

УДК 595.796

*С.В. Блинова***Мирмекокомплексы лугов в условиях воздействия комплексных промышленных выбросов (на примере Новокузнецка)***S.V. Blinova***The Ants' Meadows Complexes in the Conditions of Influence of Industrial Pollutions (on the Example of Novokuznetsk)**

Отмечено увеличение видового богатства, общей плотности гнезд муравьев и числа гнезд в виде земляных холмиков при удалении от источников комплексных промышленных выбросов и уменьшении объемов выбросов.

**Ключевые слова:** муравьи, промышленные выбросы, Новокузнецк.

Одними из видов воздействия человека на окружающую среду являются выбросы промышленных предприятий. При этом значительное влияние на биотопы оказывают предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых, производству кокса, стали, химических реагентов и др. По данным ряда исследователей [1; 2], во многих наземных биогеоценозах среди герпетобионтов преобладают насекомые-зоофаги, представленные преимущественно сем. Formicidae. По мнению А.А. Захарова [3], к основным факторам снижения численности Formicidae относят загрязнение среды обитания выбросами промышленных предприятий.

Согласно исследованиям [4–6] муравьи являются информативным компонентом биоценоза и способны служить индикаторами условий обитания. Реакции муравьев на техногенные воздействия могут быть различными [7–11]. В связи с этим цель настоящей работы – изучение влияния комплексных промышленных выбросов на мирмекокомплексы.

Исследования проводили в 1998–2010 гг. на территории Новокузнецка – крупного промышленного центра металлургической и угольной промышленности России, находящегося в южной части Кемеровской области. Изучены разнотравно-злаковые луга, расположенные на разном расстоянии от промышленных предприятий и в контроле. Согласно работам [12; 13] принято следующее деление: 0–1,3 км – зона сильного воздействия промышленных выбросов на биогеоценозы; 1,31–6 км – зона среднего влияния; 6,1 км и далее – зона слабого влияния.

It is shown that the species' quantity, general density of nests and the number of dome nests of ants increase when removing from sources of complex industrial pollutions and reducing of volumes of pollution.

**Key words:** ants, industrial pollutions, Novokuznetsk.

На территории города исследованы три участка. Участок Н1: проективное покрытие – около 40%; расположен в непосредственной близости от ОАО «КМК». Участок Н2: проективное покрытие – 80–90%; находится в центре города, в 4 км от основных источников промышленных выбросов, это участок среднего влияния последних. Участок Н3: проективное покрытие – около 90%; расположен в зеленой зоне города, в 6,2 км от источников промышленных выбросов, это участок со слабой степенью воздействия последних. Контроль (участок НК) расположен за городом, в 35 км от участка Н1, против розы ветров.

Сбор всего материала проводили стандартными мирмекологическими методами [14]. Количественный учет гнезд осуществляли на пробных площадках 5x5 м<sup>2</sup>. В каждом местообитании закладывали по 10 площадок. Весь полученный материал обрабатывали стандартными статистическими методами [15] в программах Excel и Statistica.

**Таксономический и видовой состав**

На исследованной территории Новокузнецка и в контроле обнаружено 8 видов муравьев, принадлежащих четырем родам двух подсемейств. При этом в городе отмечено только 6 видов, в контроле – 7. Большая часть видов принадлежит подсемейству Formicinae (62,5% от общего числа видов, найденных в городе и в контроле). На долю Myrmicinae приходится 37,5%. Выявлена обратная корреляция между уровнем загрязнения окружающей среды промышленными выбросами и числом видов подсемейства Myrmicinae ( $r = -0,88$  при  $p < 0,05$ ).

Основу мирмекофауны составляют муравьи рода *Formica* – 3 вида, или 37,5% от общего числа видов, обнаруженных в Новокузнецке и его контроле (рис. 1). Однако большинство гнезд *Formica* зарегистрировано в относительно чистой зоне; только в городе найдена *F. cunicularia* Latr., а *F. fusca* L. и *F. pratensis* Retz. – в контроле.

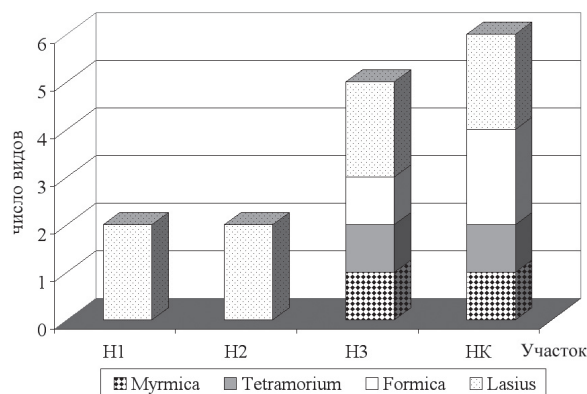


Рис. 1. Видовое богатство муравьев Новокузнецка и контроля, 2003 г., обозначение участков – в тексте

Меньшим видовым богатством характеризуются роды *Lasius* и *Myrmica* (по 2 вида, или 25% от общего числа видов). Гнезда первого рода встречены на всех участках. Напротив, гнезда *Myrmica* приурочены к относительно чистым участкам. Такая же тенденция отмечена для муравьев рода *Tetramorium* (1 вид, или 12,5% от общего числа видов).

Многолетние наблюдения выявили достоверную отрицательную корреляцию ( $r = -0,82$  при  $p < 0,05$ ) между объемами выбросов и числом видов муравьев: при уменьшении степени техногенного воздействия появляются не только новые виды наиболее богатых в видовом отношении родов, но и роды, представленные одним видом (рис. 2). Особенно четко прослеживается эта закономерность на участке H1: в 1998 г. зарегистрированы лишь гнезда *L. niger*. Через четыре года отмечены 2 гнезда *L. flavus* Fabr., а в 2008 г. – гнезда родов *Tetramorium* и *Formica* из подрода *Serviformica*. Только в 2010 г. зарегистрировано поселение *Myrmica*. По нашим наблюдениям, виды этого рода не поселяются на участках с высокой степенью воздействия твердых промышленных выбросов.

#### Плотность популяции

Проведенные исследования выявили неадаптивный характер реакции на загрязнение комплексными промышленными выбросами: плотность поселения муравьев достоверно возрастает с увеличением расстояния от источников промышленных выбросов ( $r = 0,97$  при  $p < 0,05$ ). Минимальная плотность гнезд зарегистрирована в непосредственной близости от источников промышленных выбросов на участке H1 –  $1,45 \pm 0,13$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$  (рис. 3). На участке H2

плотность достигает  $1,85 \pm 1,42$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$ , в зеленой зоне города (участок H3) –  $5,48 \pm 0,39$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$ . В контроле плотность гнезд максимальна ( $6,30 \pm 0,08$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$ ).

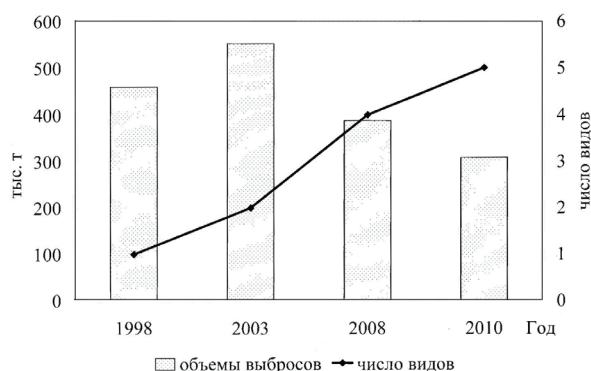


Рис. 2. Динамика числа видов муравьев на участке H1 и объема промышленных выбросов в целом в Новокузнецке

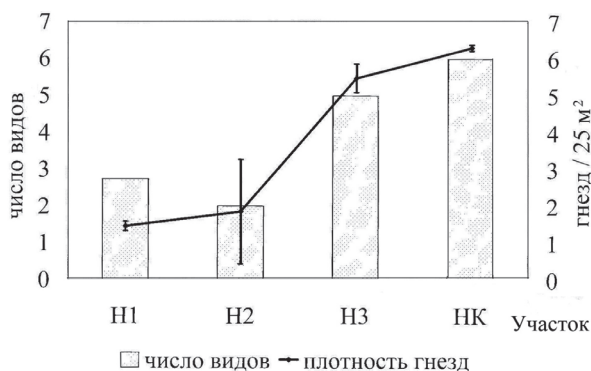


Рис. 3. Число видов и плотность гнезд муравьев разнотравно-злаковых лугов Новокузнецка и контроля, в среднем за годы исследования. Обозначения участков – в тексте

Такая же тенденция отмечена для муравьев рода *Lasius*: плотность гнезд возрастает с  $1,23 \pm 0,15$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$  на участке H1 до  $5,45 \pm 0,19$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$  в контроле. Для подрода *Serviformica* рода *Formica* наблюдается в среднем постоянная плотность гнезд на всех исследованных участках –  $0,10 \pm 0,07$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$ .

Максимальная плотность гнезд *Myrmica* и *Tetramorium* зарегистрирована в относительно чистой зоне города (H3), соответственно  $1,05 \pm 0,10$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$  и  $0,68 \pm 0,10$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$ . При движении как в сторону уменьшения выбросов, так и в сторону их увеличения плотность поселения обоих видов снижается. Минимальная плотность характерна для наиболее загрязненного участка H1:  $0,03 \pm 0,03$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$  (*Myrmica*) и  $0,05 \pm 0,04$  гнезд /  $25 \text{ м}^2$  (*Tetramorium*).

Несколько иная тенденция наблюдается при анализе структуры мирмекофауны (рис. 4). Так, максималь-

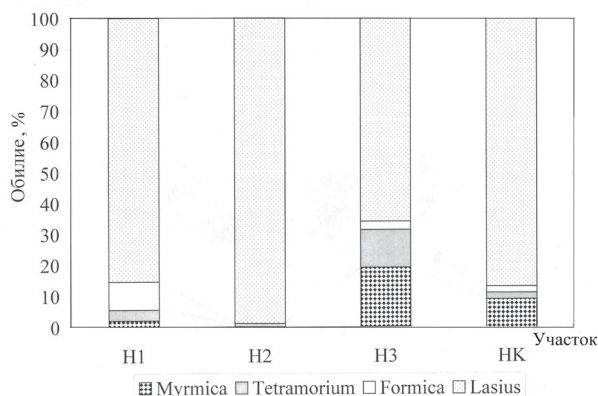


Рис. 4. Структура мирмекокомплексов разнотравно-злаковых лугов в условиях комплексного воздействия промышленных выбросов (без учета *Formica s.str.*), обозначение участков – в тексте

ная доля муравьев рода *Lasius* отмечена на наиболее загрязненных участках (H1 и H2): в среднем обилие  $91,7 \pm 6,5\%$ . В зеленой зоне города (H3) обилие рода минимально –  $66,1 \pm 3,1\%$ . В контроле доля гнезд *Lasius* вновь увеличивается до  $87,2 \pm 2,9\%$ .

Обратная тенденция зарегистрирована для родов *Myrmica* и *Tetramorium*: максимальная доля гнезд отмечена в относительно чистой зоне города (H3), соответственно  $19,3 \pm 2,7$  и  $12,3 \pm 0,9\%$ . При увеличении уровня загрязнения доля гнезд этих родов приближается к нулю. Несколько снижается доля обоих родов и в контроле и составляет в среднем для *Myrmica*  $8,7 \pm 0,8\%$ , для *Tetramorium* –  $2,2 \pm 2,1\%$ . Напротив, доля гнезд *Formica* в целом возрастает при уменьшении объема промышленных выбросов. При этом на территории города род представлен только подродом *Serviformica*. В контроле обилие *Formica* увеличивается за счет подрода *Formica s.str.*

#### Типы гнезд

Анализ типов гнезд муравьев на различных участках показал, что их соотношение меняется в зависимости от расстояния до источников промышленных выбросов и объемов выбросов. Так, при удалении от источников выбросов возрастает число гнезд с наружными постройками (рис. 5): с  $16,7 \pm 12,9\%$  от общего числа гнезд участка H1 до  $62,5 \pm 6,2\%$  в контроле. Однако гнезда в виде холмиков из растительных остатков обнаружены только в контроле.

Достоверно увеличивается и средняя высота построек ( $r = 0,89$  при  $p < 0,05$ ). В зоне сильного влияния промышленных выбросов высота земляного холмика

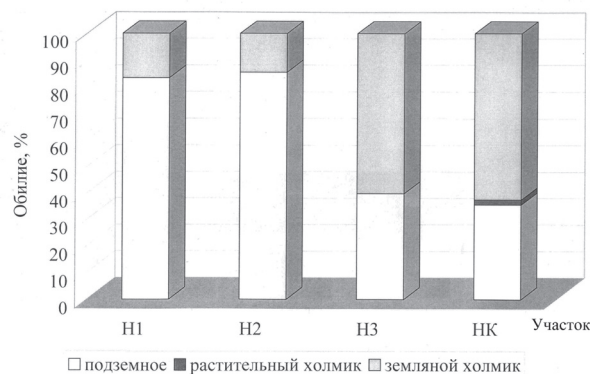


Рис. 5. Распределение типов гнезд муравьев по участкам Новокузнецка и контроля, в среднем за годы исследования, %. Обозначение участков – в тексте

не превышает 5 см; при удалении от источников промышленных выбросов высота гнезд достигает в среднем  $40 \pm 8,7$  см.

Корреляционный анализ многолетних данных показал, что сокращение объемов выбросов достоверно ведет к росту числа гнезд с земляными холмиками ( $r = -0,66$  при  $p < 0,05$ ) и уменьшению числа подземных гнезд ( $r = 0,50$  при  $p < 0,05$ ) на территории города. При этом число муравейников подрода *Formica s.str.* не зависит от объема промышленных выбросов: в контроле их доля постоянна и составляет  $1,95 \pm 1,48\%$  от всех обнаруженных в контроле гнезд муравьев; на территории города *Formica s.str.* нет.

#### Заключение

Таким образом, в результате исследований мирмекокомплексов лугов в зоне воздействия комплексных промышленных выбросов на примере Новокузнецка выявлено, что с увеличением расстояния от источников промышленных выбросов возрастают плотность поселения муравьев, число видов подсемейства *Myrmicinae*, доля гнезд с земляными холмиками и их средняя высота. Число видов муравьев увеличивается и при уменьшении объемов промышленных выбросов.

Число муравейников *Formica s.str.* не зависит от объема промышленных выбросов: они отмечены только в контроле, где их доля постоянна и составляет  $1,95 \pm 1,48\%$  от всех обнаруженных в контроле гнезд муравьев; на территории города *Formica s.str.* нет. Муравьи рода *Myrmica* при высокой степени воздействия комплексных промышленных выбросов не встречены.

### Библиографический список

1. Писарски Б. Фауна беспозвоночных урбанизированных районов Варшавы // Биоиндикация в городах и пригородных зонах. – М., 1993.
2. Еремеева Н.И. Структура и экологические механизмы формирования мезофауны членистоногих урбанизированных территорий (на примере г. Кемерово) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2006.
3. Захаров А.А. Реальные и мнимые проблемы использования муравьев в биологической защите леса // Муравьи и защита леса : тез. докл. 12-го Всерос. мирмекол. симп. – Новосибирск, 2005.
4. Длусский Г.М., Захаров А.А. Расселение муравьев в лесах разных типов // Лесное хозяйство. – 1965. – №8.
5. Puzskar T. Les fourmis (Formicidae) de la zone polluee des etablissements de l'azote de Pulawy // Mem. Zool. – 1978. – №29.
6. Дмитриенко В.К. Муравьи как индикатор нарушений природной среды // Система мониторинга в защите леса : тез. докл. Всесоюз. совещ. – Красноярск, 1985.
7. Блинов В.В. Влияние промышленных выбросов на структуру мирмекокомплексов // Муравьи и защита леса : тез. докл. 8-го Всесоюз. мирмекол. симп. – Новосибирск, 1987.
8. Демченко А.В. Муравьи Лапландского заповедника. Влияние промышленных выбросов // Биологические основы использования полезных насекомых : тез. докл. Всесоюз. симп. – М., 1988.
9. Гилев А.В. Изменчивость рыжих лесных муравьев в условиях техногенной нагрузки // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии : матер. конф. молодых ученых-экологов Уральского региона. – Екатеринбург, 1998.
10. Блинова С.В. Муравьи в условиях влияния твердых фракций промышленных выбросов // Успехи современной биологии. – 2007. – Т. 127, №2.
11. Блинова С.В. Изменение мирмекокомплексов в условиях крупного промышленного центра // Экология. – 2008. – №2.
12. Демиденко Н.В., Скалон Т.А. Возможность компенсации антропогенных воздействий на природные зоны путем организации искусственных экосистем вокруг угледобывающих комплексов // Концепция дальнейшего развития г. Кемерово. – Кемерово, 1992.
13. Ковригина Л.Н., Фомина Н.А. Растительный мир Кузбасса и его охрана. – Кемерово, 1995.
14. Захаров А.А., Горюнов Д.Н. Общие методы полевых экологических исследований // Муравьи и защита леса : матер. докл. 13-го Всерос. мирмекол. симп. – Н. Новгород, 2009.
15. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М., 1982.