

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВЕННОЙ МИКРОФАУНЫ НА МАРШРУТАХ ЭКОТРОПЫ ВБЛИЗИ ТОБОЛЬСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ

Козлов С.А.¹, Попова Е.И.¹

¹Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск, e-mail: kozlovsatgsha@mail.ru

В статье приведены результаты исследования состояния растительности и почвенной микрофауны фитоценозов, находящихся на экологической тропе, около крупного нефтехимического предприятия. Выявлена плотность фитоценозов на мониторинговых площадках, которая включает в себя: общее среднее число особей на трех метровых пробных квадратах 94 (МУ1), 16 (МУ2), 74 (МУ3) экземпляров побегов. Насыщенность мониторинговых площадок не богата и однообразна. Из всех изученных фитоценозов наименьшая плотность почвенных животных из обозначенных нами групп была зарегистрирована в березово-осиновом лесу (более 11 500 экз./м²). Самым близким по численности микроартропод к данному участку являлся сосново-пихтовый биотоп (более 17 000 экз./м²). Общее количество зарегистрированных видов составило 21 *Oppiella nova*, *Oppiella primorica*, *Multioppia exica*, *Multioppia glabra*, *Autogneta tragardhi*, *Suctobelbella bella*, *Suctobelbella macrodon*, *Suctobelbella amurica*, *Suctobelbella subcornigera*, *Suctobelbella latirostris*, *Tectocephus velatus*, *Carabodes arialatus*, *Ceratozetes blaovae*, *Scheloribates laevigatus*, *Scheloribates latipes*, *Oribatula pallida*, *Achpteria nitens*, *Ceratozetella heterocuspis*.

Ключевые слова: плотность, насыщенность, фитоценоз, мониторинговые площадки, экотропа, микроартроподы.

EVALUATION OF THE STATUS OF VEGETATION AND SOIL MICRO-FUNA ON THE ROUTES OF ECOTROPES NEAR THE TOBOLSK INDUSTRIAL SITE

Kozlov S.A.¹, Popova E.I.¹

¹Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, Tobolsk, e-mail: kozlovsatgsha@mail.ru

The article presents the results of a study of the state of vegetation and soil microfauna of phytocenoses located on an ecological path near a large petrochemical enterprise. The density of phytocenoses on monitoring sites is revealed, which includes: the total average number of individuals on the three-meter trial squares 94 (MU1), 16 (MU2), 74 (MU3) shoots. The saturation of monitoring sites is not rich and monotonous. Of all the studied phytocenoses, the lowest density of soil animals from the groups we designated was recorded in the birch-aspen forest (more than 11,500 ind./m²). The pine-fir biotope (more than 17 000 ind./m²) was the nearest microarthropod in the area. The total number of registered species was 21 *Oppiella nova*, *Oppiella primorica*, *Multioppia exica*, *Multioppia glabra*, *Autogneta tragardhi*, *Suctobelbella bella*, *Suctobelbella macrodon*, *Suctobelbella amurica*, *Suctobelbella subcornigera*, *Suctobelbella latirostris*, *Tectocephus velatus*, *Carabodes arialatus*, *Ceratozetes blaovae*, *Scheloribates laevigatus*, *Scheloribates latipes*, *Oribatula pallida*, *Achpteria nitens*, *Ceratozetellaheterocuspis*.

Keywords: density, saturation, phytocenosis, monitoring sites, ecotrope, microarthropods.

Город Тобольск расположен в подзоне южной тайги таежной зоны, примерно в 100 км к югу от границы южной и средней тайги. Такое расположение определяет все характерные особенности природной среды, растительного мира окрестностей Тобольска. Около села Верхние Аремзяны была создана экологическая тропа. Экотропа состоит из трех маршрутов, каждый из которых проходит по разным типам лесов, встречающихся на рассматриваемой территории. Общая протяженность маршрутов экотропы составляет около 4 км. Они занимают площадь в 70 га. На каждом из маршрутов созданы мониторинговые площадки. Маршруты экотропы находятся на территории городских лесов в 1,5 км к северу от

площадки строительства комплекса «ЗапСибНефтехим» и действующих мощностей Тобольской промышленной площадки.

Целью исследования является оценка состояния растительности и почвенной микрофауны вблизи крупного промышленного производства.

Растительность и почвенные микроорганизмы чутко реагируют на загрязнения окружающей среды. Это своего рода биоиндикаторы состояния фитоценозов. Лесные экосистемы представляют собой сложный многокомпонентный объект. В условиях загрязненной среды его структура и функционирование перестраиваются постепенно. Использование биоиндикаторов с различной чувствительностью открывает возможность выделения зон сильного и слабого загрязнения, в том числе областей хронического загрязнения малыми дозами.

Микроартроподы – это представители почвенных животных. Микроартропод в классификациях размерных групп почвенных животных в литературе объединяют под общим названием «микрофауна», а многие английские исследователи вслед за П. Мерфи [1] называют «мейофауна». Высокие показатели численности почвенных микроартропод дают возможность, пользуясь небольшим количеством проб, объективно оценивать экологические аспекты отдельных биотопов [2-5].

Материал и методы исследования

Исследования проводились в 2017 г. на трех мониторинговых площадках, расположенных на маршрутах экологической тропы. Площадка № 1 на маршруте «Нефтехимия и живая природа: экология соседства» представляла собой осиново-березово-еловый биотоп, вторая мониторинговая площадка (маршрут «Образ сибирской тайги») расположена в сосново-пихтовом биотопе. На мониторинговой площадке № 3 маршрута «Жемчужины тобольской флоры» представлен березово-осиновый лес.

Описание растительности производилось согласно методике, принятой в геоботанических исследованиях. На маршрутах выявлялся видовой состав сосудистых растений.

Насыщенность или плотность фитоценоза определялась путем прямого подсчета всех экземпляров сосудистых растений на учетных площадках. В пределах контура мониторинговых площадок случайным образом закладываются три (минимальная повторность) квадрата стороной 1 м (площадью 1 м²), на которых подсчитывались все растения [6].

Отбор почвенных проб проводился по общепринятой методике [7]. Глубина исследуемого слоя почвы 0-15 см, для отбора проб был использован бур объемом 125 см³. Общее количество обработанных проб почвы составляло 90 шт. Координаты

мониторинговых участков: N 58.28930°, E 68.46641° (№ 1); N 58.29112°, E 68.47239° (№ 2); N 58.28217°, E 68.47152° (№ 3).

Методика обработки почвенных проб включала следующие этапы: извлечение микроартропод из почвенных проб - проводили при помощи термоэлектрора Бэрлезе-Тульгрена. Для подсушивания пробы использовали электролампу 40 вт. Экспозиция длилась 5-7 дней при температуре 30-40 °С; фиксация - традиционно использовался этиловый спирт высоких концентраций (70-80%), при этом рекомендуется добавлять глицерин (1-2%), который сохраняет спирт от высыхания в пробирке в процессе хранения; хранение - традиционно хранение производится в 70-80%-ном этиловом спирте, иногда рекомендуют более высокую концентрацию (96%); обработка перед заливкой в препарат - особи переносились из спирта в 5-10% КОН, где по ходу просветления из темноокрашенных они превращались в красные, а затем в прозрачно-розовые или коричневатые, липиды на поверхности тела исчезали; заливка в препарат - чистые и, если необходимо, просветленные экземпляры были помещены в каплю консервирующей среды на предметном стекле. Все обнаруженные микроартроподы делили на три группы: орибатида, коллемболы, другие группы клещей.

Результаты

Плотность фитоценозов на мониторинговых площадках включает в себя: общее среднее число особей на трех метровых пробных квадратах 94 (МУ1), 16 (МУ2), 74 (МУ3) экземпляров побегов. Насыщенность мониторинговых площадок не богата и однообразна.

На мониторинговой площадке № 1 (МУ1) из сосудистых растений на пробных участках отмечено 7 видов (*Aegopodium podagraria* L., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Carex acutiformis* Ehrh., *Carex macroura* Meinsh., *Ranunculus acris* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem.).

Пробные участки мониторинговой площадки № 2 (МУ2) включают 9 видов (*Aegopodium podagraria* L., *Achillea millefolium* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, *Fragaria vesca* L., *Hypericum maculatum* Crantz., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Trifolium medium* L., *Trifolium pratense* L.).

На участках мониторинговой площадки № 3 (МУ3) также отмечено произрастание 9 видов сосудистых растений (*Achillea millefolium* L., *Aegopodium podagraria* L., *Alchemilla* sp., *Angelica sylvestris* L., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Orthilia secunda* (L.) House, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Hypericum maculatum* Crantz, *Rubus saxatilis* L.). На мониторинговых площадках был встречен один общий вид *Aegopodium podagraria* L., (таблица).

Насыщенность, плотность фитоценозов, экз. побегов на 1 м²

№ п/п	Вид	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Среднее
Мониторинговая площадка № 1					
1.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	19	1	1	7
2.	<i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.	55	61	44	53
3.	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	15	1	1	6
4.	<i>Carex macroura</i> Meinsh.	5	49	11	22
5.	<i>Ranunculus acris</i> L.	1	1	1	1
6.	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	2	2	7	4
7.	<i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem.	1	1	1	1
Сумма всех видов		98	116	66	94
Мониторинговая площадка № 2					
1.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	2	1	3	2
2.	<i>Achillea millefolium</i> L.	2	1	3	2
3.	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	1	1	1	1
4.	<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) W.Barton	1	1	1	1
5.	<i>Fragaria vesca</i> L.	2	2	7	4
6.	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	1	1	1	1
7.	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	3	1	2	2
8.	<i>Trifolium medium</i> L.	1	1	0	1
9.	<i>Trifolium pretense</i> L.	2	1	3	2
Сумма всех видов		15	10	21	16
Мониторинговая площадка № 3					
1.	<i>Achillea millefolium</i> L.	3	4	3	3
2.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	0	3	5	3
3.	<i>Alchemilla</i> sp.	0	0	3	1
4.	<i>Angelica sylvestris</i> L.	0	0	6	2
5.	<i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.	18	105	55	59
6.	<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	0	9	0	3
7.	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	1	1	0	1
8.	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	1	1	1	1
9.	<i>Rubus saxatilis</i> L.	1	1	1	1
Сумма всех видов		24	124	74	74

Анализируя результаты исследований динамических показателей численности микроартропод на мониторинговой площадке № 1 (N 58.28930°, E 68.46641°) - биотоп осина-береза-ель (рис. 1), стоит отметить, что количественные показатели среди трех группировок почвенных членистоногих в поверхностном слое почвы (0-5 см) как доминирующая была выделена группа орибатид (16 180 экз./м²). Численность представителей коллембол и клещей из других групп была ниже от 4 до 6 раз соответственно. В более глубоких исследуемых

слоях почвы (5-10 и 10-15 см) по количественным показателям на первом месте также остается группа орибатид (от 5096 до 1760 экз./м²). Что касается коллембол, то их численность колеблется в пределах от 980 до 500 экз./м². Примерно аналогичная ситуация наблюдалась и у клещей, отнесенных к другим группам (1084-465 экз./м²).

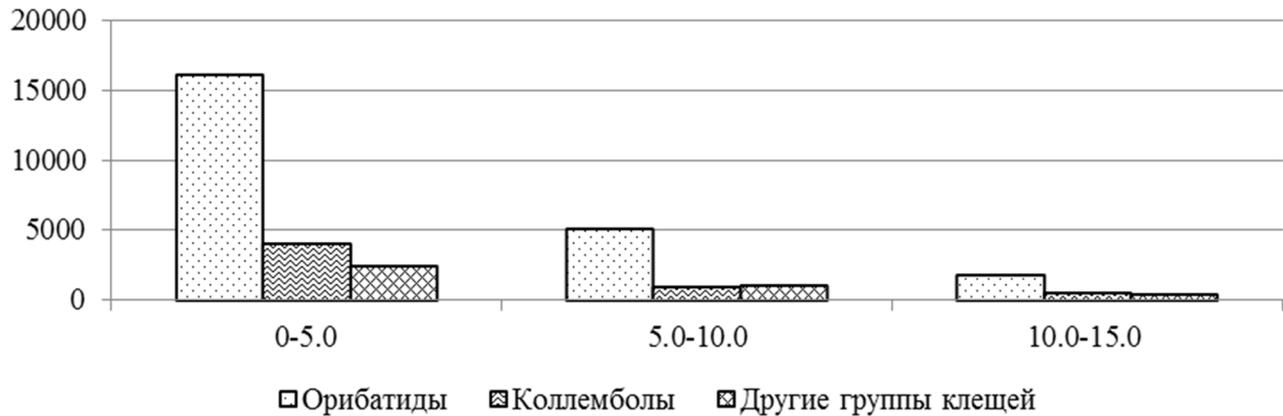


Рис. 1. Динамика численности микроартропод на мониторинговой площадке № 1 (биотоп осина-береза-ель), маршрут «Нефтехимия и живая природа: экология соседства», 2017 г. (экз./м²) (n=30)

Рассматривая ситуацию динамики численности микроартропод на мониторинговой площадке № 2 (биотоп сосна-пихта) стоит выделить следующие особенности: количественные показатели клещей орибатид поверхностного (0-5 см) и среднего (5-10 см) исследуемых слоев почвы были практически одинаковыми (7320 и 6840 экз./м² соответственно). В нижнем почвенном слое (10-15 см) их численность существенно снижалась, достигая 1120 экз./м². Плотность населения коллембол также имела тенденцию к снижению от поверхностного (0-5 см) слоя к нижнему (10-15 см). Численность клещей из других групп была максимальной в слое от 0 до 5 см и составляла 1280 экз./м², по мере увеличения глубины почвы их количественные показатели постепенно снижались. Сравнивая динамические показатели численности микроартропод двух мониторинговых площадок (№ 1 и 2), необходимо заметить, что осиново-березово-еловый биотоп (рис. 1) по суммарным количественным показателям почвенных животных (более 30 000 экз./м²) существенно превосходил сосново-пихтовый биотоп (рис. 2), где количественные показатели достигали чуть более 17 000 экз./м². Возможно, данное явление объяснялось наиболее обильной и разнообразной кормовой базой для почвенных животных в осиново-березово-еловом биотопе.

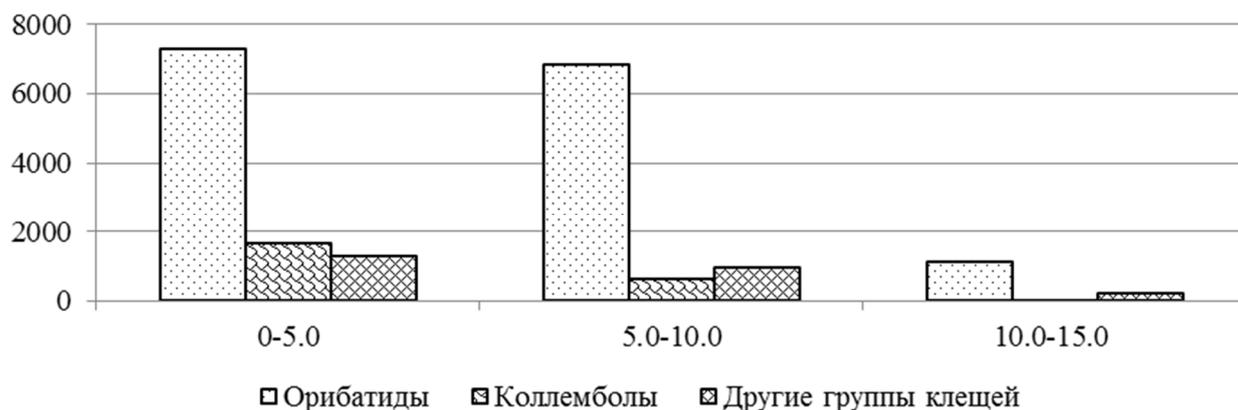


Рис. 2. Динамика численности микроартропод на мониторинговой площадке № 2 (биотоп сосна-пихта), маршрут «Образ сибирской тайги», 2017 г. (экз./м²) (n=30)

Изучив особенности количественных показателей микроартропод на мониторинговой площадке № 3 (биотоп береза-осина), стоит отметить, что у всех исследуемых групп (орибатидаы, коллемболы, другие группы клещей) прослеживалась общая закономерность снижения плотности населения с увеличением глубины почвенного слоя. В группе орибатидаы численность колебалась от 6160 экз./м² в поверхностном слое почвы (0-5 см) до 480 экз./м² в самом нижнем исследуемом слое (10-15 см). Самыми низкими из изучаемых групп были количественные показатели коллембол (от 880 до 80 экз./м²). У представителей других групп клещей численность плотности населения имела средние показатели (1480-240 экз./м²) (рис. 3).

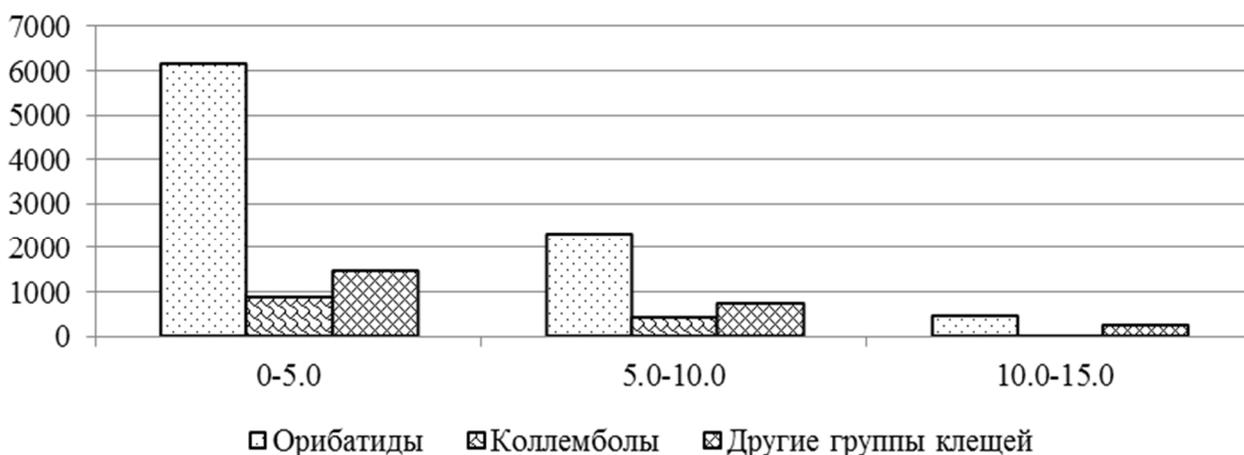


Рис. 3. Динамика численности микроартропод на мониторинговой площадке № 3 (биотоп береза-осина), маршрут «Жемчужины тобольской флоры», 2017 г. (экз./м²) (n=30)

Сравнив количественные показатели микроартропод на трех исследуемых мониторинговых площадках (рис. 1-3), отметим, что среди всех биотопов наименьшая

плотность почвенных животных из обозначенных нами групп была зарегистрирована в березово-осиновом лесу (более 11 500 экз./м²). Самым близким по численности микроартропод к данному участку являлся сосново-пихтовый биотоп (более 17 000 экз./м²).

Предварительные исследования видового состава панцирных клещей орибатид на мониторинговых участках экологической тропы имели следующие результаты: общее количество зарегистрированных видов составило 21 (*Oppiella nova*, *Oppiella primorica*, *Multioppia exica*, *Multioppia glabra*, *Autogneta tragardhi*, *Suctobelbella bella*, *Suctobelbella macrodon*, *Suctobelbella amurica*, *Suctobelbella subcornigera*, *Suctobelbella latirostris*, *Tectocephus velatus*, *Carabodes arialatus*, *Ceratozetes blaovae*, *Scheloribates laevigatus*, *Scheloribates latipes*, *Oribatula pallida*, *Achpteria nitens*, *Ceratozetella heterocuspis*, Род BELBA.), из которых на участке № 1 (биотоп осина-береза-ель), маршрут «Нефтехимия и живая природа: экология соседства», было зарегистрировано 19 видов, отнесенных к 12 семействам. На участке № 2 (биотоп сосна-пихта), маршрут «Образ сибирской тайги», 10 видов, соотнесенных с 10 семействами. На площадке № 3 (биотоп береза-осина), маршрут «Жемчужины тобольской флоры», было отмечено 11 видов, отнесенных к 8 семействам.

Исследования можно использовать при мониторинге, диагностике почвы разного хозяйственного пользования.

Выводы

Плотность фитоценозов на мониторинговых площадках включает в себя: общее среднее число особей на трех метровых пробных квадратах 94 (МУ1), 16 (МУ2), 74 (МУ3) экземпляров побегов. Насыщенность мониторинговых площадок не богата и однообразна.

В результате исследования выявили закономерности распределения микроартропод в лесных фитоценозах. Наибольшие количественные показатели плотности населения микроартропод на всех трех исследуемых мониторинговых площадках были зарегистрированы в поверхностном слое почвы (0-5 см).

Таким образом, сравнивая динамику численности микроартропод на мониторинговых площадках, выяснили, что в осиново-березово-еловом биотопе суммарные количественные показатели почвенных животных (более 30 000 экз./м²) существенно превосходили сосново-пихтовый и березово-осиновый биотопы. Возможно, данное явление объяснялось наиболее обильной и разнообразной кормовой базой для почвенных животных в осиново-березово-еловом биотопе. Данные показатели можно соотнести с показателями плотности и насыщенности исследуемых фитоценозов.

Видовой состав панцирных клещей - орибатид среди трех исследуемых биотопов экологической тропы достигал в березово-осиново-еловом лесу 19 видов.

Список литературы

1. Лебедева Н.В., Лебедев В.Д. Форезия почвенных микроартропод // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. - М.: ГЕОС, 2010. - Т. 8. – С. 211–214.
2. Климова Г.В. Эколого-хозяйственная характеристика пастбищ северной лесостепи Тюменской области // Молодой ученый. – 2016. – № 6-5 (110). – С. 149-151.
3. Козлов С.А. Вертикальное распределение микроартропод в почве на участке «автодорога-тундра» в Ямало-Ненецком автономном округе // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 3. - URL: www.science-education.ru/117-13754.
4. Попова Е.И., Ильминских Н.Г. Характеристика ключевых участков на экотонах разной иерархии и генезиса Западно-Сибирской Арктики и Субарктики // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-5. – С. 1076-1080.
5. Murphy P.W. The biology of forest soils with special reference to the meso or meofauna // J. Soil Sci. - 2009. - № 4. - P. 155-193.
6. Миркин Б.М. Современная наука о растительности / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломеш. – М.: Логос, 2000. – 669 с.
7. Гиляров М.С. Животные и почвообразование // Биология почв Северной Европы. - М.: Наука, 1988. - С. 7-16.