	8	5
Nematomorpha	–	8	–	–
Hemiptera	5	–	–	5
Psyllidae	5	–	–	–
Orteziidae	–	–	–	5
Thysanoptera	–	–	4	–
Всего, экз./м <sup>2</sup>	290	454	296	175

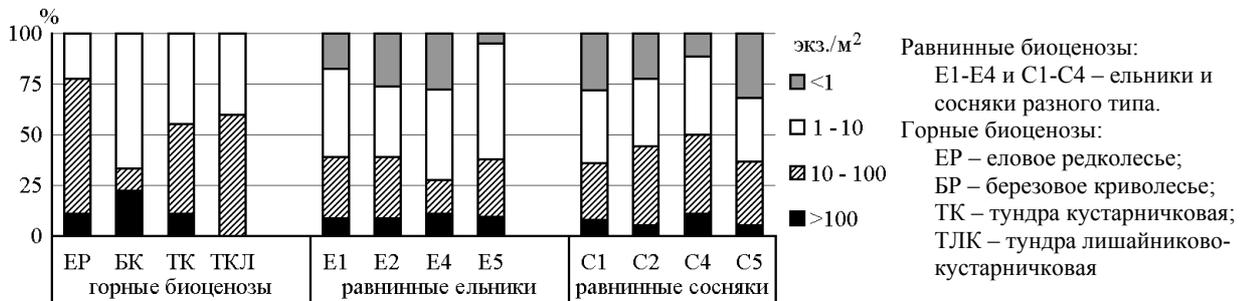


Рис. 1. Соотношение таксонов по уровню численности беспозвоночных (%) в горных и равнинных биоценозах севера Мурманской области

Указанные таксономические группы формируют основу почвенной фауны и в равнинных биоценозах Кольского Севера, но обилие каждой из них там в среднем в 2-3 раза выше. Численность личинок двукрылых в равнинных ельниках составляет 300-350 экз./м<sup>2</sup>, обилие мягкотелок в подстилках еловых и сосновых лесов достигает 170, стафилиид – 130, пауков – 90 экз./м<sup>2</sup> (Зенкова, 2008б). Низкий уровень абсолютной численности насекомых, в частности двукрылых, мягкотелок, щелкунов и трипсов отличает почвенную фауну горных биоценозов Хибин от фауны лесных подстилок равнинных территорий Мурманской области.

Все таксоны почвообитающих беспозвоночных разделены нами на 4 категории в зависимости от уровня численности их представителей: "редкие", численность которых не превышает 1 экз./м<sup>2</sup>, "малочисленные", представленные менее чем по 10 экз./м<sup>2</sup>, "массовые", обилие которых в подстилках составило десятки экз./м<sup>2</sup> и "многочисленные" с количеством особей 100 и более экз./м<sup>2</sup>. На гистограмме (рис. 1) отражено процентное соотношение таксонов каждой категории.

Очевидно, что в лесных биотопах равнинных территорий более половины таксонов почвенной фауны относятся к малочисленным и редким, около 40 % являются массовыми, а численности в 100 и более экз./м<sup>2</sup> достигают беспозвоночные лишь 1-2 таксономических групп (или менее 10 %), как правило, одна из них – двукрылые (Зенкова, 2008б).

Горные биоценозы отличаются от равнинных сосняков и ельников отсутствием "редких" таксонов. Более половины групп относятся к "массовым", примерно треть – к "малочисленным". Следовательно, обеднение таксономического разнообразия беспозвоночных в горных почвах связано, в первую очередь, с исчезновением редких таксонов, имеющих узкие экологические ниши и более уязвимых к воздействию факторов среды. В горно-тундровом поясе из-за низкой численности ни одна из таксономических групп не попадает в категорию "многочисленных". Общее обилие почвообитающих беспозвоночных варьирует от 175 экз./м<sup>2</sup> в тундре лишайниково-кустарничковой до 454 экз./м<sup>2</sup> в березовом криволесье, что сопоставимо с этим показателем в подстилках сосняков, но значительно ниже, чем в ельниках Мурманской области (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика комплексов беспозвоночных животных в равнинных лесах и горных биоценозах северотаежной подзоны Мурманской области

Биоценозы	Равнинные		Горные			
	ельники	сосняки	еловое редколесье	березовое криволесье	тундра кустарничковая	тундра лишайниково-кустарничковая
Показатели						
Число таксонов	15-23	14-25	9	9	9	10
Численность, экз./м <sup>2</sup>	560-710	250-550	290 ± 97	454 ± 122	296 ± 44	175 ± 43
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	0,76-1,62	0,23-10,0	2,20 ± 2,10	0,72 ± 0,24	0,64 ± 0,33	0,22 ± 0,06

Таблица 5. Уровень доминирования беспозвоночных в почвах горы Вудъяврчорр

Группы беспозвоночных	Еловое редколесье	Березовое криволесье	Тундра	
			кустарничковая	лишайниково-кустарничковая
Diptera	++++	++++	++++	++++
Staphylinidae	++++	++++	++++	+++
Cantharidae	++++	–	++++	–
Aranei	+++	–	+++	++++
Lithobiidae	–	–	++	++++
Enchytraeidae	++++	++	–	+++
Sarabidae	++	++	+++	++
Elateridae	–	++	++	+++
Hymenoptera	–	+	++	++
Hemiptera	++	–	–	++
Orteziidae	–	–	–	++
Molluska	++	–	–	–
Psyllidae	++	–	–	–
Lumbricidae	–	++	–	–
Nematomorpha	–	++	–	–
Thysanoptera	–	–	++	–
Всего групп	9	8	9	10
Доминирующих групп*	5	2	5	6
Численность, экз./м <sup>2</sup>	290	454	296	175

Примечание. + доля численности группы менее 1 %, ++ от 1 до 5 %, +++ 5-10 %, ++++ более 10 %. Прочерк – группа не выявлена. \*К доминирующим отнесены группы с долей численности ≥5 %.

**Структура доминирования.** В большинстве горно-растительных поясов таксономическая структура почвенной фауны полидоминантна. Примерно половина таксонов, выявленных на каждой площадке, принадлежит к доминантному комплексу, превышая пороги количественного доминирования и субдоминирования, принятые соответственно за 10 и 5 % (Southwood, 1978). Суммарная доля доминантов составляет 90 % от общей численности беспозвоночных (от 88 до 90 %). Доля личинок двукрылых – основного доминанта в подстилках всех высотных поясов – превышает 30 % (33-63 %), достигая максимального значения в поясе березового криволесья. Сходный уровень доминирования двукрылых характерен для подстилок равнинных сосняков, тогда как в более влажных подстилках ельников эти насекомые составляют более 50 % от общей численности беспозвоночных (Зенкова, 2008б). Наряду с двукрылыми в большинстве горно-растительных поясов доминантный комплекс дополняют одни и те же массовые группы членистоногих: жуки (мягкотелки, стафилиниды, жужелицы, щелкуны), пауки, многоножки. Среди беспозвоночных, не принадлежащих к классам членистоногих, порога доминирования достигают лишь энхитреиды, и только в наскальных лишайниково-кустарничковых ассоциациях (табл. 5).

В целом в разных растительных поясах Хибин преобладают насекомые: 60-90 % от общей численности почвообитающих беспозвоночных, что соответствует их доле в лесных подстилках равнинных территорий Мурманской области. В составе насекомых доминируют двукрылые и жесткокрылые; в горных биоценозах их доля была выше, чем в равнинных ельниках и сосняках (86-99 % против 50-95 %) за счет меньшей численности прочих групп насекомых. Среди жуков в подстилках равнинных лесов преобладают мягкотелки (40-80 %), стафилиниды (10-35 %) и щелкуны (5-13 %), жужелицы встречаются единично. В горах увеличивается доля жесткокрылых с более короткими, одно-двухгодичными циклами – стафилинид (5-88 % от числа жуков) и жужелиц (2-14 %), и сокращается доля видов с многолетними генерациями, личинки которых развиваются в почве до 3-5 лет – мягкотелок (0-60 %) и щелкунов (0-6 %). Относительная численность пауков и многоножек в поясе елового редколесья и березового криволесья Хибин ниже, чем в равнинных биоценозах, а в горно-тундровых сообществах, наоборот, выше. Относительное обилие червей (главным образом, энхитреид) в почвах разных растительных поясов Хибин превышает таковое в северотаежных подзолах (табл. 6).

Таблица 6. Соотношение численности крупных таксономических категорий беспозвоночных в почвах горных и равнинных биоценозов Мурманской области, %

Биоценозы Таксоны	Горные				Равнинные
	Еловое редколесье	Березовое криволесье	Тундра кустарничковая	Тундра лишайниково-кустарничковая	Ельники и сосняки
Насекомые	80	93	89	63	85-89
Паукообразные	4	1	8	17	7-9
Черви	12	6	0	9	3-5
Многоножки	0	0	3	11	1-2
Моллюски	4	0	0	0	1
Итого, %	100	100	100	100	100

### 3.3. Биомасса

Сырая масса беспозвоночных в горных почвах, как и в большинстве лесных биоценозов равнинных территорий Мурманской области, не превышает 2,5 граммов на 1 м<sup>2</sup>. В исследованных растительных поясах ее основу формируют беспозвоночные разных таксономических категорий и трофических уровней. В подстилках ельника 92 % всей массы беспозвоночных составляют малочисленные, но крупноразмерные сапрофитофаги – слизни, индивидуальная масса тела которых достигает 150-250 мг. Агрегирование слизней на наиболее влажных участках (в местах произрастания сфагнома) определяет высокие локальные значения биомассы – до 11 г/м<sup>2</sup> и, вследствие этого, самый высокий средний уровень – 2,2 г/м<sup>2</sup> (табл. 4). Однако в целом в пределах исследованной территории елового редкостойного леса масса фауны более низка, чем в вышележащих горно-растительных поясах – от 50 до 200 мг/м<sup>2</sup>; ее формируют хищники: жужелицы, мягкотелки, пауки, стафилины.

В поясе березового криволесья по массе, как и по численности, преобладают полифаги – двукрылые (64 %). Лиственному типу леса соответствует высокая доля детритофагов – дождевых червей. Доминантный комплекс дополняют хищные жуки – жужелицы и стафилины. Встречаемость доминирующих групп беспозвоночных в большинстве образцов подстилки определяет более высокий по сравнению с еловым редколесьем уровень зоомассы (от 200 мг/м<sup>2</sup> до 2 г/м<sup>2</sup>) и ее более равномерное пространственное распределение в пределах биоценоза.

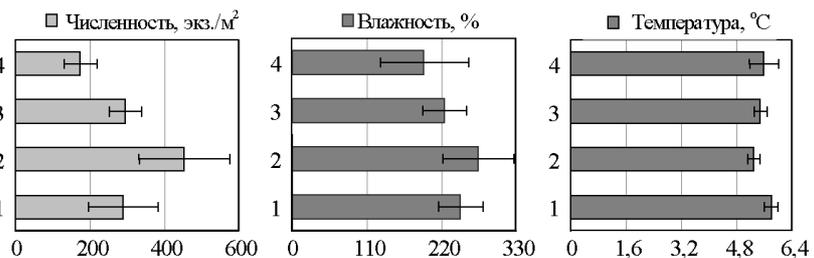
Сходным уровнем средней биомассы беспозвоночных и ее пространственным варьированием (от 150 мг/м<sup>2</sup> до 2,3 г/м<sup>2</sup>) характеризуются подстилки горно-тундрового пояса. Здесь преобладают хищные членистоногие: пауки (55 %), жужелицы, мягкотелки, многоножки, стафилины. Единственной доминантной группой, принадлежащей к сапрофильному комплексу, являются двукрылые; доля их массы не превышает 6 %.

В лишайниково-кустарничковых ассоциациях биомасса беспозвоночных снижается до значений, минимальных в высотном ряду: в среднем 220 мг/м<sup>2</sup> при пространственном варьировании от 50 до 300-400 мг/м<sup>2</sup>. Наряду с хищными членистоногими высокой степени доминирования (20 %) достигают представители сапрофильного комплекса – энхитреиды. Преобладание энхитреид по численности и биомассе в комплексе беспозвоночных альпийского пояса соответствует зональной закономерности: повышению количественных показателей этих червей в тундровых экосистемах, где они являются ведущей группой беспозвоночных-деструкторов органического вещества и регуляторов обилия почвенных микромицетов.

### 3.4. Связь с почвенными (эдафическими) факторами

Проанализирована зависимость численности беспозвоночных в разных горных поясах от эдафических факторов – температуры, влажности и кислотности подстилок. Подстилки всех растительных поясов горы Вудъяврчорр характеризуются высокими значениями влажности и кислотности. Почвы елового редколесья отличаются от выше лежащих почв березового криволесья лучшим прогревом и меньшей влажностью. В высотном ряду березовое криволесье → тундра кустарничковая → тундра лишайниково-кустарничковая влажность почв снижается, а изменение их температуры носит обратный характер: коэффициент корреляции между этими параметрами составил -0,47 (рис. 2, табл. 1).

Рис. 2. Изменение численности беспозвоночных и показателей подстилок в высотном ряду: еловый редкостойный лес (1) – березовый кривоствольный лес (2) – тундра кустарничковая (3) – тундра лишайниково-кустарничковая (4)



Влияние высотной поясности на обилие почвенной фауны в связи с изменением эдафических факторов подтверждается высокой корреляционной зависимостью численности беспозвоночных от влажности подстилок и их температуры: коэффициент корреляции 0,94 и -0,73 соответственно.

#### 4. Заключение

Первичный зоологический анализ почв северо-восточного склона горы Вудъяврчорр позволил, с одной стороны, охарактеризовать своеобразие фаунистических комплексов основных горно-растительных поясов Хибин – лесного, субальпийского и альпийского, с другой – выявить черты сходства и различия фауны почвообитающих беспозвоночных горных и равнинных биоценозов Мурманской области.

Подстилки горных биоценозов отличаются от равнинных пониженным разнообразием видов и надвидовых таксонов беспозвоночных, главным образом, насекомых разных трофических уровней. Обеднение разнообразия фауны связано с исчезновением редких таксонов, имеющих узкие экологические ниши и в большей степени уязвимых к воздействию факторов среды. К числу факторов, критических для почвообитающих беспозвоночных, в Хибинском горном массиве можно отнести сокращение сезона с положительными температурами воздуха, значительную крутизну склонов и своеобразные погодно-климатические условия. Последние особенно влияют на численность и разнообразие наземных (аэробиионных) видов насекомых, личиночное развитие которых проходит в почвенной среде. В связи с этим все группы насекомых, представленные в почвах горы Вудъяврчорр, имеют в 2-3 раза более низкую численность, чем в лесных подстилках равнинных биоценозов, а основным доминантом фауны во всех высотных поясах являются личинки двукрылых – мелкокорпусные и быстроразвивающиеся беспозвоночные с экологической стратегией *r*-типа. Несмотря на снижение численности большинства таксономических групп, в горных почвах сохраняется ядро доминантного комплекса, характерное для равнинных биоценозов. Оно представлено массовыми группами членистоногих – двукрылыми, жуками (мягкотелками, стафилинидами, жужелицами, щелкунами), пауками, многоножками.

Влияние высотной поясности на структуру и функционирование почвенной фауны проявляется в исчезновении наиболее крупноразмерных беспозвоночных – представителей сапрофильного комплекса (дождевых червей, моллюсков) и возрастании разнообразия и численности хищных членистоногих и насекомых-фитофагов. Для массовых групп жесткокрылых (жужелиц и щелкунов), населяющих подстилки разных горно-растительных поясов, установлена четкая смена таежных видов тундровыми при переходе от лесного пояса к субальпийскому и альпийскому.

Дальнейшие исследования почвенной фауны горы Вудъяврчорр и других гор Хибинского массива будут проведены в весенне-летний сезон. Предполагается расширить данные по таксономическому разнообразию и уровню обилия беспозвоночных в связи с тем, что период снеготаяния совпадает с массовым размножением животных в почвах Кольского Севера.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность д.б.н., зав. кафедрой зоологии и методики обучения биологии Поморского государственного университета им. М.В. Ломоносова Филиппову Б.Ю. за видовое определение жужелиц и к.б.н., ст.н.с. Института экологии растений и животных УрО РАН Середюк С.Д. за идентификацию щелкунов.

#### Литература

- Southwood T.R.E. Ecological methods. London, Chapman and Hall., 253 p., 1978.
- Аврунин Н.А., Качурин М.Х., Коровкин А.А. Материалы по растительности Хибинских гор. *Материалы по растительности центральной и западной частей Кольского полуострова. Труды СОПС. Серия Кольская*, вып. 11, с.1-93, 1936.
- Аринушкина У.В. Руководство по химическому анализу почв. М., МГУ, 488 с., 1970.
- Бызова Ю.Б., Уваров А.В., Губина В.Г. Почвенные беспозвоночные беломорских островов Кандалакшского заповедника. М., Наука, 311 с., 1986.
- Зенкова И.В. Беспозвоночные животные – индикаторы свойств подстилок в лесах Кольского Севера. *Научный вестник Черновицкого ун-та, Черновцы, Рута, Биология*, вып. 403-404, с.88-100, 2008а.
- Зенкова И.В. Комплексы беспозвоночных (мезофауны) в лесных подзолах Кольского Севера. *Лесное почвоведение: итоги, проблемы, перспективы. Сыктывкар, Коми НЦ РАН*, 2008б (в печати).
- Зенкова И.В., Валькова С.А. Моллюски целинных и техногенно трансформированных подзолов Кольского Севера. *Зоологический журнал*, т.87, № 3, с.259-267, 2008.

- Зенкова И.В., Петрашова Д.А.** Структура и динамика популяции *Monotarsobius curtipes* (Mugilopoda, Chilopoda) на северной периферии ареала. *Экология*, № 6, с.449-455, 2008.
- Ивантер И.В., Коросов А.В.** Введение в количественную биологию. *Петрозаводск, ПетрГУ*, 304 с., 2003.
- Количественные методы в почвенной зоологии. *Под ред. М.С. Гилярова и Б.Р. Стригановой. М., Наука*, 288 с., 1987.
- Медведев А.А.** Эколого-фаунистическая характеристика щелкунов Европейского Северо-Востока России. *Фауна и экология беспозвоночных животных Европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, Тр. Коми НЦ УрО РАН*, № 166, с.4-14, 2001.
- Медведев П.М.** Роль тепла и влаги для жизни растений в трудных климатических условиях. *М.-Л., Наука*, 104 с., 1964.
- Миняев Н.А.** Структура растительных ассоциаций (по материалам исследования чернично-вороничной серии ассоциаций в Хибинском горном массиве). *Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение, М.-Л., АН СССР*, вып. 4, 262 с., 1963.
- Мишкин Б.А.** Флора Хибинских гор, её анализ и история. *М.-Л., АН СССР*, 114 с., 1953.
- Оранжиреева А.М.** Работа Академии наук СССР и социалистическое строительство на Кольском полуострове. *Апатиты, КНЦ РАН*, 193 с., 2008.
- Переверзев В.Н.** Современные почвенные процессы в биогеоценозах Кольского полуострова. *М., Наука*, 153 с., 2006.
- Перель Т.С.** Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. *М., Наука*, 272 с., 1979.
- Полярно-альпийский ботанический сад. *Мурманск, Мурманское книжное изд-во*, 64 с., 1974.
- Пономарева В.В.** Материалы по изучению органического вещества в почвах Хибинского массива. *Труды Кольской базы АН СССР*, вып. 5, с.5-30, 1940.
- Похилько А.А.** Сезонная динамика растительных сообществ Хибинских гор. *Л., Наука*, 143 с., 1993.
- Почвообразование в биогеоценозах Хибинских гор. *Сб. статей. Апатиты, АН СССР*, 120 с., 1979.
- Раменская М.Л.** Анализ флоры Мурманской области и Карелии. *Л., Наука*, 214 с., 1983.
- Ройзин М.Б.** Сезонная динамика микроорганизмов подзолистых, горно-подзолистых и горно-тундровых почв. Почвенные режимы на Полярном Севере. *Л., Наука*, с.59-103, 1969.
- Ройзин М.Б., Егоров В.И.** О биологической активности мелкозема и примитивных почв высокогорной арктической пустыни. *Почвоведение*, № 9, с.47-50, 1972.
- Россолимо Т.Е.** Высотное распределение и термопреферендум жужелиц в Хибинах. *Зоол. журнал*, т.68, № 4, с.58-65, 1989.
- Россолимо Т.Е.** Сравнительный анализ параметров холодостойкости некоторых жесткокрылых (Coleoptera) гипоарктических районов. *Зоол. журнал*, т.73, № 7-8, с.101-113, 1994.
- Рыбалов Л.Б.** Сравнительная характеристика населения дождевых червей в Карелии и полярно-альпийском ботаническом саду на Кольском полуострове. *Современные экологические проблемы Севера. Мат-лы Междунар. конф., Апатиты, КНЦ РАН*, ч. 2, с.176-177, 2006.
- Серебряков И.Г.** Ритм сезонного развития растений Хибинских тундр. *Бюлл. МОИП, Отд. биол.*, т.66, вып. 5, с.78-98, 1961.
- Середюк С.Д., Зенкова И.В., Валькова С.А.** Роль природной зональности в модификациях таежных комплексов жуков-щелкунов сем. Elateridae. *Лесное почвоведение: итоги, проблемы, перспективы. Тез. докл. Межд. научн. конф., Сыктывкар, Коми НЦ РАН*, с.146-147, 2007.
- Фридолин В.Ю.** Дифференциальная фенология и исключительный 1934 год в Хибинской горной стране. *Изв. Всесоюзн. географ. об-ва*, т.LXVIII, вып. 1, с.80-107, 1936а.
- Фридолин В.Ю.** Животно-растительное сообщество горной страны Хибин. *М.-Л., АН СССР*, 293 с., 1936б.
- Фридолин В.Ю.** Значение элементов рельефа как оазисов-убежищ реликтовой фауны в бассейне Финского залива, Хибинских горах и центральной Карелии. *Л., Тр. I Всесоюзн. геогр. съезда*, вып. 3, с.294-307, 1934.
- Шмакова Н.Ю., Ушакова Г.И., Костюк В.И.** Горно-тундровые сообщества Кольской Субарктики (эколого-физиологический аспект). *Апатиты, КНЦ РАН*, 167 с., 2008.
- Эколого-экономическое обоснование национального парка "Хибины". *Работы по проектированию особо охраняемых природных территорий в Мурманской области. Контракт №003-98 от 25 мая 1998 г. Апатиты, КНЦ РАН*, 2000.