

**Структура населения наземных беспозвоночных
луговых экосистем южной тайги**

© 2017. С. В. Пестов^{1,2}, к. б. н., доцент, н. с.,
Е. А. Домнина^{1,2}, к. б. н., доцент, О. И. Кулакова¹, к. б. н., н. с.,
А. Г. Татаринов¹, к. б. н., в. н. с., А. В. Мазеева² магистрант,
¹Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28,
²Вятский государственный университет
610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, 36
e-mail: atylotus@mail.ru

Представлен анализ динамики сообществ беспозвоночных обитателей травостоя луговых экосистем. Исследования проводили в июле в период с 2010 по 2015 г. На исследованных участках зарегистрировано 419 видов беспозвоночных из 104 семейств. Общая численность беспозвоночных обитателей травостоя варьировала от $620,4 \pm 65,6$ до $1147 \pm 214,3$ экз./100 взмахов. Ведущими по численности отрядами являются полужесткокрылые и двукрылые, составляющие более 50% от всего комплекса обитателей травостоя (хортобионтов). Проведено сравнение таксономического состава высших сосудистых растений и хортобионтов исследованных участков луговых экосистем по индексу Чекановского-Съеренсена. Отмечено сходство объединения отдельных участков в кластеры по структуре сообществ растений и беспозвоночных. Анализ сообществ наземных беспозвоночных методом главных компонент позволяет определить удельный вес факторов, которые оказывают влияние на структуру населения беспозвоночных. Более 60% всей дисперсии определяют три первых главных компонент. Первая компонента связана с особенностями растительного сообщества (число видов растений, индекс разнообразия Шеннона и высота травостоя), она оказывает влияние на группы Hymenoptera, Diptera и Aranei. Вторая компонента характеризует особенности режима увлажнения и богатства почв и определяет обилие Orthoptera. Третья компонента включает метеорологические факторы (температура воздуха и количество осадков), она обуславливает обилие Orthoptera, Heteroptera и Homoptera.

Ключевые слова: хортобионты, динамика численности, экосистемы, экологические факторы.

**Structure of terrestrial invertebrates community
of meadow ecosystems in south taiga**

© 2017. S. V. Pestov^{1,2}, E. A. Domnina^{1,2}, O. I. Kulakova¹,
A. G. Tatarinov¹, A. V. Mazeeva²,
¹Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS,
28 Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,
²Vyatka State University,
36 Moskovskaya St., Kirov, Russia, 610000,
e-mail: atylotus@mail.ru

The analysis of the dynamics of communities of invertebrate inhabitants of the grass stand in the meadow ecosystems in the period from 2010 to 2015 is presented. During the research period 419 species of invertebrates from 104 families were registered in the investigated areas. The total number of invertebrate inhabitants of the herbage varied from 620.4 ± 65.6 to 1147 ± 214.3 ind./100 sweeps. Leading largest groups are Hemiptera and Diptera, comprising over 50% of the whole complex of inhabitants of the herbage (chortobionts). Taxonomic compositions of plants and chortobionts of the investigated sites of grassland ecosystems were compared according to the index of Czekanowski-Sørensen. The similarity of association of some sites in clusters on structure of communities of vascular plants and invertebrates is noted. The analysis of terrestrial invertebrate communities by the main component method makes it possible to determine the factors that influence the structure of the invertebrate population. Over 60% of the total dispersion is determined by the first three axes of the principal components. The first component is related to the characteristics of the plant community (the number of plant species, the Shannon diversity index and the height of the grass stand), it affects the groups

Hymenoptera, Diptera and Aranei. The second component characterizes the peculiarities of the moistening regime and richness of soils and determines abundance of Orthoptera. The third component includes meteorological factors (air temperature and precipitation), it determines abundance of Orthoptera, Heteroptera and Homoptera.

Keywords: chortobionts, population dynamics, ecosystems, ecological factors.

Анализ влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду в настоящее время приобретает всё большую актуальность. Насекомые являются обязательным и самым разнообразным компонентом всех экосистем, они играют ключевую роль в регулировании и динамике экосистем [1]. Была показана возможность оценки наземных экосистем на основе анализа таксономической и экологической структуры энтомологических комплексов [2]. Состав и соотношение групп беспозвоночных динамично изменяются в зависимости от естественных биотических, абиотических и антропогенных факторов [3–5]. Биоиндикационные исследования сообществ насекомых проводятся прежде всего для оценки воздействия землепользования [6–8] или влияния поллютантов [9–12]. Данные по фауне и структуре населения сообществ наземных беспозвоночных в зоне защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия носят отрывочный характер [13–14]. Весьма специфическими биотическими и абиотическими условиями обладает толща травостоя, которая создаёт очень широкий спектр экологических ниш для беспозвоночных обитателей травостоя (хортобионтов) и обуславливает значительное разнообразие их как в таксономическом, так и в адаптивном отношениях [15]. Тесная связь

обитателей травостоя с растительностью позволяет ожидать их выраженную реакцию на изменение структуры травостоя под действием различных факторов, в том числе загрязнения [16–17]. Выявление особенностей структуры и динамики наземного комплекса беспозвоночных в условиях различных фитоценозов позволяет понять основные механизмы формирования и функционирования экосистем.

Целью работы являлось выявление факторов, определяющих структуру населения беспозвоночных обитателей травостоя на участках настоящих суходольных лугов подзоны южной тайги Кировской области.

Материал и методика

Материалы по количественному учёту обитателей травостоя собирали в течение 6 лет (2010–2015 гг.) в середине июля на шести участках комплексного экологического мониторинга в районе объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) [18].

На каждом участке энтомологическим сачком отбирали беспозвоночных в трёхкратной повторности по 30 взмахов каждая и пересчитывали на 100 взмахов. [19]. Для более полного выявления видового состава энтомологическим сачком проводился сбор активно летающих в воздухе насекомых. Для

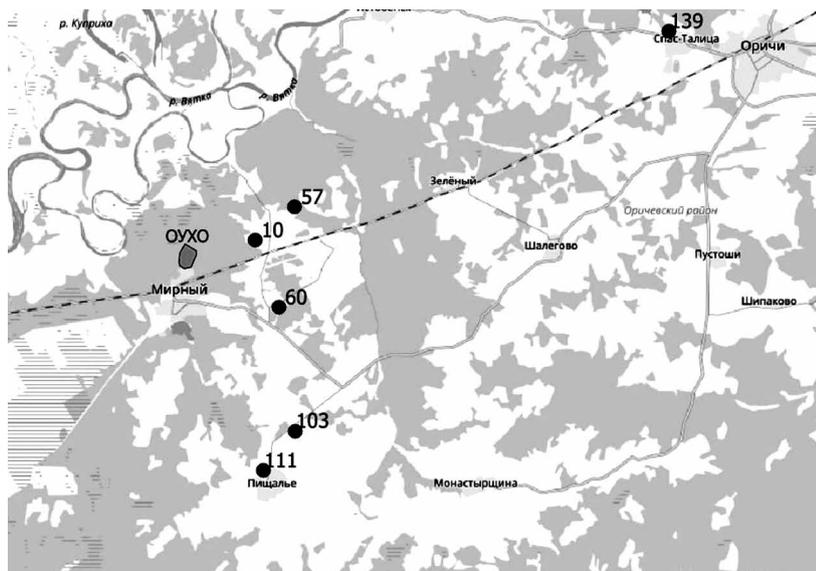


Рис. 1. Карта расположения точек пробоотбора

оценки биоразнообразия беспозвоночных использовали индексы Шеннона и Бергера-Паркера. Выявление ведущих факторов, определяющих структуру сообществ, проводили с использованием метода главных компонент. Параметры осей рассчитывались по матрице парных корреляций. Таксономический состав растений и хортобионтов исследованных участков луговых экосистем сравнивался по индексу Чекановского-Съёренсена. Для статистической обработки данных использовали программы Past 2.17 [26] и EXCELTOR [27].

Для характеристики и последующей оценки состояния растительности были применены общие геоботанические методики [20–22]. В луговых биоценозах пробные площади закладывали размером 10x10 м². На пробных площадках подробно описаны вертикальная и горизонтальная структура фитоценозов, выявлен их флористический состав, замерена высота растений. Индекс Шеннона для рас-

тительных сообществ определили по данным о проективном покрытии видов растений. Средняя высота травостоя определяли по формуле:

$$H' = \frac{\sum h_i \cdot p_i}{\sum p_i},$$

где h_i – высота i растения, p_i – проективное покрытие i растения.

Оценку экологических условий местообитаний производили с использованием экологических шкал Л. Г. Раменского. Для расчёта экологических ступеней экологических шкал использовали компьютерную программу EcoScaleWin [23–25]. Характеристика лугов представлена в таблице 1.

Гидрометеорологические данные были взяты с сайта www.gp5.ru. Проведена выборка архивных данных за июль 2010–2015 гг. Анализ метеорологических данных показал, что максимальная температура и минимальное ко-

Таблица 1

Геоботаническая характеристика луговых сообществ

Характеристика	Номер участка					
	10	57	60	103	111	139
Число видов растений	31–42	33–59	36–57	33–45	44–53	23–47
Высота травостоя, см	97–114	72–91	70–91	71–90	69–84	40–70
Общее проективное покрытие	80–95	50–80	70–90	70–90	70–85	80–90
Шкала увлажнения (FE)	70–79	56,5–67	66–77	62,5–66	66–75,5	69–79
Шкала активного богатства и засоленности почвы (NS)	8,5–11,5	10,5–12,5	11,5–11,5	9,5–11	9–11,5	8–12
Шкала переменности увлажнения (VF)	10,0–11,0	9,0	8,0–10,0	8,0–9,0	6,5–11,0	6,5–7,5
Шкала аллювиальности (A)	2,0–5,0	2,0–4,0	2,5–4,0	2,0–4,0	2,0–5,5	2,0–2,5
Шкала пастбищной дигрессии (PD)	3,0–4,0	3,5–4,5	3,5–4,5	3,5–4,5	4,0–5,5	3,5–4,0
Индекс Шеннона растительных сообществ	1,95–2,69	2,26–3,17	2,72–3,09	1,65–2,55	2,16–2,73	2,31–2,92

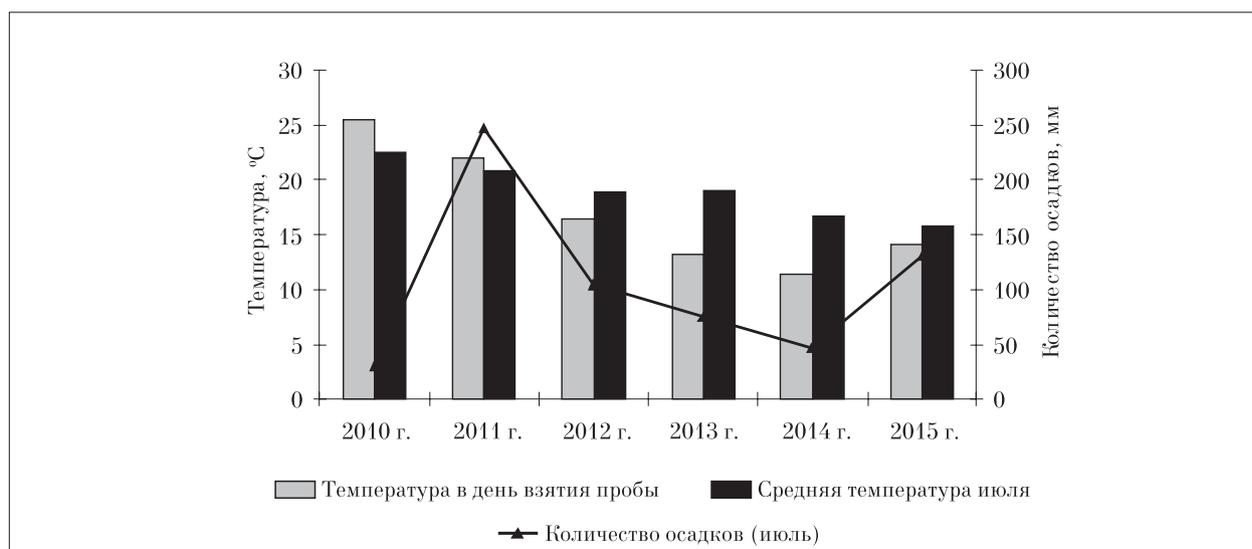


Рис. 2. Метеорологическая характеристика

личество осадков наблюдалось в 2010 г. (рис. 2). Осадки в июле 2010 г. отмечались всего 2 дня. Самое большое количество осадков было характерно для 2011 г., однако максимально дождливым по числу дней с осадками стал 2015 г. – 21 день. В июле 2011–2014 гг. число дней с осадками варьировало от 11 до 14.

Результаты и обсуждение

В соответствии с классификацией Шенникова [20], составленной на основе выявления экологического состава мезофитов, все исследуемые участки относятся к классу формаций настоящих лугов, но в зависимости от видового состава представлены разными группами формаций.

На исследованных участках зарегистрировано 419 видов беспозвоночных из 104 семейств и 15 отрядов насекомых, клещей, пауков и моллюсков (табл. 2, 3). Самым высоким разнообразием обладает отряд двукрылые (159 видов из 34 семейств). Единичными видами представлены отряды Blattoptera, Dermaptera и Mecoptera.

Участок № 10, расположенный на расстоянии 1,94 км от ОУХО, в течение всех лет исследования характеризовался как крупнозлаковый луг. Общее проективное покрытие на участке колебалось от 80 до 95%, большую часть покрытия давали такие злаки, как *Phleum pratense* L., *Bromus inermis* Leyss., *Dactylis*

glomerata L. Наиболее характерными для этого участка были моллюски *Fruticicola fruticum* (Müller) и *Succinea putris* (L.), прямокрылые *Phaneroptera falcata* Poda, *Bicolorana roeselii* Hagen., *Dectius verrucivorus* L., *Tettigonia viridissima* L., *Metrioptera brachyptera* L., полужесткокрылые (*Leptopterna dolabrata* (L.), *L. ferrugata* (Fl.), *Lygus pratensis* (L.), *Coriomeris scabricornis* (Pz.), *Labops sahlbergii* (Fl.), *Myrmus miriformis* (Fl.), *Nabis flavomarginatus* Scholtz), жесткокрылые (*Cetonia aurata* (L.), *Hippodamia tredecimpunctata* (L.), *Malachius bipustulatus* (L.), *Lagria hirta* (L.), *Oedemera femorata* (Scop.), *Mordella aculeata* L., *Gymnetron terminassiana* Smreczynsky), чешуекрылые *Cyaniris semiargus* Rott., *Hyponephele lycan* Rott. и *Heodes virgaureae* L., двукрылые *Melanostoma mellinum* (L.), *Helophilus paralellus* (Harris), *Sphaerophoria scripta* (L.), *Limnia unguicornis* (Scop.), *Euthycera chaerophylli* (F.), *Sphaerophoria scripta* (L.) *Tetanocera phyllophora* Melander, *Tetanocera elata* F.

На участке № 57, расположенном на расстоянии 4 км от ОУХО, общее проективное покрытие травостоя составляло 75–80% в 2010–2013 гг., а в 2014 г. снизилось до 50%. Основную часть покрытия на этом участке давали виды разнотравья: *Hypericum maculatum* Crantz, *Picris hieracioides* L., *Fragaria vesca* L. и другие. Злаки были представлены *Phleum pratense*, *Agrostis tenuis* Sibth., *Festuca pratensis* Huds., *Poa pratensis* L. В целом дан-

Таблица 2

Видовое разнообразие беспозвоночных обитателей травостоя настоящих суходольных лугов

Таксон	Число семейств	Доля семейств, в %	Число видов	Доля видов, в %
Odanata	3	2,9	7	1,7
Blattoptera	1	1,0	1	0,2
Dermaptera	1	1,0	1	0,2
Orthoptera	3	2,9	17	4,1
Heteroptera	7	6,8	36	8,6
Homoptera	4	3,9	22	5,3
Coleoptera	19	18,4	63	15,1
Neuroptera	1	1,0	2	0,5
Mecoptera	1	1,0	1	0,2
Hymenoptera	12	11,7	42	10,1
Lepidoptera	11	10,7	46	11,0
Diptera	34	33,0	159	38,1
Acariformes	1	1,0	2	0,5
Aranei	4	3,9	15	3,6
Mollusca	3	2,9	4	1,0
Всего	104	100	419	100

Таблица 3

Видовое разнообразие беспозвоночных обитателей травостоя в 2010–2015 годах

Таксон	Номер участка					
	10	57	60	103	111	139
Dermaptera	–	0,2±0,2	–	–	–	–
Blatoptera	0,7±0,4	–	0,4±0,4	0,3±0,3	0,3±0,3	0,3±0,3
Odanata	0,4±0,3	0,4±0,3	0,2±0,2	–	5,3±3,7	0,3±0,3
Orthoptera	7,1±2,3	16,1±4,3	19,1±3,6	6,9±2,3	8,6±1,5	21,4±2,7
Heteroptera	245,5±17,2	424,1±83,3	280,4±44,4	375±51,4	443±64,7	198,9±45,2
Homoptera	80,7±27	155,9±112,2	82,7±18,4	76,4±32,3	23,4±8,3	94,5±37,2
Coleoptera	35,4±3,5	68,3±10,8	68±21,9	35,3±7	76,7±19,5	54,5±6,8
Neuroptera	0,2±0,2	1,3±0,5	2,7±1,6	1,3±0,5	2,8±1,7	1,1±0,4
Hymenoptera	63±24,7	122,4±46,7	57,3±9,4	76,9±16,6	165,3±63,8	108,1±26,1
Lepidoptera	10,1±2,4	20,7±5,5	19,3±3,8	20,2±4,3	9,2±3,3	25,8±5,9
Diptera	126,7±40,8	174,1±31,3	228,7±52,4	151,7±33,8	345±125,3	243,3±37,4
Acari	5,9±2,5	–	–	1,7±0,9	–	0,6±0,6
Acariformes	40,8±7,2	67,6±13,1	60,7±17,4	13,6±5,6	67,5±19	44,5±2,8
Mollusca	3,8±1,6	2,0±2,0	–	0,3±0,3	–	–
Всего, экз.	620,4±65,6	1053,2±168	819,5±86	759,5±95,6	1147,0±214,3	793,3±108,1
Индекс Шеннона	1,63±0,04	1,67±0,08	1,47±0,05	1,57±0,05	1,45±0,07	1,78±0,03
Индекс Бергера Паркера	0,43±0,05	0,39±0,04	0,46±0,04	0,44±0,04	0,50±0,05	0,34±0,01

Примечание: прочерк «–» означает отсутствие группы на данном участке.

ное сообщество относено к группе формаций злаково-разнотравные луга. Беспозвоночными, характерными для данного участка, являются прямокрылые *Phaneroptera falcata*, *Bicolorana roeseli* Hagen., *Dectius verrucivorus*, *Metrioptera brachyptera* L., *Chrysochraon dispar* Germ., равнокрылые *Aphis fabae* Scop., *Lepyronia coleoptrata* (L.), жёсткокрылые *Cassida vibex* L., *Oedemera femorata*, *Subcoccinella vigintiquatuor punctata* (L.), *Bromius obscurus* (L.), *Tomoxia bucephala* (Costa), чешуекрылые *Thymelicus lineola* O., *Hyponephele lycaon*, *Heodes virgaureae*, *Maniola jurtina* L., *Lasiommata petropolitana* Fabr., *Argynnis adippe* L., *Plebejus idas* L., двукрылые *Cheilosia illustrata* (Harris), *Chrysotoxum festivum* (L.), *Episyrphus balteatus* (DG), *Helophilus pendulus* (L.), *Leucozona glauca* (L.), *Xylota segnis* (L.), *Chlorops pumilionis* (Bjerkander), *Chrysops caecutiens* (L.) и *Haematopota pluvialis* (L.).

На участке № 60, расположенном на расстоянии 3,94 км от ОУХО, проективное покрытие в течение периода исследования изменялось от 70 до 97%, что связано было, вероятно, с условиями увлажнения. Этот участок относится к группе формаций разнотравно-злаковых лугов, как и предыдущий участок, однако отличается доминантами и видовым составом растительного сообщества. Злаки на нём дают большую часть покрытия и пред-

ставлены такими видами, как *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, видами рода *Agrostis*. Основными представителями разнотравья являлись: *Hypericum maculatum* и *Geum rivale* L. Характерными беспозвоночными для данного участка являются: прямокрылые *Phaneroptera falcata*, *Bicolorana roeseli*, *Dectius verrucivorus*, *Bicolorana bicolor*, *Omocestus viridulus*, *Metrioptera brachyptera*, пенница *Lepyronia coleoptrata*, полужёсткокрылые *Leptopterna dolabrata* (L.) *Graphosoma lineatum* (L.), *Eysarcoris aeneus* (Scop.), жёсткокрылые *Lagria hirta* (L.), *Mordella aculeata* L., *Dolichosoma lineare* (Rossi), *Coccinella septempunctata* L., перепончатокрылые *Vespula austriaca* (Panzer), *Apis mellifera* L., бабочки *Hyponephele lycaon* Rott., *Thymelicus lineola*, *Heodes virgaureae*, *Plebejus idas* L., *Polygonia c-album* L., *Pieris rapae* L., *Plebejus idas* L., *Gonopteryx rhamni* L., двукрылые *Limnia unguicornis* (Scop.), *Bombylella atra* (Scop.) *Empis livida* L., *Pipizella virens* F., *Pipiza bimaculata* Mg., *Leptogaster cylindrica* (DG).

Участок № 103, расположенный на расстоянии 8,68 км от ОУХО, относится к крупнозлаковым лугам. На данном лугу преобладающим видом является *Dactylis glomerata* с небольшой долей *Phleum pratense*. Из разнотравья в отдельные годы большое проективное покрытие давали *Cirsium setosum* (Willd.) Bess. и

Taraxacum officinale Wigg. У остальных видов покрытие было низкое. В целом же общее проективное покрытие на участке колебалось от 70 до 90%. Типичными видами хортобионтов этого участка являются: моллюск *Succinea putris*, прямокрылые *Phaneroptera falcata*, *Bicolorana roeselii*, *Dectius verrucivorus* L., *Chorthippus brunneus* Thnb., *Ch. biguttulus* (L.), *Chrysochraon dispar* (Germar), *Tetrix bipunctata* (L.), *T. tenuicornis* (Sahlberg), равнокрылые *Cicadella viridis* (L.) и *Lepyronia coleoptrata*, полужесткокрылые *Palomena prasina* (L.), жесткокрылые *Calvia quatuordecimguttata* (L.), *Propylea quatuordecimpunctata* (L.), *Lagria hirta* и *Oedemera femorata*, перепончатокрылые *Apis mellifera*, чешуекрылые *Coenonympha glycerion* L., *Aphantopus hyperantus* L., *Thymelicus lineola* O., *Brenthis ino* Rott., *Everes agriades* (Pallas), *Heodes virgaureae* (L.), *Hyponephrole lycaon*, *Cupido agriades* Pall., двукрылые *Platycheirus peltatus* (Mg.), *Leucozона laternarius* (Müller), *Limnia unguicornis*.

Участок № 111, расположенный на расстоянии 9,83 км от ОУХО, является мелкозлаково-разнотравным лугом. Общее проективное покрытие на лугу составляло от 70 до 85%. Небольшая часть покрытия была представлена злаками: *Phleum pratense*, видами рода *Poa* и *Agrostis*. Основную часть покрытия давал ежегодно *Pimpinella saxifraga* L. (15–27%). Характерными видами беспозвоночных на участке являются прямокрылые: *Phaneroptera falcata*, *Bicolorana roeselii*, *Dectius verrucivorus*, *Chorthippus biguttulus*, *Tetrix bipunctata*, *T. tenuicornis*. Sahlb.; полужесткокрылые *Eurydema oleracea* (L.), *Leptopterna dolabrata*, *Nabis flavomarginatus* Scholtz; жесткокрылые *Cryptocephalus sericea* (L.), *Oedemera virescens* (L.); чешуекрылые: *Thymelicus lineola* O., *Coenonympha glycerion* Borkh., *Aphantopus hyperantus*, *Heodes virgaureae*, *Hyponephrole lycaon*; двукрылые: *Rhagio scolapocceus* (L.), *Chrysops divaricatus* Lw., *Sphaerophoria scripta* (L.), *Epistrophe grossulariae* (Mg.).

Общее проективное покрытие на участке № 139 изменялось незначительно и составляло в разные годы от 80 до 90%. Этот участок расположен на расстоянии 21,35 км от ОУХО. В первые годы наблюдений основную часть покрытия давали такие виды, как *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Phleum pratense*, *Festuca pratensis* Huds., а в последующем – *Carex hirta* L. Данный луг относился к группе формаций злаково-разнотравные луга. Количество видов разнотравья было достаточно большим, хотя каждый вид имел небольшое

проективное покрытие. Характерными для данного участка являются моллюск *Succinea putris*, прямокрылые *Phaneroptera falcata*, *Bicolorana roeselii*, *Dectius verrucivorus*, *Tetrix bipunctata*, *Podisma pedestris*. L., полужесткокрылые: *Leptopterna ferrugata*, *Orthops campestris* (L.), *Graphosoma lineatum*, жесткокрылые: *Protaetia cuprea metallica* (Herbst), *Oedemera virescens* и *Lagria hirta*, чешуекрылые: *Thymelicus lineola*, *Hyponephrole lycaon*., *Plebejus idas* L., *Heodes virgaureae*, *Cyaniris semiargus* Rott., *Argynnis aglaja* L., *Pieris rapae*, *P. napi* L., двукрылые: *Eristalinus aeneus* (Scop.), *Eristalis interrupta* (Poda), *Leucozона laternarius*, *Pipizella virens* (F.), *Syritta pipiens* (L.), *Volucella pellucens* (L.).

Данные о численности беспозвоночных на участках представлены в таблице 3. Общая численность беспозвоночных обитателей травостоя варьировала от 620,4±65,6 до 1147,0±214,3 экз./100 взмахов. Максимальная численность хортобионтов наблюдалась на участках № 57 и 111. Доминирующими группами на всех участках были двукрылые (Diptera) и полужесткокрылые (Heteroptera). Наибольшим значением индекса Шеннона и минимальным доминированием по индексу Бергера-Паркера характеризуется участок № 139.

Для сравнения лугов по структуре сообществ был использован кластерный анализ. В качестве меры сходства выбрали индекс Чекановского-Сьёренсена, рассчитанного по количественным данным. Результаты анализа показывают, что участки № 10 и № 103 выделяются в отдельный кластер как по составу хортобионтов, так и по составу растений (рис. 3). Они отличаются от остальных участков более низкой общей численностью беспозвоночных (от 630 до 862 экз./100 взмахов), долей двукрылых около 20% и долей полужесткокрылых больше 39%. В фитоценоотическом плане эти луга характеризуются низким уровнем разнообразия растительности. Во второй кластер вошли участки № 60 и 139 с общей численностью от 888 до 819 экз./100 взмахов, долей двукрылых больше 25%. Обособленно расположены на дендрограмме участки № 57 и 111, которые отличаются самой высокой общей численностью хортобионтов (более 1000 экз./100 взмахов).

Анализ сообществ наземных беспозвоночных методом главных компонент позволяет определить факторы, которые оказывают влияние на структуру населения беспозвоночных. Более 60% всей дисперсии определяют три первые оси главных компонент (табл. 4). Первая компонента связана с особенностями

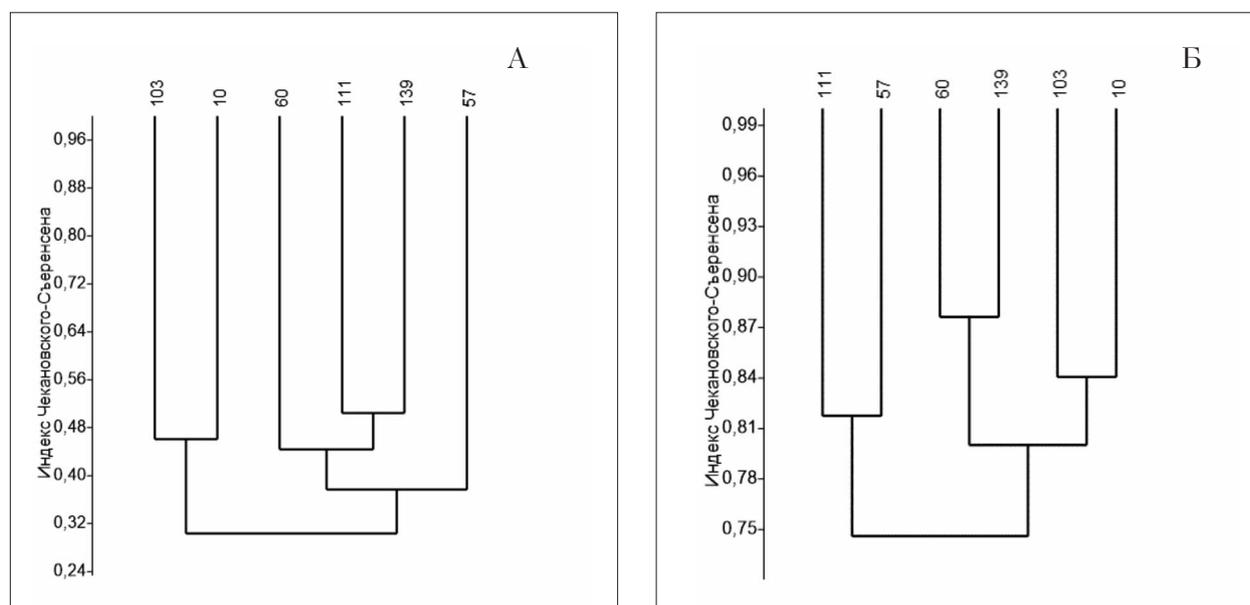


Рис. 3. Кластерные диаграммы сходства лугов по составу растений (А) и по хортобионтов (Б)

Таблица 4

Корреляция значений главных компонент с факторами среды и обилием групп беспозвоночных

Переменная	Компонента 1	Компонента 2	Компонента 3
Значения собственных векторов (дисперсия по осям)	2,411	2,066	1,630
Доля дисперсии от общей суммы (в процентах)	24,114	20,655	16,299
Температура в день взятия проб	-0,12	-0,11	0,26
Среднемесячная температура (июль)	-0,23	-0,14	0,36
Количество осадков (июль)	-0,22	-0,39	-0,14
Число дней с осадками (июль)	0,14	-0,06	-0,40
Расстояние от ОУХО	-0,21	-0,03	-0,11
Шкала увлажнения (FE)	0,15	-0,33	-0,14
Шкала активного богатства и засоленности почвы (NS)	0,01	-0,38	0,15
Шкала переменности увлажнения (VF)	-0,02	0,28	-0,07
Шкала аллювиальности (A)	0,01	0,10	0,01
Шкала пастбищной дигрессии (PD)	-0,20	-0,03	-0,01
Число видов растений	-0,38	-0,31	0,03
Индекс Шеннона для растительных сообществ	-0,37	-0,37	0,07
Высота травостоя	0,29	-0,06	0,15
Dermaptera	-0,23	0,10	0,20
Blatoptera	0,13	0,06	-0,07
Odanata	-0,46	0,08	-0,10
Orthoptera	-0,24	-0,53	0,55
Heteroptera	-0,37	0,37	0,51
Homoptera	-0,03	0,23	0,80
Coleoptera	-0,58	-0,43	0,31
Neuroptera	-0,46	-0,34	-0,22
Hymenoptera	-0,82	0,17	-0,39
Lepidoptera	-0,32	-0,46	-0,13
Diptera	-0,67	-0,02	-0,25
Acari	0,30	0,15	-0,05
Aranei	-0,70	-0,18	0,32
Mollusca	0,10	0,16	-0,29

Примечание. Жирным шрифтом выделены наиболее высокие значения корреляции экологических факторов с осями

растительного сообщества (число видов растений, индекс разнообразия Шеннона и высота травостоя), она оказывает влияние на группы Hymenoptera, Diptera и Aranei. Вторая компонента характеризует особенности режима увлажнения и богатства почв и определяет обилие Orthoptera. Третья компонента включает метеорологические факторы (температура воздуха и количество осадков), она обуславливает обилие Orthoptera, Heteroptera и Homoptera.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН по темам «Оценка последствий антропогенного воздействия на природные и трансформированные экосистемы подзоны южной тайги» № гос. регистрации 115020310080 «Животный мир европейского северо-востока России в условиях хозяйственного освоения и изменения окружающей среды» № гос. регистрации 115012860088.

Заключение

Исходя из полученных данных, можно заключить, что видовой состав насекомых на исследованной территории типичен для подзоны южной тайги. Фаунистический комплекс луговых экосистем насчитывает 419 видов беспозвоночных из 104 семейств. Выявлена специфика изменений состава сообществ беспозвоночных луговых экосистем. Основу комплекса беспозвоночных составляют отряды Diptera и Heteroptera. Вместе они составляют более половины численности хортобионтов. Анализ главных компонент показывает, что факторами, влияющими на видовой состав и численность отдельных групп насекомых, являются экологические и флористические особенности обследованных лугов. Изменения структуры сообществ хортобионтов луговых экосистем зависит преимущественно от природных факторов: структуры растительности, почвенных условий и метеорологических факторов. Деятельность объекта уничтожения химического оружия не оказывает существенного влияния на сообщества беспозвоночных-хортобионтов.

Литература

1. Chowdhury G. R., Datta U., Zaman S., Mitra A. Ecosystem Services of Insects // Abhijit Mitra. Biomed J Sci & Tech Re. 2017. V. 1. No. 2. DOI: 10.26717/BJSTR.2017.01.000228.
2. Багачанова А.К., Нарчук Э.П. Двукрылые насекомые (Diptera) как индикаторы динамичности экосистем луговых аласов Центральной Якутии // Энтомологическое обозрение. 2003. Т. 82. Вып. 2. С. 300–309.

3. Зверева Е.Л. Влияние загрязнения среды промышленными выбросами на комплексы короткоусых двукрылых (Diptera, Brachycera) // Энтомологическое обозрение. 1993. Т. 72. Вып. 3. С. 558–569.
4. Чащина О.Е. Пространственная дифференциация населения беспозвоночных – обитателей травостоя: подход с использованием дискриминантного анализа // Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 10 (74). С. 135–138.
5. Ермакова Ю. В., Ноговицына С. Н., Евдокарлова Т. Г. О структуре хортобионтных членистоногих реликтовых степей долины р. Лена (Центральная Якутия) // Проблемы региональной экологии. 2008. № 4. С. 34–37.
6. Eriksson O., Bolmgren K., Westin A., Lennartsson T. Historic hay cutting dates from Sweden 1873–1951 and their implications for conservation management of species-rich meadows // Biological Conservation. 2015. V. 184. No. 4. P. 100–107.
7. Bruppacher L., Pellet J., Arlettaz R., Humbert J.-Y. Simple modifications of mowing regime promote butterflies in extensively managed meadows: Evidence from field-scale experiments // Biological Conservation. 2016. V. 196. No. 4. P. 196–202.
8. Marini L., Fontana P., Battisti A., Gaston K. J. Response of orthopteran diversity to abandonment of seminatural meadows // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2009. V. 132. No. 3–4. P. 232–236.
9. Brandle M., Amarell U., Auge H. et al. Plant and insect diversity along a pollution gradient: understanding species richness across trophic levels // Biodiversity Conservation. 2001. V. 10. P. 1497–1511.
10. Kozlov M.V., Zvereva E.L., Zverev V.E. Impacts of point pollutants on terrestrial biota. Berlin ect.: Springer, 2009. 466 p.
11. Kozlov M.V., Lvovsky A.L., Mikkola K. Abundance of day-flying lepidoptera along an air pollution gradient in the northern boreal forest zone // Entomologica Fennica. 1996. V. 7. No. 3. P. 137–144.
12. Kozlov M.V. Changes in ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) communities along a steep pollution gradient in subarctic forests of European Russia // European Journal of Entomology. 2015. V. 112. No. 4. P. 728–733.
13. Алалыкина Н.М., Юшин А. О состоянии наземной энтомофауны территории зоны влияния объекта уничтожения химического оружия (УХО) // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты: Сборник материалов Всероссийской научной школы. Киров, 2006. С. 82–86.
14. Пестов С.В., Кулакова О. И., Татаринцов А.Г. Прямокрылые (Orthoptera) Оричевского района Кировской области // Экология родного края: проблемы и пути решения: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. Киров, 2016. С. 415–417.
15. Чичков Б.М. Особенности надвидовой структуры хортобионтного комплекса беспозвоночных в

агроценозах и естественных фитоценозах // Известия Челябинского НЦ. 2004. Вып. 1 (22). С. 192–196.

16. Schaffers A.P., Raemakers I.P., Sykora K.V., ter Braak C.J.F. Arthropod assemblages are best predicted by plant species composition // *Ecology*. 2008. V. 89. P. 782–794.

17. Nesterkov A.V., Vorobeichik E.L. Changes in the structure of chortobiont invertebrate community exposed to Emissions from a copper smelter // *Russian Journal of Ecology*. 2009. V. 40. No. 4. P. 286–296.

18. Ашихмина Т.Я., Домрачева Л.И., Домнина Е.А., Кантор Г.Я., Кочурова Т.И., Кондакова Л.В., Огородникова С.Ю., Олькова А.С., Панфилова И.В. Система биологического мониторинга компонентов природной среды в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадьковский» Кировской области // *Теоретическая и прикладная экология*. 2008. № 4. С. 32–38.

19. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.

20. Шенников А.П. Луговедение. Л., 1941. 510 с.

21. Работнов Т.А. Фитоценология. М., 1983. 296 с.

22. Ипатов В.С. Описание фитоценоза. СПб, 1998. 151 с.

23. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижигов О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., 1956. 472 с.

24. Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin: учебное пособие. Йошкар-Ола, 2008. 96 с.

25. Домнина Е.А. Экологическая оценка местообитаний луговых участков с использованием шкал Раменского // *Экология биосистем: проблемы изучения, индикации и прогнозирования*. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Астраханского государственного университета. Астрахань, 2017. С. 60–65.

26. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia Electronica*. 2001. V. 4(1). 9 p.

27. Новаковский А.Б. Взаимодействие Excel и статистического пакета R для обработки данных в экологии // *Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН*. 2016. № 3 (197). С. 26–33.

References

1. Chowdhury G. R, Datta U., Zaman S. and Mitra A. Ecosystem Services of Insects // *Abhijit Mitra. Biomed J Sci & Tech Res*. 2017. V. 1. Iss. 2. DOI: 10.26717/BJSTR.2017.01.000228

2. Bagachanova AK, Narchuk E.P. Diptera insects (Diptera) as indicators of the dynamics of ecosystems in meadow alas of Central Yakutia // *Entomologicheskoe obozrenie*. 2003. V. 82. No. 2. P. 300–309 (in Russian).

3. Zvereva E.L. Influence of industrial pollution on industrial complexes of short-witted Diptera (Diptera, Brachycera) // *Entomologicheskoe obozrenie*. 1993. V. 72. Vyp. 3 P. 558–569 (in Russian).

4. Chaschina O.E. Spatial differentiation of the population of invertebrates - the inhabitants of the grass stand: an approach using discriminant analysis // *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2007. No. 10 (74). P. 135–138 (in Russian).

5. Ermakova Yu.V., Nogovitsyna S.N., Evdokarova T.G. About the structure of chortobiont arthropods of relic steppes of the valley of the river. Lena (Central Yakutia) // *Problemy regionalnoj ekologii*. 2008. No. 4. P. 34–37 (in Russian).

6. Eriksson O., Bolmgren K., Westin A., Lennartsson T. Historic hay cutting dates from Sweden 1873–1951 and their implications for conservation management of species-rich meadows // *Biological Conservation*. 2015. V. 184. No. 4. P. 100–107.

7. Bruppacher L., Pellet J., Arlettaz R., Humbert J.-Y. Simple modifications of mowing regime promote butterflies in extensively managed meadows: Evidence from field-scale experiments // *Biological Conservation*. 2016. V. 196. No. 4. P. 196–202.

8. Marini L., Fontana P., Battisti A., Gaston K. J. Response of orthopteran diversity to abandonment of seminatural meadows // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2009. V. 132. No. 3–4. P. 232–236.

9. Brandle M., Amarell U., Auge H. et al. Plant and insect diversity along a pollution gradient: understanding species richness across trophic levels // *Biodiv. Conserv.* 2001. No. 10. P. 1497–1511.

10. Kozlov M.V., Zvereva E.L., Zverev V.E. Impacts of point polluters on terrestrial biota. Berlin ect.: Springer, 2009. 466 p.

11. Kozlov M.V., Lvovsky A.L., Mikkola K. Abundance of day-flying lepidoptera along an air pollution gradient in the northern boreal forest zone // *Entomologica Fennica*. 1996. V. 7. No. 3. P. 137–144.

12. Kozlov M.V. Changes in ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) communities along a steep pollution gradient in subarctic forests of European Russia // *European Journal of Entomology*. 2015. V. 112. No. 4. P. 728–733.

13. Alalykina N.M., Yushin A. About the state of the ground entomofauna of the zone of influence of the chemical weapons destruction facility // *Aktualnye problemy regional'nogo ekologicheskogo monitoringa: nauchnyy i obrazovatelnyy aspekty: Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchnoy shkoly*. Kirov, 2006. P. 82–86 (in Russian).

14. Pestov S.V., Kulakova O.I., Tatarinov A.G. Orthopterans of Orichovsky district of the Kirov region // *Ecology of the native land: problems and ways of their solving: Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Kniga 1. Kirov, 2016. P. 415–417 (in Russian).

15. Chichkov B.M. Features of the supersedal structure of the hortobiont complex of invertebrates in agroce-

noses and natural phytocenoses // *Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra*. 2004. No. 1 (22). P. 192–196 (in Russian).

16. Schaffers A.P., Raemakers I.P., Sykora K.V., ter Braak C.J.F. Arthropod assemblages are best predicted by plant species composition // *Ecology*. 2008. V. 89. P. 782–794.

17. Nesterkov A.V., Vorobeichik E.L. Changes in the structure of chortobiont invertebrate community exposed to Emissions from a copper smelter // *Russian Journal of Ecology*. 2009. V. 40. No. 4. P. 286–296.

18. Ashimina T.Ya., Domracheva L. Domnina EA, Kantor G.Ya., Kochurova T.I., Kondakova L.V., Ogorodnikov S.Yu., Olkova A.S., Panfilova I.V. System of biological monitoring of environmental components in the area of the object of storage and destruction of chemical weapons “Maradykovskiy” of the Kirov region // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2008. No. 4. P. 32–38 (in Russian).

19. Fasulati K.K. Field study of terrestrial invertebrates. Moskva: Vysshaya shkola, 1971. 424 p. (in Russian).

20. Shennikov A.P. Meadow science. Leningrad. 1941. 510 p. (in Russian).

21. Rabotnov T.A. Phytocenology. Moskva, 1983. 296 p. (in Russian).

22. Ipatov V.S. Description of phytocenosis. St. Petersburg, 1998. 151 p. (in Russian).

23. Ramensky L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A. Ecological assessment of fodder land by vegetation cover. Moskva, 1956. 472 p. (in Russian).

24. Zubkova E.V., Khanina L.G., Grokhlina T.I., Dorogova Yu. A. Computer processing of geobotanical descriptions on ecological scales using the program EcoScaleWin: Uchebnoe posobie. Yoshkar-Ola. 2008. 96 p. (in Russian).

25. Domnina E.A. Ecological assessment of meadow habitats using Ramensky scales // *Ecology of biosystems: problems of research, indication, and forecasting. Sbornik materialov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta*. Astrakhan, 2017. P. 60–65 (in Russian).

26. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia Electronica*, 2001. No. 4(1). 9 p.

27. Novakovskiy A.B. Interaction of Excel and statistical package R for data processing in ecology // *Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo tsentra Uralskogo otdeleniya RAN*. 2016. No. 3 (197). P. 26–33 (in Russian).

УДК 631.46

Почвенные водоросли и цианобактерии хвойных фитоценозов с разным уровнем антропогенной нагрузки

© 2017. Л. В. Кондакова^{1,2}, д. б. н., профессор,
Л. И. Домрачева^{1,3}, д. б. н., профессор,
К. А. Безденежных², аспирант, И. А. Кондакова², магистр, доцент,
Т. Я. Ашихмина^{1,2}, д. т. н., профессор, зав. кафедрой, зав. лабораторией,

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
167982, Россия, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28,

² Вятский государственный университет,
610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, 36,

³ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
610017, Россия, г. Киров, Октябрьский проспект, 133,

e-mail: usr11521@vyatsu.ru

Проведён сравнительный анализ альгофлоры хвойных фитоценозов с разным уровнем антропогенной нагрузки: соснового леса в охранной зоне заповедника «Нургуш» (фоновый участок), сосновых и еловых лесов в районе объекта уничтожения химического оружия «Марадьковский», пригородных лесов г. Кирова. В изученных хвойных фитоценозах выявлено 97 видов и разновидностей водорослей и ЦБ, в том числе Cyanobacteria – 23, Chlorophyta – 47, Ochrophyta – 15, Bacillariophyta – 12. Во всех изученных хвойных фитоценозах преобладали зелёные водоросли, составляя 42,8–65,4% видового разнообразия. Это представители родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Bracteacoccus*, *Coccomyxa*, *Pseudococcomyxa*, *Klebsormidium*. Охрофитовые водоросли (желтозелёные и эустигматофитовые) отмечены на всех участках, их соотношение составляло 13,0–21,2%. Выявлены виды родов *Pleurochloris*, *Botrydiopsis*, *Characiopsis*, *Eustigmatos*, *Vischeria*. Из цианобактерий встречены представители родов *Nostoc*, *Tolypothrix*, *Anabaena*, *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Borzia*, *Microcoleus*, *Oscillatoria*, *Schizothrix*.

Анализ альгофлоры хвойных лесов фоновой территории и территорий, испытывающих техногенную (район объекта «Марадьковский») и антропогенную нагрузку (пригородные леса), показывает умеренное сходство. Коэффициенты Сьёренсена-Чекановского составляют 40,4–57,5%.