

4. Чернов Н. Н., Тимошенко М. А. Исследование частиц сигаретного дыма// Известия ТРТУ. – Таганрог, 2006. № 12(67). – С. 118 – 120.
5. Тимошенко М. А., Чернов Н. Н. Модель осаждения частиц сигаретного дыма на поверхность в звуковом поле с учетом квазистационарности среды// Нелинейные акустические системы: Сборник статей, май, 2008. – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 206 – 213.
6. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс. – Спб.: Питер, 2005. – 448 с.

Тимошенко Мария Алексеевна

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: timoshenkomaria@mail.ru

347928, Россия, г. Таганрог, Ростовской обл., Шевченко, 2

Тел.: 8(8634)37-17-95

Чернов Николай Николаевич

E-mail: nik-chernov@ya.ru

Timoshenko Maria Alexseevna

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”

E-mail: timoshenkomaria@mail.ru

2, Shevchenko Str., Taganrog, 347928, Russia

Ph.: 8(8634) 37-17-95

Chernov Nicolay Nikolaevich

E-mail: nik-chernov@ya.ru

УДК 504:595.796

С. В. Блинова

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПОСЕЛЕНИЯ МУРАВЬЕВ

Цель работы – изучение влияния предприятий угольной промышленности на поселения муравьев. Выявлено, что муравьи проявляют квазиадаптивный тип реакции на загрязнения угольных предприятий. Наиболее устойчивыми к воздействию являются муравьи р. Lasius. Муравьи р. Myrmica не выдерживают влияния твердых промышленных выбросов. В загрязненной зоне отмечены преимущественно подземные гнезда. Большинство гнезд в контроле – с хорошо выраженными холмиками.

Муравьи; видовой состав; плотность гнезд; угольная промышленность.

S.V. Blinova

EFFECT OF COLLIERY ON ANT COLONY

The purpose of work - studying of influence of the coal-mining industry on settlements of ants. It is revealed, that ants show kwaziadaptation type of reaction to pollution of the coal enterprises. The steadiest to influence are ants g. Lasius. Ants g. Myrmica do

not maintain influence of coal-mining industrial emissions. In the polluted zone mainly underground nests are noted. The majority of nests in the control - with well expressed the dome.

Ants; density of the nests; coal industry.

Муравьи – это общественные насекомые, обитающие практически во всех наземных ценозах. По мнению ряда авторов (Длусский, Захаров, 1965 и др.), муравьи являются информативным компонентом биоценоза и способны служить индикаторами определенных условий обитания. При этом реакции муравьев на разные типы загрязнений часто отличаются. Так, промышленные загрязнения приводят к ограничению количества видов, сокращению плотности гнезд и численности особей в них (Petal, 1978). Наряду с этим отмечается рост числа доминирующих видов и их численности при известковании почвы (Puszkar, 1978). Имеются работы по влиянию на муравьев различных типов загрязнений: радиации (Гилев, Малоземова, 1998), угольной (Брындин, 1987) и тяжелой (Демченко, 1991) промышленности, и др. Имеющаяся в них информация противоречива. Поэтому целью настоящей работы является изучение влияния предприятий угольной промышленности на поселения муравьев.

Методы и материалы

Исследования проводили на разнотравно-злаковых лугах г. Прокопьевска Кемеровской области и в его окрестностях с 1996 по 2008 гг. Прокопьевск – это город с сильно развитой угольной промышленностью. Основной вклад в загрязнение воздуха вносят угольная промышленность и коммунальные котельные, работающие на угле. В радиусе до 2 км от шахт в воздухе обнаружена пыль, сажа, оксид углерода, фенолы, оксид серы (IV). По мере удаления от источников выбросов их концентрация уменьшается, но средняя концентрация в зоне 2 км ниже в 1,5–2 раза, чем в зоне радиусом 500 м (Гигиенические аспекты, 1978). Зоны влияния промышленных предприятий выделены по работе Н.В. Демиденко, Т.А. Скалон (1992).

Сбор всего материала проводили стандартными методами (Бугрова, Резникова, 1989): было выделено 5 участков, на каждом заложено 5–10 пробных площадок 5x5 м². Участок П1 расположен на территории угледобывающего предприятия (шахты). Остальные – на разном расстоянии от источника загрязнения (табл. 1). В качестве контроля использовали участок разнотравно-злакового луга в 30 км от города, расположенный против розы ветров.

Площадки осматривали, при необходимости подкапывали почву. При нахождении гнезда работа в диаметре 0,2–0,25 м не велась – это условная площадь, занимаемая одной семьей. Весь количественный материал обрабатывали статистическими методами в программе Excel.

Таксономический состав

На исследованной территории найдено 10 видов муравьев, принадлежащих 5 родам двух подсемейств. Это *Myrmica rubra* L., *M. scabrinodis* Nyl., *M. schencki* Emery, *Tetramorium caespitum* L., *Formica fusca* L., *F. cunicularia* Latr., *F. polyctena* Forst., *F. rufa* L., *Lasius flavus* Fabr., *L. niger* L. При этом распределение обнаруженных видов и родов по исследованной территории неравномерно (рис.1). Так, в зоне сильного уровня загрязнения преобладают гнезда муравьев рода *Lasius*. По мере удаления от угледобывающих предприятий возрастает доля гнезд рода *Myrmica* и *Formica*. Муравьи рода *Tetramorium* предпочитают поселяться в

зоне слабого уровня загрязнения на территории города.

Таблица 1

Характеристика изученных участков

Номер участка	Расстояние от источника выбросов, км	Уровень загрязнения	Проективное покрытие трав, %	Примечания
П1	0–0,5	высокий	40	50 % территории покрыто слоем в 5 см угольной пыли
П2	0,5–1	высокий	50	Технологические отвалы, сформированные в 1960 - 1980 годах
П3	1,5	средний	50–70	
П4	5–5,5	средний	85	
П5/1	10	слабый	95	
ПК	45	слабый	90–95	контроль

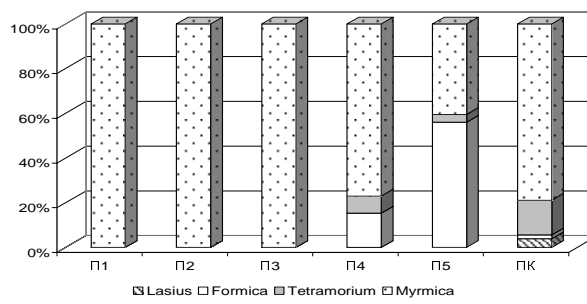


Рис. 1. Количество гнезд муравьев различных родов на исследованных участках в зоне воздействия угольной промышленности и контроле (на примере 1998 г.), % (Характеристика участков дана в табл.1)

Видовой состав и плотность поселения

Наибольшего видового разнообразия и численного обилия в зоне высокого уровня загрязнения достигают муравьи рода *Lasius*. При этом количество гнезд возрастает при наличии большого количества небольших (диаметром около 15 см) камней или отдалении (в среднем на 200 м) от шахтовых стволов, выработок (например, около административных корпусов) с 0,1 до 1,5 гнезд /25 м².

В наиболее загрязненных участках угольной пылью и крошкой не отмечено ни одного гнезда.

С уменьшением добычи угля (1998-2008 гг.) наблюдается увеличение видового состава и обилия муравьев на шахтовых территориях (до 3 видов и до 4 гнезд/25 м² на отдельных участках).

Необходимо отметить, что в 1998 году у административного корпуса одной из обследованных шахт найдено гнездо *F.rufa* в виде холмика из растительных остатков высотой 70 и диаметром 210 см. Здесь же вне кормовой территории ры-

жих лесных муравьев отмечено по одному подземному гнезду муравьев *L.flavus* и *T. caespitum*.

В 2003 году высота растительного холмика *F.rufa* достигала только 30 см и диаметра 200 см. При этом возросло количество гнезд *L. flavus* (0,13 гнезд/25 м²) и уменьшилось у *L.niger* (до 0,13 гнезд/ 25 м²).

В 2007 году муравейник *F.rufa* исчез. Исследования в 2008 году показали, что количество видов муравьев осталось неизменным (3 вида), при этом резко возросло обилие гнезд: *T. caespitum* – 0,58 гнезд/25 м², *L.flavus* – 0,17 гнезд/25 м² и *L.niger* – 0,67 гнезд/25 м².

Очевидно, что при удалении гнезда *F. rufa* с исследованной территории наблюдается увеличение видового состава и плотности поселения муравьев других видов на фоне общего уменьшения угледобычи в течение 1998–2008 годов рассматриваемой шахты.

При открытой добыче угля в зоне карьера происходит полное исчезновение гнезд муравьев. При последующей рекультивации через 10–15 лет в окрестностях шахт, шахтовых выработок и обогатительных фабрик наблюдается моновидовое поселение *L. niger*.

Исследование участка П2 показало, что на отвалах возрастом 25–30 лет гнезда муравьев отсутствуют. Заселение муравьями отвалов происходит через 35–40 лет после их формирования. При этом первые 5 лет отмечены только моновидовые поселения *L. niger*. Так, на отвалах, образованных 35–40 лет назад, плотность поселения достигла 0,3 гнезда / 25 м², на 45-50-летних отвалах – 0,4 гнезда / 25 м².

На участке П3 зарегистрировано увеличение плотности гнезд муравьев (1,00 гнезд /25м²) по сравнению с П1 и П2 при моновидовом поселении *L. niger*. Уменьшение степени воздействия твердых выбросов в течение десяти лет ведет к увеличению видового состава и обилия. Так, в 2008 году на П3 найдено 2 вида муравьев, кроме *L. niger* обнаружено единственное гнездо *L. flavus*.

При дальнейшем удалении от источников твердых выбросов (П4) в 1996 г. отмечено 3 вида. Это *L. niger*, *T. caespitum* и *F. fusca*. С уменьшением количества выбросов в течение 1998–2008 гг. зарегистрировано увеличение доли гнезд *Formica* за счет появления вида *F. cunicularia* (0,2 гнезда / 25 м²), возрастание числа гнезд *F. fusca* (с 0,43 до 0,5 гнезда / 25 м²). В то же время уменьшается плотность гнезд *T. caespitum* (с 0,85 до 0,4 гнезд / 25 м²).

В наиболее чистой зоне города (П5/1), не подверженной воздействию угольной пыли, выявлено дальнейшее увеличение видового состава муравьев до 5-7 видов. При этом плотность гнезд в среднем за годы наблюдения составила 11,31 гнезд/25 м².

В контрольной зоне зарегистрировано 6 видов сем. *Formicidae* (7,18 гнезд / 25 м²). При этом на участке П5 и в контроле отмечены гнезда муравьев рода *Murgina* (П5 – *M. rubra* и *M. schencki*, в контроле – *M. scabrinodis*).

Особенности гнездостроения

В зоне наибольшего загрязнения выбросами угольных предприятий муравьи поселяются только в подземных секционных гнездах без наземных построек. При удалении от источников выбросов возрастает число капсульных гнезд и их высота у муравьев *L.niger* (рис. 2). Отмечено, что высота гнездового холмика прямо пропорциональна расстоянию от забоев и спусков в шахту. На рис.2 введены следующие обозначения: 1 – подземные гнезда, 2 – гнезда в виде земляных холмиков, 3 – гнезда в виде растительных холмиков, 4 – гнезда, расположенные под камнями (Характеристика участков дана в табл.1)

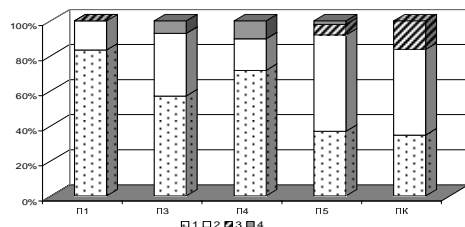


Рис. 2. Распределение различных типов гнезд по исследованным участкам в зоне воздействия угольной промышленности, %:

в доступных для посещения людьми местах встречались преимущественно подземные гнезда, в менее посещаемых – небольшие (до 15 см) гнезда с земляными холмиками.

Все найденные гнезда на участке P4 были подземными без наземных построек и агрегированными в местах с высоким проективным покрытием. При уменьшении количества выбросов в течение 10 лет наблюдается увеличение доли капсульных гнезд.

На контрольном участке все гнезда муравьев имели хорошо выраженные наземные постройки.

Заключение

Таким образом, муравьи проявляют квазиадаптивный тип реакции на загрязнение угольных предприятий: вблизи угольных предприятий отмечено уменьшение видового состава, плотности гнезд муравьев. По мере удаления от источников загрязнения сначала наблюдается увеличение всех изучаемых параметров, но затем вновь снижение до средних величин. Уменьшение суммарного объема шахтовых выбросов, произошедшего из-за закрытия ряда шахт и модернизации системы отопления города, вероятно, повлияло на повышение видового и численного обилия муравьев на исследованных участках.

Наиболее устойчивыми к антропогенному воздействию являются муравьи рода *Lasius*, встречающиеся при любом уровне загрязнения промышленными выбросами, численно доминируя на всех исследованных участках города.

Муравьи рода *Formica* встречаются только в относительно чистой зоне. Исключение составляет найденный муравейник *F.rufa* вблизи шахтовых стволов.

По нашим наблюдениям, муравьи рода *Mutilla* не выдерживает влияния твердых промышленных выбросов.

В зоне воздействия угольной пыли на биотопы отмечены преимущественно подземные секционные гнезда без наземных построек. Большинство найденных гнезд в контрольной зоне были капсульными с земляными холмиками или с холмиками из растительных остатков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брындин В.М. Особенности формирования мирмекокомплексов в сукцессионном ряду шахтных отвалов. Муравьи и защита леса. – Новосибирск, 1987. – С. 59–62.

2. Бугрова Н.М., Резникова Ж.И. Методические указания по изучению экологии и определению муравьев. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1989. – 38 с.
3. Гигиенические аспекты районной планировки и гидростроительства в Кемеровской области. – Новосибирск: Наука, 1978. – 229 с.
4. Гилев А.В., Малоземова Л.А. Изучение воздействия радиоактивного загрязнения на сообщества муравьев (Insecta, Hymenoptera, Formicidae) // Беспозвоночные животные Южного Зауралья и сопредельных территорий. Матер. Всеросс. конф. – Курган, 1998. – С. 91–93.
5. 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. Тез. докл. науч.-практ. конф. – Кемерово, 1998. – С.4–7.
6. Демченко А.В. Особенности развития комплексов муравейников группы *F.rufa* Лапландского заповедника (1981-1990 гг.), влияние промышленных выбросов // Муравьи и защита леса. – М., 1991. – С. 30–34.
7. Длусский Г.М., Захаров А.А. Расселение муравьев в лесах разных типов // Лесное хозяйство. 1965. № 8. С. 55.
8. Материалы к Государственному докладу «О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2005 году» / Администрация Кемеровской области. – Кемерово: ИНТ, 2006. – 320 с.
9. Petal J.M. Adaptation of ants to industrial pollution // Mem. zool. 1978. №29. P. 99–108.
10. Puszkar T. Les fourmis (Formicidae) de la zone polluee des etablissements de l'azote de Pulawy // Mem. zool. 1978. № 29. P. 129–142.

Блинова Светлана Викторовна

Кемеровский государственный университет

E-mail: sv_blinova@mail.ru

650043, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, кафедра экологии

Тел.: 8(384-2)72-05-80

Blinova Svetlana Viktorovna,

Kemerovo State University

E-mail: sv_blinova@mail.ru

6, Krasnaya Str., Kemerovo, Ecology 650043, Russia, Ph.: +7(384-2)72-05-80

УДК 534.29:551.594.25

М. А. Тимошенко

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДИФфуЗИОННОМ ИЗМЕНЕНИИ СЧЕТНОЙ
КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ
ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ**

Целью работы является исследование механизма диффузионного движения аэрозольных нано- и субмикронных частиц. Для этого была решена двумерная задача о пространственно-временном изменении счетной концентрации аэрозольных частиц, находящихся в акустическом поле. Получено аналитическое выражение изменения концентрации во времени при движении в пространстве. По-